

# Turkish Journal of Education

# TURJE

First published in 2012

[www.turje.org](http://www.turje.org)

October, 2017

Volume 6, Issue 4

ISSN: 2147-2858

Turkish Journal of Education (TURJE) seeks to bridge and integrate the intellectual, methodological, and substantive diversity of educational scholarship, and to encourage a vigorous dialogue between educational scholars and practitioners.

TURJE publishes research, theoretical statements, philosophical arguments, and critical syntheses of a field of education.



The Orkhon monuments are the oldest known examples of Turkic writings; they are inscribed on obelisks and have been dated to 720 (for the obelisk relating to Tonyukuk), to 732 (for that relating to Külligin), and to 735 (for that relating to Bilge Kağan)

ISSN: 2147-2858

Year: 2017

Volume: 6 Issue: 4

URL: www.turje.org

Email: turjeorg@gmail.com

Address: Azerbaijan Avenue 64/22 46040 Onikişubat - Kahramanmaraş Turkey

The Turkish Journal of Education (TURJE) seeks to bridge and integrate the intellectual, methodological, and substantive diversity of educational scholarship, and to encourage a vigorous dialogue between educational scholars and practitioners.  
TURJE publishes researches, theoretical statements, philosophical arguments, and critical syntheses.

First published in 2012

Three, four, and none of the above options in multiple-choice items Erkan Atalmış, Neal Kingston	143-157
Use of multidisciplinary analysis programs in the design process and its importance in terms of design education Selçuk Keçel, Abdullah Toğay	158-168
An evaluation of PISA 2015 achievements of OECD countries within income distribution and education expenditures Yılmaz İlker Yorulmaz, İbrahim Çolak, C. Ergin Ekinci	169-185
The impact of student centered micro teaching practices on preservice science teachers' self-efficacy beliefs towards science teaching Dilek Karışan	186-199
Integrated teaching project: A sustainable approach to teacher education Gürsu Aşık, Zerrin Doğança Küçük, Başak Helvacı, Mehmet Sencer Corlu	200-215

Editors Editörler

Editors in Chief

Prof.Dr. Selahiddin Öğülmüş,  
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Tekerek

Executive Editor

Assist.Prof.Dr. Ümran Betül Cebesoy

Field Editors of Volume (6) Issue (4)

Assist.Prof.Dr. Ramin Aliyev	Prof.Dr. Edward Reeve
Assist. Prof.Dr. Erkan Hasan Atalmış	Assist.Prof.Dr. Betül Tekerek
Assoc.Prof.Dr. Kadir Bilen	Prof.Dr. Hakan Tüzün
Assoc.Prof.Dr. M.Sencer Corlu	Assist.Prof.Dr. Ramazan Yirci

## Field Editors

Computer Education and Instructional Technology Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi	Prof.Dr. Hakan Tüzün (Hacettepe University)
Curriculum Development in Education Eğitimde Program Geliştirme	Assist.Prof.Dr. Cem Babadoğan (Ankara University)
Education Management Eğitim Yönetimi	Assist.Prof.Dr. Ramazan Yirci (Kahramanmaraş Sütçüimam University)
Engineering Education Mühendislik Eğitimi	Prof.Dr. Kurt Becker (Utah State University) Assoc. Prof. Dr. Mehmet Tekerek (Kahramanmaraş Sütçüimam University)
Foreign Languages Education Yabancı Diller Eğitimi	Assist.Prof.Dr. Ekaterina Arshavskaya (Utah State University) Assist.Prof.Dr. Reyhan Ağçam (Kahramanmaraş Sütçüimam University)
Physical Education and Sport Beden Eğitimi ve Spor	Prof.Dr. Ökkeş Alpaslan Gençay (Kahramanmaraş Sütçüimam University) Assist.Prof.Dr. Ferman Konukman (Qatar University)
Mathematics Education Matematik Eğitimi	Prof.Dr. Safure Bulut (Middle East Technical University) Assist.Prof.Dr. Betül Tekerek (Kahramanmaraş Sütçüimam University)
Measurement and Evaluation in Education Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme	Assist. Prof.Dr. Erkan Hasan Atalmış (Kahramanmaraş Sütçüimam University)
Musical Education Müzik Eğitimi	Assoc.Prof.Dr. Salim Sever (Ankara University)
Science Education Fen Eğitimi	Prof.Dr. Mansoor Niaz (Universidad de Oriente) Prof.Dr. Bayram Coştu (Yıldız Technical University)
Social Sciences Education Sosyal Alanlar Eğitimi Eğitimi	Assoc.Prof.Dr. Ahmet Nalçacı (Kahramanmaraş Sütçüimam University)
Special Education Özel Eğitim	Assist.Prof.Dr. Şule Gücyeter (Uşak University)
STEM Education FeTeMM Eğitimi	Assoc.Prof.Dr. M.Sencer Corlu (Bahçeşehir University)
Teacher Training Öğretmen Yetiştirme	Assoc.Prof.Dr. Kadir Bilen (Alanya Alaaddin Keykubat University)
Psychological Counseling and Guidance Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik	Assist.Prof.Dr. Ramin Aliyev (Hasan Kalyoncu University)
Technology Education Teknoloji Eğitimi	Prof.Dr. Edward Reeve (Utah State University) Prof.Dr. Abdullah Togay (Gazi University)
Turkish Language Education Türk Dili Eğitimi	Assoc.Prof.Dr. Kasım Yıldırım (Muğla Sıtkı Koçman University)

## Proof Reading

English Language İngilizce	Mohammed Mubarique
Turkish Language Türk Dili	Assist.Prof. Dr. İsmail Arıkoğlu
Graphic Design Grafik Tasarım	Arif Gürler

Dr. A. Tuğba Öner  
Dr. Barış Berat Buldum  
Dr. Burcu Şenler  
Dr. Eda Kargı  
Dr. Erhan Tunç  
Dr. Gül Hanım Boran  
Dr. İsmail Hakkı Tomar  
Dr. Mehmet Kaplan  
Dr. Mustafa Yağcı  
Dr. Ökkeş Alpaslan Gençay  
Dr. Ramazan Avcu  
Dr. Serkan Özel  
Dr. Ufuk Akbaş

Dr. Akif Köse  
Dr. Betül Tekerek  
Dr. Cem Babadoğan  
Dr. Erhan Bozkurt  
Dr. Fadime Ulusoy  
Dr. İbrahim Kocabaş  
Dr. Levent Yakar  
Dr. Meriç Özgeldi  
Dr. Onur Özgür  
Dr. Perihan Tuğba Şeker  
Dr. Seçil Eda Kartal  
Dr. Sevgi Aydın Günbatar  
Dr. Veysel Akçakın

To join our Editorial or Reviewer Team  
please send your CV to us: [turjeorg@gmail.com](mailto:turjeorg@gmail.com)

Indexing Dizinler

Web of Science™ Core Collection, Emerging Sources Citation Index (ESCI),

EBSCO Educational Source (Educational Sciences International Field Index)

News Haber

Turkish Journal of Education **TURJE**

Starting a new conference organization; [www.educon.org](http://www.educon.org)

**EDUCCON 2017**  
**EDUCATION CONFERENCE 2017**

## Three, four, and none of the above options in multiple-choice items

Erkan H. Atalmış

Kahramanmaraş Sütçüimam University, Faculty of Education, Kahramanmaraş, Turkey, eatalmis@ksu.edu.tr  
ORCID: orcid.org/0000-0001-9610-491X

Neal M. Kingston

University of Kansas, Achievement and Assessment Institute, Lawrence, KS 66047, USA, nkingsto@ku.edu  
ORCID: orcid.org/0000-0003-1870-309X

**ABSTRACT** High-quality multiple-choice (MC) items are essential for creating efficient, valid assessments. Haladyna, Downing, and Rodriguez (2002) suggested that using plausible distractors is crucial to achieving this goal, although distractor creation can be time-consuming and challenging. Haladyna et al. (2002) provided two related test development guidelines: #18, "Write as many plausible distractors as you can," and #25, "Use carefully None of the above." This research aims to test the impact of these two guidelines on item difficulty (p), item discrimination (r), and test reliability for mathematics items empirically. The research findings have revealed that item discrimination and test reliability were not statistically different across MC items with four options, three options, and NOTA options while the means of item difficulty of four-option MC items was not statistically different from those of three-option and NOTA-option MC items. However, the mean of item difficulty of NOTA-option MC items was statistically lower than those of three-option.

**Keywords** *assessment, item-writing guidelines, multiple-choice items, number of options, none of the above,*

## Çoktan seçmeli sorularda üç, dört ve hiçbiri seçenekleri

**ÖZ** Etkili ve geçerli değerlendirmeler yapabilmek için yüksek kaliteli çoktan seçmeli sorular (maddeler) oluşturmak gereklidir. Bu amaç doğrultusunda Haladyna, Downing, and Rodriguez (2002) çoktan seçmeli madde oluşturma sürecinde uygun çeldiricilerin kullanılmasının önemli olduğunu vurgulamaktadırlar. Ancak bu çeldirilerin oluşturulması zaman alıcı ve zahmetli bir süreçtir. Bu bağlamda Haladyna ve diğerleri (2002) test geliştirme ile ilişkili olan "Olabilirdiği kadar uygun ve mantıklı çeldiricileri yazınız" ve "Hiçbiri seçeneğini dikkatli kullanınız" ilkelerini rapor etmektedirler. Bu araştırmanın amacı bu iki ilke kullanımının matematik sorularının zorluk derecesine, ayırt edicilik derecesine ve test güvenilirliğine etkisini test etmektir. Araştırma sonucunda, madde ayırt edicilik derecesi ve test güvenilirliği dört seçenekli, üç seçenekli ve "hiçbiri" seçeneğine sahip maddeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği bulunmuştur. Benzer şekilde, dört seçenekli maddelerin madde zorluk dereceleri, üç seçenekli ve "hiçbiri" seçeneğine sahip maddelerin madde zorluk derecelerinden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği bulunurken, "hiçbiri" seçeneğine sahip maddelerin madde zorluk dereceleri üç seçenekli maddelerin madde zorluk derecelerinden istatistiksel olarak düşük olduğu elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** *Değerlendirme, soru-yazma teknikleri, çoktan seçmeli sorular, seçenek sayısı, yukarıdakilerden hiçbiri,*

**Cite This Article:** Atalmış, EH & Kingston NM, (2017). Three, four, and none of the above options in multiple-choice items, *Turkish Journal of Education*. 6(4), 143-157.  
DOI:10.19128/turje.333687

**INTRODUCTION**

Multiple-choice (MC) items are commonly used in professionally developed assessments for various disciplines (Haladyna, Downing, & Rodriguez 2002; McCoubrie, 2004) due to their ability to obtain accurate and objective scores and efficient administration and scoring tests. Creating plausible distractors (guideline 29 – “make all distractors plausible”) is a crucial part of writing a well-constructed MC item (Haladyna et al., 2002) because distractors play an important role in increasing quality in terms of psychometric properties of the items and the test. However, writing plausible distractors is a difficult part of the item-writing process (Haladyna & Downing, 1989; Hansen & Dexter, 1997; Rich & Johanson, 1990) as plausible distractors should be written to reflect students’ common errors (Haladyna & Downing, 1993; Haladyna et al., 2002); thus, creating plausible distractors can require a significant pedagogical background for item writers and considerable time for crafting each MC item. This increases the cost of item construction (Haladyna & Downing, 1993; Haladyna & Rodriguez, 2013) and decreases the frequency of using MC items (Burton, Sudweeks, Merrill, & Wood, 1991; Hansen & Dexter, 1997) compared to open-ended items.

Previous studies discussed the quality of distractors and revealed that more than 50% of these items have non-functioning distractors (Haladyna & Downing, 1993; Tarrant, Ware, & Mohammed, 2009). However, some alternative approaches can be used to make writing effective answer options easier and more straightforward. For instance, including fewer options or using “None of the Above” (NOTA) as a last option are strategies that could be employed to construct MC items. Haladyna et al. (2002) discussed these alternative methods in their guidelines, such as #18, “Write as many plausible distractors as you can,” and #25, “Use carefully *None of the above*” (p. 341). Table 1 illustrates an MC item in three formats: the item with four options, with three options, and with an NOTA option. Each example item has the same content.

Table 1  
*Three formats of a multiple choice item*

MC item with four options	MC item with three options	MC item with the NOTA option
What is $\frac{1}{3} + \frac{3}{4}$ ?	What is $\frac{1}{3} + \frac{3}{4}$ ?	What is $\frac{1}{3} + \frac{3}{4}$ ?
A. $\frac{13}{12}$ *	A. $\frac{13}{12}$ *	A. $\frac{13}{12}$ *
B. $\frac{4}{7}$	B. $\frac{4}{7}$	B. $\frac{4}{7}$
C. $\frac{13}{24}$	C. $\frac{13}{24}$	C. $\frac{13}{24}$
D. $\frac{13}{34}$		D. None of the Above

\*Key for all three versions

**Literature Review**

Item-writing guidelines for valid item and test construction were addressed by a limited number of studies. In 1989, Haladyna and Downing suggested 43 item-writing guidelines based on measurement and evaluation textbooks. In 2002, Haladyna et al. redesigned the existing version identifying 31 valid item-writing guidelines mainly for classroom assessment, and classified them into five categories: content, formatting, style, forming the stem, and forming the choices.

The guidelines shown in Table 1 are not commonly used in large-scale and classroom test creation as few empirical researches are available to support them. Frey, Petersen, Edwards, Pedrotti, and Peyton (2005) analyzed the 20 best-known assessment textbooks. A total of 30% of the books presented an item writing guideline related to the number of options (Haladyna et al. 2002, guideline 18) while 75% presented a guideline related to NOTA items (Haladyna et al. 2002, guideline 25). Other texts stated that guidelines 18 and 25 are controversial, that inconsistent results have been found, and the empirical studies are limited.

**None of the Above as an Answer Option**

The number of empirical studies from the past 25 years about the NOTA option is limited, with only seven studies supporting the NOTA option with different ways. Various studies have investigated the impact of the NOTA option on item characteristics (item difficulty and item discrimination), while others have focused on test characteristics (test reliability). In other words, researchers tested item and

test characteristics to determine how appropriate NOTA options are in MC item creation. Therefore, we will discuss the acceptability of NOTA items in large-scale standardized testing and classroom evaluation.

### **Replacement method**

Replacement method is a method for embedding NOTA as an option in a conventional MC item, which consisted of a key and independent distractors (not including “None of the Above” or “All of the Above” option). This method is applied by choosing one answer option to replace with the NOTA option. For example, in the third item in Table 1, the NOTA option replaces the last option of the first item. In this example, the last option of the first item is randomly chosen to be replaced with the NOTA option. The other answer options could also be chosen and substituted with the NOTA option through different methods. Hence, various replacement methods are plausible for use in identifying a poorly functioning distractor to allow inserting the NOTA option.

Although studies over the past 25 years have explored different methods for embedding NOTA as an answer option in an MC item, some of the empirical studies explicitly provided the replacement methods that they used. To illustrate, the NOTA option was substituted for the most frequently chosen distractor (Tollefson, 1987), the least frequently chosen distractor (Crehan et al., 1993), and a randomly selected distractor (Frery, 1991). One study suggested that NOTA should be added as an alternative option (Odegard & Koen, 2007).

### **Item difficulty**

Item difficulty is defined as the proportion of students who choose the correct answer. Most of the empirical studies over the past 25 years have investigated the impact of the NOTA option on item difficulty. Knowles and Welch (1992) performed a meta-analysis and found that the NOTA option did not significantly change item difficulty despite the fact that using NOTA options decreased test scores by 1.00 point compared to conventional item type. However, five studies indicated that using NOTA option made a statistically significant increase in difficulty compared to conventional MC items (Crehan et al., 1993; Frery, 1991; Kolstad & Kolstad, 1991; Rich & Johanson, 1990; Tollefson, 1987). The recent study by DiBattista and his colleagues (2014) found no difference between conventional MC items and NOTA items when using NOTA as a distractor; however, they found that items in which NOTA is used as a key were statistically more difficult than conventional items. To sum up, previous studies presented that the NOTA-option did not make items easier. However, more research is needed to accurately confirm that there is a significant impact of the NOTA-option on item difficulty.

### **Item discrimination**

Item discrimination is defined as how well the item differentiates students with high ability in the construct of interest from students with low ability. Several studies over the past 25 years have addressed the item discrimination of NOTA items. Some found no statistical difference between NOTA items and conventional MC items (Crehan & Haladyna, 1991; DiBattista et al., 2014; Frery, 1991; Knowles & Welch, 1992; Tollefson, 1987). However, Rich and Johanson (1990) found that NOTA items were more discriminating than conventional MC items. Therefore, previous studies showed that NOTA option did not harm item discrimination.

### **Test reliability (Internal consistency)**

Test reliability for NOTA items was reported in only two out of the seven aforementioned empirical studies. The studies showed that reliability of tests composed of NOTA items and conventional MC items did not significantly differ (Kolstad & Kolstad, 1991; Rich & Johanson, 1990). Further studies are required to identify whether NOTA items have a significant impact on test reliability.

### **Items with Three Answer Options**

The set of empirical studies conducted over the last 25 years have had controversial results regarding the impact of the number of answer options on item characteristics (item difficulty and item discrimination) and on test characteristics (test reliability and test validity).

Some studies reported the elimination methods the authors used to reduce the number of answer options in MC items. Different types of elimination methods were applied in these studies in order to reduce options. One common method was to delete the least-selected option (Abad, Olea, & Ponsoda, 2001; Dehnad, Nasser, & Hosseini, 2014; Delgado & Prieto, 1998; Landrum, Cashin, & Theis, 1993; Shizuka, Takeuchi, Yashima, & Yoshizawa, 2006; Tarrant & Ware, 2010). Another study calculated the point-biserial correlation coefficient for each single option of an item and eliminated the option with the least

discrimination (Trevisan, Sax, & Michael, 1991). Additionally, a recent study deleted one answer option at random to construct the item with fewer options (Baghaei & Amrahi, 2011).

### **Item difficulty**

Limited number of empirical studies have compared item difficulty for MC items with four options and MC items with three options. Five of the eight studies found that item difficulty was not statistically different between four-option items and three-option items. However, the researchers applied a mix of elimination methods to construct three-option MC items from four-option items. Of the eight studies, six eliminated the least-popular option (Abad et al., 2001; Cizek & O'Day, 1994; Dehnad et al., 2014; Delgado & Prieto, 1998; Shizuka et al., 2006; Tarrant & Ware, 2010), one study removed the option with the lowest item discrimination (Trevisan et al., 1991), and one study randomly deleted an option (Baghei & Amrahi, 2011).

Some studies concluded that MC items with three options were statistically more difficult than MC items with four options, which is counterintuitive (Landrum et al., 1993; Rogers & Harley, 1999). Rodriguez (2005) conducted a meta-analysis and examined 48 empirical studies from 1925 to 1999 in order to uncover the effect of the number of options upon psychometric characteristics of MC items. Of these 48 studies related to achievement and aptitude tests, 27 studies included pertinent results. The results supported that three-option items were slightly easier than four-option items.

In brief, many studies have shown that item difficulty did not significantly vary when the number of options in MC items in a form decreased. However, more research is essential to obtain generalized results regarding the impact of the number of options on MC item difficulty.

### **Item discrimination**

Numerous empirical studies have investigated item discrimination for MC items with four options and with three options. Similar to the findings on item difficulty, these researchers found mixed results for item discrimination. Item discrimination between MC items with four options and items with three options was not statistically different in seven studies (Cizek & O'Day, 1994; Crehan et al., 1993; Dehnad et al., 2014; Delgado & Prieto, 1998; Rogers & Harley, 1999; Shizuka et al., 2006; Tarrant & Ware, 2010). Yet, four studies provided statistically significant evidence that item discrimination for MC items with three options was higher than item discrimination for MC items with four options (Baghei & Amrahi, 2011; Landrum et al., 1993; Rodriguez, 2005; Trevisan et al., 1991). Consequently, the literature reveals that three-option items do not harm item discrimination. However, more empirical studies are necessary to confirm the impact of the number of options in an MC item on item discrimination.

### **Test reliability**

Six studies conducted over the past 25 years have analyzed the impact of three options versus four options on test reliability, still the researchers found mixed results. Three of them indicated that the number of options did not have a statistically significant impact on test reliability (Baghei & Amrahi, 2011; Delgado & Prieto, 1998; Rogers & Harley, 1999). Two studies found that test reliability increased when the forms with three options were employed (Rodriguez, 2005; Tarrant & Ware, 2010). Furthermore, one study investigated test reliability for low-, average-, and high-ability students (Trevisan et al., 1991). This study found that reliability coefficients decreased when the number of options decreased from four to three for low-ability students, while there was no statistical difference for average-ability students and high-ability students.

In summary, the literature indicates that constructing MC items with three answer options generally does not harm the psychometric characteristics of the items or the test.

### **Significance of the Study and Research Questions**

Previous studies examined the impact of number of options and NOTA options on item and test psychometric properties for different disciplines, such as Medicine/Nursing (Cizek & O'Day, 1994; Dehnad et al., 2014; Kolstad & Kolstad, 1991; Tarrant & Ware, 2010), Psychology (Crehan & Haladyna, 1991; Crehan et al., 1993; Landrum et al., 1993), Verbal/Vocabulary (Abad et al., 2001; Baghei & Amrahi, 2011; Delgado & Prieto, 1998; Lee & Winke, 2013; Shizuka et al., 2006; Trevisan et al., 1991), general knowledge (DiBattista et al., 2014) and statistics with qualitative problems (Tollefson, 1987). Different from previous studies, this study investigates how the number of options and NOTA options have an influence on mathematics item and test psychometric properties as constructing plausible distractors for MC mathematics items related to students' common errors are challenging and time-



consuming for item writers and mathematics teachers. Thus, constructing MC mathematics with NOTA options and fewer number of options can take less time for item writers and mathematics teachers.

In addition, this study contributes to the literature by simultaneously applying NOTA options and number of options. Although the study by Crehan, Haladyna, and Brewer (1993) examined the impact of NOTA options and number of options on item characteristics (item difficulty and item discrimination), we extend this line of research through examining the impact of the two guidelines on both item characteristics and test reliability by addressing the following research questions:

1. Do item characteristics (item difficulty and item discrimination) vary across different types of mathematics items (four-option MC items, three-option MC items, and MC items with an NOTA option)?
2. Does test reliability vary across different types of mathematics items (four-option MC items, three-option MC items, and MC items with an NOTA option)?

## METHODOLOGY

This section covers participants, instrument development, final instrument, data collection, and data analysis.

### Participants

The pilot study was carried out with seventh and eighth grade students from the United States during the preparation process of creating the final instrument. The convenience sampling method was applied for both implementations. The pilot implementation was held during the spring semester of 2012 and 100 seventh grade students participated from one school in the United States. The final test was applied to 585 seventh and eighth grade students participated from five schools in the United States during the spring semester of 2013.

### Instrument Development

One of the significant aspects of test development is to determine the appropriate content for the construct. This research has chosen four seventh grade math standards from the content area of the mathematics, expressions and equations, based on the Common Core State Standards Initiative (2010), and 29 item pairs (identical specification for the two items within each pair) were written based on content area. The item pairs were divided into two forms (Form A and Form B), each with 29 items. Thus, the participants would be able to answer all items in one form in a single class period.

Students' responses to each item in the pilot forms were used to calculate item difficulty and discrimination parameters. Of the 58 pilot items, 27 four-option MC items with high discrimination and medium difficulty were selected for use in the final instrument. Then, we generated three-choice MC versions of 9 of the original 27 items and created NOTA versions of another 9 of those items. The last version consisted of a 27 item test with 9 four-choice, 9 NOTA items, and 9 three-choice, with the content within each item type set parallel to the others. It means that parallel items were constructed based on the same specific learning mathematics standard from Common Core State Standards (CCSS) and so they measured the same educational objectives students should possess at critical point of mathematics. The items in Table 2 illustrates parallel items used in the final instrument, measuring the standard of CCSS, "7.EE.1. Apply properties of operations as strategies to add, subtract, factor, and expand linear expressions with rational coefficients." They were constructed with the same content and rationale of distractors, but the numbers are different.

Table 2.

*Examples of parallel items.*

MC item with four options	MC item with three options	MC item with the NOTA option
Q1. Which expression could be used to find 3 times 5 more than $x$ ?	Q15. Which expression could be used to find 8 times 10 more than $x$ ?	Q24. Which expression could be used to find 12 times 16 more than $x$ ?
A. $3x + 5$	A. $8x + 10$	A. $12x + 16$
B. $5x + 3$	B. $10x + 8$	B. $16x + 12$
C. $3(x + 5)^*$	C. $8(x + 10)^*$	C. $12(x + 16)^*$
D. $(5 + 3)x$	D. None of the above	

\*Key for all three versions

### Option replacement and elimination

The research used mixed methods, which means that the most, the second, or the least selected distractor of each item was randomly chosen and deleted to construct three option and NOTA mathematics items when the same method was used for each triplet of parallel items (four option, three options, NOTA items) to eliminate option as shown in Table 3. For example, while the least-selected distractor was selected and deleted for the parallel items in set #1, the distractor of parallel items in set #3 was selected and deleted via the most second selected method.

Table 3.

*Elimination and Replacement Methods used for each set of parallel items*

Sets	MC item with four options	MC item with three options	MC item with the NOTA option
#1	-	The least-selected	The least-selected
#2	-	The least-selected	The least-selected
#3	-	The second most selected	The second most selected
#4	-	The most selected	The most selected
#5	-	The least-selected	The least-selected
#6	-	The second most selected	The second most selected
#7	-	The most selected	The most selected
#8	-	The most selected	The most selected
#9	-	The least-selected	The least-selected

### Final Instrument

Taking into account how many multiple-choice mathematics items students can complete during class period, approximately 40–50 minutes in length, 27 multiple-choice items were selected to use in the final administration. Parallel MC mathematics items were written in three different formats: items with four options, items with the NOTA option, and items with three options, respectively. Parallel items were selected across the three formats. The final test was gathered with four-option items in positions 1–9, NOTA items in positions 10–18, and three-option items in positions 19–27. The final instrument was then administered to students. Within each section the parallel items were administered in a randomly different position. For instance, one triplet of parallel items were located in positions #1, #15, and #24 (see Table 2).

### Data Collection

The forms in the pilot study were only applied to seventh grade students because the content area of the forms, “Expressions & Equations” is a seventh grade domain in CCSS (CCSSI, 2010). However, seventh grade math teachers in most of the schools did not completely cover the content of the form during the pilot administration. Therefore, a paper-pencil form was applied to seventh and eighth grade students at the beginning of the 2013 spring semester in the United States. The research has used convenience sampling method in order to select the schools in the United States. This research holds a total of 585 students from five different schools located in three different states. Students individually responded to each item by selecting an answer option on the paper form during one class period, approximately 40–50 minutes in length.

### Data Analysis

A repeated measures ANOVA was used to determine whether item characteristics vary across different types of items since each student answered all items in terms of the first research question. As for the second research question, coefficient alpha was calculated for each set of nine items. Standard errors of coefficient alpha were calculated through a method developed by Duhachek and Iacobucci (2004), and .95 confidence intervals have been taken into account to determine whether the differences in test reliability were statistically significant (four-option MC items, three-option MC items, and MC items with an NOTA option).

## RESULTS

This section consisted of two parts, one of which provides the psychometric characteristics of each item, while the second part presents the results of the analyses of variance testing overall mean differences in item difficulty and discrimination across the three types of multiple-choice items. Two software packages, STATA (StataCorp, 2013) and SPSS (IBM, 2012), were used so as to perform the analyses.

### Item Statistics

Table 4 displays classical item statistics (item difficulty and item discrimination) of 27 items from three groups. Each row shows the characteristics of the three items with parallel content in the different item formats.

Table 4.  
Item difficulty ( $p$ ) and item discrimination ( $r$ ) by parallel item groups

Item Group	Item Difficulty ( $p$ )			Item Discrimination ( $r$ )		
	Four Options	NOTA Options	Three Option	Four Options	NOTA Options	Three option
1	0.64	0.58	0.65	0.37	0.54	0.50
2	0.30	0.29*	0.49	0.55	0.47*	0.43
3	0.55	0.51	0.55	0.56	0.56	0.52
4	0.67	0.43*	0.60	0.35	0.50*	0.44
5	0.41	0.40	0.45	0.50	0.54	0.39
6	0.30	0.24	0.44	0.43	0.16	0.34
7	0.59	0.59	0.60	0.51	0.51	0.52
8	0.40	0.39*	0.45	0.38	0.08*	0.41
9	0.32	0.30	0.43	0.40	0.38	0.35

\* NOTA as key

The first column for each characteristics in Table 4 was based on 9 conventional four-option items. Item difficulty was calculated as the proportion of examinees answering the item correctly while item discrimination was calculated as item-total correlation index in this study, which is one of most widely used method (Downing, 2005). The item difficulty index ( $p$ ) of the four-option items ranged from .30 (item groups2 and 4) to .67 (item group 4). The item discrimination index ( $r$ ) of the items with four options ranged between .35 (item group 4) and .56 (item group 3).

The second column for each characteristic holds 9 NOTA items in which NOTA replaced the randomly chosen option of the conventional item (this process was reported in Instrument Development). The item difficulty index ranged from .24 (item group 6) to .59 (item group 7). The item discrimination index of the items with NOTA options was determined to be between .08 (item group 8) and 0.56 (item group 3).

The last column for each characteristic displays the indexes of the three-option items, in which the weakest distractor of the conventional items was eliminated (this option elimination process was described in Instrument Development). The item difficulty index of three-option items ranged from .43 (item group 9) to .65 (item group 1). The item discrimination index of each item with three options was acceptable ranging from .34 (item group 6) to .51 (item groups 3 and 7).

The repeated measures ANOVA was carried out for the other 9 groups with 27 items to determine whether item characteristics vary across different types of items. Figure 1 presents the distribution of students' total score in four MC items, three MC items, and NOTA MC items and their Q-Q plots. The plots have identified that students' scores in all type of items are normally distributed.

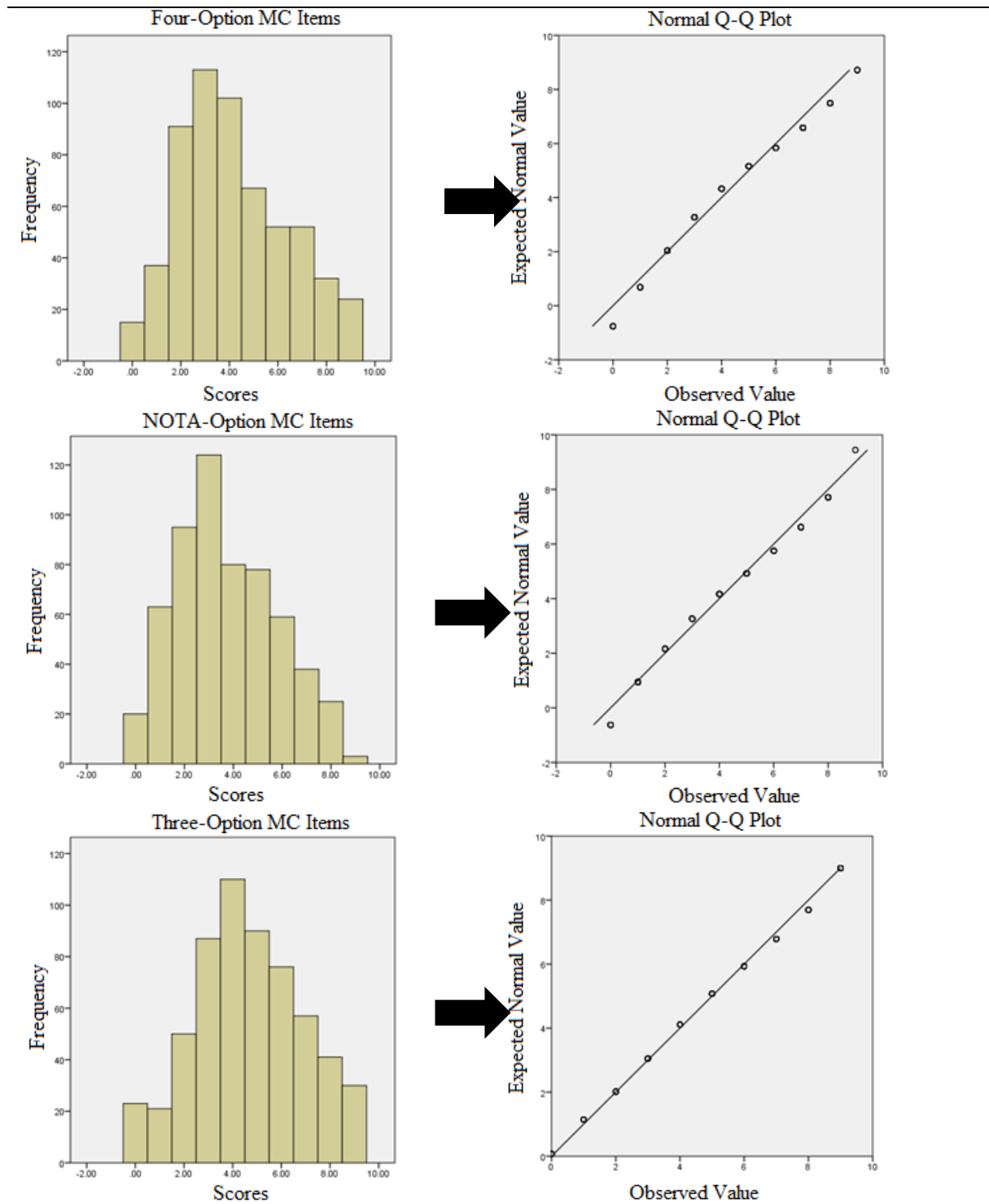


Figure 1. Distribution of students' scores in different type of items

### Mean Differences in Item Difficulty and Discrimination

#### Item difficulty

A repeated measures ANOVA was conducted to analyze as to whether item characteristics vary across different types of items. A significant item type effect has been determined in terms of item difficulty,  $F(2,7) = 7.97, p < .05$ . The research has also conducted post-hoc comparison with the use of Bonferroni test with a view to evaluating pairwise comparison among the means of item difficulty for types of items. The means of item difficulty of four-option MC items ( $M_{four} = 0.46, SD_{four} = 0.15$ ) were not statistically different from those of NOTA-option ( $M_{NOTA} = 0.41, SD_{NOTA} = 0.13$ ) and three-option MC

items ( $M_{three}= 0.52$ ,  $SD_{three}= 0.8$ ). However, the means of item difficulty of NOTA-option MC items were statistically lower than those of three-option.

A repeated measures ANOVA has been also conducted to test how item difficulty change when NOTA as the distractors are used (6 sets of items out of 9 sets: 6 four-option MC items, 6 three-option MC items, and 6 items with NOTA as distractor). No significant item type effect has been identified in terms of item difficulty,  $F(2,5) = 4.53$ ,  $p=.09$ . Besides, post-hoc comparison with the use of Bonferroni test was conducted in order to evaluate pairwise comparison among the means of item difficulty for types of items. The means of item difficulty of four-option MC items ( $M_{four}= 0.47$ ,  $SD_{four}=0.14$ ) were not found to be statistically different from those of NOTA-option as distractor ( $M_{NOTA\_d}=0.44$ ,  $SD_{NOTA\_d}=0.15$ ) and three-option MC items ( $M_{three}= 0.52$ ,  $SD_{three}= 0.9$ ). Similarly, the means of item difficulty of NOTA-option MC items were not statistically significant from those of three-option.

#### Item discrimination

ANOVA results for item discrimination have also indicated that item type effect is free from any significance,  $F(2,7) = .22$ ,  $p=.80$ . The mean of item discrimination of four-option MC items ( $M_{four}= 0.45$ ,  $SD_{four}=0.08$ ) was not found to be statistically different from those of NOTA-option ( $M_{NOTA}=0.42$ ,  $SD_{NOTA}=0.18$ ), and three-option MC items ( $M_{three}= 0.43$ ,  $SD_{three}= 0.07$ ). A similar finding has been found related to the means of item discrimination of NOTA-option MC items compared to those of three-option.

A repeated measures ANOVA was also conducted to test how item discrimination change when NOTA as the distractors are used. The research findings have revealed that item discrimination indicated a not significant item type effect,  $F(2,5) = .24$ ,  $p= .80$ . The mean difference in item discrimination of the three test forms with four-option MC items ( $M_{four}= 0.46$ ,  $SD_{four}=0.07$ ), MC items with NOTA-option ( $M_{NOTA}=0.45$ ,  $SD_{NOTA}=0.16$ ), and three-option MC items ( $M_{three}= 0.44$ ,  $SD_{three}= 0.09$ ) was not statistically different.

#### Differences in Reliability

The Cronbach's Alpha reliability of 27 multiple-choice mathematics used in the final implementation was found to be 0.84. For the second research question, .95 confidence intervals have been determined for each group of items. Cronbach's Alpha values are 0.65, 0.58, and 0.63 for MC items with four options, items with an NOTA option, and items with three options, respectively. Their *SE* values were  $\pm 0.02$ ,  $\pm 0.03$ , and  $\pm 0.02$ , respectively. Thus, differences in the observed reliability coefficients of the three test forms (one form of MC items with four options, one form of MC items with three options, and one form of MC items with NOTA options) were not statistically different as their .95 confidence intervals overlapped: .61 and .69 for MC items with four options, .52 and .64 for MC items with NOTA options, and .59 and .67 for MC items with three options.

Test reliability was also calculated for only items with NOTA as the distractors in the current study. It means that The Cronbach's Alpha was calculated for 18 items with 6 four-option MC items, 6 three-option MC items and 6 MC items with NOTA as distractors (see Table 4). Cronbach's alpha reliability coefficient was found to be 0.80 for the overall test. Cronbach Alpha values for four-option MC items, three-option MC items, and MC items with NOTA option are .62, .55, and .52, while *SE* values of three groups were  $\pm 0.03$ ,  $\pm 0.03$ , and  $\pm 0.03$ , respectively. This shows the differences in the observed reliability coefficients of the three test forms were not statistically different as their .95 confidence intervals overlapped: .57 and .67 for MC items with four options, .49 and .60 for MC items with NOTA options, and .46 and .59 for MC items with three options.

## DISCUSSION and CONCLUSION

MC items are effective for high-stakes tests and classroom assessment due to the small amount of time needed for the implementation, scoring, and analysis. However, writing plausible distractors in order to construct quality MC items is a challenging part of the item-writing process. Fortunately, there are some alternative ways to decrease effort in constructing items. Haladyna et al. (2002) addressed two writing guidelines related to this issue: "Write as many plausible distractors as you can" and "Use carefully *None of the above*" (p. 341). This study has empirically evaluated the impact of such guidelines (specifically, the use of NOTA option and three answer options) on the psychometric properties of MC items and tests.

The research findings have revealed that item discrimination and test reliability did not statistically differ in terms of MC items with four options, three options, and NOTA options; furthermore, the means of item difficulty of four-option MC items were not statistically different from those of NOTA-option and three-option MC items. However, the means of item difficulty of NOTA-option MC items were statistically lower compared to those of three-option.

The findings of the current study are consistent with previous studies in terms of item discrimination and test reliability. Accordingly, there is no statistically significant difference between four-option and three-option MC items for item discrimination and test reliability. (Another finding has indicated that there is no statistically significant difference between four-option and three-option MC items related to item difficulty even if using three-option items increases the value of item difficulty by .06 (making the items easier). In parallel to these studies, Delgado and Prieto (1998) reported that reducing 4 options to 3 increased the value of item difficulty between .03 and .07 after three different tests was applied to students, yet the change was not statistically significant. Rodriguez (2005) also found consistent and similar change in item difficulty (.04) between four-option MC items and three-option MC items. However, this small change was found to be statistically significant compared to the current study and that of Delgado and Prieto (1998). This may derive from the use of a different method, which is a meta-analysis of 26 studies. Rodriguez (2005) used meta-analysis of 26 studies for data analysis, which is different method from the ones that are used in the current study and in Delgado and Prieto's study (1998).

For the items with NOTA as distractor, no significant difference has been identified between conventional MC items and NOTA items when using NOTA as a distractor for item difficulty. Similar results emerged in studies conducted by DiBattista et al. (2014) and Tollefson (1987). The research results have also approved the consistency with the existing literature in terms of item discrimination (Crehan & Haladyna, 1991; Crehan, Haladyna, & Brewer, 1993; DiBattista et al., 2014; Frary, 1991; Knowles & Welch, 1992; Tollefson, 1987) and test reliability (Kolstad & Kolstad, 1991; Rich & Johanson, 1990).

Based on the findings of the current study, it is likely that using three-option MC items did not affect item and test psychometrics properties, hence it is much more practical compared to four-option MC items (Rodriguez, 2005). The findings related to NOTA option provides empirical support for the literature in that the use of NOTA as a distractor does not change item and test psychometric properties while the use of NOTA as key is problematic (DiBattista et al., 2014; Tollefson, 1987). We did not directly test how the use of NOTA as key influences the psychometric properties as the number of items with NOTA as key is few. DiBattista et al. (2014) claimed that examinees receive more scores than they deserve for the items with NOTA as key. This is supported by the item set #8 in Table 4. Item difficult of four-option MC item and the item with NOTA as key are 0.40 and 0.39, respectively. In other words, the use of NOTA as key decreases item difficulty by 0.01, which is a very small change. For the same item set, item discrimination of four-option MC item and the item with NOTA as key are 0.38 and 0.08, respectively, which is very dramatical change. In educational perspective, the proportion of students who choose the correct answer for four option MC items and the item with NOTA as key are almost the same. However, the item with NOTA as key in the item set #8 does not make any differentiation among students with high ability and those with low as some of students with low ability choose correct answer for this item although they do not deserve.

Similar result was also observed in item set #6 in Table 4 although the item with NOTA as distractor was used in this set. While item difficult value decreases from 0.30 to 0.24, item discrimination value reduces from 0.43 to 0.16, which is not acceptable for a reliable and valid test. Besides, it is recommended that placement of key (correct answer) be balanced in constructing a reliable and valid test with MC items even if NOTA items are used. Considering position of NOTA option as a last option of a MC items, the use of NOTA as key is inevitable. Consequently, the use of NOTA is not recommended (DiBattista et al., 2014).

The findings of the current study should be considered regarding other factors in terms of item characteristics. First, because mathematics items are susceptible to back-solving (Author, 2013) and items in most other subjects typically are not, the impact of the number of distractors may affect other content areas differently. Therefore, use of three answer options and NOTA options may not influence item and test psychometric characteristics for mathematics items but items in other content areas.

The findings are also significant for mathematics teachers as well as designers of large-scale assessments. This research demonstrates that item writers and mathematics teachers may construct reliable and valid MC mathematics items with three answer options and NOTA options more quickly and easily. These items are less challenging and less time consuming for item writers as they require fewer plausible distractors than do conventional MC items with four options. This reduces the difficulty of constructing MC items.

Although this study showed no difference in the reliability of tests based on three-option MC items versus four-choice MC items when the number of items is the same, constructing a test with three-option MC items can increase test reliability since students require less time to respond, allowing more items to be applied in a given amount of time.

This study has several limitations. First, the test included only mathematics items constructed based upon one particular content area within the seventh grade in the United States. Future research needs to examine how psychometric characteristics of each MC item type vary when administering mathematics tests in different content areas or tests measuring different subject areas to students from different grades. With more research, we would be able to make generalizations from our current findings and apply them to a larger population. Second, the current study included 27 items: 9 MC items with four options, 9 MC items with NOTA options, and 9 MC items with three option. Longer tests may provide more opportunity for differences to manifest themselves. Third, the test forms A, B, and C in the current study included MC items with four options, MC items with NOTA options, and MC items with three options, respectively. The test was applied in this fixed order to all of the students. This causes a systematic error due to order effect. In the future, the tests should be designed to counterbalance the order of MC items in order to decrease error. Fourth, when converting conventional MC items with four options to MC items with NOTA options and three options, we eliminated an option of any item via mixed methods, such as the most, the second, and the least selected. Using only one of the elimination methods might lead to different results.

The validity of the inferences one can make from test scores rests on the quality of the items making up the test. Improving this quality will require more empirical study of the test development process. Unfortunately such studies remain relatively under-represented in the research base of the testing enterprise. This study is one small step to improve this situation. We encourage other researchers to add to this literature.

### Acknowledgement

This paper is based on a chapter of Erkan Hasan Atalmis's Ph.D. dissertation prepared under the supervision of Neal Martin Kingston at the School of Education, University of Kansas.

### REFERENCES

- Abad, F. J., Olea, J., & Ponsoda, V. (2001). Analysis of the optimum number of alternatives from the Item Response Theory. *Psicothema*, 13(1), 152-158.
- Baghaei, P., & Amrahi, N. (2011). The effects of the number of options on the psychometric characteristics of multiple choice items. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 53(2), 192-211.
- Burton, S.J., Sudweeks, R. R., Merrill, P. F., & Wood, B. (1991). How to prepare better multiple-choice test items: Guidelines for university faculty. *Brigham Young University Department of Instructional Science*. Retrieved from <http://testing.byu.edu/info/handbooks/betteritems.pdf>
- Cizek, G. J., & O'Day, D. M. (1994). Further investigation of nonfunctioning options in multiple-choice test items. *Educational and Psychological Measurement*, 54(4), 861-872. doi:10.1177/0013164494054004002
- Common Core State Standards Initiative (CCSSI). (2010). Common Core state standards for mathematics. Washington, DC: National Governors Association Center for Best Practices and the Council of Chief State School Officers.
- Crehan, K. D., & Haladyna, T. M. (1991). The validity of two item-writing rules. *The Journal of Experimental Education*, 59(2), 183-192. doi:10.1080/00220973.1991.10806560
- Crehan, K. D., Haladyna, T. M., & Brewer, B. W. (1993). Use of an inclusive option and the optimal number of options for multiple-choice items. *Educational and Psychological Measurement*, 53(1), 241-247. doi:10.1177/0013164493053001027
- Dehnad, A., Nasser, H., & Hosseini, A. F. (2014). A comparison between three-and four-option multiple choice questions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 98, 398-403. doi:10.1016/j.sbspro.2014.03.432

- Delgado, A. R., & Prieto, G. (1998). Further evidence favoring three-option items in multiple-choice tests. *European Journal of Psychological Assessment, 14*(3), 197–201. doi:10.1027/1015-5759.14.3.197
- DiBattista, D., Sinnige-Egger, J., & Fortuna, G. (2014). The “none of the above” option in multiple-choice testing: An experimental study. *The Journal of Experimental Education, 82*(2), 168–183. doi:10.1080/00220973.2013.795127
- Downing, S. M. (2005). The effects of violating standard item writing principles on tests and students: The consequences of using flawed test items on achievement examinations in medical education. *Advances in health sciences education, 10*(2), 133–143. doi:10.1007/s10459-004-4019-5
- Duhachek, A., & Iacobucci, D. (2004). Alpha's standard error (ASE): an accurate and precise confidence interval estimate. *Journal of Applied Psychology, 89*(5), 792–808. doi:10.1037/0021-9010.89.5.792
- Frary, R. B. (1991). The none-of-the-above option: An empirical study. *Applied Measurement in Education, 4*(2), 115–124. doi:10.1207/s15324818ame0402\_2
- Frey, B.B., Petersen, S., Edwards, L. M., Pedrotti, J.T., & Peyton, V. (2005). Item-writing rules: Collective wisdom. *Teaching and Teacher Education, 21*(4), 357–364. doi:10.1016/j.tate.2005.01.008
- Haladyna, T. M., & Downing, S. M. (1989). A taxonomy of multiple-choice item-writing rules. *Applied Measurement in Education, 2*(1), 37–50. doi:10.1207/s15324818ame0201\_3
- Haladyna, T. M., & Downing, S. M. (1993). How many options is enough for a multiple-choice test item? *Educational and psychological measurement, 53*(4), 999–1010. doi:10.1177/0013164493053004013
- Haladyna, T. M., Downing, S. M., & Rodriguez, M. C. (2002). A review of multiple-choice item-writing guidelines for classroom assessment. *Applied Measurement in Education, 15*(3), 309–334. doi:10.1207/S15324818AME1503\_5
- Haladyna, T. M., & Rodriguez, M. C. (2013). *Developing and validating test items*. New York, NY: Routledge.
- Hansen, J. D., & Dexter, L. (1997). Quality multiple-choice test questions: Item-writing guidelines and an analysis of auditing testbanks. *Journal of Education for Business 73*(2), 94–97. doi:10.1080/08832329709601623
- IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Kingston, N.M., & Kramer, L.B. (2013). Highstakes test construction and test use. In T.D. Little (Ed.), *The Oxford handbook of quantitative methods: Vol. 1 foundations* (pp. 189–205). New York, NY: Oxford University Press.
- Kingston, N.M., Scheuring, S.T., & Kramer, L.B. (2013). Test Development Strategies. In Kurt Geisinger (Ed.) *APA Handbook of Testing and Assessment in Psychology*. Washington, DC: APA Books.
- Knowles, S. L., & Welch, C. A. (1992). A meta-analytic review of item discrimination and difficulty in multiple-choice items using “none-of-the-above.” *Educational and Psychological Measurement, 52*(3), 571–577. doi:10.1177/0013164492052003006
- Kolstad, R. K., & Kolstad, R. A. (1991). The option “none of these” improves multiple-choice test items. *Journal of Dental Education, 55*(2), 161–163.
- Landrum, R. E., Cashin, J. R., & Theis, K. S. (1993). More evidence in favor of three-option multiple-choice tests. *Educational and Psychological Measurement, 53*(3), 771–778. doi:10.1177/0013164493053003021
- Lee, H., & Winke, P. (2013). The differences among three-, four-, and five-option-item formats in the context of a high-stakes English-language listening test. *Language Testing, 30*(1), 99–123.
- McCoubrie, P. (2004). Improving the fairness of multiple-choice questions: a literature review. *Medical Teacher, 26*(8), 709–712. doi:10.1080/01421590400013495
- Odegard, T. N., & Koen, J. D. (2007). “None of the above” as a correct and incorrect alternative on a multiple-choice test: Implications for the testing effect. *Memory, 15*(8), 873–885. doi:10.1080/09658210701746621
- Rich, C. E., & Johanson, G. A. (1990, April). *An item-level analysis of “none of the above.”* Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Boston, MA. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED400299.pdf>
- Rodriguez, M. C. (2005). Three options are optimal for multiple-choice items: A meta-analysis of 80 years of research. *Educational Measurement: Issues and Practice, 24*(2), 3–13. doi:10.1111/j.1745-3992.2005.00006.x
- Rogers, W. T., & Harley, D. (1999). An empirical comparison of three- and four-choice items and tests: Susceptibility to testwiseness and internal consistency reliability. *Educational and Psychological Measurement, 59*(2), 234–247. doi:10.1177/00131649921969820
- StataCorp (2013). Stata: release 13 - statistical software. College Station, TX: StataCorp LP
- Shizuka, T., Takeuchi, O., Yashima, T. & Yoshizawa, K. (2006). A comparison of three- and four-option English tests for university entrance selection purposes in Japan. *Language Testing, 23*(1), 35–57. doi:10.1191/0265532206lt319oa
- Tarrant, M., Ware, J., & Mohammed, A. M. (2009). An assessment of functioning and non-functioning distractors in multiple-choice questions: a descriptive analysis. *BMC Medical Education, 9*(1), 40. doi:10.1186/1472-6920-9-40



- Tarrant, M., & Ware, J. (2010). A comparison of the psychometric properties of three-and four-option multiple-choice questions in nursing assessments. *Nurse Education Today*, 30(6), 539–543. doi:10.1016/j.nedt.2009.11.002
- Tollefson, N. (1987). A comparison of the item difficulty and item discrimination of multiple-choice items using the "none of the above" and one correct response options. *Educational and Psychological Measurement*, 47(2), 377–383. doi:10.1177/0013164487472010
- Trevisan, M. S., Sax, G., & Michael, W. B. (1991). The effects of the number of options per item and student ability on test validity and reliability. *Educational and Psychological Measurement*, 51(4), 829–837. doi:10.1177/001316449105100404

## TÜRKÇE GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Çoktan seçmeli sorular diğer soru türlerine göre doğru ve objektif puanlama yapabilme, uygulama ve puanlama kolaylığı sağlama avantajlarından dolayı farklı alanlarda yapılan değerlendirme süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Haladyna, Downing, & Rodriguez 2002; McCoubrie, 2004). Doğru cevap seçeneği ve çeldiricilerden oluşan çoktan seçmeli soruları yazarken dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan birisi de uygun ve mantıklı çeldiriciler oluşturmaktır (Haladyna ve diğerleri, 2002). Çünkü çeldiriciler soruların kalitesini gösteren madde ve testin psikometrik özelliklerini sağlamlaştırmada önemli rol oynamaktadır. Ancak uygun ve mantıklı çeldiricileri oluşturmak madde yazma sürecinin zor bir aşamasıdır (Haladyna & Downing, 1989; Hansen & Dexter, 1997; Rich & Johanson, 1990). Bu nedenle, bu nitelikteki çeldiricileri oluşturmak için soru yazan kişilerin önemli bir bilgi alt yapısına ve soru hazırlama süresine ihtiyaçları vardır. Bu durum gerek zaman gerekse zaman maliyetine paralel olarak para maliyetini artırmaktadır (Haladyna & Downing, 1993; Haladyna & Rodriguez, 2013).

Etkili çeldiricileri daha maliyetsiz bir şekilde yazmak için bazı alternatif yaklaşımlar olduğu bu konu ile ilgili olarak yapılan önceki çalışmalarda görülmektedir. Örneğin, daha az seçenek içeren ya da son seçenek olarak "Hiçbiri" seçeneğinin kullanımı, çoktan seçmeli soruları daha kolay bir şekilde oluşturmak için kullanılabilir yaklaşımlardandır. Haladyna, Rodriguez ve Haladyna (2002, s.341) tarafından yapılan çalışmada, geçerli soru yazma ilkeleri açıklanmıştır. Bu ilkelerden 18.si "*Olabilirdiği kadar uygun ve mantıklı çeldiricileri yazınız*" ve 25.si "*Hiçbiri seçeneğini dikkatli kullanınız*" dir. Yapılan az sayıdaki ampirik çalışmalar bu iki ilkenin soru kalitesini nasıl etkilediğini araştırmış ve bu amaç doğrultusunda madde ve testin psikometrik özelliklerini hesaplayarak karşılaştırmışlardır. Çalışmalarda madde istatistikleri için madde zorluk ve madde ayırt edicilik indeksi hesaplanırken, test istatistiklerinden test güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Madde zorluk indeksi, doğru cevabı seçen öğrencilerin oranı olarak tanımlanırken, madde ayırt edicilik indeksi ise soruların bilen öğrenci ile bilmeyen öğrenciyi birbirinden ayırmanın derecesini göstermektedir. Test güvenilirliği ise bir ölçme aracının ölçme hatalarından arınık ve tutarlı ölçümler yapması olarak tanımlanmaktadır.

Yapılan önceki çalışmaların birçoğunda, "Hiçbiri" seçeneğinin kullanımının madde zorluğu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmında "Hiçbiri" seçeneğinin madde zorluğunu istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştirmede bulunduğunu bulurken (DiBattista, Sinnige-Egger, & Fortuna, 2014 ; Knowles ve Welch, 1992), çalışmaların çoğunda ise "Hiçbiri" seçeneğini kullanmanın soruyu istatistiksel olarak zorlaştırdığı ortaya çıkmıştır (Crehan, Haladyna, & Brewer, 1993; Frary, 1991; Kolstad & Kolstad, 1991; Rich & Johanson, 1990; Tollefson, 1987). Madde ayırt edicilik indeksine bakıldığında çalışmaların çoğunda, "Hiçbiri" seçeneğinin madde ayırt edicilik indeksini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştirmede bulunduğunu bulurken (Crehan ve Haladyna, 1991; DiBattista ve diğerleri, 2014; Frary, 1991; Knowles & Welch, 1992; Tollefson, 1987), Rich ve Johanson (1990) tarafından yapılan araştırma sonucunda ise "Hiçbiri" seçeneğinin madde ayırt edicilik indeksini artırdığı ortaya konulmuştur. Son olarak test güvenilirliği ile yapılan çalışmalarda ise "Hiçbiri" seçeneğinin testlerin güvenilirliğini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştirmede bulunduğunu (Kolstad & Kolstad, 1991; Rich & Johanson, 1990).

Dört seçenekli ve üç seçenekli çoktan seçmeli sorulara yönelik yapılan sınırlı sayıda ampirik çalışmalara bakıldığında madde zorluğuna yönelik bazı çalışmalarda üç seçenekli soruların, maddeleri daha zorlaştırdığı görülürken ( Landrum, Cashin, & Theis, 1993; Rogers & Harley, 1999), Rodriguez (2005) tarafından yapılan ve 1925 ile 1999 yılları arasındaki 48 ampirik çalışmanın incelenmesini içeren meta-çalışmada ise üç seçenekli soruların maddeleri daha da kolaylaştırdığı bulunmuştur. Madde ayırt edicilik indeksine yönelik çalışmalara bakıldığında ise çalışmaların çoğunda madde ayırt edicilik indeksinin üç seçenekli sorular ve dört seçenekli sorular arasında istatistiksel olarak farklılık görülmediği bulunurken (Cizek & O'Day, 1994; Crehan et al., 1993; Dehnad, Nasser, & Hosseini, 2014; Delgado & Prieto, 1998; Rogers & Harley, 1999; Shizuka, Takeuchi, Yashima, & Yoshizawa, 2006; Tarrant & Ware, 2010), bazı çalışmalarda üç seçenekli soruların madde ayırt edicilik indeksini artırdığı ortaya konulmuştur (Baghei & Amrahi, 2011; Landrum et al., 1993; Rodriguez, 2005; Trevisan et al., 1991). Test güvenilirliğine yönelik yapılan çalışmalarda ise farklı sonuçlar bulunmuştur. Bazı çalışmalarda üç seçenekli ve dört seçenekli sorular arasında test güvenilirliğinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık göstermediği ortaya konulurken (Baghei & Amrahi, 2011; Delgado & Prieto, 1998; Rogers & Harley, 1999), diğer çalışmalar ise üç seçenekli soruların test güvenilirliğini artırdığı

ortaya konulmuştur (Rodriquez, 2005; Tarrant & Ware, 2010). Sonuç olarak gerek üç seçenekli soruların gerekse “Hiçbiri” seçeneğinin kullanımının, soruların madde ayırt edicilik ve test gvenirliğine zarar vermediği bulunmuştur.

Yapılan bu araştırmalara bakıldığında seçenek sayısının ve “Hiçbiri” seçeneğinin kullanımının madde ve test istatistiklerini nasıl etkilediği farklı alanlar için incelenmiştir. Bu alanlar tıp, hemşirelik, psikoloji, sözcük bilgisi, genel kültür ve nitel problemlerin yer aldığı istatistik problemleridir.

Önceki çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada ise seçenek sayısının ve “Hiçbiri” seçeneğinin kullanımının matematik sorularının madde ve test psikometrik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Çoktan seçmeli matematik sorularının yazımında öğrencilerin muhtemel hatalarına uygun çeldiricileri bulmak matematik öğretmenleri ve soru yazan kişiler için oldukça uğraştırıcı ve zaman alıcıdır. Bu sebepten dolayı daha az seçenekli ve “Hiçbiri” seçeneğini içeren çoktan seçmeli soruların yazılması soru yazımı için harcanan emeği ve zamanı azaltmayı sağlayacaktır. Yine bu çalışmada önceki çalışmalardan farklı olarak üç seçenekli, dört seçenekli ve “Hiçbiri” seçeneğinin madde ve test istatistiklerine etkisi eş zamanlı olarak bakılmış, üç seçenekli soruların “Hiçbiri” seçeneği içeren sorularla karşılaştırılmasına olanak tanınmıştır. Bu bağlamda aşağıda yer alan araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. Madde psikometrik özellikleri (madde zorluğu ve madde ayırt ediciliği), farklı formattaki çoktan seçmeli matematik soruları (üç seçenekli, dört seçenekli ve “Hiçbiri” seçeneğini içeren dört seçenekli çoktan seçmeli sorular) arasında değişim göstermekte midir?
2. Test güvenilirliği, farklı formattaki çoktan seçmeli matematik soruları arasında değişim göstermekte midir?

Araştırma sorularını incelemek için öncelikle bu çalışmada test geliştirilmiştir. Test geliştirilirken öncelikle Amerika Birleşik Devletlerin’de birçok eyalet tarafından kullanılan ortak olarak kullanılan “Common Core State Standards” programına uygun olarak dört seçenekli 58 çoktan seçmeli matematik sorusu yazılmış ardından sorular Amerika’da seçilen bir devlet okulundaki 7. ve 8. sınıf 100 öğrenciye pilot grup olarak uygulanmıştır. Ardından 58 soru içerisinde psikometrik olarak uygun değerlere sahip 27 çoktan seçmeli soru seçilerek, test gerçek grupta uygulanmak üzere yeniden düzenlenmiştir. Bu sorular düzenlenirken sorulardan 9’u dört seçenekli soru olarak değiştirilmeden bırakılmış, 9 soru üç seçenekli çoktan seçmeli soru ve 9 soru ise son seçeneği “Hiçbiri” olan soru formatına dönüştürülmüştür. Herbir gruptaki sorular kazanım ve çeldiri yazımı olarak birbirine oldukça paralel sorulardan oluşmaktadır. Dört seçenekli sorular üç seçenekli sorulara ve “Hiçbiri” seçeneği içeren sorulara dönüştürülürken rasgele olarak bir çeldiri silinmiştir. Son olarak yeni formattaki 27 soru bir test altında birleştirilerek Amerika’daki 5 okulda 585 7. ve 8.sınıf öğrenciye uygulanmıştır.

Uygulama sonucunda dört seçenekli, üç seçenekli ve “Hiçbiri” seçenekli soruların madde zorluk indeksleri, madde ayırt edicilik indeksleri ve buldukları testlerin test güvenilirliği hesaplanmıştır. Bu araştırmanın 1. sorusunun cevabını bulmak için dört seçenekli, üç seçenekli ve “Hiçbiri” seçeneğini içeren testler arasındaki karşılaştırmayı yapmak için tekrarlı ölçümler için tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Araştırmanın 2. sorusu olan gruplar arasındaki test güvenilirlik farkını hesaplamak için de herbir testin Croanbach’s Alpha güvenilirlik katsayısı ve bu katsayıların standart hatası hesaplanmıştır. Analiz sonucunda, seçenek düzenlemesinin madde zorluk derecesine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu görülmüştür ( $F(2,7) = 7.97, p < .05$ ). Uygulanan Bonferroni testi sonucunda, madde zorluk indeksleri karşılaştırıldığında dört seçenekli soruların madde zorluk indeksleri ortalamasının ( $M_{dört} = 0.46, SD_{dört} = 0.15$ ) “Hiçbiri” seçeneğini içeren çoktan seçmeli soruların ( $M_{hiçbiri} = 0.41, SD_{hiçbiri} = 0.13$ ) ve üç seçenekli soruların ( $M_{üç} = 0.52, SD_{üç} = 0.8$ ) madde zorluk indekslerinin ortalamalarından istatistiksel olarak farklı olmadığı bulunmuştur. Fakat, “Hiçbiri” seçeneğini içeren soruların madde zorluk indekslerinin ortalamalarının üç seçenekli soruların madde zorluk indekslerinin ortalamalarında istatistiksel olarak düşük olduğu görülmüştür. Madde ayırt edicilik indeksine bakıldığında üç soru formatının da madde ayırt edicilik indeksini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştirmediği ortaya çıkmıştır ( $F(2,7) = .22, p = .80$ ). Diğer bir ifade ile dört seçenekli soruların madde ayırt edicilik indeksleri ortalamasının ( $M_{dört} = 0.45, SD_{dört} = 0.07$ ) “Hiçbiri” seçeneğine sahip çoktan seçmeli soruların ( $M_{hiçbiri} = 0.45, SD_{hiçbiri} = 0.16$ ) ve üç seçenekli soruların ( $M_{üç} = 0.44, SD_{üç} = 0.09$ ) madde ayırt edicilik indeks ortalamalarından istatistiksel olarak farklı olmadığı görülmüştür. Test güvenilirliği hesaplandığında, 27 soru için testin güvenilirliği 0.84 olarak bulunmuştur. Soru formatlarına göre incelendiğinde, dört seçenekli, üç seçenekli ve “Hiçbiri” seçeneğinden oluşan soru gruplarının Croanbach Alpha katsayı değerleri sırasıyla 0.65, 0.63 ve 0.58 olarak bulunurken, standart hata değerleri ise  $\pm 0.02, \pm 0.03$  ve  $\pm 0.02$  olarak hesaplanmıştır. Bu üç grubun 0.95 düzeyinde güven aralığı

hesaplandığında sırasıyla (0.61, 0.69), (0.59, 0.67) ve (0.52, 0.64) olarak bulunduğu ve bu aralıklar birbirleriyle kesiştiğinden dolayı dört seçenekli, üç seçenekli ve “Hiçbiri” seçeneğinden oluşan soruların test güvenilirliklerinin birbirinden farklı olmadığı ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak dört seçenekli, üç seçenekli ve “Hiçbiri” seçeneğinden oluşan çoktan seçmeli matematik soruları karşılaştırıldığında test güvenilirliği ve madde ayıricılık indeksinin etkilenmediği, “Hiçbiri” seçeneğini içeren soruların üç seçenekli sorulara göre daha zor olduğu bulunmuştur.

Bu sonuçlardan hareketle çoktan seçmeli matematik sorularının seçenekleri yazılırken dört seçenek yerine üç seçenek ve “Hiçbiri” seçeneğinin kullanımının sorunun psikometrik özelliklerini değiştirmede ifade edilebilir. Bu durumun özellikle soru yazan uzmanlarınve matematik öğretmenlerinin dört seçenekli sorular yerine 3 seçenekli ve “Hiçbiri” seçenekli sorular kullanarak soru yazmak için daha az zaman harcamasına olanak sağlayacağı görüşünü desteklemektedir.

## Use of multidisciplinary analysis programs in the design process and its importance in terms of design education

Selçuk Keçel

Gazi University, Faculty of Architecture, Ankara, Turkey, kecel@gazi.edu.tr  
ORCID: orcid.org/0000-0001-9883-0771

Abdullah Toğay

Gazi University, Faculty of Architecture, Ankara, Turkey, atogay@gazi.edu.tr  
ORCID: orcid.org/0000-0002-8703-4881

**ABSTRACT** Product design is a sophisticated cyclical process involving different stages, beginning from the problem state to the product end, nested in the process. Also, in the process of design education, the form created by the designer is subjected to various criticisms and is undergoing a change with function relation. The multidimensional thinking skills have been gained to the students during design education cause unique changes on the product. Depending on the dynamic developments, the self-renewing product forms deem it necessary for the designer to be prompted from different sources. Although the factors such as areas of expertise, user needs, production techniques, material choice, and form concern are effective in determining the product identity, the designer presents innovative ideas and solutions to create a “magic touch.” This magic touch would contribute identity to the product within this framework. These programs, which contribute to the designers' abilities along with the development of design and analysis programs, are positioned at different intersections in the product design cycle. This situation also has a significant impact on design education. In this study, the effects of these programs, used at different stages of the product design education, on the form were investigated. Moreover, strength examination of the design of the table foot and flow simulation on the hair dryer end apparatus were determined. In two separate multidisciplinary analysis studies, the change in characteristics of the product function with physical interactions was shown. Along with the findings of this research, the contributions of analysis programs on the design process, and the effects to product identity are explained through examples.

**Keywords** *Product Design, Product analysis, Identity of designer, Design Education,*

## Tasarım sürecinde multidisipliner analiz programlarının kullanımı ve tasarım eğitimi açısından önemi

**ÖZ** Ürün tasarımı problem durumundan başlanarak ürün sonucuna kadar süren aşamada iç içe geçmiş birbirinden farklı aşamalar içeren karmaşık bir döngüsel süreçtir. Tasarım eğitimi sürecinde de tasarımcı tarafından oluşturulan form fonksiyon ilişkisiyle beraber çeşitli eleştirilere tabi tutulmakta ve değişime uğramaktadır. Tasarım eğitimi süresince öğrencilere kazandırılan çok boyutlu düşünme becerisi ürün üzerinde özgün değişimlere sebep olmaktadır. Dinamik gelişmelere bağlı olarak kendini yenileyen ürün formları, tasarımcının değişik kaynaklardan beslenme zorunluluğunu da beraberinde getirmektedir. Uzmanlık alanları, kullanıcı ihtiyaçları, üretim teknikleri, malzeme seçimleri, form çabası gibi etmenler ürün kimliğini belirlemede etkili olurken, tasarımcı bu sınırlar çerçevesinde ürüne kimlik katacak sihirli dokunuşlara imza atma çabasıyla yenilikçi fikirler ve çözümler sunmaktadır. Tasarım ve analiz programlarının gelişmesiyle birlikte tasarımcının yeteneklerine de katkı sağlayan bu programlar ürün tasarımı döngüsünde farklı kesişimlerin içinde yer almaktadır. Bu durum tasarım eğitiminde önemli bir etkiye sahiptir. Bu çalışmada ürün tasarımı eğitiminde oluşturulan döngünün farklı aşamalarında kullanılan programların form üzerinde oluşturduğu etki incelenmeye çalışılmıştır. Çalışmada masa ayağı tasarımında dayanım incelemesi, saç kurutma makinası uç aparatında ise akış simülasyonu yapılmıştır. İki ayrı multidisipliner analiz çalışmasında ürünün fonksiyonunu gerçekleştirecek özelliklerin fiziksel etkileşimlerle nasıl değişime uğradığı gösterilmiştir. Bulgular doğrultusunda analiz programlarının tasarım sürecine sağlayacağı katkılar ve ürün kimliğine etkileri örneklerle açıklanmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler**

*Ürün tasarımı, Ürün analizi, Tasarımcı kimliği, Tasarım Eğitimi,*

**Cite This Article:**

Keçel, S, Toğay, A, (2017). Use of multidisciplinary analysis programs in the design process and its importance in terms of design education, *Turkish Journal of Education*. 6(4), 158-167. DOI: 10.19128/turje.331727

## INTRODUCTION

Recently, the developing process for Form-Function relation has been launched as a new concept. Over the years, the idea of dealing with future problems during the creation of design products has become more important, and there is a need for working with new methods and techniques. Producing and testing the designed products cause both time loss and increase the product cost (Karamangil, 2007). Therefore, the importance of the work done before the production of the prototype is one criterion regarding both businesses and the position and duties of workers. The continued progress in the areas of expertise involving design products in various scientific branches is remarkable. Particularly, the development in material science, electronic engineering, informatics technologies and the computational design field has completely transformed design. Scientific developments experienced in different areas must reflect the underlying design (Keçel & Toğay, 2017) (Bayazıt, 2013).

'Design' is a multidisciplinary process created by the amalgamation of many concepts. These concepts are properly practiced by designers along with their imagination and experiences. The form of the product undergoes a change of form when the designer realizes the results of the touches he or she has made in all the stages in his mind for solutions based on problems or needs. Design activities provides students to have experience of major profession, to see the applications of the field and to participate in R&D and P&D activities (Tekerek & Tekerek, 2017). Although the effects in working conditions and limitations, generated with the user's needs, seem to be preventive at certain points, the evaluation of different parameters is being experienced in various products bestow distinction and utility upon the product (Keçel & Toğay, 2017).

In determining the product features, the product form is determined by many criteria within the problem-solving activity depending on the user needs. While making designs for various criteria, there is a need to have a complex order in which people, from various disciplines, and different factors are intertwined with each other. These facts indicate that many methods used in product design are still developing (Küçükerman,1996).

The center of the components within the design processes has also changed in the contemporary meaning. Finally, design is not only designer centered. This situation, as a requirement of the environment of competition, is the result and innovation of the search for advancement of the process of design upon itself. In this process, computer aided design inputs have now emerged from being new and have constituted a significant strength. In the beginning, CAD was defined as a new technology that replaced the drawing tools by many sectors, has gradually increased. In the contemporary sense, CAD is evaluated as a component that feeds creativity and that affects the output of design beyond being only a tool. On the other hand, the place and importance of CAD should be treated and interpreted with extreme care. Robertson et al. said, "CAD has an important role to play, it is but one of many skills needed for a complete design education, and it is one that is in danger of dominating the design education process and the students' conceptions of design" (Robertson et al., 2007).

Innovative applications and analysis programs, which are equivalent to the progress of computer technology, are widely used in many areas. The optimization programs facilitate a designer's work in many ways and contribute to the emergence of inventions with new ideas and improved designs (Christiensen, 2009; Ambrosia, 2009). Particularly in the field of engineering, thermal changes, flow effects, determination of displacement quantities, torsion, and resistance are made using programs with a high percentage of physical change accuracy. Thus, the decision-making process is processed along with resolving any system of thoughts designed before the production phase. Along with the contribution of information technology, processes vary in many stages from modeling to simulation. The center of gravity of the components in the design process has also changed accordingly. Thus, a linear model may become prominent considering the traditional design process definition.

Currently, design programs become parametric and analysis systems adapt to the CAD software infrastructure results in new design environment and tools. The effects of these programs and tools, used often in Industrial Design education and applications, on design thought and practice have been discussed for a long time. In addition to the deliberations in relation with CAD (Computer Aided Design) and FEM (Finite Element Method), within this discussion, both the identity of the designer and evaluation of parameters consistent with technical infrastructure contribute to adoption of a realistic identity in the development of products, which serve the ultimate objective (Keçel & Toğay,2017).

On the other hand, design education is aimed at raising individuals who develop original thinking skills, provide simultaneous use of knowledge and skill, and at the same time provide innovative solutions on the product while responding to user needs. In this framework, problems such as problem solving, critical thinking, innovative solutions are tried to be given to designers. With the common points of various fields where the design process is fed, the students are brought to synthesis level and doing product design studies with innovative thinking.

The effects of the analysis and touch that occurred during the formation of the form occurrence in design process in the study were investigated and discussed in terms of design education. In this respect, a system of thinking about the position of multidisciplinary analysis applications in the design cycle has been explained through examples.

This research presents different examples of strength and flow analyses to demonstrate changes that may occur in product form. Thus, the reasons for changes emerging along with the adaptation of various examples in design education are approached using form-function. Thus, the first stage consists of the design of a table-foot connection within the framework of strength analysis. In this design, the way the loads on the table it affects the foot design has been investigated. The optimum design of the foot was realized by revising the form structure. In the second stage, along with the flow analysis, the hair dryer form was considered, the temperature and velocity distributions considering the working conditions of the machine were examined, and then the effects of the designed blowing mouth were investigated. These findings, along with the changes in the results of hot air distribution, helped make an optimization. Thus, the "basics of incorporating analysis programs into the design process", which are fundamental to the research, are discussed.

Within this framework, static stress module in the Fusion program and Fluent module in the ANSYS program were used. In this study, a cycle that can calculate the relation between the limitations of the technical parameters and the design decisions in the design process has been explained.

## METHODOLOGY

### Finite Element Method

The Finite Element Method is a process due to the division of physical environment into finite particles, and then the determination of changes sought in the system by the behavior of these finite particles under certain circumstances. The most important parameter needed to get accurate results at this stage is the complete modeling of all parts along with the similarity of the product with reality. By using the finite element method with various analyses, certain behaviors - just before the production - are observed (Conle, 1997; Fatemi & Kurat, 1998; Taylor et al., 2000). In this research, the finite elements method constitutes the basis of the Static stress module which was used in the analysis of table foot. Basically, the geometry that emerges in mind in the design process that started with sketch drawing is transferred to this model. Moreover, the changes occurring in the working environment of the product are analyzed according to this method.

In the Finite Element Method, the solution steps establish the model, and thus, divide the system – whose geometry is determined - into elements compatible with the desired result, the definition of the boundary conditions, and external loads into the system and solution. The engineering problems intended to be solved by the Finite Systems Methodology should consist of a finite number of separate elements connected to nodes. If force displacement equations can be established for each element, they can also be established for the entire system. Systems created using the finite element method can be constructed using the time-varying or unchanging characteristics (Vural, 2009). Some package programs use the algorithms of the Finite Element Method to solve the engineering problems of different disciplines such as Ansys, Autodesk, Marc, Abaqus.

### Finite Volumes Method

This method was used in the analysis of the dryer apparatus analyzed in the Ansys-Fluent module as multidisciplinary analysis programs. Specifically, this method would be beneficial in the development of fluid (water and air) based products. The ideas generated by the designer may produce results concerning physical parameters, but this is especially difficult to predict in products with fluid interaction. For this purpose, the replacement of the function based form sample to be presented on the drying machine will also be concluded with this method.

There are various methods for examining fluid motion. Calculation methods utilized to examine fluids can be grouped into Computational Fluid Dynamics (CFD). In addition to Computational Fluid Dynamics or CFD, the systems involving fluid motion, heat transfer and various related problems are modeled and analyzed in computers (Versteeg & Malalasekara, 2007) (Ansys, 2011). This technique has a very wide and powerful usage area in industrial and non-industrial application fields. CFD consists of three basic steps: pre-process, solution and post-process (Çengel & Çimbala, 2008). The preprocessing phase includes inputs made by the user to CFD programs for the solution of the fluid problem. These are the definitions of solution domain geometry, separation of solution domain into sub-elements and network formation, selection of the physical model, the definition of flow properties, and determination of boundary conditions on elements (Ansys, 2011). There are three different techniques in the solution phase. These techniques are Finite Difference Method, Finite Element Method, and Boundary Element Method. The Finite Volume Method was found to be especially developed by the formulations of the Finite Difference Method. The main steps of the solution step by the numerical methods are the identification of unknown current values regarding simple functions, separation by the implementation of approaches to the equations directing flow, mathematical operations, and the solution of the sets of algebraic equations (Çengel & Cimbala, 2008). The final stage of the process is the representation of the results obtained from the solution in various forms. These are revealed as a demonstration of domain geometry and network structure, vectoral drawing, 2D or 3D drawings, particle monitoring and colored prints (Versteeg & Malalasekara, 2007).

## MULTIDISCIPLINARY ANALYSIS APPLICATIONS

### Strength Analysis

In the context of strength analysis, the "table foot connection" example has been processed, and the process has been carried out for the innovative design of the foot in connection with a holistic table design. Analyses started with the modeling of the foot connection and continued with the focus on the effects of loads on the product. The aim is to make an optimal design depending on the physical parameters before prototyping by considering strength, elasticity and displacement ratios. The design process takes place in a cycle in which the user requirements are defined along with the data, the working conditions and limitations restrain the design decisions, the answers and decisions are made by the designer according to the analysis results, and the obtained analysis data influences form decisions.

### Table-Foot Connection Design

Thus, for designing a foot connection for office furniture, the form both aesthetically completes the product and exists in a sustainable structure consistent with strength relations. An office table design was made on an aluminum alloy carrier system under static load. In this context, because of the pursuit of a form, the product was subjected to static analysis in the basic structure consisting of 2 feet and interconnection elements. The basic inputs for the analysis processes are given in Figure 1.

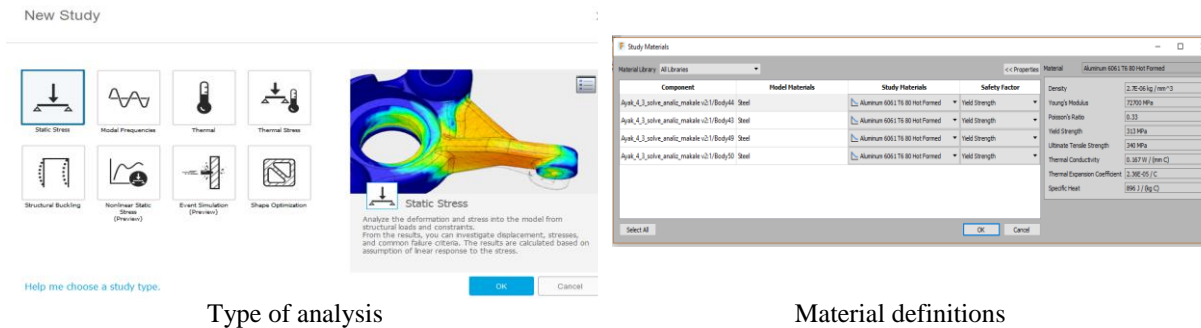


Figure 1. Autodesk-Fusion Analysis process

The initial system of ideas of the designer is modeled and reflected into a program intended for the relationship between form and function. In the following stage, the loads applied to the table in real conditions were calculated and implemented at correct points within the program. Moreover, the



material characteristics were selected in the program cycle, and the quality values of the nodes for a correct analysis were noted to be high.

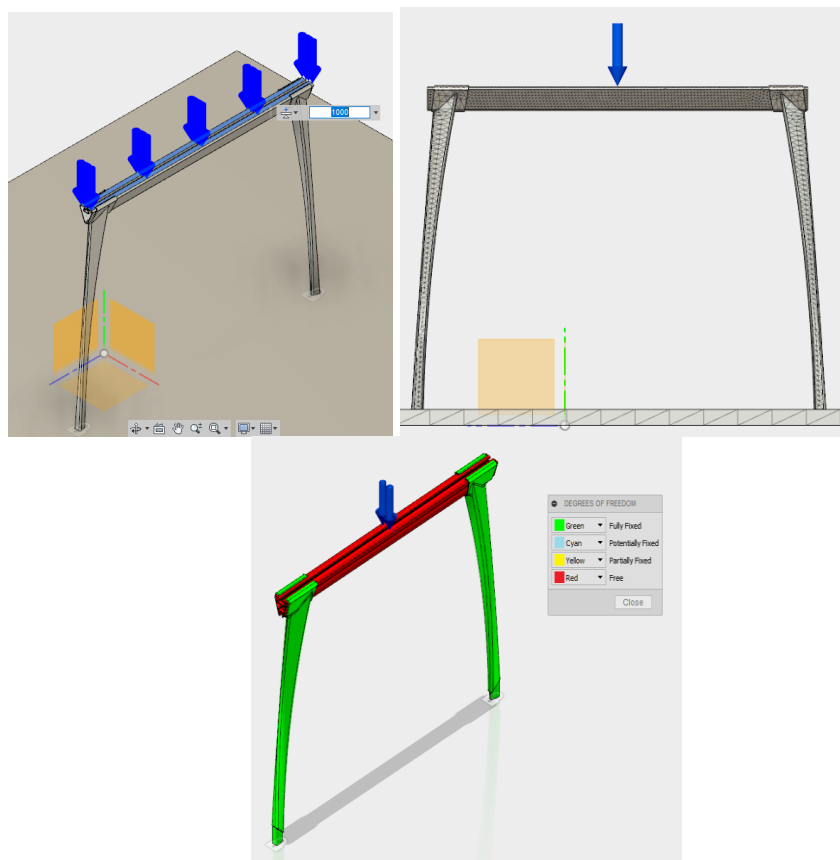


Figure 2. Load line and size (1000N) and meshing operations

Free condition given to product components and the image of network structure created according to the preferred mesh settings are shown in Figure 2. The analysis results obtained from the Autodesk-Fusion Static Stress module regarding material properties and appropriate boundary conditions are shown in Figure 3.

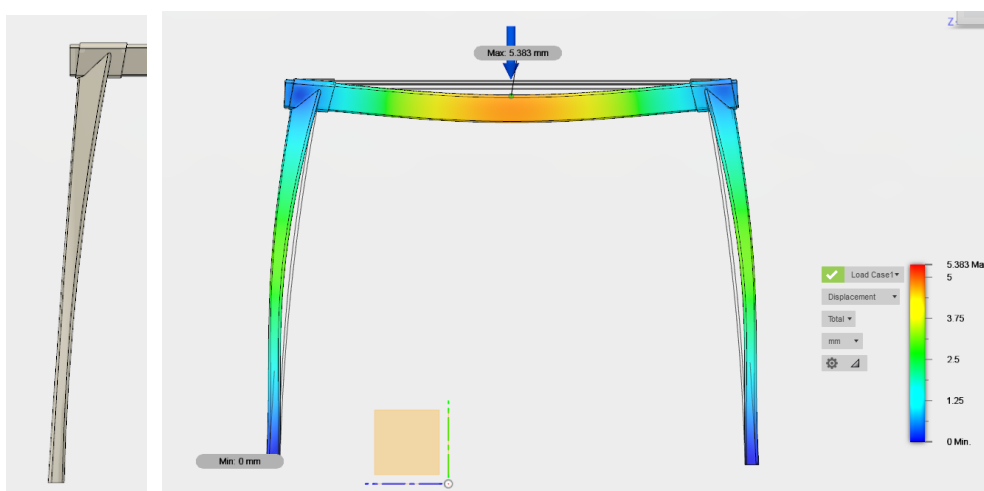


Figure 3. Displacement values on the initial stage form (mm)

Findings show that displacement amount is 5 mm for initial design. It was clearly seen that the values obtained according to the strength of this material and its displacement amounts were above the working limits and underwent deformation. The evaluation of the data obtained in the previous step in the design

cycle and the effect of the decisions taken as a result is the basis for the next step. In this respect, the different form structures obtained in the mind of the designer are reconstructed and remodeled regarding evaluation of the effect to be revealed. The image and analysis results of new form are shown in Figure 4.

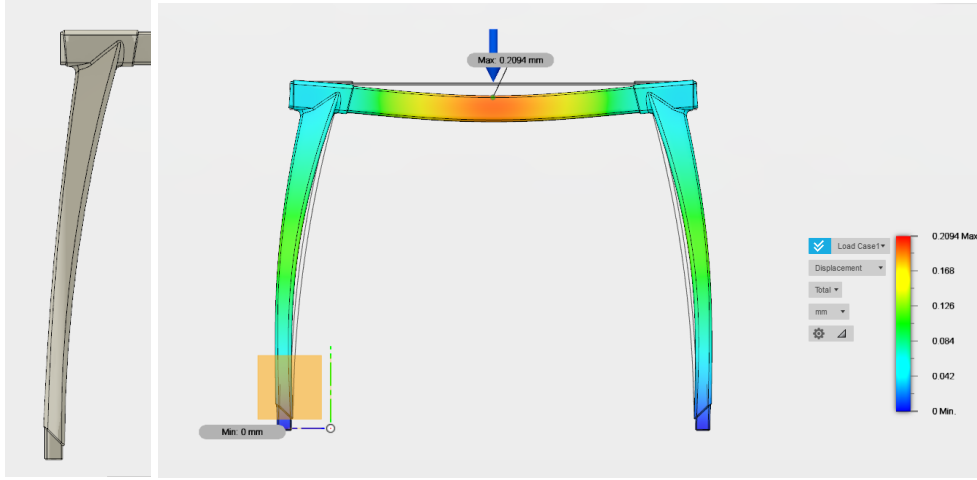


Figure 4. Ultimate stage form and displacement values on this form (mm)

The results of the first analysis showed the occurrence of up to 5 mm displacement. The material choice was evaluated based on its effect on production and cost, and it was maintained constant. In this context, the material needed is defined by the changes, which increase its endurance in the cross section of the product. The foot form was redesigned, and the product form was changed and analyzed. At the end of an iterative process, the design was terminated at the point where material deformation was within the expected limits (Figure 4) (approximately 0.3mm). In Figures 3 and 4, the changes in the initial and final foot form and design were observed. Therefore, there was an expansion in the foot, in variable sections, and the optimal form of ideal behavior was obtained. The layered part, created as the decision of the designer at the ground-touching part of the ultimate stage form did not affect the analyzed displacement values.

Considering the strength analysis, the data on the models and behaviors that were formed after the first form study were reviewed and the foot connection was observed to create problematic parts at different points. Nevertheless, it was observed that the designer produces an innovative idea, which will result in less displacement and deformation in the same material and boundary conditions in the second model, which is produced by considering the obtained data. At this stage, important changes take place on the form with multidisciplinary applications in the design, which provides product integrity along with aesthetic and strength criteria. Within the framework of the obtained strength analysis it is thought that it is important to use these types of programs in design training, especially when designing products with load connections.

### Flow Simulations

In the frame of the flow analysis, the "hair dryer end apparatus development" example was performed. Moreover, the flow and temperature values obtained at the end of the process flow analysis were retrospectively continued until a homogeneous distribution was established. The air flow part of the hair dryer was modeled, and the distribution of the indoor air flow was investigated. The change in the end part of the apparatus was examined within the form of a hair dryer. According to the speed values obtained, the form change was made at the end part according to the state of homogeneous drying. The form for the hair dryer is shown in Figure 5.

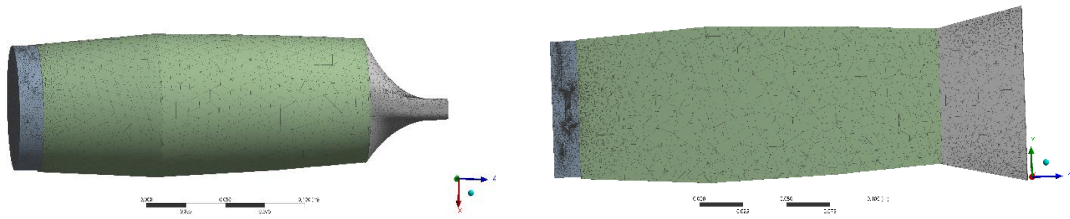


Figure 5. Flow volume and meshing structure of the dryer

Two different models were designed for different mouth structures for the attachment device located at the end of the holistic form. Views of these models are shown in Figure 6.

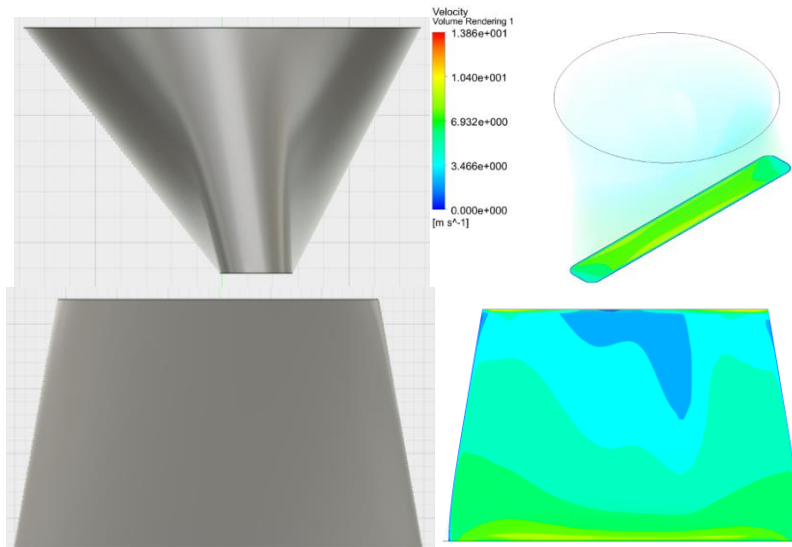


Figure 6. First stage drying machine mouth form and velocity values

The results of the part design at the end of the machine were examined in the model, which was prepared to predict the form and function. Thus, model geometries are made to be compatible with working conditions. The distribution results obtained from this preparation are shown in Figure 7. The operating conditions of a hair dryer with turbo include a flow capacity of approximately  $78.3\text{m}^3/\text{h}$ , and the air outlet speed should be  $11\text{m/s}$ .

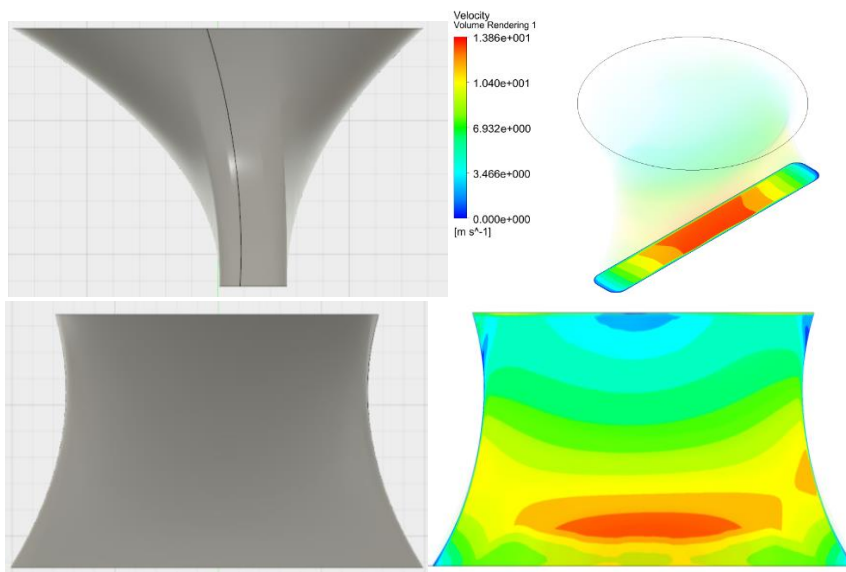


Figure 7. Final stage drying machine mouth form and speed values

The flow values obtained from the last design are observed to be in accordance with the flow capacity parameter. Moreover, there are zonal homogeneous distributions at the exit speeds according to the form structure determined by the designer. In this respect, the form given by the designer shows different characteristics in the same examination values. Analyses made for this purpose benefit the development of a stronger identity regarding the development of different ideas and creative thinking in the designer. In addition to the aesthetics and enabling product integrity in the designer's mind, air flow behaviors provide benefit at the stage of devoting identity to the product.

An optimal mouth design was made before prototyping for providing homogeneous distribution through physical parameters in flow analysis. Moreover, analysis-assisted designs according to the additional user should be developed in drying machines. These designs will have positive results for both producers and consumers and would offer significant opportunities to designers. It is thought that the use of analysis programs should be included in view of physical effects that designers will see in fluid-based products in design education.

## CONCLUSION

In the product design process, the process that begins with the form passes through different stages and is brought up to the product stage by the designer. The product is subjected to many tests about prototyping and production methods with physical working parameters. The application results obtained at the end of this process play an important role in reshaping the product by integrating with time, cost and knowledge. In the design cycle, the decisions made by the designer before prototyping, considering the production or physical conditions, might bring significant gain to the enterprises. Thus, participation in the process of direct impact analysis programs, in the product design process, will benefit both the product and the identity development in the designer. In this study, the changes in the form perception of multidisciplinary analysis applications in the design process of function based products were investigated. In two separate analysis programs, the behavior of products having different functions was examined in accordance with the working conditions. After the form of the table-foot connection was designed to be aesthetically compatible, it was subjected to loading according to the material characteristics. A deformity of about 5 mm was noted. Therefore, re-form design was carried out, and the amount of deformation was reduced to the level of 0.2 mm. In the second analysis, a new form design was made by observing that the apparatus for the tip of the hair dryer was designed and it did not reach the desired air velocity and or exhibit a homogeneous distribution. Air flow rates were verified by considering the capacity flow rates produced by the hair dryer and homogeneous distribution was ensured. Thus, the changes made in form according to both the strength function and the flow function are supported by the analysis programs indicating that the product has been tested and optimized before it reaches the prototyping stage. These results are presented through examples that analyze programs which have strengthened the identity of designers and also influence design decisions. Consequently, the use of multi-disciplinary analysis programs in the processes of strengthening designer identity and designing high-performance products was established. On the other hand, it can be said that these developments will affect many processes including design education. It is recommended that this perspective should be evaluated within the education system and this approach should take place in the curriculum.

## REFERENCES

- Ambrosio J., A.C. & Eberhard P. (2009). *Advance Design of Mechanical Systems: From Analysis to Optimization*, Springer Wien, New York, 303-314.
- ANSYS, Inc. (2011). *Fluent Theory Guide*, South pointe 275 Technology Drive Canonsburg, USA November, 57-65.
- Bayazit, N. (2004). *Design Theories and Methods*, Birsen Publishing House, İstanbul, 60-65.
- Christensen P., W. & Klarbing A. (2009). *An Introduction to Structural Optimization*, Springer, Sweden, 179-193.
- Conle, F. A. & Chu, C. C. (1997). fatigue analysis and the local stress-strain approach in complex vehicular structures, *International Journal of Fatigue*, 19(1), 317-323.
- Çengel Y. & Cimbala J.M. (2008). *Fluid Mechanics Basics and Applications*, Güven Scientific, İzmir, 15-345.
- Fatemi, A. & Kurath, P. (1988). Multiaxial fatigue life predictions under the influence of mean stresses, *J. Engn Mater. Techn.*, 110, 380-388.

- Karamangil, M.I. (2007). Fatigue analysis of the rear axle of a car with finite element method, *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 13 (3), 311-318.
- Keçel S. & Toğay A. (2017). Using finite volumes method in product design - fan to surface cleaning device, *Online Journal of Art and Design*, 5(3), 22-37.
- Keçel S. & Toğay A. (2017). Analysis Based Evolutionary Design: Surface Cleaning Device Example, *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, 7(2), 163-174. DOI:10.7456/10702100/002
- Küçükerman, Ö. (1996). *Industrial Design, Creativity in Product Design for Industry*, Yem publishing, İstanbul, 15-22.
- Robertson, B. F., Walther, J. & Radcliffe, D. F. (2007). Creativity and the use of CAD tools: lessons for engineering design education from industry, *ASME. Journal of Mechanical Design*, 129(7), 753-760.
- Tekerek, M, Tekerek, B. (2017). Emotional intelligence in engineering education. *Turkish Journal of Education*, 6 (2), 88-95. DOI: 10.19128/turje.306499
- Taylor, D., Bologna, P. & Knani K. B. (2000). Prediction of fatigue failure location on a component using a critical distance method, *International Journal of Fatigue*, 22, 735-742.
- Versteeg H.K. & Malalasekera W. (2007). *An Introduction to Computational Fluid Dynamics the Finite Volume Method*, Pearson Prentice Hall Second edition, 16-200.
- Vural U. (2009). *Analysis of Distortions After Welded Manufacturing by Finite Element Method*, (Unpublished master's thesis), ITU Institute of Science and Technology, İstanbul, 29-32.

## TÜRKÇE GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Tasarım birçok kavramın bir araya gelmesi ile oluşan multidisipliner bir süreçtir. Bu kavramlar tasarımcıların ellerinde, hayal güçleri ve tecrübeleri ile birleştirilerek doğru bir biçimde hayata geçirilir. Tasarımcı problem/ihtiyaçlara dayalı çözümler için zihninde canlandırdığı tüm evrelerde yaptığı dokunuşlara ait çözümlerinin ne tür fayda/zarar getireceğine dair düşünceleri okumaya başladığında forma ait oluşan ürün olgusu değişme uğramaktadır. Bu çalışma ürün tasarımı eğitiminde form-fonksiyon ilişkisinin fiziksel çalışma koşullarına bağlı olduğu ürün gruplarında multidisipliner analiz programlarının kullanımı üzerine kurgulanmıştır. Tasarımcı tarafından kullanıcı ihtiyaçlarına cevap verebilmek aynı zamanda pazarda yer alabilecek bir ürün oluşumuna katkı sağlayacak fikirler henüz form aşamasında olgunlaştırılmaktadır. Tasarımcının fiziksel çevreyle uyumlu bir şekilde çalışması ise zaman ve maliyet kavramlarından tasarruf edilmesine imkân sağlayacaktır. Bu açıdan gün geçtikte ilerleyen parametrik ve çok amaçlı analiz programlarının kullanımının yaygınlaşmasının doğuracağı etkiler bu çalışma kapsamında yordamıştır. Temelde problem durumuna ait ortaya atılan ilk formun doğruluğu tasarımcı açısından önemli görülmekte ve ürünleşme sürecine kadar farklı etkiler ile değişime uğrayarak son halini almaktadır. Ürünler buldukları çalışma ortamlarındaki fiziksel etmenlere bağlı olarak termal değişimler, akış etkileri, yer değiştirme miktarlarının tespiti, burulma, dayanım gibi birçok fiziksel değişime uğramaktadır. Bu çalışmada ürün tasarımı döngüsünde form aşamasında analiz programlarının kullanılmasının form değişiminde yarattığı etkiler araştırılmıştır. Bu çalışma ürün formunda meydana gelebilecek değişimleri göstermek amacıyla dayanım ve akış analizlerine ilişkin farklı örnekleri sunmaktadır. Çalışma yöntemi olarak birçok fiziksel değişimin incelendiği sonlu elemanlar ve sonlu hacimler metodundan yararlanılmıştır. Temel olarak Sonlu Elemanlar Yöntemi, fiziksel çevrenin sonlu parçacıklara ayrılması, daha sonra bu sonlu parçacıkların belirli etkenler altındaki davranışlarından yola çıkılarak ilgili sistemde aranan değişimlerin belirlenmesinden meydana gelmektedir. Bu aşamada doğru sonuçlar elde edebilmek için gerekli olan en önemli parametre ürünün gerçeğe olan benzerliği ile tüm parçaların eksiksiz olarak modellenmesidir. Dayanım analizi çerçevesinde “masa ayak bağlantısı” örneğine gidilmiş, süreç bütünsel bir masa tasarımı içinde yer alan ayak bağlantısının yenilikçi tasarımına yönelik gerçekleştirilmiştir. Analizler ayak bağlantısının modellenmesi ile başlanarak, üzerinde oluşacak yüklerin ürüne nasıl bir etki yapacağı üzerinde yoğunlaşarak devam etmiştir. Dayanım, esneme ve yer değiştirme oranlarına bakılarak prototipleme öncesi fiziksel parametrelere göre optimal bir tasarım yapılması hedeflenmiştir. Tasarım sürecinin kullanıcı ihtiyaçlarının verilerle tanımlandığı, çalışma koşul ve sınırlılıklarının tasarım kararlarına ait sınırlılıklar çizdiği, yanıtları ve kararları analiz sonuçlarına göre tasarımcının verdiği, elde edilen analiz verilerinin form kararına etki ettiği bir döngüde gerçekleşmiştir. Dayanım analizlerine bakıldığında ilk form çalışması sonrasında oluşturulan model ve davranışlara ilişkin veriler gözden geçirilmiş ve ayak bağlantısının farklı noktalarda problemler oluşturduğu görülmüştür. Bununla birlikte tasarımcının elde edilen verileri göz önüne alarak ürettiği ikinci modelde aynı malzeme ve sınır şartlarında daha az yer değiştirme ve deformasyona sebep olacak yenilikçi bir fikir ürettiği görülmüştür. Akış analizi çerçevesinde “saç kurutma makinası uç aparatının geliştirilmesi” örneğine gidilmiş, süreç akış analizi sonunda elde edilen hız ve sıcaklık değerleri ile yeniden gözden geçirilerek homojen dağılım oluşturuluncaya kadar devam ettirilmiştir. Saç kurutma makinasının hava akış kısmı modellenmiş, iç hava akışının nasıl bir dağılım ortaya çıkardığı incelenmiştir. Saç kurutma makinası formunda uç kısım aparatının değişimine bakılmış, ortaya çıkan hız değerlerine göre homojen bir kurutma yapma durumuna göre uç kısmında form değişikliğine gidilmiştir. Elde edilen hız değerlerine bakıldığında debi parametresi ile uyumlu olduğu aynı zamanda tasarımcı tarafından belirlenen form yapısına göre çıkış hızlarında ve bölgesel homojen dağılımlar olduğu görülmektedir. Bu açıdan tasarımcının verdiği form aynı çalışma değerlerinde farklı karakteristik özellikler göstermektedir. Bu amaçla yapılan analizler daha güçlü kimlik oluşturulması aşamasında tasarımcıya farklı fikirler ve yaratıcı düşünce geliştirilmesi açısından faydalar sağlamaktadır. Tasarımcının estetik ve ürün bütünlüğünü sağlama düşüncesine ilave olarak hava akışının davranışları ürüne kimlik kazandırma aşamasında yarar sağlamaktadır. Ürün Tasarım sürecinde form ile başlayan süreç farklı aşamalardan geçerek tasarımcı tarafından ürün aşamasına kadar getirilmektedir. Prototipleme ve üretim yöntemleri ile fiziksel çalışma parametreleri göz önüne alınarak ürün birçok teste tabi tutulmaktadır. Bu süreç sonunda elde edilen uygulama sonuçları zaman, maliyet ve bilgi birikimi ile bütünlük sağlanarak ürünün yeniden şekillendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Tasarım döngüsünde tasarımcının üretim veya fiziksel koşulları göz önüne alarak

prototipleme öncesinde vereceği kararlar yine işletmelere önemli kazanımlar sunacaktır. Bu açıdan ürün tasarım sürecine doğrudan etkiyecek analiz programlarının sürece katılması hem ürün hem de tasarımcı kimliğinin gelişimine fayda sağlayacaktır. Bu çalışmada özellikle fonksiyona dayalı ürünlerin tasarım sürecinde multidisipliner analiz uygulamalarının form algısında yaratacağı değişimler incelenmiştir. İki ayrı analiz programında farklı fonksiyonlara sahip ürünlerin davranışları çalışma koşullarına uygun olarak incelenmiştir. Masa ayak bağlantısına ait form estetik açıdan uyumlu olacak şekilde tasarlandıktan sonra malzeme özelliklerine göre yüklemeye tabi tutulmuş ve 5 mm kadar deforme olduğu görülmüştür. Bu sonuca ilişkin olarak yeniden form tasarımına gidilmiş ve deformasyon miktarı 0.2 mm seviyesine çekilmiştir. İkinci analizde saç kurutma makinasının uç kısmına ait aparat tasarımı yapılmış hem istenen hava hızına ulaşmadığı hem de homojen bir dağılım sergilemediği görülerek yeni bir form tasarımı yapılmıştır. Saç kurutma makinası tarafından üretilen debi miktarları gözönüne alınarak hava çıkış hızları doğrulanmış ve dağılımın homojenleşmesi sağlanmıştır. Böylece hem dayanım fonksiyonu hem de akış fonksiyonuna göre formlarda yapılan değişiklikler analiz programları ile desteklenmiştir. Dolayısıyla her iki ürün prototipleme aşamasına gelmeden test edilerek optimize edilmiştir. Tasarım süreçlerindeki bu değişimin tasarım eğitimi de dâhil olmak üzere birçok alanı etkileyeceği söylenebilir.

## An evaluation of PISA 2015 achievements of OECD countries within income distribution and education expenditures

Yılmaz İlker Yorulmaz

Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Education, Muğla, Turkey, yilkeryorulmaz@gmail.com,  
ORCID: orcid.org/0000-0003-0934-3942

İbrahim Çolak

Muğla Sıtkı Koçman University, Graduate School of Educational Sciences, Muğla, Turkey,  
ibrhmcolak@gmail.com, ORCID: orcid.org/0000-0002-7914-3447

C. Ergin Ekinci

Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Education, Muğla, Turkey, ekinci@mu.edu.tr  
ORCID: orcid.org/0000-0002-1474-2481

**ABSTRACT** The purpose of this study was to investigate the relationships between student achievement, income distributions and education expenditures in the member countries of Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). The study was based on literature review and its data were gathered from OECD sources to a large extent. In the study, current student achievements of the member countries were expressed with PISA 2015 scores. The study revealed that income inequality was one of the variables influencing the PISA achievements of the students. However, it was remarkable that some countries whose income inequality scores were above OECD average were also successful in PISA 2015. In this regard, the study also evaluated how OECD countries distributed their educational resources, how efficient they were in using these resources on education, their ratios of public and private expenditures on education, and annual expenditure on education per-student. It was finally concluded that student achievements of OECD countries in PISA was related to the just and efficient use of educational resources rather than the amount of educational resources allocated.

*Keywords* PISA, student achievement, income distribution, income inequality, education expenditures,

## OECD ülkelerinin PISA 2015 başarılarının gelir dağılımı ve eğitim harcamaları açısından değerlendirilmesi

**ÖZ** Bu araştırmanın amacı, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'ne (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD) üye ülkelerin öğrenci başarıları, gelir dağılımı ve eğitim harcamaları arasındaki ilişkileri değerlendirmektir. Alanyazın taramasına dayalı olarak gerçekleştirilen çalışmanın verileri büyük ölçüde OECD kaynaklarından elde edilmiştir. Çalışmada ülkelerin güncel öğrenci başarıları PISA 2015 sonuçları ile ifade edilmiştir. Araştırmada, gelir eşitsizliğinin öğrencilerin PISA başarısını etkileyen önemli değişkenlerden biri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, gelir dağılımındaki eşitsizlik bakımından OECD ortalaması altındaki bazı ülkelerin de PISA 2015'te başarılı oldukları görülmüştür. Bu bağlamda, OECD ülkelerinin eğitime ayırdıkları kaynakları nasıl dağıttıkları, eğitime yapılan kamu ve özel harcama oranları ile öğrenci başına yapılan yıllık harcamaları değerlendirilmiş ve yapılan harcamaların ne derecede etkin kullanıldığı sorularına da yanıt aranmıştır. Araştırmada, OECD ülkelerinin PISA başarılarının eğitime ayrılan kaynağın miktarından çok, bu kaynakların adil dağıtımı ve etkin kullanımı ile ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

*Anahtar  
Kelimeler*

PISA, öğrenci başarıları, gelir dağılımı, gelir eşitsizliği, eğitim harcamaları,

*Cite This  
Article:*

Yorulmaz, Y. İ., Çolak, İ., & Ekinci, C. E. (2017). An evaluation of PISA 2015 achievements of OECD countries within income distribution and education expenditures. *Turkish Journal of Education*, 6(4), 169-185. DOI: 10.19128/turje.329755



## EXTENDED SUMMARY

Education through which individuals gain knowledge, competence, skill, capability and innovativeness is regarded as a public and private investment contributing to the welfare of both societies and individuals. In this respect, well-educated individuals are assumed to produce in a more effective way, to gain a higher income, to consume more consciously, and to lead a more qualified life (Gümüş & Şişman, 2012). However, as oppose to this positive view of education, some theorists see it as a mechanism reproducing inequalities and reinforcing the existing inequalities (Bourdieu & Passeron, 2015). Similarly, schools are claimed to be institutions which impose existing social order and social classes (Illich, 1971). When the role of education is deeply investigated, one of the primary problems arising might be associated with how 'equally' and/or 'fairly' individuals benefit from it and its related resources.

It is considered that the problems emerging as a consequence of an unequal distribution of income might influence education and student achievements. In this regard, the purpose of the study is to investigate the relationships between student achievement, income distribution and educational expenditures in the member countries of OECD. The current study is based on literature review. The data of the study were gathered from OECD sources to a large extent. In the study, current student achievements of the member countries were expressed with PISA (Programme for International Student Assessment) 2015 scores. PISA 2015 achievement scores, income distributions and education expenditures of OECD countries were presented comparatively as tables and figures and discussed in the light of the related literature with some special references to Turkey.

PISA is an international exam, conducted by OECD, which aims at determining the performance of 15-years-old students on basic courses (reading, science and mathematics). In terms of PISA 2015 results, the most successful countries are Japan, Estonia, Canada and Finland. On the other hand, the least successful countries are Chile, Turkey and Mexico. There are approximately 100 points of difference on average between the most (Japan, Estonia, Canada, Finland) and the least (Turkey, Mexico) successful countries of OECD. According to OECD (2016b), this is equal to a three years of schooling. In other words, the least successful countries stay three school years behind the most successful countries of OECD.

Income distribution is relevant to the allocation of national income among individuals and societal groups. As income distribution influences the socio-cultural structure of societies, how income is distributed is of importance. The level of inequality in the distribution of income is expressed by Gini coefficient (Kondor, Posfai, Csabai, & Vattay, 2014). When the Gini coefficients of OECD member countries are evaluated in terms of PISA 2015 results, it is observed that the countries, where income equalities are the highest (excluding Finland), do not have the highest scores in PISA, but their scores are higher than OECD average and do not differ that much. In addition, it is seen that the countries where income inequalities are the highest (Israel, Turkey, Mexico, Chile) have the lowest scores, and the USA has lower than OECD average in PISA. Therefore, it might be hard to mention about success in the countries with only lower income equalities. However, it is remarkable that the countries like Japan and Estonia whose scores are above the average of OECD in terms of income inequality are the most successful countries of PISA 2015. This indicates that income inequality is an important variable in explaining student achievement, but there might be other variables like income equity for considering the achievements. In this respect, it is observed that the countries having higher scores in the equity of resource distribution are much more successful than the countries having lower scores in the equity of resource distribution in PISA 2015. However, most of the countries transferring their educational resources to more advantageous schools have lower scores in PISA 2015.

The relationship between the amounts of expenditure on education and PISA 2015 results has revealed that the most successful countries do not have the highest expenditures on education. For instance, PISA scores of the countries like UK, Denmark, New Zealand and Norway, which have the highest expenditures, are approximately 10 points higher than the OECD average, but approximately 25 points lower than the most successful countries. This indicates that the success in education is more relevant to efficient use of resources, rather than their amounts (OECD, 2012a). Finland and Korea's continuous higher scores in PISA might refer to the continual efficient use of their resources for years.

It seems difficult to explain countries' success in PISA with educational resources only. Countries' economic, social and cultural structures, their educational approaches', their income distributions, and

the inputs of the educational system have a holistic impact on the success. As might be assumed, teachers are an important factor for PISA success. According to PISA 2015 results, the most successful educational systems employ the most successful teacher candidates, enable them to continue their career, and provide professional development opportunities. In such systems, education and teaching profession is attached a great importance by society, and is promoted with professional opportunities. In fact, what makes teaching profession attractive is not high salaries, but mostly professional career opportunities provided by countries (OECD, 2016f).

It is thought that equity in resource distribution might contribute to student achievements. For a fair distribution of resources, the resources allocated to elementary and pre-school education should be increased, all children's access to education needs to be prompted and disadvantaged individuals should be supported. Considering the distribution of educational resources, the selection of teachers, and the professional development opportunities provided to teachers in Turkey, it could be asserted that the results are not surprising. It seems difficult for Turkey to increase its PISA scores without employing the most successful teacher candidates, supporting the disadvantaged students and schools, providing high quality educational opportunities, and providing in-service teachers with career and professional development opportunities.

## GİRİŞ

Eğitim, bireylerin iyi bir gelir ve sosyal statü kazanmaları ile ekonomik özgürlük elde edebilmelerini sağlayan, kişisel ufku genişleten, bilgi ve beceri kazanımını sağlayan ve bunları geliştiren bir sosyal olgu olarak kabul edilmektedir (Giddens & Sutton, 2016). Bu açıdan ‘iyi’ eğitim almış bireylerin, daha etkili, verimli ve nitelikli üretimde buldukları, daha fazla kazanç sağladıkları, daha bilinçli tükettikleri ve daha kaliteli bir yaşam sürdükleri varsayılmaktadır (Gümüş & Şişman, 2012). Bu anlamda eğitim, genellikle olumlu, yararlı ve gerekli bir yapı olarak görülmektedir. Eğitime başka bir açıdan bakıldığında ise, bazı kuramcılar eğitimi, eşitsizlikleri yeniden üreten ve var olan eşitsizlikleri pekiştiren bir mekanizma olarak kabul etmektedirler (Bourdieu & Passeron, 2015). Benzer şekilde, okullar da sosyal düzeni olduğu gibi kabul ettiren ve bireylere kendi sınıf konumlarını öğreten kurumlar olarak ifade edilmektedir (Illich, 1971). Eğitimin bu yapısal rolüne derinden bakıldığında, temel sorunlardan birinin ise, bireylerin eğitimden ve eğitime ayrılan kaynaklardan ne derece ‘eşit’ ve/veya ‘adil’ yararlandığıyla ilişkili olduğu görülebilmektedir.

En genel şekliyle eşitlik, bireylere toplumsal yaşamın her alanında kendilerini geliştirebilmeleri için aynı miktarda olanak sağlanması ile ilişkilidir (TDK, 2017). Bu anlamıyla eşitlik, tanımlanabilme ve ölçülebilirlik özellikleriyle genel bir ‘standart’ı ifade etmektedir. Adalet kavramı ise, eşitlere eşit, adil ve anlaşılır; eşit olmayanlara ise eşit olmayan uygulamaları öngörmektedir (Kurul, 2012). Adalet gelirin toplumdaki farklı sınıflar arasında adil biçimde dağıtılmasını gerektirir. Örneğin, öğrencilere gelirleri ile ters orantılı yardımda bulunmak bu duruma örnek olarak verilebilir. Bunun tersine toplumdaki farklı sınıflara eşit muamelede bulunmak eşitlik gibi algılsa da, ortaya çıkardığı sonuçlar itibarıyla adil olmayan bir muamele söz konusudur (Ritzer, 2013). Bu bakımdan gelirin adil biçimde dağıtılmasının oldukça önemli bir ölçüt olduğu ifade edilebilir. Bir ülkede gelirin adil biçimde dağıtılamaması sonucunda ekonomik anlamda ortaya çıkan sorunların eğitimi ve dolayısıyla öğrencilerin başarılarını da etkilediği ifade edilebilir.

Bu bağlamda çalışmanın temel amacı Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'ne [Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD] üye ülkelerinin öğrenci başarıları, gelir dağılımı ve buna bağlı olarak eğitim harcamalarının incelenmesi, söz konusu değişkenlerin öğrenci başarıları ile ilişkisinin belirlenmesidir. Gelir dağılımı, eğitim harcamaları ve öğrenci başarıları arasındaki ilişkiler üzerinde etkili olabilecek öğretmen maaşları, kaynak kullanım etkinliği gibi diğer değişkenlere de yer verilmiştir. Alanyazın taramasına dayalı olarak gerçekleştirilen çalışmanın verileri büyük ölçüde OECD kaynaklarının incelenmesiyle elde edilmiş ve doküman analizi yöntemi ile çözümlenmiştir. Araştırmada güncel verilere yer vermek bakımından, öğrenci başarıları Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment -PISA) 2015 sonuçları ile ifade edilmiştir. Çalışmada yer alan parasal değerlerin ifade edilmesinde satın alma paritesine göre hesaplanmış ABD doları kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları verilere dayalı olarak oluşturulan ya da oluşturulmuş tablo ve şekiller biçiminde karşılaştırılmalı olarak sunulmuş ve ilgili alanyazına dayalı olarak tartışılmıştır.

### PISA 2015 Sonuçları

PISA sınavı OECD tarafından gerçekleştirilen ve 15 yaşındaki öğrencilerin temel derslerdeki (okuma becerileri, fen ve matematik) performanslarını ölçmeyi amaçlayan uluslararası bir sınavdır. Bu sınavda, öğrencilerden bilgiyi sadece tekrar üretmeleri değil, aynı zamanda bilgilerini daha önce karşılaşmadıkları durumlara uyarlamaları beklenmektedir. PISA sonuçları arasında, öğrencilerin aile ve okul yaşamlarına ve öğrenmeye karşı tutumlarını ölçen, okulların kaynakları ve karar verme süreçleri ile ders dışı etkinlikleri bakımından bilgileri içeren veriler de bulunmaktadır. Sınav sonuçları, ülkeler açısından karşılaştırılabilir bilgiler içermektedir. Öğrencilerin başarılarını belirtmek için altı seviye belirlenmiştir. Seviye ve taban puanları sırasıyla şöyledir: 1-335, 2-410, 3-484, 4-559, 5-633 ve 6-708. Seviye 1, sınavdaki en başarısız öğrenci grubunu belirtmektedir. Seviye 2, üst düzey bilgileri kazanabilmek için gerekli olan temel düzeydir. Seviye 3, orta düzeyde performans sergileyen öğrencileri, Seviye 4 seçimlerine ilişkin yargılamalar ve görece karmaşık durumlara ilişkin çıkarımlar yapabilen öğrencileri belirtmektedir. Seviye 5 ve 6 ise, ölçüm yapılan alandaki en başarılı öğrencileri ifade etmektedir. PISA 2015 sınavına 35 OECD ülkesinin tamamı katılmıştır (OECD, 2016a; OECD, 2016b). Bu bağlamda, Türkiye'nin de içinde bulunduğu 35 OECD ülkesinin PISA başarıları incelenmiş ve bu ülkelerin PISA 2015 başarıları Tablo 1'de belirtilmiştir. Türkiye'nin PISA başarıları, geçerli veri elde edilebilen OECD üyesi dışındaki ülkeler ile de ayrıca değerlendirilmiştir.

Tablo 1.

OECD ülkelerinin PISA 2015 sonuçları

Sıra	OECD Ülkeleri	PISA 2015 Ortalaması	Fen Okuryazarlığı Testi	Matematik Okuryazarlığı Testi	Okuma Becerileri Testi
1	Japonya	529	538	532	516
2	Estonya	524	534	520	519
3	Kanada	523	528	516	527
4	Finlandiya	523	531	511	526
5	Kore	519	516	524	517
6	Slovenya	509	513	510	505
7	İrlanda	509	503	504	521
8	Almanya	508	509	506	509
9	Hollanda	508	509	512	503
10	İsviçre	506	506	521	492
11	Yeni Zelanda	506	513	495	509
12	Norveç	504	498	502	513
13	Danimarka	504	502	511	500
14	Polonya	504	501	504	506
15	Belçika	503	502	507	499
16	Avustralya	502	510	494	503
17	Birleşik Krallık	500	509	492	498
18	Portekiz	497	501	492	498
19	İsveç	496	493	494	500
20	Fransa	496	495	493	499
21	Avusturya	492	495	497	485
	<b>OECD Ort.</b>	<b>492</b>	<b>493</b>	<b>490</b>	<b>493</b>
22	İspanya	491	493	486	496
23	Çek Cumhuriyeti	491	493	492	487
24	ABD	488	496	470	497
25	Letonya	487	490	482	488
26	İtalya	485	481	490	485
27	Lüksemburg	483	483	486	481
28	İzlanda	481	473	488	482
29	Macaristan	474	477	477	470
30	İsrail	472	467	470	479
31	Slovakya Cumhuriyeti	463	461	475	453
32	Yunanistan	458	455	454	467
33	Şili	443	447	423	459
34	Türkiye	425	425	420	428
35	Meksika	416	416	408	423

PISA 2015 Veritabanı'ndan (OECD, 2016a) uyarlanmıştır.

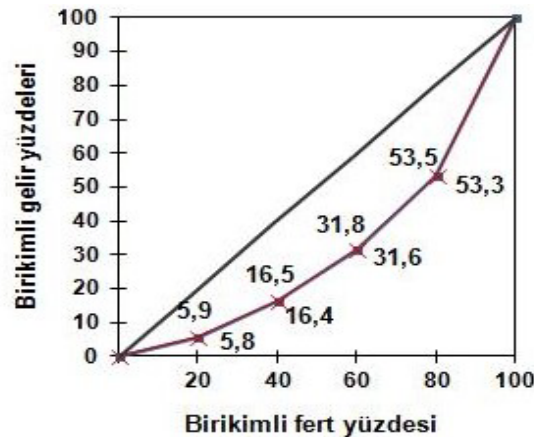
Tablo 1'e göre, PISA 2015 başarı ortalamaları açısından, en başarılı ülkelerin Japonya, Estonya, Kanada ve Finlandiya olduğu görülmektedir. Matematik okuryazarlığı testinde Estonya ve Kanada'nın yerini Kore ve İsviçre almıştır. Fen okuryazarlığı testinde ise Kanada'nın yerini Finlandiya almıştır. Okuma becerileri testinin en başarılı ülkeleri Kanada, Finlandiya ve İrlanda'dır. PISA 2015 sınavının en başarısız ülkeleri ise Şili, Türkiye ve Meksika'dır. OECD'nin en başarılı ülkeleri (Japonya, Estonya, Kanada, Finlandiya) ile en başarısız ülkeleri (Türkiye ve Meksika) arasında ortalama yaklaşık 100 puan fark bulunmaktadır. OECD'ye göre (2016b) bu fark üç yıllık bir okul yılına denk gelmektedir. Bir başka deyişle, PISA 2015 sınav sonuçları açısından OECD'nin en başarısız öğrencileri, en başarılı öğrencilerden üç okul yılı geride bir başarı düzeyine sahiptir.

PISA 2015 sınavında toplamda 72 ülkeden yaklaşık 540.000 öğrenci yer almıştır. Ancak Kazakistan'ın sonuçları sadece çoktan seçmeli sorulara dayandığı ve Malezya'nın örneklemini PISA standartlarına uymadığı için karşılaştırmalar 70 ülke arasında yapılmıştır. (OECD, 2016a). Türkiye, PISA 2015'e katılan toplamda 70 ülke arasında ortalama puanlarda 52., matematik okuryazarlığı testinde 49., fen okuryazarlığı testinde 52. ve okuma becerileri testinde 50. sıradadır. 35 OECD ülkesi arasında yapılan karşılaştırmalarda tüm alanlarda Meksika'dan sonra sondan ikinci sırada yer alan Türkiye'nin başarı durumunun, sınava katılan 70 ülke arasında da arka sıralarda yer aldığı görülmektedir. Bu sonuçlar

Türkiye'nin OECD ortalamasının çok gerisinde bulunduğunu ve PISA 2015'in başarısız ülkelerinden olduğunu göstermektedir. Türkiye'nin son üç sınavdaki değişimi incelendiğinde, öğrencilerin okuma becerilerinde ortalama 18 puanlık düşüş yaşandığı görülmektedir. Türkiye'deki en başarılı öğrencilerin (seviye 5 ve 6) oranı fen okuryazarlığı testinde % 0.3, matematik okuryazarlığı testinde % 1.1, okuma becerileri testinde ise % 0.6'dır. Matematik okuryazarlığı testinde Kore'nin öğrencilerinin % 21'i, fen okuryazarlığı testinde Japonya'nın öğrencilerinin % 15'i, okuma becerileri testinde ise Kanada'nın öğrencilerinin % 14'ü en başarılı grupta yer almaktadır. En alt düzeydeki gruplar bakımından, Türkiye'deki öğrencilerin okuma becerileri testinde % 40'ı, matematik okuryazarlığı testinde % 51'i, fen okuryazarlığı testinde % 44'ü en başarısız (seviye 2 altı) grupta yer almaktadır (OECD 2016a). Bu bağlamda, Türkiye'deki öğrencilerin neredeyse yarısının matematik, fen okuryazarlığı ve okuma becerileri alanlarında temel düzeyde dahi bir başarıya sahip olmadığı söylenebilir. Nitekim OECD ülkeleri arasında Meksika'dan sonra en fazla başarısız öğrenci grubuna sahip ülke Türkiye'dir. Türkiye'nin PISA 2015'deki başarısızlığı veya OECD ülkelerinin PISA başarılarının arkasında eğitime, sosyal yaşama ve ekonomiye ilişkin birçok etkenin bulunduğu öngörülmektedir. Bu etkenler arasında, OECD ülkelerindeki gelir dağılımı ile eğitime yapılan harcamaların önemli değişkenler olabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda bu çalışma ile OECD ülkelerindeki gelir dağılımı ve buna bağlı olarak eğitim harcamaları incelenerek söz konusu değişkenler ile öğrenci başarıları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

### Gelir Dağılımındaki Eşitsizlik

Gelir, üretim sürecine katılan üretim faktörlerinin oluşan hâsıladan bölüşüm sonucunda aldıkları pay olarak tanımlanmaktadır (Gümüç & Şişman, 2012). Gelir dağılımı ise, bir ülkede belirli bir dönemde üretilen millî gelirin; bireyler, hane halkları, toplumsal gruplar, bölgeler ya da üretim faktörü sahipleri arasında bölüşülmesi ile ilişkilidir (Çalışkan, 2010). Gelir dağılımı, ekonomik bir olgu olmakla birlikte, toplumun sosyo-kültürel yapısı üzerinde etkili olan değişkenlerden biridir. Bu nedenle gelirin nasıl dağıldığı önemli bir konudur. Bir ülkedeki gelir dağılımındaki eşitsizliğin düzeyi, Gini Katsayısı ile ifade edilmektedir (Kondor, Posfai, Csabai, & Vattay, 2014). Gini katsayısı, Lorenz eğrisinin kullanılmasıyla hesaplanan bir katsayıdır. Lorenz eğrisini oluşturmak için nüfus belli yüzdelerle ayrılarak bu yüzdelerle dilimlerin milli gelirden ne düzeyde pay aldıkları hesaplanmakta ve bir grafik ile görselleştirilmektedir. Grafikte yatay eksendeki birikimli fert yüzdesinin dikey eksendeki milli gelir yüzdesi ile eşit olması durumunda gelirin tamamen eşit dağıldığını gösteren 45 derecelik bir eksen çizilir. Bu tam eşitlik çizgisinin aksine, Lorenz eğrisi gelir dağılımındaki farklılığın oranı kadar tam eşitlik çizgisinden uzaklaşmaktadır. Eşitsizlik alanının toplam alana bölünmesiyle hesaplanan Gini katsayısı ise bir ülkedeki ekonomik değerlerin nüfusa ne derece eşit paylaşıldığını ölçmek için kullanılan bir ekonomik katsayıdır (Gastwirth, 1972). Lorenz eğrisi ve Gini Katsayısı Şekil 1 ile görselleştirilmektedir.



Şekil 1. Lorenz eğrisi ve Gini katsayısının görsel temsili (TÜİK, 2013).

Gelir dağılımı ülkeden ülkeye farklılaşsa da, tam eşit bir gelir dağılımı çizelgesi bulmak imkânsızdır (Eğilmez & Kumcu, 2005). Ancak tam eşitlik eğrisinden görece az uzaklaşma, daha eşit bir gelir dağılımına işaret etmektedir. Bu bağlamda, 0 ile 1 arasında değişen oranlarla ifade edilen Gini

katsayısına göre, sıfıra yakın değerler gelir dağılımındaki eşitliği gösterirken, bire yakın değerler ise ülkedeki gelir dağılımındaki eşitsizliğe işaret etmektedir (TÜİK, 2016a). Tablo 2, OECD ülkelerindeki gelir dağılımı eşitsizliğinin farklı yıllara göre dağılımını göstermektedir.

Tablo 2.

OECD ülkelerinin gelir dağılımındaki eşitsizliğini gösteren Gini katsayıları

Ülkeler	2007	2010	2012	2014 ya da sonrası (A)
İzlanda	0,289	0,253	0,256	0,244
Norveç	0,250	0,249*	0,253	0,252
Danimarka	0,244*	0,250*	0,249	0,254
Slovenya	0,240	0,246	0,250	0,255
Finlandiya	0,269	0,264	0,262	0,257
Çek Cumhuriyeti	0,257	0,262	0,256	0,262
Belçika	0,280	0,270	0,268	0,268
Slovakya	0,247	0,263	0,250	0,269
Avusturya	0,285	0,280	0,276	0,280
İsveç	0,259*	0,269*	0,274	0,281
Lüksemburg	0,279	0,272	0,301	0,281
Hollanda	0,298*	0,283	0,280	0,283
Macaristan	0,271*	0,277*	0,289	0,288
Almanya	0,285	0,283*	0,289	0,292
Fransa	0,295*	0,305*	0,308	0,294
İsviçre	-	-	0,285	0,295
Polonya	0,316	0,306	0,298	0,300
Kore	0,312*	0,310*	0,302	0,302
İrlanda	0,305	0,300	0,304	0,309
Kanada	0,318	0,316	0,321	0,322
İtalya	0,313	0,323	0,331	0,325
Japonya	0,329*	0,334	0,336	0,330
Yeni Zelanda	0,330*	0,324*	0,323	0,333
Avustralya	0,338*	0,336	0,326	0,337
Portekiz	0,361	0,342	0,338	0,342
Yunanistan	0,330	0,337	0,340	0,343
İspanya	0,324	0,340	0,335	0,346
Litvanya	0,376	0,348	0,347	0,352
Birleşik Krallık	0,373	0,351	0,351	0,358
Estonya	0,316	0,326	0,338	0,361
İsrail	0,365*	0,369*	0,360	0,365
Türkiye	0,409*	0,412*	0,402	0,393
A.B.D.	0,374*	0,376*	0,396	0,394
Meksika	0,450*	0,442*	0,457	0,459
Şili	0,480	0,476*	0,471	0,465
<b>OECD Ortalaması</b>	<b>0,317</b>	<b>0,315</b>	<b>0,316</b>	<b>0,318</b>

\*Tahmini Değer.

OECD Gelir Dağılımı Veritabanı'ndan (2016c) uyarlanmıştır.

Tablo 2 incelendiğinde, İzlanda, Norveç ve Danimarka gibi Kuzey Avrupa ülkelerinin en düşük Gini değerine sahip olduğu, yani gelirin daha eşit bir biçimde dağıldığı görülmektedir. Diğer taraftan ABD, Meksika ve Şili, en yüksek Gini değerine sahip ülkeler arasındadır. Tabloya göre OECD ülkelerindeki gelir dağılımı eşitsizliğini gösteren Gini katsayıları yıllara göre tutarlılık göstermektedir. Türkiye'nin 2014 yılına ait Gini değeri (0.393), 2007, 2010 ve 2012 (sırasıyla 0.409, 0.412, 0.402) yıllarına göre daha düşük düzeyde olsa da, bu değerler Türkiye'nin gelir dağılımındaki eşitlik bakımından OECD ortalamasının oldukça altında kaldığına, başka bir ifadeyle gelirin adil bir biçimde dağıtılmadığına işaret etmektedir. Bu bulgular, OECD ülkelerindeki mevcut gelirin yüzdelik dilimlere göre paylaşımını gösteren Tablo 3 ile de örtüşmektedir.

Tablo 3.

Hanehalkı gruplarının yıllık toplam gelirden aldıkları kullanılabilir geliri, 2014 veya son ulaşılan yıla ait değerler

	Alt 10%	Alt 20%	Alt 40%	Üst 40%	Üst 20%	Üst 10%
Avustralya	2,8	7,2	19,4	63,7	40,9	26,1
Avusturya	3,3	8,7	22,6	59,5	36,7	22,5
Belçika	3,6	8,8	22,5	58,9	35,2	20,6
Kanada	2,6	7,2	19,9	62,7	39,3	24,2
Şili	1,8	4,9	14,1	72,5	52,6	37,1
Çek Cumhuriyeti	4,0	9,7	24,1	58,3	36,1	22,2
Danimarka	4,0	9,8	24,1	57,6	35,0	21,2
Estonya	2,3	6,3	17,6	66,0	42,4	26,3
Finlandiya	4,0	9,5	23,8	58,0	35,3	21,2
Fransa	3,5	8,7	22,2	60,5	38,5	24,2
Almanya	3,5	8,6	22,0	60,5	37,9	23,5
Yunanistan	2,2	6,5	18,8	64,1	40,9	25,4
Macaristan	3,1	8,3	22,0	60,2	37,0	22,5
İzlanda	4,1	10,1	24,7	57,0	34,5	20,6
İrlanda	3,1	8,2	21,1	61,7	39,1	24,4
İsrail	2,0	5,7	17,1	65,9	42,2	26,3
İtalya	2,1	6,8	19,7	62,7	39,4	24,4
Japonya	2,3	6,5	19,1	63,3	39,5	24,0
Kore	2,2	6,9	20,5	61,1	37,2	22,0
Letonya	2,4	6,6	18,3	65,0	41,9	26,1
Lüksemburg	3,5	8,7	22,3	59,9	36,8	22,1
Meksika	1,7	5,0	14,3	72,0	51,7	36,4
Hollanda	3,3	8,6	22,4	59,7	37,0	22,7
Yeni Zelanda	3,1	7,6	19,7	63,8	40,7	25,7
Norveç	3,4	9,1	24,1	57,3	34,5	20,6
Polonya	3,1	8,1	21,4	61,1	38,2	23,4
Portekiz	2,4	6,9	19,2	63,9	41,5	26,2
Slovakya	3,3	8,8	23,2	58,7	35,9	21,6
Slovenya	3,6	9,1	23,6	57,8	34,6	20,4
İspanya	2,0	6,1	18,2	64,6	40,7	24,7
İsveç	3,5	8,7	22,5	59,5	36,7	22,6
İsviçre	3,4	8,6	22,1	60,6	38,3	24,1
Türkiye	2,3	6,1	16,8	67,9	45,9	30,2
Birleşik Krallık	2,7	7,2	19,1	65,0	43,1	28,6
ABD	1,6	5,2	16,3	67,7	45,1	29,2
<b>OECD</b>	<b>2,9</b>	<b>7,7</b>	<b>20,5</b>	<b>62,2</b>	<b>39,5</b>	<b>24,7</b>

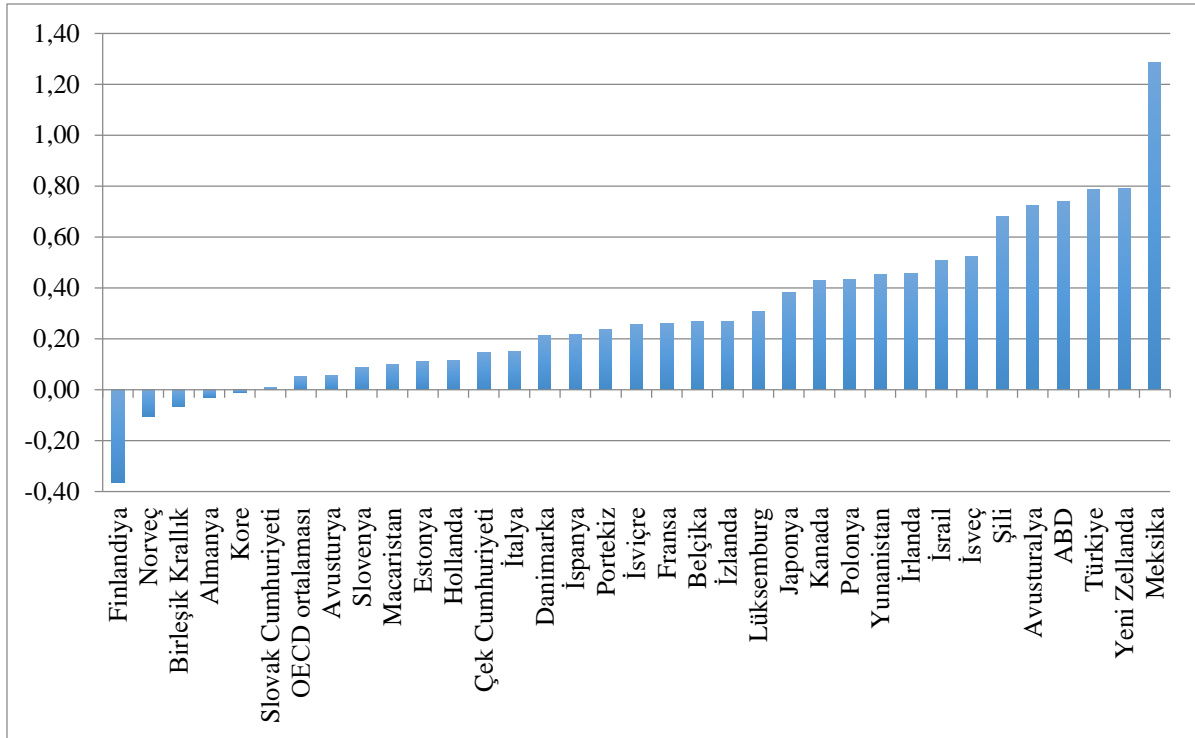
OECD Gelir Dağılımı Veritabanı'ndan (2016d) alınmıştır.

Tablo 3'e göre, Gini katsayıları açısından OECD ülkeleri arasında gelir dağılımındaki eşitsizliğin en yüksek olduğu Şili, Meksika, A.B.D ve Türkiye gibi ülkelerde, üst yüzde 10'luk gelir grubundaki kişilerin, toplam gelirden aldığı payın yine en yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Tablo, Türkiye bakımından incelendiğinde, üst yüzde 10'luk gelir grubunda bulunan kimselerin, toplam gelirin yüzde 30.2'sini paylaştığı, buna karşın alt yüzde 10'luk gelir grubunda bulunan kişilere ise toplam gelirin yalnızca yüzde 2.3'ünün düştüğü görülmektedir. Bu bakımdan Türkiye; Şili ve Meksika'dan sonra sondan üçüncü sırada yer alarak OECD ortalamasının oldukça altında kalmaktadır. Bu bulgular, TÜİK tarafından Türkiye'deki gelir ve yaşam koşullarının incelendiği araştırmanın 2015 yılına ait sonuçları ile de örtüşmektedir (TÜİK, 2016b). Rapor, Türkiye'deki ortalama yıllık eşdeğer hane halkı kullanılabilir fert gelirinin bir önceki yıla göre %13,5 artarak 14 bin 553 TL'den 16 bin 515 TL'ye yükseldiğini göstermektedir. Ancak araştırma sonuçları arasında, Türkiye'de en yüksek gelire sahip yüzde 20'lik grubun toplam gelirden aldığı payın bir önceki yıla göre 0,6 puan artarak %46,5 olması, en düşük gelire sahip yüzde 20'lik grubun aldığı payın ise 0,1 puan azalarak %6,1 olması dikkat çekicidir. Ek olarak, Gini katsayısının 2015 yılı için 0,397 olduğu tahmin edilmektedir. Bu durum Türkiye'de üst

gelir grubunun toplam gelirden aldığı payın artmasına karşın, gelir eşitsizliğinin bir önceki yıla göre artış gösterdiğine işaret etmektedir.

OECD ülkelerine ait Gini değerleri PISA 2015 başarıları açısından değerlendirildiğinde, gelirin en eşit biçimde dağıldığı ülkelerin (Finlandiya dışında) PISA 2015'te en başarılı ülkeler olmadığı, ancak bu ülkelerin PISA 2015 başarılarının OECD ortalamasının üzerinde olduğu ve puanları arasındaki farkın çok yüksek olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte, İsrail, Türkiye, Meksika ve Şili gibi gelir eşitliğinin en düşük olduğu ülkelerin PISA 2015 başarı sıralamasında da en alt sıralarda yer aldığı, gelir dağılımındaki eşitsizliğin yüksek düzeyde olduğu ABD'nin PISA başarısının da OECD ortalamasının altında kaldığı görülmektedir. Dolayısıyla gelir adaletinin sağlanmadığı durumlarda öğrenci başarısından ve sağlıklı bir eğitim sisteminden söz etmenin zor olduğu söylenebilir. Yine de, gelir dağılımındaki eşitsizlik bakımından OECD ortalaması altında kalan Japonya ve Estonya gibi ülkelerin PISA 2015 sonuçları açısından en başarılı ülkeler arasında yer aldığı görülmektedir. Bu durum, gelir dağılımındaki eşitsizliğin öğrenci başarılarını açıklayabilmesi bakımından önemli bir değişken olduğuna, ancak öğrenci başarılarını değerlendirirken gelir adaleti gibi kavramların da göz önünde bulundurulması gerektiğine işaret etmektedir.

Konuyla ilgili olarak Piketty (akt: Şimşek, 2015), gelir dağılımında adaletsizliklerin yaşandığı ve gelirin üst azınlık grubun elinde toplandığı ülkelerde, avantajlı grupların giderek daha avantajlı hale geldiğini, bu kişilerin elindeki sermayenin ulusal ekonomiden daha fazla büyüyebildiklerini ve böylece ülke siyaseti, ekonomik düzen ve medya gibi kanalların üzerinde etkili olduklarını ifade etmiştir. Ayrıca gücü elinde bulunduran bu kesimlerin, parlamentoyu etkiledikleri ve ülke yapısını oligarşik bir biçime dönüştürebileceklerini ifade etmektedir. Bu bakımdan bu denli bir sermaye birikiminin bir anlamda tahakkümün aracı olabileceği akıllara gelebilmektedir. Ayrıca gelir dağılımındaki adaletsizlik dezavantajlı kesimlerin eğitime erişimlerini olumsuz etkileyerek sınıflar arasındaki dikey hareketliliği engelleyebilmektedir (Altınkurt & Aysel, 2016). Bu kesimlerin eğitime erişimi sağlansa bile, dikey hareketliliği olanaklı kılacak düzeyde başarı sağlanamamaktadır. Daha yüksek geliri ve eğitimi ailelerin çocuklarının daha prestijli ve daha yüksek getirisi olduğu varsayılan alanlarda daha yüksek oranda temsil edilmeleri bu sonucu doğrulamaktadır (Ekinci, 2011). Benzer şekilde, OECD tarafından yapılan araştırmalar da, ülkelerin eğitime ayırdıkları kaynakların adaletli bir biçimde dağıtılmasının öğrenci başarıları üzerindeki olumlu etkisinden söz etmektedir (OECD, 2013). Bu bakımdan, OECD ülkelerinin eğitim kaynaklarını ne düzeyde adaletli dağıttığı Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Eğitim kaynaklarının dağıtımında adalet. OECD (2013, s. 107)



Şekil 2, OECD ülkelerinin eğitime ayırdıkları kaynakları avantajlı ve dezavantajlı okullar arasında ne kadar adil dağıttığını göstermektedir. Düşük değerler kaynakların okullar arasında daha adaletli bir şekilde dağıtıldığını göstermektedir. Buna göre şekilde Finlandiya ve Norveç gibi gelir eşitliğinin yüksek olduğu ülkelerde, eğitim kaynaklarının dağıtımında da adaletin olduğu görülürken, gelir eşitsizliğinin yaşandığı Şili, ABD, Türkiye ve Meksika gibi ülkelerde eğitim kaynaklarının da adaletsiz biçimde dağıtıldığı görülmektedir. OECD'nin (2013) raporuna göre eğitime ayrılan kaynaklar azaldığında avantajlı ve dezavantajlı okullara ayrılan kaynaklar arasındaki fark daha da artmaktadır. Kıt kaynaklar daha çok avantajlı okullara tahsis edilebilmektedir. Bu durum kuşkusuz okulların başarılarında önemli bir rol oynamaktadır. Kaynakların kısıtlı sayıdaki avantajlı okullarda toplanması zaten dezavantajlı olan okulları sistem içerisinde daha çaresiz bırakmaktadır. Şekildeki veriler PISA 2015 sonuçları açısından değerlendirildiğinde, kaynaklarını okullara görece adaletli dağıtan ülkelerin PISA 2015'te daha başarılı olduğu görülmektedir. Kaynaklarını daha çok avantajlı okullara aktaran ülkelerin büyük bölümünün ise PISA 2015'te daha düşük sonuçlar elde ettiği ifade edilebilir. Eğitim sisteminde az sayıda çok başarılı öğrenciler yerine toplam başarının artırılması isteniyorsa, kaynak dağılımında adaletin sağlanmasının temel önceliklerden birisi olması gerekir.

Ülkelerin yarattığı ekonomik değerleri adil bir şekilde paylaşamaması ekonomik, sosyal ve kültürel alanlarda birçok soruna neden olabilmektedir. Kaynakların adil olmayan bir biçimde dağıtılması aynı zamanda bireysel düzeyde eğitime yapılan harcamaları da etkileyebilmektedir. Daha fazla harcama çoğu zaman daha yüksek nitelikli eğitim olanaklarından yararlanma ile koşutluk göstermektedir. Düşük gelir gruplarına ait ailelerin çocukları için hem daha düşük harcama yaptıklarını hem de gelirlerinin daha büyük bir kısmını harcama durumunda olduklarını gösteren örnekler mevcuttur (Ekinci, 2009; Psacharopoulos & Papakonstantinou, 2005). Bu durum bazı kesimlerin eğitim açısından daha fazla imkândan yararlanarak avantaj elde etmesine ve eğitim eşitliğinin bozulmasına neden olabilmektedir. Bunun yanı sıra bir ülkenin eğitime ne kadar kaynak ayırdığı ve bu kaynakları nasıl kullandığı, eğitim sisteminin işleyişinde kilit bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkelerin sahip olduğu kaynakları nasıl dağıttığı, eğitim bütçesinin nasıl kullanıldığı ve eğitime yapılan harcamaların miktarı o ülkedeki eğitimin niteliğini ve niceliğini etkileyebilmektedir. Bu bağlamda araştırmada, OECD ülkelerinin eğitime yaptıkları kamu ve özel harcama oranları ile öğrenci başına dolar bazında yaptıkları harcamalar değerlendirilmiş ve yapılan harcamaların ne derecede etkin kullanıldığı sorusuna da yanıt aranmıştır. Tablo 4, OECD ülkelerinin eğitime yaptıkları kamu ve özel harcamalarının milli gelire oranını göstermektedir.

Tablo 4.

*Eğitime yapılan kamu ve özel harcamaların milli gelire oranı, 2013*

Ülkeler	Toplam harcama	İlk-orta öğretim kamu harcamaları	İlk-orta öğretim özel harcamalar	İlk-orta öğretim toplam harcama	Yükseköğretimde kamu harcamaları	Yükseköğretimde özel harcamalar	Yükseköğretimde toplam harcamalar	Yükseköğretim kamu harcamalarının toplam kamu eğitim harcamalarına oranı (%)
Birleşik Krallık	6,7	4,1	0,8	4,8	1,1	0,8	1,8	21,1
Yeni Zelanda	6,5	3,9	0,8	4,7	0,9	0,9	1,8	19,2
Danimarka	6,4	4,5	0,1	4,6	1,6	0,1	1,7	26,5
Norveç	6,3	4,7	0,0	4,7	1,5	0,1	1,6	24,8
ABD	6,2	3,3	0,3	3,5	1,0	1,7	2,6	22,8
Portekiz	6,1	4,2	0,5	4,7	0,9	0,5	1,4	16,9
Kanada	6,1	3,3	0,3	3,6	1,3	1,2	2,5	28,3
İsrail	5,9	3,8	0,4	4,3	0,9	0,7	1,7	19,2
İzlanda	5,9	4,4	0,2	4,6	1,2	0,1	1,3	21,4
Kore	5,9	3,1	0,5	3,6	0,9	1,3	2,3	23,6
Finlandiya	5,7	3,9	0,0	3,9	1,7	0,1	1,8	30,9
Avustralya	5,6	3,2	0,7	3,9	0,7	1,0	1,7	18,0
Hollanda	5,5	3,4	0,4	3,8	1,2	0,5	1,7	26,3
Şili	5,5	2,5	0,7	3,1	1,0	1,4	2,3	28,0

İsveç	5,4	3,7	0,0	3,7	1,5	0,2	1,7	29,2
<b>OECD Ortalaması</b>	<b>5,4</b>	<b>3,4</b>	<b>0,3</b>	<b>3,8</b>	<b>1,1</b>	<b>0,5</b>	<b>1,6</b>	<b>24,8</b>
Fransa	5,3	3,5	0,3	3,8	1,2	0,3	1,5	25,4
İrlanda	5,2	3,8	0,2	4,0	1,1	0,0	1,2	23,1
Meksika	5,2	3,3	0,6	3,9	0,9	0,4	1,3	20,8
Estonya	5,2	3,1	0,1	3,1	1,9	0,2	2,0	37,8
Türkiye	5,0	2,9	0,4	3,3	1,4	0,3	1,7	31,9
Avusturya	5,0	3,1	0,1	3,2	1,7	0,1	1,7	34,6
Slovenya	4,8	3,3	0,3	3,7	1,0	0,1	1,2	23,5
Polonya	4,8	3,1	0,3	3,4	1,2	0,1	1,4	28,5
Letonya	4,5	3,1	0,1	3,1	1,0	0,4	1,4	24,1
Japonya	4,5	2,7	0,2	2,9	0,6	1,0	1,6	17,2
Almanya	4,3	2,7	0,4	3,1	1,0	0,2	1,2	28,0
İspanya	4,3	2,7	0,4	3,0	0,9	0,4	1,3	25,6
Çek Cumhuriyeti	4,0	2,5	0,3	2,7	1,1	0,3	1,3	30,5
İtalya	4,0	2,9	0,1	3,0	0,8	0,2	1,0	20,5
Slovak Cumhuriyeti	3,8	2,5	0,2	2,7	0,8	0,2	1,1	24,5
Macaristan	3,8	2,3	0,2	2,5	0,8	0,5	1,3	26,1

\*İsviçre, Lüksemburg, İsrail'in verilerinin bir kısmı veya tamamına ulaşılamadığı için tabloda yer almamaktadır. Education at a Glance: OECD'den (2016e, s. 206) alınmıştır.

Tablo 4 incelendiğinde, eğitime yapılan toplam harcamanın en fazla Birleşik Krallık'ta, en az Macaristan'da olduğu görülmektedir. Ancak ilk ve orta öğretimde devlet harcamalarının en fazla olduğu ülke Norveç'tir. Gelir dağılımındaki eşitsizlik bakımından OECD ülkeleri arasında son sıralarda yer alan Meksika ve Türkiye'nin, eğitime yapılan harcamalar bakımından da OECD ortalaması altında olmasının bir rastlantı olarak görülmemesi gerekir. Bu durum, bu ülkelerde gelir dağılımında eşitsizlik yaşanmasına rağmen, bu eşitsizliği azaltıcı etkisi de olan eğitime yeterince kaynak ayrıldığını göstermektedir. Türkiye'nin eğitime yaptığı kamu ve özel harcamaların oranı, OECD ortalamalarına yakın olmasına karşın, kamu kaynaklarının yalnızca yüzde 4.3'üne denk gelmektedir. Özel harcamaların oranı ise yüzde 0.7 düzeyindedir. Ayrıca gelir eşitsizliğinin yüksek olduğu Şili ve ABD gibi ülkelerin eğitime ayırdıkları pay (Tablo 4) OECD ortalaması üzerinde olmasına karşın, PISA 2015 başarılarının OECD ortalaması altında olduğu görülmektedir. Dolayısıyla ülkelerin PISA başarılarını tek başına eğitime ayrılan kaynak miktarı ile açıklamak doğru görünmemektedir. Eğitimde başarıyı artırmak, dolaylı olarak gelir adaletsizliğini azaltmak için eğitime daha fazla kaynak ayırma yanında, eğitime ayrılan kaynakların eğitim kademeleri ve okullar arasında adil dağıtımının da etkili olduğu söylenebilir. Örnek verilen iki ülkede eğitime ayrılan kaynakların tahsisinde de adil davranılmadığı anlaşılmaktadır (Şekil 2). Ayrıca, etkin kaynak kullanımı, öğretmen yetkinliği ve özerkliği ve eğitim yönetiminin kalitesi gibi daha pek çok etkenin eğitsel sonuçlar üzerinde etkili olabileceği bilinmektedir. Göstergeler OECD ülkelerinde öğrenci başına dolar bazında yapılan harcama tutarlarını gösteren Tablo 5 ile de örtüşmektedir.

Tablo 5.

OECD ülkelerinde öğrenci başına yapılan yıllık kamu harcama miktarları (ABD Doları, 2013)

	İlköğretim (ISCED1)	Ortaöğretim			Yükseköğretim
		Ortaokul (1) (ISCED2)	Lise (2) (ISCED3)	Genel (1+2)	
Avustralya	8289	11431	10203	10932	18337
Avusturya	10780	14831	15255	15024	16695
Belçika	9957	12267	13020	12763	15911
Kanada	9130	*	12086	*	21458
Şili	4021	4099	4141	4127	7642
Çek Cumhuriyeti	4730	8061	7682	7861	10432
Danimarka	11355	11906	10165	10933	16460
Estonya	7138	7009	5909	6417	11607
Finlandiya	8519	13312	8786	10237	17868
Fransa	7201	9947	13643	11482	16194
Almanya	8103	9967	13093	11106	16895

Yunanistan	*	*	*	*	*
Macaristan	5435	3994	4439	4236	9980
İzlanda	10569	11276	7743	9041	11256
İrlanda	8002	10773	10841	10804	13663
İsrail	6941	*	5831	5831	15185
İtalya	8392	8797	9174	9023	11172
Japonya	8748	10084	10459	10273	17883
Kore	7957	7324	9801	8592	9323
Letonya	5974	6016	6005	6010	8193
Lüksemburg	17959	20076	19473	19762	40933
Meksika	2717	2473	4126	3065	7568
Hollanda	8371	12334	12200	12269	18947
Yeni Zelanda	7354	9191	11328	10198	14585
Norveç	13274	14103	16153	15283	20379
Polonya	6919	6900	6178	6505	8929
Portekiz	7258	9667	10503	10074	11106
Slovakya	5942	5755	5839	5795	10321
Slovenya	9121	10085	7872	8739	12064
İspanya	6956	8303	8729	8520	12604
İsveç	10664	11306	11389	11354	23219
İsviçre	15930	19698	18479	18994	25126
Türkiye	2894	3337	3914	3590	10637
Birleşik Krallık	10669	13092	11627	12200	25744
ABD	10959	11947	13587	12740	27924
<b>OECD ortalaması</b>	<b>8 477</b>	<b>9980</b>	<b>9990</b>	<b>9811</b>	<b>15772</b>

\*Veri Bulunmamaktadır

Education at a Glance: OECD'den (2016e, s. 192) alınmıştır.

Tablo 5'e göre, öğrenci başına en çok harcama yapan OECD ülkeleri, Lüksemburg, İsviçre ve Norveç'tir. Türkiye'de ise eğitime yapılan kamu ve özel harcamalar her ne kadar OECD ortalamasına yakın olarak görünse de, Türkiye öğrenci başına yapılan yıllık harcamalar bakımından OECD ülkeleri arasında ilköğretim (ISCED 1) ve ortaöğretim birinci kademede (ISCED 2) sondan ikinci sırada, ortaöğretim ikinci kademede (ISCED 3) ise son sırada yer almaktadır. Veriler PISA 2015 başarıları ile değerlendirildiğinde, öğrenci başına yapılan harcamaların başarı ile doğrudan ilişkili olmadığı söylenebilir. OECD ülkelerinden Macaristan, İsrail, Lüksemburg, Meksika, İsveç, Türkiye, Birleşik Krallık ve ABD'nin yükseköğretimdeki öğrencilere ilköğretim ve ortaöğretimdeki öğrenci başına yapılan harcamanın toplamından daha fazla harcama yaptıkları görülmektedir. Bu ülkeler arasında en fazla fark Türkiye'dedir. Türkiye'de yükseköğretimde öğrenci başına yapılan harcama, ilköğretim ve ortaöğretimdeki öğrenci başına yapılan toplam harcamanın neredeyse iki katını aşmaktadır. Bu bulgu yükseköğretime ayrılan GSYH oranını ile de örtüşmektedir. Bu noktada bireysel getirisi diğer eğitim kademelerine göre daha yüksek olan yükseköğretime (Kurul, 2012) diğer kademelerinin çok daha üzerinde kaynak ayırmak, hem yükseköğretime ulaşamayan kimselerin bu kaynaklardan yararlanamaması hem de kamusal kaynaklardan belirli grupların daha fazla yararlandırılması anlamına gelmektedir. Eğitim sistemlerinden kaynakları öğrencilere ve okullara adil bir biçimde dağıtması beklenmektedir. Eğitime ayrılan kaynakların bu şekilde dağıtılması aynı zamanda kaynak tahsisinde etkinliğin de gözetilmediği anlamına gelir. Kamusal kaynakların kamusal yararı en fazla sağlayacak biçimde dağıtılması gerekir. Kaynak dağılımında etkinlik kaynakların en verimli oldukları alanlarda kullanılmalıdır (Şenatalar, Kirmanoğlu, Şener & Ataç, 2007).

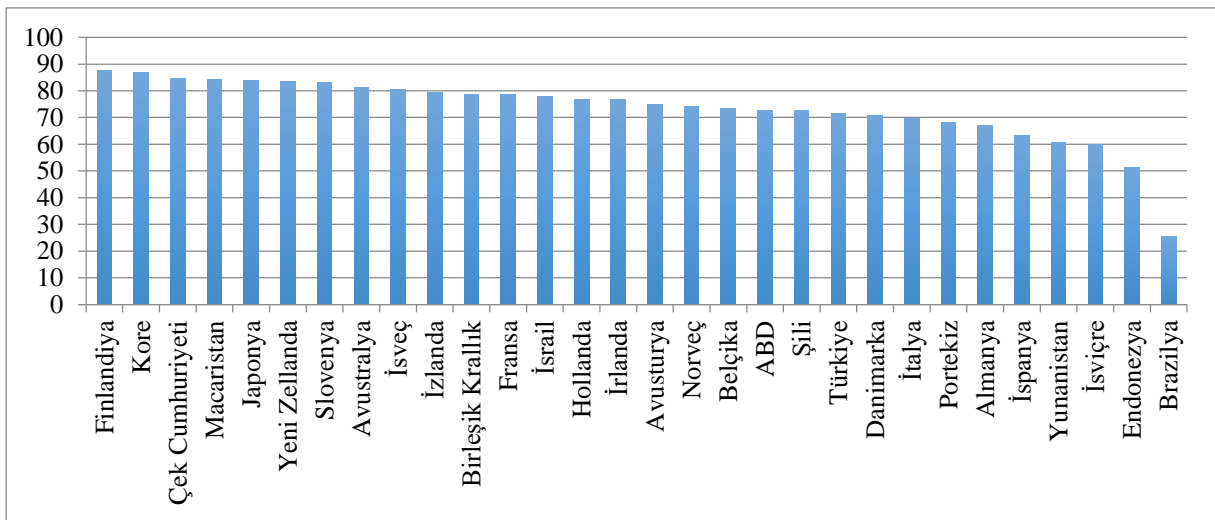
Eğitime yapılan harcamalar, PISA 2015 sonuçları bakımından değerlendirildiğinde, en başarılı ülkelerin eğitime en çok kaynak ayıran ülkeler olmadığı görülmektedir. Örneğin, yapılan toplam harcamalar bakımından ilk sıralarda yer alan Birleşik Krallık, Danimarka, Yeni Zelanda ve Norveç gibi ülkelerin PISA başarıları, OECD ortalamasının yaklaşık 10 puan üzerinde olup, en başarılı ülkelere yaklaşık 25 puan geride yer almaktadır. Bu durum, ülkelerin eğitimdeki başarılarının eğitime ayrılan kaynağın miktarından çok bu kaynakların nasıl ve nerelerde kullanıldığına bağlı olduğunu göstermektedir (OECD, 2012a).

Türkiye'nin yükseköğretim hariç eğitime yaptığı harcamalar OECD ortalamasının altındadır. Ancak, yükseköğretim için devletin yaptığı harcamalar toplam harcamaların %31.9'unu oluşturmaktadır

(OECD ortalaması %24.8). Bilindiği üzere temel eğitimin toplumsal getirileri bireysel getirilerinin üstündedir. Ancak, yükseköğretimde ise tam tersi bir durum söz konusudur (Kurul, 2012). Türkiye'de yükseköğretimde daha yüksek gelirli, eğitilmiş ve kentsel yerleşim birimlerinden gelen ailelerin çocukları daha prestijli ve yüksek getirisi olduğu varsayılan alanlarda daha yüksek oranda temsil edilmektedir (Ekinci, 2011). Dolaylı olarak yükseköğretime ayrılan yüksek payın alt sosyo-ekonomik gruplardan üst sosyo-ekonomik gruba bir kaynak aktarımına neden olduğu ifade edilebilir. Zaten Tablo 3'te belirtildiği üzere Türkiye'de üst %30'luk kesim toplam gelirin yaklaşık %76'sına sahiptir. Dolayısıyla var olan gelir eşitsizliğinin, eğitimde kaynakların dağıtımını yoluyla daha da arttırdığı söylenebilir. Benzer şekilde, Türkiye'de yükseköğretimde devlet üniversitelerinde eğitim giderlerini finanse edebilecek öğrencilerden bir ücret talep edilmemesi de fırsat eşitsizliğini arttıran durumlardan biridir. Tüm öğrencilerden eşit miktarda harç ödemesi alınmasının dahi gelir dağılımı üzerindeki bozucu etkisinden bahseden araştırmaların varlığı (Saruç, 2011) bu durumu destekler niteliktedir.

OECD'nin (2008) raporunda belirtildiği üzere, eğitimde adaleti sağlayabilmek için okul öncesi eğitime önem verilerek tüm kesimlerin nitelikli eğitimden yararlanabilmesi ve sadece ihtiyacı olanların doğrudan kaynaklarla desteklenmesi gerekmektedir. Böylece eğitime ayrılan kaynaklar aynı zamanda başarıyı da getirebilir. Tablo 4 incelendiğinde, eğitime en çok harcama yapan ülkelerin PISA sınavındaki en başarılı ülkeler olmadığı, benzer şekilde en az harcama yapan ülkelerin de en başarısız ülkeler olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, eğitime yapılan harcamalar sonucunda ne kadar başarının elde edildiği etkinlik kavramı ile de ilişkilidir. Bu bağlamda, OECD ülkelerinin kaynaklarını ne kadar etkin kullandıklarını gösteren değerler Şekil 3'de verilmiştir.

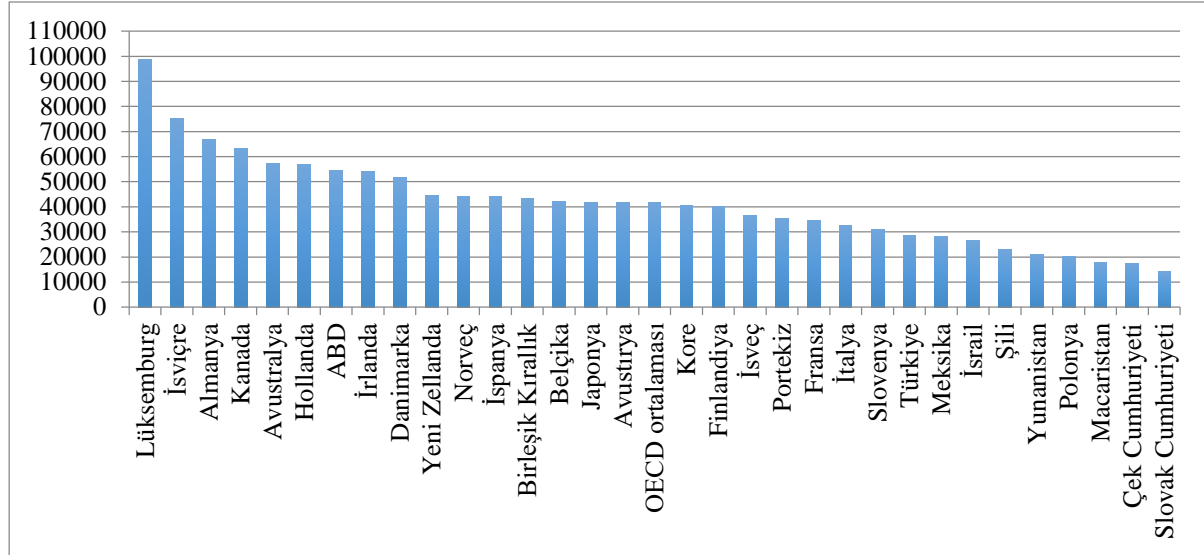
Etkinlik indeksi, 30 OECD ülkesinin eğitime ayırdıkları kaynaklar sonucunda öğrencilerin PISA 2012 sınavlarında ne kadar başarı elde ettiğini göstermektedir. Dolayısıyla kaynaklarını etkin kullanan ülkeler, eğitime harcadıkları para karşısında en iyi sonuçları almaktadır. Şekil 3 incelendiğinde, eğitime ayırdıkları kaynakları en etkin kullanan ülkelerin Finlandiya, Kore, Çek Cumhuriyeti, Macaristan ve Japonya olduğu görülmektedir. İspanya, Yunanistan, İsviçre, Endonezya ve Brezilya'nın kaynaklarını bu kadar etkin bir biçimde kullanmadıkları görülmektedir. Kaynakların etkin kullanımına ilişkin olarak Dolton vd. (2014), eğitimin etkinliğini etkileyebilecek 63 faktör olduğunu, bu faktörler arasında yalnızca öğretmen maaşları ve sınıf büyüklüğünün anlamlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde Finlandiya ve Kore'nin en etkin iki sistem olmalarının nedeni de, öğretmenlere orta düzeyde maaş vermeleri ve aynı zamanda görece yüksek öğrenci/öğretmen oranları ile ifade edilmektedir. Finlandiya ve Kore'nin PISA 2015'te de başarılı sonuçlar elde etmesi eğitime ayırdığı kaynakları etkin kullanmaya devam ettiğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Bu bağlamda, etkinlik indeksinin anlamlı yordayıcısı olduğu ifade edilen öğretmen maaşlarının PISA 2015 başarısında etkili olup olmadığını görebilmek için OECD ülkelerindeki öğretmen maaşları da araştırma kapsamında incelenmiştir.



Şekil 3. OECD ülkelerinin etkinlik indeksleri Dolton, Marcenaro-Gutiérrez & Still'den (2014, s. 11) alınmıştır.

Şekil 4'e göre, Lüksemburg, İsviçre, Almanya, Kanada, Avustralya, Hollanda, ABD, İrlanda ve Danimarka öğretmenlere yıllık 50 bin doların üzerinde maaş ödemektedir. Macaristan, Çek Cumhuriyeti ve Slovak Cumhuriyeti gibi Orta Avrupa ülkeleri ise öğretmenlere yıllık 20 bin doların altında maaş

ödemektedir. Benzer şekilde Türkiye’de de öğretmen maaşlarının OECD ortalamasının çok gerisinde olduğu (28686 dolar) görülmektedir. Öğretmenlere yüksek maaş vermek bu mesleği en iyi adayların tercih etmesini ve öğretmenlerin kendilerini profesyonel olarak hissetmelerini sağlayabilir (OECD, 2016f). Ancak, hem yüksek hem de düşük öğretmen maaşları, eğitimin etkinliğinde olumsuz bir rol oynayabilmektedir. Örneğin, eğer öğretmen maaşları yeterli düzeyde değilse nitelikli bireyleri mesleğe çekmek zor olabilir. Diğer yandan öğretmen maaşları çok yüksekse ve güvenli bir konumda olan öğretmenler etkili olabilmek için teşvik edilmezse, yüksek maaşlar istenen performansı sağlayamayabilir (Dolton vd., 2014).



Şekil 4. OECD ülkelerinde ABD doları bazında yıllık öğretmen maaşları (10 yıllık ortaokul öğretmeni) Education at a Glance: OECD’den (2016e, s. 421) alınmıştır.

Şekil 4’de dikkat çeken bir bulgu, Finlandiya ve Kore’deki öğretmen maaşlarının yüksek olmayışıdır. Ancak bu ülkelerin başarısındaki en önemli etkenlerden biri öğretmenlerin niteliğidir. Bu ülkelerde öğretmen maaşları çok yüksek olmamasına rağmen öğretmenlik mesleği çok önemli görülmekte ve öğrenciler mesleğe girebilmek için rekabet etmektedir. Bu durum kültürel etmenlerden dolayı öğretmenlerin sahip olduğu yüksek statü ile açıklanmaktadır (Dolton vd., 2014). Öğretmenlere yapılan performansa dayalı ödemenin öğrenci başarısını arttırdığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Woessman, 2011). Ayrıca Kore, Hong Kong, Çin gibi PISA’da başarılı ülkelerdeki öğretmen maaşlarının kişi başına düşen gayri safi milli hasılanın (GSYMH) iki katından fazla olduğu görülmektedir (OECD, 2012a). Dolton vd. (2014) araştırmalarında yüksek öğretmen maaşlarının PISA 2012’deki öğrenci başarısıyla ilişkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ancak alanyazında öğretmen maaşlarının öğrenci başarısıyla ilişkili olmadığını belirten araştırmalar da bulunmaktadır (OECD, 2012b). Şekil 3, OECD ülkelerinin PISA 2015 başarılarıyla karşılaştırıldığında, öğretmen maaşlarının öğrenci başarısı üzerinde doğrudan etkili olduğunu söylemek zor görünmektedir. Nitekim var olan kanıtlar öğretmen maaşlarından çok öğretmen kalitesinin öğrencilerin okul başarısı üzerinde belirleyici etkiye olduğunu göstermektedir (Barber & Mourshed, 2007).

## SONUÇ

Ülkelerin PISA’daki başarısını yalnızca eğitime ayrılan kaynakların miktarıyla açıklamak zor görünmektedir. Sonuçlar üzerinde ülkelerin ekonomik, sosyal ve kültürel yapıları, eğitimin sisteminin nasıl yapılandırıldığı, kaynakların nasıl dağıtıldığı ve eğitimin sisteminin girdileri hep birlikte bütüncül bir rol oynayabilmektedir. Bunlar arasında bilindiği üzere PISA başarısında önemli bir etmen öğretmenlerdir. PISA 2015 sonuçlarına göre, en başarılı eğitim sistemleri, öğretmenlik mesleğine en başarılı adayları seçmekte, başarılı öğretmenlerin meslekte kalmasını sağlamakta ve onların mesleki gelişim imkânlarıyla kendilerini geliştirmelerini sağlamaktadır. Bu sistemlerde eğitim ve öğretmenlik mesleğine toplum tarafından büyük önem verilmekte ve öğretmenlere yeterli destek ve fırsatlar sunulmaktadır (OECD, 2016f). Nitekim öğretmenliği çekici bir meslek haline getiren ülkeler bunu

yalnızca yüksek maaşlarla değil aynı zamanda büyük ölçüde öğretmenlere gerçek kariyer fırsatları sunarak, onlara değişim yaratabilecek profesyoneller olarak sorumluluklar vererek gerçekleştirmişlerdir (OECD, 2012b). Örneğin, PISA’da başarılarını arttıran Estonya, Polonya, Brezilya, Kolombiya, Japonya ve İsrail gibi ülkelerin öğretim kadrolarını bir takım ölçütler getirerek ve sahip oldukları imkânları arttırarak güçlendirdikleri görülmektedir (Ratcliffe, 2013). Eğitime ayrılan kaynakların miktarı, PISA başarılarını açıklamada yetersiz olmasına rağmen bu kaynakların nerelerde kullanıldığı ve nasıl dağıtıldığı başarıda önemli bir role sahiptir. PISA 2012 sonuçlarına göre en başarılı sistemlerin özelliklerinden biri eğitimsel kaynakları okullar arasında adaletli bir biçimde dağıtmasıdır (OECD, 2013).

OECD ülkelerinin eğitim harcamalarının PISA 2015 başarılarıyla ilişkili olduğu söylenebilir. PISA 2015’te başarılı sistemlerin en önemli özelliği tüm öğrencilere eşit ve kaliteli eğitim sunmasıdır. Eğitim sistemlerinin tüm kesimler için iyi bir eğitim sağlaması ise temel eğitime, özellikle okul öncesi eğitime verilen önemle yakından ilgilidir. Ancak daha önce de belirtildiği üzere Türkiye eğitime ayrılan kaynakların önemli bir bölümünü yükseköğretime ayırmaktadır. Türkiye’de okulöncesi eğitime GSMYH’den ayrılan oran (0.2), OECD ortalamasının (0.8) çok altındadır. Dolayısıyla alt sosyo-ekonomik kesimde yer alan birçok çocuk okul öncesi eğitime katılmamaktadır. Anne Çocuk Eğitim Vakfı (AÇEV) ve Eğitim Reform Girişimi (ERG) tarafından ortak hazırlanan rapora göre, OECD verileri 2012 yılı itibarıyla Türkiye’deki 15 yaşındaki öğrencilerin %70’inin hiç okul öncesi eğitim almadığını göstermektedir. Bu oran ile Türkiye, PISA 2012 katılımcısı 65 ülke arasından son sırada yer almaktadır (Oral, Yaşar & Tüzün, 2016). OECD’nin 2015’teki araştırmasının sonuçları da benzer niteliktedir. Bu çalışmada, Türkiye’deki öğrencilerin %49.6’sı hiç okul öncesi eğitim almadığını belirtmiştir (OECD ortalaması %5.2). Bu verilerle Türkiye 70 ülke arasında son sıradadır (OECD, 2016f). Ülkedeki gelir adaletinin sağlanmasında, eğitim kaynaklarının adaletli dağıtılmasının katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Eğitim kaynaklarının adaletli dağıtılması için temel eğitime ve özellikle okul öncesi eğitime ayrılan kaynaklar arttırılarak tüm çocukların okul öncesi eğitime erişimlerinin sağlanması ve dezavantajlı kesimlerin desteklenmesi gerekir.

Türkiye’de eğitimsel kaynakların dağıtımı, öğretmenlerin seçimi ve öğretmenlere sunulan profesyonel gelişim olanakları göz önünde bulundurulduğunda PISA sonuçlarının şaşırtıcı olmadığı söylenebilir. Özellikle öğretmenlerin yetiştirilmesi ve istihdam edilmesinde önemli sorunlar bulunmaktadır. Örneğin, yaklaşık 438 bin atama bekleyen öğretmen olduğu düşünüldüğünde hala pedagojik formasyon uygulamasının devam etmesi ve mesleğe başka alanlardan da geçişin sağlanması dikkat çekicidir. Ayrıca, öğretmen atamaları yetersiz olduğundan var olan açıklar her yıl ücretli öğretmenler yoluyla kapatılmaya çalışılmaktadır. 2017 yılında Türkiye’deki ücretli öğretmen sayısı 63829’dur (Türk Eğitim Sen, 2017). Bunların içerisinde eğitim fakültesi mezunu olanların oranı sadece %42’dir. Ön lisans mezunları dahi sınıf öğretmeni ve branş öğretmeni olarak görev yapabilmektedir. Ücretli öğretmenlerin görev adlığı okulların ise norm kadro ihtiyacı olan daha çok kırsaldaki veya dezavantajlı kesimdeki okullar olduğu söylenebilir. Ancak etkili eğitim sistemlerinden, dezavantajlı okulları, öğretmen ve maddi kaynaklar bakımından daha fazla desteklemeleri beklenmektedir. Türkiye’de ise tam tersi bir durum söz konusudur. Dezavantajlı okullar ve öğrencilerin desteklenmesi bir yana, bu okulların ve öğrencilerin diğerleriyle eşit şartlara bile sahip olmadığı söylenebilir. PISA 2015’te en başarılı ülkelerdeki öğrencilerinin yarısından fazlasının seviye 3, 4 ve 5’te toplandığı görülmektedir. Bir başka ifadeyle, başarılı sistemler en alt düzeydeki öğrencilerin sayısını azaltarak öğrencilerin büyük çoğunluğuna kaliteli ve nitelikli bir eğitim sağlayabilmişlerdir. Türkiye’de ise öğrencilerin neredeyse yarısı en alt düzey olan 1. seviye düzeyinde performans göstermişlerdir. Bu öğrencilerin sistem içerisinde daha fazla desteklenmesi gerekmektedir. Öğretmenlik mesleğine en başarılı adaylar seçilmeden, dezavantajlı okullar ve öğrenciler doğrudan desteklenmeden, tüm öğrencilere eşit ve kaliteli eğitim olanakları sunulmadan, öğretmenlerin statüsü, kariyer fırsatları ve mesleki gelişim olanakları arttırılmadan ve gelir adaleti sağlanmadan Türkiye’nin PISA başarısının yükselmesi zor görünmektedir.

## KAYNAKLAR

- Altinkurt, Y. & Aysel, İ. (2016). Yeni Türkiye ve eğitim: Eğitime dikkatli bakmak. İçinde İ. Kaya (Derleyen), *Yeni Türkiye’nin toplumsal yapısı* (s.13-39). Ankara: İmge Kitabevi.
- Barber, M., & Mourshed, M. (2007). How the world’s best-performing school systems come out on top (McKinsey report 2007). McKinsey & Company, McKinsey on Society. 05.07.2017 tarihinde

- [http://mckinseysociety.com/downloads/reports/Education/Worlds\\_School\\_Systems\\_Final.pdf](http://mckinseysociety.com/downloads/reports/Education/Worlds_School_Systems_Final.pdf) adresinden alınmıştır.
- Bourdieu, P. & Passeron, J.C. (2015). *Yeniden üretim: Eğitim sistemine ilişkin bir teorinin ilkeleri* (Çev. A. Sümer, L. Ünsaldı & Ö. Akkaya). Ankara: Heretik Yayınları.
- Çalışkan, Ş. (2010). Türkiye’de gelir eşitsizliği ve yoksulluk. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, 59, 89-132.
- Dolton, P., Marcenaro-Gutiérrez, O., & Still, A. (2014). *The efficiency index: Which education systems deliver the best value for money?* London: Gems Education Solutions.
- Eğilmez, M. & Kumcu, E. (2005). *Ekonomi politikası: Teori ve Türkiye uygulaması*. İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Ekinci C. E. (2009). Türkiye’de yükseköğretimde öğrenci harcama ve maliyetleri. *Eğitim ve Bilim*, 34(154), 119-133.
- Ekinci C. E. (2011). Bazı sosyoekonomik etmenlerin Türkiye’de yükseköğretime katılım üzerindeki etkileri. *Eğitim ve Bilim*, 36(160), 281-897.
- Gastwirth, J. L. (1972). The estimation of the Lorenz curve and Gini index. *The Review of Economics and Statistics*, 54 (3), 306-316.
- Giddens, A. & Sutton, P. W. (2016). *Sosyolojide temel kavramlar* (Çev. A. Esgin). (2.Baskı). Ankara: Phoenix Yayınevi.
- Gümüş, E. & Şişman, M. (2012). *Eğitim ekonomisi ve planlaması*. Ankara: Pegem Akademi.
- Illich, I. D. (1971). *Deschooling society*. Harmondsworth, Middlesex: Penguin.
- Kondor, D., Posfai, M, Csabai, I., & Vattay, G. (2014). Do the rich get richer? An empirical analysis of the bitcoin transaction network. *Plos One*, 9(2), 1-10. doi: 10.1371/journal.pone.0086197
- Kurul, N. (2012). *Eğitim finansmanı* (2. Baskı). Ankara: Siyasal Kitabevi.
- OECD (2008). Ten steps to equity in education. 16.05.2017 tarihinde <http://www.oecd.org/education/school/39989494.pdf> adresinden alınmıştır.
- OECD (2012a). Does money buy strong performance in PISA? PISA in focus. 16.05.2017 tarihinde <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisainfocus/49685503.pdf> adresinden alınmıştır.
- OECD (2012b). Does performance-based pay improve teaching? PISA in focus. 16.05.2017 tarihinde <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisainfocus/50328990.pdf> adresinden alınmıştır.
- OECD (2013). *PISA 2012 Results: What makes schools successful? Resources, policies and practices (Volume IV)*. Paris: OECD Publishing. 15.05.2017 tarihinde <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201156-en> adresinden alınmıştır.
- OECD (2016a). PISA data explorer, 2015. 13.05.2017 tarihinde <http://piaadataexplorer.oecd.org/ide/idepisa> adresinden alınmıştır.
- OECD (2016b). *PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education*, Paris: OECD Publishing. 16.05.2017 tarihinde <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en> adresinden alınmıştır.
- OECD (2016c). OECD Income distribution database (IDD): Gini, poverty, income, methods and concepts: Gini coefficient of disposable income inequality in 2014 (or latest year), 2012, 2010 and 2007, total population. 12.05.2017 tarihinde <http://www.oecd.org/social/income-distribution-database.htm> adresinden alınmıştır.
- OECD (2016d). OECD Income distribution database (IDD): Gini, poverty, income, methods and concepts: Key indicators on the distribution of household disposable income and poverty, 2007, 2012 and 2014 or most recent year, Income share in total income. 13.05.2017 tarihinde <http://oe.cd/idd> adresinden alınmıştır.
- OECD (2016e). *Education at a glance 2016: OECD indicators*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2016f). *PISA 2015 results (Volume II): Policies and practices for successful schools*, Paris: OECD Publishing. 15.05.2017 tarihinde <http://dx.doi.org/10.1787/9789264267510-en> adresinden alınmıştır.
- Oral, I., Yaşar, D. & Tüzün, I. (2016). Her çocuğa eşit fırsat: Türkiye’de erken çocukluk eğitiminin durumu ve öneriler. 16.05.2017 tarihinde [http://www.acev.org/Doc/Research/ACEV-ERG-Rapor\\_107.rar](http://www.acev.org/Doc/Research/ACEV-ERG-Rapor_107.rar) adresinden alınmıştır.
- Psacharopoulos, G., & Papakonstantinou, G. (2005). The real university cost in a “free” higher education country. *Economics of Education Review*, 24(1), 103-108.
- Ratcliffe, R. (2013). 10 things teachers need to know about the Pisa results. 16.05.2017 tarihinde <https://www.theguardian.com/teacher-network/teacher-blog/2013/dec/03/ten-things-teachers-need-to-know-pisa-results> adresinden alınmıştır.
- Ritzer, G. (2011). *Sosyoloji kuramları* (Çev. H. Hülür). (1. Baskı). Ankara: De Ki Basım Yayın.
- Saruç, N. T. (2011). Yükseköğretimin finansmanı ve finansman yöntemlerinin algılanan adalet düzeyi: Sakarya Üniversitesi paydaş görüşleri. *Maliye Dergisi*, 161, 64-75.
- Şenatalar, B., Kirmanoğlu, H., Şener, O. & Ataç, B. (2007). *Kamu ekonomisi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını, No. 789.
- Şimşek, H. (2015). Yeni liberalizm giderken. İçinde *Yeni toplumculuk ve toplumcu eğitim* (s.31-64). Ankara: İmge Kitabevi.
- TDK. (2017). Büyük Türkçe Sözlük. 03.06.2017 tarihinde <http://www.tdk.gov.tr/index> adresinden alınmıştır.

- TÜİK. (2013). Türkiye İstatistik Kurumu gelir ve yaşam koşulları araştırması, 2012. 12.05.2017 tarihinde <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13594> adresinden alınmıştır.
- TÜİK. (2016a). Türkiye İstatistik Kurumu Basın Odası haberleri. 12.05.2017 tarihinde [http://www.tuik.gov.tr/basinOdasi/haberler/2016\\_107\\_20161013.pdf](http://www.tuik.gov.tr/basinOdasi/haberler/2016_107_20161013.pdf) adresinden alınmıştır.
- TÜİK. (2016b). Türkiye İstatistik Kurumu gelir ve yaşam koşulları 2015 yılı araştırması. 12.05.2017 tarihinde <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21584> adresinden alınmıştır.
- Türk Eğitim Sen (2017). Ücretli öğretmen araştırması raporu. 10.07.2017 tarihinde [https://www.turkegitimsen.org.tr/icerik\\_goster.php?Id=11440](https://www.turkegitimsen.org.tr/icerik_goster.php?Id=11440) adresinden alınmıştır.
- Woessmann, L. (2011). Countries with performance pay for teachers score higher on PISA tests (No. 19680). University of Munich, Department of Economics.



## The impact of student centered microteaching practices on preservice science teachers' self-efficacy beliefs

Dilek Karişan

Adnan Menderes University, Faculty of Education, Aydın, Turkey, dilekkarisan@gmail.com,  
ORCID: orcid.org/0000-0002-1791-9633

**ABSTRACT** The purpose of this research was to examine the impact of micro teaching practices on preservice science teachers' self efficacy beliefs towards science teaching. The study was carried out with the volunteer participation of 50 senior preservice science teachers as part of Science Teaching Method course. The data was collected in 2016-2017 spring semester through 14 weeks. Mixed method research design using both qualitative and quantitative research methods guided the study. Science Teaching Self-efficacy Beliefs (STEBI) Scale originally developed by Riggs & Enochs (1990) and adapted to Turkish by Tekkaya, Çakıroğlu & Özkan (2004) was used two times as pre-post test, before and after the investigation. In addition to STEBI, semi structured interviews were conducted to explore preservice teachers' views about micro teaching practices. The results of the study showed that micro teaching experiences have significant effect on preservice teachers' self-efficacy beliefs.

*Keywords* Micro teaching, Science education, Self-efficacy beliefs,

## Öğrenci merkezli mikroöğretim deneyimlerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarına etkisi

**ÖZ** Bu araştırmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının mikro öğretim deneyimlerinin fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançlarına etkisini incelemektir. Çalışma Özel Öğretim Yöntemleri dersini alan fen bilgisi öğretmenliği son sınıf öğrencisi 50 öğretmen adayının gönüllü katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Veriler 2016-2017 güz yarısında 14 haftalık süre zarfında toplanmıştır. Çalışma nitel ve nicel yöntemin birlikte kullanıldığı karma araştırma deseni ile yürütülmüştür. Riggs & Enochs (1990) tarafından geliştirilen ve Tekkaya, Çakıroğlu & Özkan (2004) tarafından Türkçe'ye uyarlanan Fen Öğretimine Yönelik Öz-yeterlik ölçeği ön test son test olmak üzere uygulama öncesinde ve sonrasında iki kez kullanılmıştır. Ayrıca yarı yapılandırılmış görüşmelerle öğretmen adaylarının mikroöğretim deneyimleri hakkında bilgi edinilmiştir. Çalışma sonuçları mikro öğretim deneyimlerinin fen öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançları üzerinde olumlu etkisinin olduğunu göstermiştir.

*Anahtar Kelimeler* Mikro öğretim, Fen eğitimi, Öz-yeterlik inancı,

*Cite This Article:* Karişan, D. (2017). The impact of student centered microteaching practices on preservice science teachers' self-efficacy beliefs. *Turkish Journal of Education*, 6(4), 186-199. DOI: 10.19128/turje.341776

## EXTENDED SUMMARY

The foremost aim of the education is to raise qualified people and there is an accumulated endeavour to serve this aim. Constant development, update of programs, and proposing various methods and techniques to ensure permanent learning are the products of this endeavor. In the learning process, many factors such as curriculum, physical environment, course material, learners and teachers influence the success of students (Küçükahmet, 2009). The most effective factor is the "teacher" factor (Demirtaş, Cömert & Özer, 2011). This is because teachers have an active role in reshaping educational policies as they are the first appliers of those policies on the ground (Gürbüztürk & Koç, 2016).

It is known that the "teaching self-efficacy beliefs" that teachers possess are influential in the information transfer process as well as the concrete skills of the teachers such as content and methodological knowledge. It is even stated that teachers' methods of self-efficacy beliefs and techniques influence their ability to adopt student-centered education (Czerniak & Schriver, 1994). It is known that the "self-efficacy belief" (Zimmerman, Bandura & Martinez-Pons, 1992), which affects people's goals, their efforts to reach these goals, and their determination to cope with difficulties, is also very influential on education. The aim of this research is to examine the effect of special teaching methods, which enriches science education with student-centered micro-teaching practices, on science teachers' self-efficacy beliefs towards science teaching. The research questions are as follows:

1. Is there any effect of micro-teaching practices based on student-centered approaches on science teachers' self-efficacy beliefs towards science teaching?
2. What are science teacher candidates' views on micro-teaching experiences based on student-centered approaches?

The study employed a mixed research design that used both qualitative and quantitative methods. This method provides a better understanding of the problem of research than employing the qualitative or quantitative design alone (Cresswell, 2008). The research was carried out in the course of "Science Teaching Methods II" offered at the final year of science teacher education program. The course was completed in the fall semester of 2016-2017 academic year and lasted for 14 weeks. Participants of the study were 50 science teacher candidates (11 male, 39 female).

The "Science Teaching Efficacy Belief, [STEBI]" developed by Enochs and Riggs (1990) (Science Teaching Efficacy Belief, [STEBI]) was used as a data collection tool. The scale is adapted into Turkish by Tekkaya, Çakıroğlu & Özkan (2004) and used as "Self-efficacy Scale for Science Teaching." In addition to the scale, semi-structured interviews were conducted with fifteen randomly selected teacher candidates to find out whether micro-teaching experiences based on student-centered approaches have an effect on self-efficacy perceptions. Quantitative data were analyzed using the IBM SPSS 18.0 program. Qualitative data were analyzed using content analysis and descriptive analysis. Self-efficacy beliefs did not differ significantly in terms of gender before application of science teacher candidates,  $t(48) = 1.67, p > .05$ . This result shows that the male and female students' self-efficacy beliefs are similar before the application. The self-efficacy beliefs of science teacher candidates did not differ significantly in terms of gender after the implementation of science teacher candidates,  $t(48) = .76, p > .05$ . This result shows that the self-efficacy beliefs of male and female students are similar after the application. Science teaching self-efficacy beliefs of science teacher candidates t-test scores for pre-test post-test scores showed that micro-teaching experiences had a positive effect on science teacher candidates' self-efficacy beliefs.

As a result, it has been found that after microteaching practice based on student-centered approaches, science teacher candidates have a significant increase in self-efficacy beliefs towards science teaching. Moreover, according to the results obtained from semi-structured interviews with teacher candidates, this course helped candidates gain experience in subjects such as increasing technical knowledge, presenting in front of the crowd, evaluating lessons, conducting experiments, and preparing materials. While a large majority of teacher candidates state that there is a relationship between student success and the teacher's pedagogical background knowledge, a preservice teacher has emphasized that students should also make an effort to make preparations.

## GİRİŞ

Ortaya koyulan performans etkileyen en önemli faktörlerden biri öz-yeterlik inancıdır (Feltz, Chow ve Hepler, 2008). Öyle ki, davranışlar kişinin sahip olduğu öz-yeterlik inancı ile şekillenir ve düzenlenir (Bandura, 1977, 1986). Sosyal Bilişsel Teoriye (Bandura, 1986) göre öz-yeterlik inancı dört temel faktörden etkilenmektedir. Bu faktörler: kişisel deneyimler, dolaylı yoldan edinilen deneyimler (başkalarının davranışlarını gözlemleyerek, o davranışların sonuçlarının yorumlanması), sosyal-sözel ikna, ve fizyolojik (duyuşsal) durumlar olarak özetlenebilir (Bandura, 1986). Bu dört faktör günlük hayatın akışı içerisinde öz-yeterlik algısına süregelen bir şekilde etki etmektedir. Öz-yeterlik algıları da kişilerin karar verme sürecindeki duyuşsal, bilişsel, fiziksel işlevselliğini ve motivasyonunu etkilediği gibi başarı ve başarısızlık durumlarında sorumluluğu kime/neye yükledikleri, zorluklarla nasıl mücadele ettiklerini belirlemektedir (Bandura, 2012). İki farklı kişi aynı olayı aynı şekilde deneyimlese bile, öz-yeterlik inançları, kişilerin olayı yorumlayış şekline göre farklılık gösterir (Bandura, 1982). Öz-yeterlik inancı yüksek olan kişiler zor bir durumla karşılaştıklarında bunun zorlayıcı ama çözülebilir olduğunu düşünürler, imkânsız bir olay olarak algılamazlar. Zorlayıcı hedefler belirleyerek, hedefe kilitlenirler, başarısızlık durumunda daha çok çaba sarf ederler, başarısızlığın sebebini yetersiz çaba göstermelerine ya da bilgi ve beceri eksikliğine yorarlar ve yeterince çaba ile üstesinden gelebilecekleri konusunda kendilerine güvenirlir (Pajares, 1992).

Bilgi aktarım sürecinde öğretmenlerin konu alanı bilgisi, öğretim yöntem teknik bilgisi, değerlendirme yöntemleri gibi somut becerilerin yanı sıra sahip oldukları “öğretme öz-yeterlik inançlarının” da süreci etkilediği bilinmektedir. Hatta öğretmenlerin sahip oldukları öz-yeterlik inancının kullanacakları yöntem ve teknikleri ayrıca öğrenci merkezli eğitim anlayışını benimseyip benimsemeyeceklerini etkilediği belirtilmektedir (Czerniak ve Schriver, 1994). Kişilerin kendilerine belirledikleri hedefleri, bu hedeflere ulaşmak için sarf edecekleri çabayı ve zorluklarla mücadele etmedeki kararlılıklarını etkileyen “öz-yeterlik inancının” (Zimmerman, Bandura ve Martinez-Pons, 1992) eğitim öğretim üzerinde de oldukça etkili olduğu bilinmektedir.

Öğretme öz-yeterlik algısı “öğrencilerin dikkatini çekme, öğrenmelerine yardımcı olma ve hedef davranışlara ulaşmak konusunda kendi yetenekleri hakkında yaptıkları yargılamalardır” (Tschannen-Moran ve Woolfolk- Hoy, 2001, s.783). Öğretmenlerin, öğrencilerinin öğrenmeleri üzerinde pozitif etkileri olduğuna dair inançları (Ashton, 1985) öğrencilerin başarısı, motivasyonu ve öğretmenlerin yeniliklere adapte olma becerisi, sınıf yönetimi becerisi gibi birçok faktör üzerinde etkilidir (Woolfolk ve Hoy, 1990). Öte yandan öğretmenlerin sahip olduğu öz-yeterlik inancı ve mesleğe ilişkin tutumları, sadece sınıf içi etkinliklerdeki başarılarını değil, okuldaki eğitim-öğretim etkinliklerinin niteliğini de etkileyeceği dolayısı öz-yeterlik algısı yüksek bir öğretmenin, mesleğinde daha başarılı olacağı düşünülmektedir (Demirtaş, Cömert, ve Özer, 2011). İlgili alanyazın incelendiğinde, öğrenme öğretme sürecini doğrudan etkileyen öğretmen öz-yeterlik inançlarının belirlendiği, bu inançları etkileyen faktörlerin ortaya çıkarılması ve öz-yeterlik inancının nasıl artırılacağı ile ilgili ulusal ve uluslararası alan yazında birçok çalışma olduğu görülmektedir. (Şenler, 2017; Tschannen-Moran ve Woolfolk-Hoy, 2007; Vescio, Ross, Adams , 2008; Yılmaz Huyugüzel-Çavaş , 2008; Zimmerman vd., 1992).

Öğretmenlerin öz-yeterlik algısı öğrenme sürecini doğrudan etkilediği için ve öz-yeterlik inancı düşük olan öğretmenlerin karşılaştıkları problemlerin üstesinden gelmeye çalışmadıkları, kolaylıkla vazgeçmeye meyilli olmaları, öz-yeterlik inancı yüksek olan öğretmenlerin ise yeni öğretme yöntemleri denemek ve yeni deneyimler edinmek için istekli olmaları (Schunk, Hanson, ve Cox, 1987) sebebiyle öğretme öz-yeterliliğini etkileyen faktörlerin araştırılması elzemdir.

Öğretme öz yeterliliği ile ilgili çalışma sonuçları tek ve tutarlı bir sonuca bağlanmamaktadır. Kanada ve Kore gibi ülkelerde yapılan çalışmalarda öğretmen adaylarının lisans eğitimleri boyunca öz-yeterlik inançlarının artmakta olduğu hatta staja gittiklerinde bu artışın belirginleştiği rapor edilirken; aynı öğretmen adaylarının mesleğe başladığı ilk yılın sonunda öz-yeterlik inançlarının düştüğü belirtilmektedir. Öte yandan İsrail ve Tayvan gibi ülkelerde öğretmen adaylarının lisans eğitimleri sırasında öz-yeterlik inançlarında bir değişime rastlanmadığı, meslek hayatına atıldıktan sonra ise zamanla azalma olduğu rapor edilmiştir (aktaran Chang ve Engelhard, 2016). Öğretmen eğitim programındaki derslerin öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarını geliştirmesi beklenmektedir. Ancak ilgili alanyazına bakıldığında genel olarak eğitim fakültesi öğretim programındaki derslerin öz-yeterlik inancı üzerinde çok az etki ettiği görülmektedir (Hardy, Spendlove and Shortt, 2015). Programda öz-yeterliliği en çok etkileyen dersin mikro öğretim uygulamaları olduğu (Cinici, 2016;

Hattie, 2009) bu derslerin teori, gösteri, pratik, geri dönüt, öğretim koçluğu gibi öğretme süreci ile ilgili tüm bileşenleri kapsadığı (Hattie, 2009 s. 112) öne sürülmektedir. Ayrıca bu uygulamaların öğretmen adaylarına gerçek bir ders ortamında nelerle karşılaşılacakları, öğrencilerin nerelerde anlama zorlukları çekebileceği, planın güçlü ve zayıf yönlerinin neler olduğu gibi sorunları tespit etme şansı tanıdığı (Zhou, Xu, ve Martinovic, 2017), bu nedenle öz-yeterlik inançlarında bir değişim oluşturmayı hedefleyen eğitimciler için oldukça etkili bir yöntem olduğu öne sürülmektedir.

Ülkemizdeki öğretmen yetiştirme programları incelendiğinde Yükseköğretim Kurumu'nun (YÖK) öğretmen adaylarının hizmet öncesi eğitimlerinde üç temel alanda donanım sahibi olmalarını hedeflediği görülmektedir. Bu alanlar; meslek bilgisi dersleri (pedagoji bilgisi), alan bilgisi ve genel kültür dersleridir (YÖK, 2007). Lisans eğitiminin ilk yıllarında genel kültür ağırlıklı dersler alan öğretmen adayları eğitimlerinin son yıllarına doğru öğretmenlik pedagojik alan bilgisi dersleri ağırlık kazanmaktadır.

Pedagojik alan bilgisi derslerinin son yıllara doğru artmasının sebebi öğretmen eğitimi sırasında öğretmen adaylarının sahip oldukları alan bilgisini aktaracakları yaş grubunun fiziksel ve psikolojik ihtiyaçlarını iyi bilmeleri ve bu ihtiyaçlara göre derslerini düzenleyebilecekleri yöntem tekniklerden haberdar olmaları gerekliliğidir. Özel Öğretim Yöntemleri dersi teorik ve pratiğin bir arada olduğu ve öğretmen adaylarının öğrenmiş oldukları öğretim yöntem ve teknikleri uygulamaya geçirme fırsatı yakaladıkları bir ders olması sebebiyle öğretmen eğitiminde önemli bir yere sahiptir (Gürbüz Türk ve Koç, 2016). Bu dersler “aday öğretmenlikten” “gerçek öğretmenliğe” geçişin ilk basamağı olarak görülmektedir (Katrina, 2004). Bu ders kapsamındaki mikroöğretim deneyimlerinin öğretmen adaylarının zaman yönetimi, ders planlama, etkili iletişim, sınıf yönetimi gibi öğretim becerileri üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu ve öz-yeterlik inançlarına katkı sağladığı savunulmaktadır (Bakır, 2014; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2008). Christian (2017) mikroöğretim uygulamalarının öğretme öz yeterliliğini etkileyen faktörler arasında listelemiştir. Mikro öğretim deneyimleri sayesinde öğretmen adayları bir çok öğretim tekniğini uygulama şansı bulmakta, dersle ilgili her ayrıntıyı düşünmeleri gerektiği için de ilgili dersin öğretimine yönelik öz-yeterlik inançları olumlu yönde gelişmektedir (Zhou, ve ark. 2017) ayrıca bu deneyimler gerçek sınıf ortamına girmeden önce teorik ve pratik uygulamaların bir örneğini oluşturduğu için öğretmenlik mesleğine hazırlamada önemli bir uygulama olarak görülmektedir (Akkuş ve Üner, 2017; Babacan ve Ören, 2017; Sevim, 2013; Subramaniam, 2006).

Mikroöğretim uygulamalarının öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik inançlarını olumlu etkilediği sonucu ulusal ve uluslararası alanyazında birçok araştırma ile desteklenmektedir (Akkuş ve Üner, 2017; Babacan ve Ören, 2017; Şenler ve Sungur, 2010; Yakar ve Turgut, 2017; Oliveria, 2009). Yakar ve Turgut (2017) Özel Öğretim Yöntemleri II dersi kapsamında 58 fen öğretmen adayı ile yapmış oldukları çalışmada, uygulama öncesi ve sonrasında öğretme öz-yeterlik inançlarının değişip değişmediğini incelemişler ve uygulama öncesinde geleneksel öğretmen modelini benimseyen öğretmen adaylarının uygulama sonrasında daha öğrenci merkezli yöntemleri savundukları sonucuna varmışlardır. Mikroöğretim deneyimleri sayesinde öğretmen adayları kendi öğretim yöntemlerine yönelik öz eleştiri yapma fırsatı bulmuşlar, öğretimlerinin güçlü ve zayıf yönlerini tartışma, ders öncesi teorik olarak planladıkları ile ders esnasında yapılan uygulamayı karşılaştırma ve konuşma şansı bulduklarını belirtmişlerdir. Mikroöğretim uygulamaları öğretmen adaylarının kendi öğretme becerilerini eleştirel bir gözle değerlendirmelerine olanak sağladığı için öğretme öz-yeterlik inancını geliştirmede etkili bir öğretim yöntemi olduğu savunulmaktadır (Amobi & Irwin, 2009)

Fen bilgisi dersi fizik, kimya ve biyoloji alanlarının temellerinin atıldığı ders olması sebebi ile fen öğretmen adaylarının hem alan bilgilerinin hem de sahip oldukları bilgiyi aktarabilecekleri yöntem teknik bilgilerinin çok iyi olması gerekmektedir. Özellikle fen öğretmenleri ve öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarının diğer branşlara göre daha düşük olduğu dikkate (Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2008) alınarak nitelikli öğretmen yetiştirmek için öğretmen adaylarına hizmet öncesi verilen eğitime daha çok önem verilmesi gerekmektedir. Bu araştırmanın amacı alanyazında önemi sıklıkla vurgulanan Özel Öğretim Yöntemleri dersinin fen eğitiminde öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikro öğretim uygulamaları ile zenginleştirilmesinin fen öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançlarına etkisini incelemektir. Bu bilgiler ışığında çalışmaya rehberlik eden araştırma sorusu aşağıdaki gibidir:

1. Öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançlarına etkisi var mıdır?

- Öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim uygulamaları öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançları cinsiyete göre farklılık göstermekte midir?
  - Öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim uygulamaları sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançları cinsiyete göre farklılık göstermekte midir?
  - Öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim uygulamaları sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançları ön-test son-test puanları arasında fark var mıdır?
2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim deneyimleri hakkındaki görüşleri nasıldır?

## YÖNTEM

Bu araştırma nitel ve nicel yöntemin birlikte kullanıldığı karma araştırma desen ile yürütülmüştür. Bu yöntem araştırma probleminin derinlemesine araştırılmasını sağlar (Cresswell, 2008). Cresswell (2008) karma araştırma desenlerinin gömülü, açıklayıcı, keşfedici ve paralel olmak üzere dört kategoride ele almıştır. Bu çalışmada Fen öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarının değişip değişmediği ve eğer varsa bu değişimin sebebinin ne olduğunun araştırılabilmesi için nicel verilerin yanısıra nitel verilerden yararlanılması gerekli görülmüştür. Uygulama esnasında nitel ve nicel veri toplama araçları farklı zamanlarda uygulanmıştır. Nicel veriler toplanıp analiz edildikten sonra nitel veriler ile derinlemesine araştırma yapılan bu çalışma “açıklayıcı karma yöntem” araştırmasıdır.

### Araştırma Deseni

Araştırma fen bilgisi öğretmenliği programının son sınıf düzeyinde yer alan “Özel Öğretim Yöntemleri II” dersi kapsamında yürütülmüştür. Ders 2016-2017 eğitim öğretim yılı güz döneminde 14 haftalık sürede tamamlanmıştır. Ders süresi, iki saat teorik iki saat uygulama olmak üzere toplam dört saatten oluşmaktadır. Teorik kısımda örnek olay yöntemi, işbirlikli öğrenme, probleme dayalı öğrenme, argümantasyon, istasyon tekniği, etkinlik temelli öğrenme, tahmin-gözlem-açıklama (TGA), yaratıcı drama, analogi, kavram haritaları, beyin fırtınası, 6 şapka öğrenme tekniği hakkında makale incelemeleri yapılmış ve örnek uygulamalar incelenmiştir. Uygulama kısmında, mikroöğretim yaptırılmıştır. Bu uygulamalar üç ila on arasında öğretmen adayının en az dört en çok yirmi dakikalık sürelerde öğretim deneyimi kazandıkları, kullandıkları stratejinin etkililiği ve göstermiş oldukları performansla yönelik ders öğretim üyesinden ve akranlarından anında geri dönüt alabildikleri gerçek öğretim ortamlarının zaman ve öğrenci sayısı bakımından küçültülmüş halidir (Allen ve Clark, 1967).

Mikroöğretim uygulamalarında ise öğrenciler ikişerli gruplara ayrılmış ve sorumlu oldukları yöntem/teknik uygulamaları bir fen konusu belirleyip (Tablo 1), 5E yöntemine uygun biçimde ders planı hazırlamışlardır. Hazırlamış oldukları ders planlarının ilgili öğretim üyesi tarafından incelenmesi ve gerekli dönütlerin verilmesinin ardından ders uygulamaya geçirilmiştir.

Tablo 1.

*Fen bilimleri dersi konuları ve uygulamada kullanılan özel öğretim yöntem/teknikleri*

Yöntem/Teknik	Fen Konusu
Örnek olay	Dengeli ve sağlıklı beslenme, Mantarlar
İşbirlikli öğrenme	Duyu organları, Canlılar ve Enerji
Probleme Dayalı Öğrenme	Sıvıların kaldırma kuvveti, Asit yağmurları
Argümantasyon	Fiziksel-Kimyasal değişim, Gaz Basıncı
İstasyon	Vucudumuzdaki sistemler, Yaşamımızda elektrik
Etkinlik temelli	Maddenin tanecikli yapısı
Tahmin-gözlem-açıklama	Çözeltilerin elektrik iletkenliği, Seri bağlı devreler
Yaratıcı drama	Güneş sistemi ve ötesi, DNA'nın kendini eşlemesi
Kavram haritaları	Boşaltım sistemi, Besinler ve özellikleri
Beyin fırtınası	Alternatif enerji kaynakları
6Şapka	Biyolojik çeşitlilik, Erezyon
Analogi	Hücre ve organelleri, Gözün yapısı

Tablo 1 de öğretmen adaylarının mikroöğretim uygulamaları için belirlemiş oldukları fen konuları görülmektedir. Bu konuların seçimi öğretmen adaylarının inisiyatifine bırakılmıştır. Adaylar konu belirlerken yöntemin uygulanmasına elverişli olup olmamasına, aynı konunun daha önceki haftalarda

başka yöntemlerde kullanılmış olmamasına özen göstermişlerdir. Her bir öğretim yöntemi iki ders saatinde tamamlanmıştır. Bu uygulamalar esnasında mikroöğretim uygulamasını gerçekleştiren iki öğretmen adayı “öğretmen” geri kalan sınıf üyeleri ise ilgili konunun öğretildiği sınıf düzeyi öğrencileri rolüne bürünmüşlerdir. Örneğin yaratıcı drama yönteminin kullanıldığı “güneş sistemi ve ötesi” konusu öğretimi esnasında sınıf üyeleri yedinci sınıf öğrencisi gibi davranmışlar ve o yaş grubundan gelebilecek olası soruları düşünerek konuyu anlatan “öğretmenlerine” çeşitli sorular yöneltmişlerdir. Öte yandan anloji yöntemi kullanılarak anlatılan “gözün yapısı” konusu esnasında sınıf üyeleri altıncı sınıf öğrencisi gibi davranmışlardır. Mikroöğretim uygulaması esnasında konu anlatan öğretmen adayları konu öğretiminin yanı sıra, sınıf yönetimi, beklenmedik sorular karşısında ne tür cevaplar verilebileceği, konu dışı tartışmaları nasıl yönetmeleri gerektiği gibi durumlarla karşılaşmışlar ve bu durumlara çözümler üretmişlerdir.

Sene başında öğretmen adayları ikişerli grup oluşturmuşlardır. Bu grupların hangi yöntem ve tekniği kullanarak ders anlatacakları kura yöntemi ile belirlenmiştir. Öğretmen adayları anlatacakları konu ve sınıf düzeyine kendileri karar vermişlerdir. Seçtikleri konuyu uygulama yapacakları yönteme nasıl uyarlayacakları konusunda, ders planı hazırlama ve öğretim materyali tasarlama aşamalarında öğretim üyesi ile haftalık görüşmeler yapmışlardır. Cuma günleri yapılan bu görüşmenin ardından öğretmen adayları cumartesi pazar boyunca ders planı geliştirme, ders içi etkinlikleri planlama, ilgili ders materyali geliştirme gibi hususları netleştirip hafta başında ilgili öğretim üyesi ile ikinci kez görüşme yapmışlardır. İkinci görüşmede öğretim üyesi ders planında gördüğü eksiklikleri değerlendirmiştir. Bu değerlendirmeler; ders içeriğinin kazanımlara erişimi konusunda uygun olup olmadığı, seçilen etkinliklerin ilgili öğretim yönteminin uygulanmasına olanak sağlayıp sağlamadığı, dersin olası kavram yanlışları düşünülerek kurgulanıp kurgulanmadığı gibi kriterleri içermiştir. Öğretmen adayları belirtilen eksiklikleri düzenleyip son halini verdikleri ders planını Salı günü ilgili öğretim üyesine e posta yolu ile iletmışler ve her hafta Çarşamba günü ders saati içerisinde planlarını uygulamaya geçirmişlerdir. Uygulamalar video ile kayıt altına alınmış ve kayıtlar ilgili öğretmen adayları ile paylaşılmıştır. Uygulama sonunda öncelikle ders anlatan öğretmen adaylarına öz değerlendirme yapma imkânı verilmiştir. Bu sayede öğretmen adayları mikroöğretim uygulamaları esnasında karşılaştıkları zorlukları, dersi planladıkları gibi yapıp yapamadıkları, eğer yapamadılarsa sebeplerinin neler olduğunu yansıtmaya şansı bulmuşlardır. Öz değerlendirmelerin ardından sınıf üyeleri sunum yapan arkadaşlarını değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmeler; dersin ön bilgileri yoklayıp yoklamadığı, somut kavramlardan soyut keşiflere imkân verilip verilmediği, öğretmenin konu hâkimiyeti, konuların günlük hayatla bağlantısı, öğrenmeyi kolaylaştırıcı materyal kullanılma durumu, çeldirici sorularla öğrencilerin düşünmeye sevk edilmesi, öğrenci merkezli olması gibi kavramlar etrafında yapılmıştır. Akran değerlendirmesinin ardından öğretim üyesi ders esnasında tespit ettiği olumlu davranışları takdir edip, varsa tespit ettiği olumsuz davranışları (örneğin sınıftan gelen soruların görmezden gelinmesi, kavram yanlışlığına sebep olabilecek söylemler, sınıf düzeyine uygun olmayan konu içeriğine değinme vb.) özetlemiştir. Ders öğretim üyesinin yaptığı eleştirilerin mikroöğretim yapan grup üyeleri ve sınıf üyeleri tarafından genel olarak tartışılması ile sonlandırılmıştır.

### **Katılımcılar**

Araştırmanın katılımcıları fen bilgisi öğretmenliği son sınıf öğrencisi 50 (11 erkek, 39 kadın) öğretmen adayından oluşmaktadır. Öğretmen adaylarının sosyoekonomik düzeyleri birbirine yakındır. Öğrenci profili genel olarak ege bölgesindeki iller ile sınırlıdır. Bir öğretmen adayı aslen doğu illerinde ikamet etmektedir. Bir öğretmen adayı da doğu illerinde bir üniversitede öğrenim görmekte iken Farabi değişim programı ile uygulamanın gerçekleştirildiği üniversitede bulunmaktadır. Öğretmen adayları arasında herhangi bir kurumda staj yapan ya da kısmi zamanlı çalışan öğrenci bulunmamaktadır. Yalnızca iki öğrenci ortaokul düzeyinde özel ders vermektedir. Adaylar son sınıf öğrencisi oldukları için kamu personeli seçme sınavına hazırlanmaktadırlar yarıya yakını (n=23) KPSS kursuna devam etmektedirler.

### **Veri Toplama Araçları**

Veri toplama aracı olarak Enochs ve Riggs (1990) tarafından geliştirilen (Science Teaching Efficacy Belief, [STEBI]) Tekkaya, Çakıroğlu ve Özkan (2004) tarafından Türkçe'ye uyarlanan “Fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inancı ölçeği” (FÖYÖİ) kullanılmıştır. Ölçek beşli likert tipinde, “fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inancı”, “fen öğretiminde sonuç beklentisi” olmak üzere iki alt boyut ve toplam 23 maddeden oluşmaktadır. Orijinal ölçeğin birinci alt boyutu 13 madde içermekte ve bu alt boyut için ve

.89 cronbach alfa güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır. İkinci alt boyutu ise 10 madde ve .76 güvenirlik katsayısına sahip olduğu görülmektedir. Türkçe versiyonu için ise güvenirlik katsayıları .80 ve .72 olarak hesaplanmış ve güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada ise güvenirlik katsayısı .72 ve .70 hesaplanmıştır.

Ölçek dönem başında ve dönem sonunda ön-test son test şeklinde iki kez uygulanmıştır. Öğrenci takibi yapabilmek için ön test uygulamasında her öğrenciye bir numara verilmiş ve son test uygulamasında kişisel bilgi kısmına bu numaraları yazmaları istenmiştir. Böylelikle gizlilik ilkesi ihlal edilmeyerek, öğrencilerin rahat bir şekilde cevaplamaları sağlanmıştır.

FÖYÖİ ölçeğine ek olarak adaylar arasından rastgele seçilen on beş öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim deneyimlerinin öz-yeterlik algılarına etkisi olup olmadığı ortaya çıkartılmaya çalışılmıştır.

### Veri Analizi

Nicel veriler PASW 18 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bağımlı gruplara ait puan ortalamaları farkının manidar olup olmadığı 0.05 manidarlık düzeyinde test edilmiş ve .95 olasılıklı güven aralığı elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının, fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançlarının mikroöğretim deneyimleri öncesi ve sonrasında değişim gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla ilişkili örneklem t testi kullanılmıştır.

Nitel veriler içerik analizi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. İçerik analizinde konu ile ilgili sözel, yazılı ve diğer materyallerin nesnel ve sistematik bir şekilde incelenir (Tavşancıl ve Aslan, 2001). Bu çalışmada da yarı yapılandırılmış görüşme kayıtları yazıya dökülerek veriler içerik analizi ile incelenmiştir. Analizi sırasında oluşturulan kodlar, kodlayıcı güvenirliğini sağlamak için iki uzman tarafından bağımsız olarak analiz edilmiştir. Belirlenen kodlar kıyaslanarak, görüş ayrılığı olan durumlar tartışılmıştır. Kodlayıcı güvenirliği için Miles ve Huberman'ın (1994) tarafından belirlenen güvenirlik formülü kullanılmıştır. Öğrenci cevaplarından doğrudan alıntılara yer verilerek olay olduğu gibi özetlemeye çalışılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Doğrudan alıntılarda öğrenci isimleri yerine K1 K2 gibi numaralar kullanılmıştır.

### BULGULAR

Öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim deneyimlerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançlarına etkisinin incelendiği bu çalışma sonuçları sırasıyla nicel veri ve nitel veri analizi şeklinde sunulacaktır. Öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançlarına etkisi var mıdır? Sorusunu cevaplamak için üç alt problem belirlenmiştir. Bu alt problemlerden ilkinde “öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim uygulamaları öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançları cinsiyete göre farklılık göstermekte midir? Sorusuna cevap aranmıştır.

Araştırmada analizlerdeki anlamlılık düzeyi en az .05 olarak kabul edilmiştir. Verilerin analizi yapılırken öncelikle dağılım normallliği test edilmiştir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının FÖYÖİ testinden aldıkları başarı puanlarının dağılımının normallğine ilişkin yapılan analizde “Shapiro Wilks” testinin sonucu  $p=.41$  (kadın öğrenciler)  $p=.64$  (erkek öğrenciler) olduğu görülmektedir. Bu değerler .05'ten büyük olduğu için kadın ve erkek öğrencilerin FÖYÖİ testi puan dağılımlarının normal olduğu kabul edilir. Bu sebeple veriler, parametrik analiz yöntemlerinden bağımsız gruplar için t testi kullanılarak analiz edilmiştir.

Tablo 2

*Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimi öz-yeterlik inancı ölçeği ön-test puanlarının cinsiyete göre t testi sonuçları*

Ölçüm	N	X	S	Sd	t	p
Kadın	39	89.02	5.80	48	1.67	0.06
Erkek	11	85.09	9.95			

Fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesinde öz-yeterlik inançları cinsiyete göre anlamlı fark göstermemektedir,  $t(48)=1.67$ ,  $p>.05$ . Bu sonuç uygulama öncesinde kadın ve erkek öğrencilerin öz-yeterlik inançlarının benzer olduğunu göstermektedir.

İlk araştırma sorusunun ikinci alt probleminde “öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim uygulamaları sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançları cinsiyete göre farklılık göstermekte midir?” sorusunun cevabı araştırılmıştır.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının FÖYÖİ testinden aldıkları başarı puanlarının dağılımının normalliğine ilişkin yapılan analizde “Shapiro Wilks” testinin sonucu  $p=.93$  (kadın)  $p=.21$  (erkek) olduğu görülmektedir. Bu değerler .05’ten büyük olduğu için öğrencilerin FÖYÖİ testi puan dağılımlarının normal olduğu kabul edilir. Bu sebeple veriler, parametrik analiz yöntemlerinden bağımsız gruplar için t testi kullanılarak analiz edilmiştir.

Tablo 3

*Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimi öz-yeterlik inancı ölçeği son-test puanlarının cinsiyete göre t testi sonuçları*

Ölçüm	N	X	S	Sd	t	p
Kadın	39	94.15	8.17			
Erkek	11	91.81	11.22	48	.76	0.50

Fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama sonrasında öz-yeterlik inançları cinsiyete göre anlamlı fark göstermemektedir,  $t(48)=.76$ ,  $p>.05$ . Bu sonuç uygulama sonrasında kadın ve erkek öğrencilerin öz-yeterlik inançlarının benzer olduğunu göstermektedir.

İlk araştırma sorusunun üçüncü alt probleminde ise “öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim uygulamaları sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançları ön-test son-test puanları arasında fark var mıdır? Sorusuna cevap aranmıştır.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının FÖYÖİ ölçeğinden aldıkları başarı puanlarının dağılımının normalliğine ilişkin yapılan analizde “Shapiro Wilks” testinin sonucu  $p=.46$  (ön test)  $p=.47$  (son test) olduğu görülmektedir. Bu değerler .05’ten büyük olduğu için ön test ve son test puan dağılımının normal olduğu kabul edilir. Bu sebeple veriler, parametrik analiz yöntemlerinden bağımlı örneklem t testi ile analiz edilmiştir.

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının FÖYÖİ ölçeğinden uygulama öncesinde aldıkları ön test puanları ile uygulama sonrasında aldıkları son test puanları arasında fark olup olmadığı, eğer var ise de bu farkın anlamlılığı bağımlı gruplar için t testi ile analiz edilmiştir.

Tablo 4

*Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimi öz-yeterlik inancı Ön-test Son-test puanlarına ilişkin Bağımlı gruplar için t test sonuçları*

Ölçüm	N	X	S	Sd	t	p
Ön test	50	88.16	.99	7.0		
Son test	50	93.64	1.25	8.0	-4.10	.03

Tablo 4 incelendiğinde; iki ortalama puan değerinin birbirinden farklı olduğu görülecektir. Bu ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı, bağımlı gruplar için t-testi ile yoklanmış, hesaplanan t değeri ve anlamlılık düzeyine ( $p<.05$ ) göre fen bilgisi öğretmen adaylarının ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark gözlenmiştir. Çalışma sonuçları mikro öğretim deneyimlerinin fen öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançları üzerinde olumlu etkisinin olduğunu göstermiştir.

Çalışmanın ikinci araştırma sorusunda Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim deneyimleri hakkındaki görüşleri ortaya çıkartılmaya çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda öğretmen adayları arasından seçilen rastgele onbeş kişi ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerden elde edilen bulgular soru sıralamasına uygun şekilde tablolar halinde verilmiştir.



Tablo 5

*Mikroöğretim uygulamasından önce yapılan hazırlıklar*

Kod	Öğretmen adaylarının cevaplarından alıntılar
Ders planı	5E'ye göre ders planı hazırladık. Dersin giriş, gelişme, değerlendirme gibi aşamaları için önceden plan yaptık (K1)
Dikkat çekmek için materyal	Benim konum vücudumdaki sitemlerdi, bunun için dersin dikkat çekme aşamasında kullanmak için çarkıfelek hazırladım, çarkı çeviren öğrenciyi çarkıfelekte çıkan sistemle ilgili sorular sordum. (K8) Asit yağmurları ve etkilerini anlatan küçük notların asıldığı yılbaşı ağacı hazırladım. (K5) Güneş sistemi ve ötesi konusunu anlattım. Sınıfa astronot kıyafeti ile girdim. Dikkat çekici oldu. (K3)
Deney	Fiziksel ve kimyasal değişim konusunu anlatabileceğim deneyleri hazırladım (K12) Elektiriği ileten iletmeyen çözeltileri laboratuvarında önceden denedim, derste hangi sıra ile nasıl öğreteceğimi planladım (K1) Öğreteceğim konu ile ilgili öğrencileri eleştirel düşünmeye sevk edecek kritik sorular belirledim.
Kritik sorular	Anlatacağım konu ile ilgili (gaz basıncı) bilindik kavram yanlışları nelerdir diye araştırma yaptım ve öğrencilere sorular hazırladım. (K4) Diyet ve perhiz arasındaki kavram yanlışısına vurgu yaptım. (K8) Mantarlar ve bitkilerle ilgili kavram yanlışları olabilir diye derse başlamadan önce kritik sorular hazırladım. (K7)

Tablo 5 incelendiğinde öğretmen adaylarının uygulama öncesi yaptıkları hazırlıkların dört kategoriye ayrıldığı görülecektir. Ders planı hazırlamak uygulama gerekliliklerinden olması sebebi ile zorunlu bir hazırlık olarak nitelendirilebilir. Ancak, dikkat çekmek için hazırladıkları materyal konusunda, kavram yanlışlarını tespit etmek için hazırladıkları kritik sorular ve derse gelmeden önce evde deney uygulamasını tatbik etmeleri gibi hususlarda her hangi bir zorunlulukları bulunmadığı için bu üç kategori öğretmen adaylarının kendi kendilerine belirledikleri ön hazırlıklardır. Bu ön hazırlıkların uygulamalarına nasıl katkı sağladığı ise Tablo 6 da gösterilmiştir.

Tablo 6

*Uygulama öncesi yapılan ön hazırlıkların uygulamaya katkıları*

Kod	Öğretmen adaylarının cevaplarından alıntılar
Ders planı	Elimde bir plan olması iyi oldu ama yine de çok heyecanlandım. (K7) Planladığım ile gerçek sınıf deneyimi çok farklı idi, öğrencilerden gelen anlık sorulara cevap vermekte zorlandım, planın dışına çıkmak zorunda kaldım. (K1)
Dikkat çekmek için materyal	Dengeli ve sağlıklı beslenme konusu için örnek olay hazırlamıştım. Örnek olay öğrencilerin dikkatini çekmek konusunda katkı sağladı. (K2)
Deney	Elektrik iletkenliği deneyini önceden yapmıştım laboratuvardaki bazı ampüllerin patlak olduğunu fark ettim. Sınıfa gelirken yedek ampül getirdim. (K1)

Tablo 6 incelendiğinde ön hazırlık yapmanın mikroöğretim uygulamalarının niteliğini artırdığı, dikkat çekme, derste yaşanabilecek aksaklıkları önceden tespit etme gibi fırsatlar tanıdığı ama ne kadar plan yapılsa da ders esnasında yaşanan beklenmedik durumlara engel olunamadığı vurgusu dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının öğretmenin ön hazırlık yapmasının öğrenci başarısı üzerine etkileri var mıdır sorusuna verdikleri cevaplar Tablo 7 da incelenmiştir.

Tablo 7

*Öğretmen ön hazırlıklarının öğrenci başarısı üzerinde etkileri*

Kod	Öğretmen adaylarının cevaplarından alıntılar
Ders planı	Öğretmen hazırlıklı ise dersler daha dolu geçer öğrenciler daha çok şey öğrenir. (K3) Öğretmen hazırlıklı olsa da öğrencinin hazırlık yapması daha önemli bence. (K1)
Dikkat çekmek için materyal	Bence etkili olur, sınıfa astronot kıyafeti ile gelmem tüm dikkatleri üzerime çekti, anlattıklarımı daha dikkatle dinlediler, ilgi ve motivasyonları arttı. (K3) Erezyon konusu için maket hazırlamıştım. Bu tür materyaller öğrenmeyi daha görsel hale getiriyor, başarıyı artırıyor. (K6)
Deney	Asit yağmurlarının etkisini anlatmak için kola içerisine ve çamaşır suyu içerisine bırakılan taşları bir ay süre ile günlük olarak fotoğrafladım, derste bu fotoğrafları gösterdim. Önceden hazırlık yapmasaydım asit yağmurlarının etkisini anlatmaya yardımcı materyalim olmazdı. Bence öğretmen anlatacağı konuya önceden hazırlanırsa öğrenciler konuları daha iyi anlar. (K5)
Kritik sorular	Anlatılacak konu ile ilgili kavram yanlışlarının önceden bilinmesi ve o yanlışları yoklayıcı sorular hazırlanması dersi daha etkili hale getirir. Öğrencilerin konuyu daha iyi kavramalarını sağlar. Derste sorulacak sorular bile önceden düşünülmeli. (K8)

Tablo 7’de öğretmen adaylarının, öğretmenin ön hazırlık yapmasının öğrenci başarısına olumlu etkisi olduğunu belirttikleri, fakat salt öğretmen gayretinin yeterli olmayacağı öğrencilerin de gayret etmesi gerektiği ön hazırlık yapması gerektiği vurguladıkları görülmektedir. Tablo 5, 6 ve 7 de öğretmen adaylarının yapmış oldukları ön hazırlıkların öğrenci başarısı üzerindeki etkileri olup olmadığı yönündeki görüşleri ortaya koyulmuştur. Yarı yapılandırılmış görüşmelerin devamında ise öğretmen adaylarına doğrudan mikro öğretim deneyimlerinin öz-yeterliklerini etkileyip etkilemediği etkiledi ise hangi alanlarda değişiklik yaşadıkları sorusu sorulmuştur. Bu sorulara verilen cevaplar Tablo 8 de gösterilmiştir.

Tablo 8

*Öğretmen adaylarının mikroöğretim deneyimleri sonrası öz-yeterlik algıları*

Kod	Öğretmen adaylarının cevaplarından alıntılar
Yöntem teknik bilgisi	Ben 6 şapka tekniği ile mikroöğretim yaptım. Sınıfta diğer arkadaşlar da farklı tekniklerde uygulamalar yaptı. Dersin sonunda yapılan değerlendirmelerden kendim için de çıkarımlar yaptım, o grubun yaptığı hataları tekrarlamamak adına... neler yapabilirim diye düşündüm (K9)
Öğrenci başarısı	Bir sürü yöntem/teknik gördük. Arkadaşların yaptıkları sunumları dersin sonunda değerlendirdik. Eleştirilerimizi somut örneklerle açıklamamız beklendiği için dikkatle takip ettik, notlar aldık, böylelikle uygulamayı aktif bir şekilde takip ettik. (K12) Öğrenci başarısı öğretmenin kullandığı yöntem/teknikten etkilenir, konular değişikçe konuya uygun yöntemler kullanılırsa öğrenme daha etkili olur. Örneğin paralel bağlı ve seri bağlı devreleri anlatırken laboratuvar yöntemi ile deney yapılmalı, teorik olarak ne kadar anlatılsa da görsel olarak sunumu kadar etkili olmayabilir. Ya da öğrencilerin empati yapması, çok yönlü düşünmesi için 6 şapka gibi teknikler kullanılırsa öğrenme daha kalıcı hale gelir. (K9)
Deney yapma becerileri	Etkilemedi. Benim mikroöğretim uygulamam işbirlikli öğrenme üzerineydi. Etkinlik temelli öğrenme, tahmin-gözlem-açıklama gibi yöntemlerin uygulamasında gösteri deneyleri yapıldı ama ben tahtaya çıkmadım. (K10)
Fen konu alanı bilgisi	Evet etkiledi, maddenin tanecikli yapısı konusu işlenirken, beherde ısıtılan su ve suyun hal değişimi gözlemledik. İspirto ocağı vesaire yakarken nelere dikkat etmem gerektiği gibi beceriler edindim.(K13) Evet etkiledi, çözeltilerin elektrik iletkenliği deneyinde asit üzerine su dökmek gerektiği gibi ayrıntılar öğrendik. Suyun üzerine asit dökmek daha güvenli olur çünkü. (K2) Bir çok farklı yöntem öğrendik, her yönüme uygun farklı konular üzerinde sunum yaptık, arkadaşların anlattığı konularda onları değerlendirirken de yeni şeyler öğrendik. (K12) Arkadaşlarımızın seçtikleri konular zaten bildiğimiz konulardı ama bazı konularda eksiklerim olduğunu anladım. Mantarlarla ilgili ayrıntılı bilgim yoktu mesela. (K1) Her hafta farklı konular anlatıldı. Ben alternatif enerji kaynaklarını anlattım. Kendi sunumum için hazırlanırken de yeni şeyler öğrendim. Arkadaşların anlattıkları konular da ilgi çekici ve bilmediğim konulardı. (K11)

Sonuç olarak, öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim uygulamalarından sonra fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançlarında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur. Ayrıca öğretmen adayları ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilere göre bu ders sayesinde adayların yöntem teknik bilgilerinin arttığı, kalabalık önünde sunum yapma, ders değerlendirme, deney yapma, materyal hazırlama gibi konularda deneyim kazandıkları bulunmuştur. Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu öğrenci başarısı ile öğretmenin pedagojik alan bilgisi arasında ilişki olduğunu ifade ederlerken bir öğretmen adayı, öğrenci başarısı için yalnızca öğretmenin hazırlık yapması değil, öğrencilerin de ön hazırlık yapması gayret göstermesi gerektiğine vurgu yapmıştır.

**TARTIŞMA ve SONUÇLAR**

Öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim deneyimlerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançlarına etkisinin incelendiği bu çalışmada öncelikli olarak uygulama öncesinde ve sonrasında kadın ve erkek öğrencilerin öz-yeterlik inançları arasında fark olup olmadığı fark var ise hangi grubun lehine olduğu incelenmiştir. İlk araştırma sorusunun cevabı, uygulama öncesinde öğretmen adaylarının sahip oldukları öz-yeterlik inançlarının cinsiyete göre farklılık göstermediği yönündedir. Bu sonuç Duban ve Gökçakan (2012) sınıf öğretmen adayları ile yaptıkları

çalışmanın bulguları ile paralellik göstermektedir. Duban ve Gökçakan (2012) çalışmalarında sınıf öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançları ve tutumlarını incelemiş olup bu çalışma ile benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Ayrıca Saracaloğlu ve Yenice (2009) sınıf öğretmeni ve fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançlarını çeşitli değişkenlere göre incelemişler ve cinsiyet değişkeninin öz-yeterlik inancı üzerinde etkisi olmadığı sonucunu bulmuşlardır. Bir diğer araştırma sorusu uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançlarının değişip değişmediği ile ilgilidir. Bu sorunun cevabı öğrenci merkezli yaklaşımlara dayalı mikroöğretim uygulamalarının, öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarını olumlu yönde etkilediği, uygulama sonrasında öz-yeterlik inancı ölçeğinden aldıkları puanların anlamlı bir fark yarattığı şeklinde bulunmuştur. Mikroöğretim uygulamaları süresince öğretmen adaylarının; örnek olay, işbirlikli öğrenme, probleme dayalı öğrenme, argümantasyon, etkinlik temelli, tahmin-gözlem-açıklama gibi farklı yöntem ve teknikleri gerçek sınıf ortamında olmasa da benzer bir ortamda uygulama şansı bulmaları sahip oldukları fen öğretimi öz-yeterlik inancını artırmıştır. Bu sonuç, mikro öğretimin öğretmen öz-yeterliği üzerine etkisinin incelendiği diğer çalışmalarla (Aksan ve Çakır, 1992; Aydın 2013; Bilen, 2014; Çakır, 2000; Görgeç 2003; Mergler ve Tangen, 2010) benzerlik göstermektedir. Aydın (2013) Türkçe öğretmeni adaylarının mikroöğretim deneyimlerini incelemiş, plan yapma uygulama ve değerlendirme aşamalarının öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarını artırdığı sonucuna varmıştır. Bilen (2014) Matematik ve Bilgisayar öğretmenliği öğrencileri ile yapmış oldukları çalışmada mikro öğretim uygulamalarının adayların öğretme becerileri hakkında bilgi verdiği, öz güvenlerine ve öğretme becerilerine olumlu etki ettiği sonucunu bulmuşlardır. Mikroöğretim uygulamalarının öz-yeterlik üzerine etkilerinin incelendiği bir diğer çalışmada öğretmen adayları mikroöğretim uygulamaları sırasında hata yaptıklarını ama bu hataları gerçek sınıfta yapmaktansa, öncesinde yapıp ders almanın daha faydalı olduğunu savunmuşlardır (Christian, 2017). Bu çalışma sonuçlarında da öğretmen adayları mikroöğretim deneyimleri boyunca kendi yaptıkları ve arkadaşlarının yaptıkları hatalardan ders aldıklarını belirtmişlerdir.

Çalışma sonuçları mikro öğretim deneyimlerinin fen öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançları üzerinde olumlu etkisinin olduğunu göstermiştir. Öğretmen adayları ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşme sonuçları, öğretmen adaylarının öğrenci başarısı üzerindeki en önemli etmenlerden birinin “öğretmen” olduğuna inandığı ve öğretmenin ders öncesi yaptıkları hazırlıklar ve geliştirmiş oldukları materyallerin öğrenci başarısına katkı sağlayacağını düşündüklerini göstermektedir. Öğretmen adaylarının ders öncesi yaptıkları ve öğrenci başarısına katkıda bulunacağına inandıkları hazırlıkları; ders planı hazırlığı, materyal hazırlığı, deney hazırlığı olmak üzere üç kategoride topladıkları görülmüştür. Adayların ders planı hazırlamak konusundaki fikirleri ilgili alanyazınla örtüşmektedir. Örneğin, Christian, 2017, öğretmen adaylarının öğretme öz-yeterlik inançlarını etkileyen ders içi etmenleri tespit etmek için 51 sınıf öğretmen adayı ile gerçekleştirmiş olduğu çalışmanın ana bulguları arasında ders planı hazırlamanın mikroöğretime katkı sağladığı sonucu görülmektedir. Mevcut çalışmada da ders planı hazırlığının öğretme öğrenme üzerinde etkili olduğu bulgusuna rastlanmaktadır. Sevim (2013) mikroöğretim uygulamaları sayesinde öğretmen adaylarının ders planı hazırlama konusundaki farkındalıklarının arttığı dersleri daha etkin öğretebilmek için ne tür planlamalar yapmaları gerektiği gibi hususlarda deneyim kazandıklarını tespit etmiştir.

Öğretmen adaylarının öz-yeterlik inancını etkileyen bir diğer etmenin materyal tasarımı olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları ders öncesinde hazırlamış oldukları materyallerin dersin dikkat çekme aşamasında işe yaradığı, öğrenci başarısını olumlu yönde etkileyeceği inancın sahip oldukları sonucuna rastlanılmıştır. Bu sonuç Karakaya ve Yazıcı (2017) 141 fen öğretmen adayı ile yapmış oldukları çalışma bulguları ile örtüşmektedir. Karakaya ve Yazıcı'nın çalışma sonucu materyal geliştirmenin öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisine ve öz-yeterlik inancına olumlu etki ettiğini göstermektedir.

Uygulama öncesi yapılan hazırlıkların faydalı olduğu görüşü hâkim olmasına rağmen bir öğretmen adayı planladıkları ile mikroöğretim deneyiminde yaşadıklarının çok farklı olduğunu, öğrencilerden gelen anlık sorulara cevap vermekte zorlandığını, planın dışına çıkmak zorunda kaldığını belirtmiştir. Bu bulgu mikroöğretim uygulamalarının anlık geri dönüt alınmasına imkân tanınması, gerçek sınıf ortamındaki karşılaşılabilecek durumlara örnek teşkil etmesi ve karmaşayı azaltması (Upadhyay, 2017) gibi faydaları olmasına rağmen tam anlamı ile olabilecek kestirmenin mümkün olmadığı, gerçek sınıf ortamının planlanandan çok farklı olabileceğini vurgulayan çalışma sonuçlarına dikkat çekmektedir. Mikroöğretim uygulamalarının sınırlılıkları arasında listelenebilecek bu bulgu, gerçek sınıf ortamında

gerçek öğrencilere ders anlatmak ile kendi akran gruplarına ders anlatmak oldukça farklı bir deneyim olduğu (Zhou ve ark., 2017), kontrollü sınıf ortamı nedeniyle öğretmen adayları gerçek sınıf ortamında karşılaşacakları zorluklar konusunda deneyimsiz kaldıkları (Akkuş ve Üner, 2017) eleştirilerini destekler niteliktedir.

Öğretmen adayları mikroöğretim uygulamaları sayesinde yöntem teknik bilgileri, deney yapma becerilerinin geliştiğini rapor etmişlerdir. Bu bulgu Akkuş ve Üner (2017) kimya öğretmen adayları ile yapmış oldukları çalışma sonuçları ile örtüşmektedir. Araştırmacılar mikroöğretim uygulamalarının kimya öğretmen adaylarının iletişim becerileri performansı, gösteri ve sunum performansı ve dersle ilgili süreç becerilerine katkı sağladığı sonucunu bulmuşlardır. Benzer çalışmalarda mikroöğretim uygulamaları sayesinde öğretmenlerin araştırma sorgulamaya dayalı ders dizayn etme becerileri gelişmekte (Oliveria, 2009) bilimsel süreç becerileri ile ilgili kavramları öğretme, farklı öğretim yöntemlerini deneyimleme gibi konularda öz-yeterlik inançları gelişmekte (Akkuş ve Üner, 2017) olduğu görülmektedir.

Bu araştırma fen bilgisi öğretmen adaylarının akranları karşısında 1 ders saatinde yapmış oldukları mikroöğretim uygulamalarının öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarına etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuçları mikroöğretim uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançları üzerinde etkili olduğu sonucunu gösterse de, ilgili alanyazında mikro öğretim uygulamalarına yönelik eleştiriler dikkate alınmalıdır. Örneğin üniversite sıralarında kontrollü bir şekilde gerçekleştirilen bu deneyimler öğretmen adayları gerçek sınıf ortamında karşılaşacakları zorluklar konusunda deneyimsiz bırakmaktadır (Akkuş ve Üner, 2017). Bu nedenle mikroöğretim uygulamaları üniversitede değil de, gerçek sınıf ortamında yapılması önerilmektedir. Öğretmen adaylarının mikroöğretim esnasında kendi akranlarına ders anlatmıştır fakat gerçek sınıf ortamında ergenlik çağındaki bireylerle iletişim kurmaları gerekecektir, ergenlerle iletişimde daha dikkatli olunması gerektiği göz önünde bulundurulduğunda uygulamanın bu alanda yetersiz kaldığı görülmektedir. Mevcut çalışmadaki tarzda gerçekleştirilen mikroöğretim deneyimlerine gelen bir diğer eleştiri dinleyicilerin anlatılan dersi bilmelerine rağmen “ortaokul öğrencisi” gibi davranmalarının inandırıcı olmadığı, gerçek bir sınıf ortamını yansıtamayacağı yönündedir. (Horn & Campbell, 2015). Alanyazındaki bu eleştiriler dikkate alındığında gelecek çalışmalarda mikroöğretim uygulamalarının gerçek sınıf ortamında ortaokul öğrencilerine yönelik tasarlanması önerilmektedir.

### Yazar Notları

Bu çalışmada kullanılan bazı veriler 19-21 Ekim 2017 tarihlerinde gerçekleştirilen Uluslararası Eğitimde İyi Uygulamalar ve Yenilikler Konferansında Sözlü Bildiri olarak sunulmuştur.

### KAYNAKLAR

- Akkuş, H. & Üner, S. (2017). The Effect of Microteaching On Pre-Service Chemistry Teachers' Teaching Experiences. *Çukurova University. Faculty of Education Journal*, 46(1), 202-230.
- Aksan, Y. & Cakır, O. (1992, Eylül). *Pre-Service teacher education: a case study*. The Second International Conference: ELT and Teacher Training in the 1990's: Perspectives and Prospects, Ankara:METU.
- Allen, D. W. & Clark, R. J. (1967). Microteaching: its rationale. *The High School Journal*, 51(2), 75-79.
- Amobi, F. A. & Irwin, L. (2009). Implementing on-campus microteaching to elicit preservice teachers' reflection on teaching actions: Fresh perspective on an established practice. *Teacher Education Quarterly*, 32, 115-130. Retrieved from ERIC database. (EJ854876)
- Ashton, P. (1985). Motivation and the teachers' sense of efficacy. In C. Ames ve R. Ames (Eds.), *Research motivation in education: The classroom milieu*. (141-174) . New York: Academic Press.
- Aydin, I. S. (2013). Mikro öğretim tekniğinin Türkçe öğretmeni adaylarının öğretimi planlama, uygulama ve değerlendirme. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 43, 67-81.
- Babacan, T. & Ören, F. Ş. (2017). Teknoloji destekli mikro öğretim uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının teknoloji kullanım algıları üzerine etkisi . *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 7(2), 193-214.
- Bakır, S. (2014). The effect of microteaching on the teaching skills of pre-service science teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 13(6). 789-801.
- Bandura, A. (1977) . Self-Efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2),191-215.
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122-147.

- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bandura, A. (2012). On the functional properties of perceived self-efficacy revisited. *Journal of Management*, 38(1), 9-44.
- Bilen, K. (2014). Mikro öğretim tekniği ile öğretmen adaylarının öğretim davranışlarına ilişkin algılarının belirlenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 181-203.
- Çakır, Ö. S. (2000). Öğretmen yetiştirmede teoriyi pratiğe bağlayan mikro-öğretimin türkiye'deki üç üniversitede durumu. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 62-68.
- Cinici, A. (2016). Preservice Teachers' Science Teaching Self-efficacy Beliefs: The Influence of a Collaborative Peer Microteaching Program. *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*, 24(3), 228-249. <https://doi.org/10.1080/13611267.2016.1222812>.
- Christian, B. J. (2017). Primary Pre-Service Teachers' Perceptions of Course Related Factors that Enhance Instructional Self-Efficacy. *Australian Journal of Teacher Education*, 42(2), 14-27. <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2017v42n2.2>.
- Chang, M. L. & Engelhard Jr, G. (2016). Examining The Teachers' Sense Of Efficacy Scale at the Item Level With Rasch Measurement Model. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 34(2), 177-191.
- Creswell, J. W. (2008). *Educational research. planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. London: Sage Thousand Oaks.
- Czerniak, C. M. & Schriver, M. L. (1994). An examination of preservice science teachers' beliefs and behaviors as related to self-efficacy. *Journal of Science Teacher Education*, 5(3), 77-86.
- Demirtaş, H., Cömert, M. & Özer, N. (2011). Öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançları ve öğretmenlik mesleğine ilişkin tutumları. *Eğitim ve Bilim*, 36(159).
- Duban, N. Y. & Gökçakan, N., (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının fen öğretimi öz-yeterlik inançları ve fen öğretimine yönelik tutumları. *Çanakkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 267-280.
- Enochs, L.G. & Riggs, I.M. (1990). Further development of an elementary science teaching efficacy belief instrument: a preservice elementary scale. *School Science and Mathematics*, 90(8), 694-706.
- Feltz, D. L., Chow, G. M. & Hepler, T. J. (2008). Path analysis and self-efficacy during performance. *Journal of Sport And Exercise Psychology*, 30(3), 401-411.
- Gibson, S. & Dembo, M. H. (1984). Teacher efficacy: a construct validation. *Journal of Educational Psychology*, 76(4), 569-582.
- Görgeç, İ. (2003) Mikroöğretim uygulamasının öğretmen adaylarının sınıfta ders anlatımına ilişkin görüşleri üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 56-63.
- Gürbüz, O. & Koç, A. (2017). Özel öğretim yöntemleri" dersinin yürütülmesine ilişkin öğretim elemanı ve öğretmen adaylarının görüşleri. *International Journal of Curriculum and Instructional Studies*, 6(12), 57-80.
- Hardy, G., Spendlove, D. & Shortt, D. (2015). Changing expectations, same perspective: preservice teachers' judgments of professional efficacy. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(2). <https://doi.org/10.14221/ajte.2015v40n2.10>.
- Hattie, J. A. C. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York, NY: Routledge.
- Horn, I. S. & Campbell, S. S. (2015). Developing pedagogical judgment in novice teachers: mediated field experience as a pedagogy for teacher education. *Pedagogies: An International Journal*, 10(2), 149-176.
- Karakaya, F. & Yazıcı, M. (2017). Examination of technological pedagogical content knowledge (TPACK) self-efficacy for pre-service science teachers on material development. *European Journal of Education Studies*, 3(3), 252-270.
- Katrina, M. (2004). *Lessons Learned: Reflecting Back On Student Teaching*. Erişim tarihi: 10.07.2017 <http://diginole.lib.fsu.edu/islandora/object/fsu:180682/datastream/PDF/view>
- Küçükahmet, L. (2009). Bir yıl içinde öğretmen yetiştirme programlarındaki dalgalanmalar. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 34(367), 37-41.
- Mergler, A. G. & Tangen, D. (2010). Using microteaching to enhance teacher efficacy in pre-service teachers. *Teaching Education*, 21(2), 199-210.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA:Sage.
- Oliveria, A. W. (2009). From professional development to classroom instruction: addressing issues related to science inquiry discourse. *Cultural Studies of Science Education*, 4(4), 865-873.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Riggs, I. M. & Enochs L. G. (1990). Toward the development of an elementary teacher's science teaching efficacy belief instrument. *Science Education*. 74(69), 625-637.

- Saracaloğlu, A. S. & Yenice, N. (2009). Fen bilgisi ve sınıf öğretmenlerinin öz-yeterlik inançlarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 5(2), 244-260.
- Sevim, S. (2013). Mikro-öğretim uygulamasının öğretmen adayları gözüyle değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 303-313.
- Şenler, B. (2017). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Öğretimine Yönelik Öz-Yeterlik İnançları İle Bilimsel Sorgulamaya İlişkin Görüşlerinin İncelenmesi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 50-59.
- Senler, B. & Sungur, S. (2010). Pre-service science teachers' teaching self-efficacy: a case from Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 771-775.
- Schunk, D. H., Hanson, A. R. & Cox, P. D. (1987). Peer-model attributes and children's achievement behaviors. *Journal of Educational Psychology*, 79(1), 54-61.
- Subramaniam, K. (2006). Creating a microteaching evaluation form: the needed evaluation criteria. *Education*, 126(4), 666-677. Retrieved from ERIC database. (EJ765785).
- Tashakkori, A. & Creswell, J. W. (2007). The new era of mixed methods. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Tavşancıl, E. & Aslan, E. (2001). *İçerik analizi ve uygulama örnekleri*. İstanbul: Epsilon Yayıncılık.
- Tschannen-Moran, M. & Woolfolk Hoy, A. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17, 783-805.
- Tschannen-Moran, M. & Hoy, A. W. (2007). The differential antecedents of self-efficacy beliefs of novice and experienced teachers. *Teaching and Teacher Education*, 23(6), 944-956.
- Tekkaya, C., Cakiroğlu, J. & Özkan, Ö. (2004). Turkish pre-service science teachers' understanding of science and their confidence in teaching it. *Journal of Education for Teaching*, 30(1), 57-66.
- Upadhyay, S. K. (2017). Microteaching, an efficient technique for learning effective teaching. *International Research Journal of Multidisciplinary Studies*, 3(1). 252-270.
- Vescio, V., Ross, D. & Adams, A. (2008). A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practice and student learning. *Teaching and Teacher Education*, 24(1), 80-91.
- Woolfolk, A. & Hoy, W. K. (1990). Prospective teachers' sense of efficacy and beliefs about control. *Journal of Educational Psychology*, 82, 81-91.
- Hoy, A. W. & Spero, R. B. (2005). Changes in teacher efficacy during the early years of teaching: A comparison of four measures. *Teaching and Teacher Education*, 21(4), 343-356.
- Yakar, Z. & Turgut, D. (2017). Effectiveness of Lesson Study Approach on Preservice Science Teachers' Beliefs. *International Education Studies*, 10(6), 36-43.
- Yılmaz, H. & Çavaş, P. H. (2008). The effect of the teaching practice on pre-service elementary teachers' science teaching efficacy and classroom management beliefs. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(1), 45-54.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK, 2007). *Türkiye'nin yükseköğretim stratejisi*. Ankara: Meteksan.
- Zimmerman, B. J., Bandura, A. & Martinez-Pons, M. (1992). Self-motivation for academic attainment: the role of self-efficacy beliefs and personal goal setting. *American Educational Research Journal*, 29(3), 663-676.
- Zhou, G., Xu, J. & Martinovic, D. (2017). Developing Pre-service Teachers' Capacity in Teaching Science with Technology through Microteaching Lesson Study Approach. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(1), 85-103. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00605a>

## Integrated teaching project: A sustainable approach to teacher education

Gürsu Aşık

Bahçeşehir University, BAUSTEM, İstanbul, Turkey, gursuask@gmail.com,  
ORCID: orcid.org/0000-0003-0934-3942

Zerrin Doğança Küçük

Bahçeşehir University, BAUSTEM, İstanbul, Turkey, zerrin.doganca@rc.bau.edu.tr,  
ORCID: orcid.org/0000-0002-4439-3825

Başak Helvacı

Bahçeşehir University, BAUSTEM, İstanbul, Turkey, helvacı.basak@gmail.com,  
ORCID: orcid.org/0000-0001-7930-3183

M. Sencer Corlu

Bahçeşehir University, BAUSTEM, İstanbul, Turkey, sencercorlu@gmail.com,  
ORCID: orcid.org/0000-0002-1741-028X

**ABSTRACT** In this paper, the authors discuss the conceptual and theoretical underpinnings of the Integrated Teaching Framework and the rationale behind its development as a road-map for teachers and teacher educators. It is further explored in the paper to what extent a sustainable teacher professional development project, which is grounded in this framework, displayed intellectual merit and broader impact. Outlines of the programs developed within this particular project are provided as evidences. Given short-term seminars or workshops in Turkey are generally accepted as the norm, revealing the details of long-term sustainable professional development programs is considered to be noteworthy for teachers, teacher educators, principal investigators of similar projects, and policy makers in Turkey and elsewhere.

*Keywords* STEM education, Integrated Teaching Framework, Teacher education,

## Bütünleşik öğretmenlik projesi: Öğretmen eğitime sürdürülebilir bir yaklaşım

**ÖZ** Bu çalışmada öncelikle öğretmen ve öğretmen eğitimcileri için bir yol haritası işlevi görmesi beklenen Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi'nin mantıksal, kavramsal ve kuramsal altyapısı tartışılmaktadır. Bu çerçeveye dayanan ve sürdürülebilirlik iddiasındaki bir öğretmen eğitimi projesinin ne ölçüde özgün değere ve yaygın etkiye sahip olduğu incelenmektedir. Proje kapsamında geliştirilen bir çok farklı program ise okuyucuların bu çalışmada detaylandırılan projeyi açık ve bağımsız şekilde değerlendirebilmeleri için kanıtlar olarak sunulmaktadır. Bu şekilde öğretmenler, öğretmen eğitimcileri, benzer proje önerileri yazmak amacındaki proje yürütücüleri ve politika yapımcılar için kısa dönemli seminer veya çalıştaylar yerine öğretmen eğitime sürdürülebilir bir yaklaşımın gerekliliği ve önemi vurgulanmaktadır.

*Anahtar Kelimeler* FeTeMM (STEM) eğitimi, Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi, Öğretmen eğitimi,

*Cite This Article:* Aşık, G., Doğança Küçük, Z., Helvacı, B. & Corlu, M. S. (2017). Integrated teaching project: a sustainable approach to teacher education, *Turkish Journal of Education*, 6(4), 200-215. DOI: 10.19128/turje.332731

## EXTENDED SUMMARY

In the 21st century, at a time the importance of innovation is critical for economic growth, there is a corresponding change in both nature and methods of science. This change affects teaching in schools and out-of-school settings. It is claimed in this paper that different interpretations which have been put forward under the notion of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) have internal consistency to the extent that they are compatible with this change.

Three interpretations that are consistent with the change experienced in the 21st century are pedagogical, political, and popular STEM interpretations in contrast to a populist interpretation of STEM. For the last five years, starting with the panel organized by the STEM working group for Turkey in June 2012, the STEM notion in Turkey has been regarded rather as a pedagogical approach to improve the quality of teaching (see Adıguzel, Ayar, Corlu & Özel, 2012). A political interpretation of STEM, regarding policies to increase the number of STEM graduates and STEM degree attainment, or a popular interpretation of STEM, regarding popularizing science and engineering for school children and public, are being discussed less frequently in Turkey than in different countries. It is considered as positive that both the political and popular STEM interpretations in Turkey are capable of supporting STEM as a pedagogical approach. Despite this favorable outlook in the country, where pedagogical, political, and popular STEM interpretations are not in conflict, a rather disturbing populist interpretation with a strong opportunist agenda continue to have the potential to harm developing different pedagogical STEM approaches for learning or models in teacher education that are specific to Turkey.

This paper starts with an overview of STEM: Integrated Teaching Framework (ITP), which is categorized under a pedagogical interpretation of STEM (concerning ITP's logical, conceptual and theoretical background see Corlu, 2014, 2017; Corlu, Capraro & Capraro, 2014). The STEM: integrated teaching framework is a theoretical road map for teaching for teachers and teacher educators. The framework is constructed around four domains: principles, social products, cognitive processes, and scope and sequences. The four principles of integrated teaching are defined as equity, relevance, interdisciplinarity and rigor. The social products of integrated teaching includes knowledge society, professional learning community, flexible curriculum in classroom, and theory and praxis. The cognitive processes domain includes scientific inquiry, project-based learning, computational thinking, and mathematical modeling. The last domain, scope and sequences of integrated teaching is shaped around science, technology, engineering and mathematics curricula. In the core, the framework has an Authentic Problem of Knowledge Society (APoKS).

After providing readers with an overview of ITP, authors of the current article explore to what extent a sustainable teacher professional development project, which is grounded in this framework, displayed intellectual merit and broader impact. Outlines of the programs developed within this particular project are provided as evidences so that the readership can critically assess, evaluate and draw their own conclusions. In fact, the programs are investigated under the National Science Foundation's (NSF) merit review criteria (NSF, 2013). These programs were given as:

- STEM Leader Teacher Professional Development Program
- TÜSİAD STEM Kit Program
- earlySTEM Curriculum Development Program
- STEM Center Support Program
- Emerging STEM Educators Program

In conclusion, revealing the details of long-term sustainable professional development programs is considered to be noteworthy for teachers, teacher educators, principal investigators of similar projects, and policy makers in Turkey, given short-term seminars or workshops in Turkey are generally accepted as the norm.



## GİRİŞ

İnovasyonun önem kazandığı 21.yy dünyası içinde bilimin hem doğasında hem de yöntemlerinde değişim gözlenmektedir. Bu değişim okul ve okul dışı ortamlarda öğretimi etkilemektedir. STEM ya da akademik çevrelerde yaygınlaşan şekliyle Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) eğitimi ile ilgili öne sürülen öğretime dair tanım, argüman ve yorumların bu değişim ile uyumlu olduğu ölçüde iç tutarlılığa sahip olduğu iddia edilmektedir. 21.yy dünyası içinde tecrübe edilen değişimle uyumlu olduğu iddia edilen bir STEM tanımı şu şekildedir:

“STEM-FeTeMM eğitimi, öğrenci ve öğretmenlerin ilgi ve hayat deneyimleri sonucu şekillenir ve merkezde bulunan disipline ait özel bilgi ve becerilerin en az bir diğer FeTeMM disiplini ile bütünleştirilerek öğretilmesi olarak tanımlanır” (Corlu, 2017, s. 3).

21.yy dünyası içinde tecrübe edilen değişimle uyumlu bir argüman ise STEM-FeTeMM eğitimi ile okul seviyesinde hedeflenen birincil amacın yapılandırılmış bir müfredata sahip fen bilimleri, matematik ve bilişim dersleriyle ilintili disiplinlere özgü bilgi ve becerilerin, 21. yy’ın bilgi temelli hayatıyla uyumlu disiplinler arası bağlamlarda, içerik ve yöntemler ile öğretilmesi olduğudur. Yakın bir gelecekte mühendislik disiplini ile ilintili bir dersin okul programlarına eklenmesi durumuna hazır olabilmek ise ikincil amaçtır.

21.yy dünyası içinde tecrübe edilen değişimle uyumlu üç yorum ise pedagojik, politik ve popüler STEM yorumlarıdır. Ancak Türkiye için Haziran 2012’de STEM çalışma grubunun düzenlediği paneller başlayan son beş senelik süreçte, STEM kavramı dünyada yaygın olan politik ya da popüler yorumlardan farklılaşarak öğretimin kalitesini yükseltme amaçlı pedagojik bir yaklaşım olarak kabul görebilmiştir (Adıgüzel, vd, 2012). Makro seviyede istihdam ya da eğitim politikalarına yön verme amaçlı politik yorumlar ya da bilimi ve mühendisliği topluma yayma ve sevdirmeye amaçlı popüler yorumlar, STEM kavramı ile farklı ülkelere kıyasla ülkemizde daha az bir yoğunlukta ilişkilendirilmektedir. Bununla birlikte Türkiye’de var olan hem politik hem de popüler STEM yorumlarının, STEM’in pedagojik bir yaklaşım olarak yaygınlaşmasını destekler nitelikte olduğu değerlendirilmektedir. Pedagojik, politik ve popüler STEM yorumlarının birbiriyle çatışmadığı ülkemizdeki bu olumlu görünüme rağmen, iç tutarlılığı zayıf popülist yorumların veriye dayalı pedagojik STEM yaklaşımlarının geliştirilmesine zarar verme potansiyeli devam etmektedir.

Bu bölümde, öncelikle farklı bilgi kaynakları ve veri setlerine dayanan bir pedagojik STEM yorumu olarak daha önce mantıksal, kavramsal ve kuramsal altyapısı (Corlu, 2014, 2017; Corlu, Capraro ve Capraro, 2014) açıklanmış olan STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi özetlenmektedir. Sonrasında bu çerçeve içerisinde bir öğretmen eğitimi projesinin ne ölçüde özgün değere (*intellectual merit*) ve yaygın etkiye (*broader impact*) sahip olduğu teorik ve uygulamaya dönük bağlamlarda açıklanmaktadır. STEM: Bütünleşik öğretmenlik (bilgi ve becerileri) projesi, 2012 yılında Avrupa Birliği Marie Curie kariyer entegrasyonu programı için proje yürütücüsü tarafından İ.D.V. Bilkent Üniversitesi’nde yazılmış ancak seneler içerisinde birden çok farklı özel kurum tarafından desteklenmiştir. Toplam bütçesi bir milyon liranın üzerindeki bu projeye ev sahipliği yapması için kurulan BAUSTEM, Bahçeşehir Üniversitesi içerisinde öğretmen eğitimi üzerine çalışan bir araştırma ve geliştirme merkezi bünyesinde 2016 yılında ortaya çıkmıştır. BAUSTEM’in misyon ve vizyonu da bu bölümde dolaylı olarak STEM araştırmacı ve uygulayıcılarının değerlendirmelerine bir örnek vaka olarak sunulmaktadır. Gerçekte ise STEM: Bütünleşik öğretmenlik projesi, BAUSTEM bünyesinde yürütülen tek proje değildir ve BAUSTEM öğretim üyeleri dış destekli başka projeler de geliştirmektedirler.

## STEM: BÜTÜNLEŞİK ÖĞRETMENLİK ÇERÇEVESİ

STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi, STEM-FeTeMM eğitimi uygulayıcısı öğretmenler, öğretmen eğitimcileri ve araştırmacıları için farklı bilgi ve veri kaynaklarına dayanarak geliştirilmiş öğretime yönelik kuramsal bir yol haritasıdır (Şekil 1).

1. Çalışma Alanı (First Domain): Bütünleşik Öğretmenlik İlkeleri (Principles of Integrated Teaching)

a) Eşitlik (Equity)

b) İlgililik (Relevance)

c) Disiplinler arasılık (Interdisciplinarity)

- d) Alanda derinlik (Rigor)
2. Çalışma Alanı (Second Domain): Bütünleşik Öğretmenlik Çıktıları (Social Products of Integrated Teaching)
- a) Bilgi toplumuna katkı (Knowledge society)
- b) Mesleki öğrenme topluluğuna katkı (Professional learning community in school and beyond)
- c) Esnek müfredat oluşturulmasına katkı (Flexible curriculum in classroom)
- d) Kuram ve uygulama bütünlüğüne katkı (Theory & praxis)
3. Çalışma Alanı (Third Domain): Bütünleşik Öğretmenlik Bilişsel Süreç Yöntemleri (Cognitive processes of Integrated Teaching)
- a) Bilimsel sorgulama (Scientific inquiry)
- b) Proje-tabanlı öğrenme (Project based learning)
- c) Hesaplamalı düşünme (Computational thinking)
- d) Matematiksel modelleme (Mathematical modeling)
4. Çalışma Alanı (Fourth Domain): Bütünleşik Öğretmenlik Kapsam ve Düzeni (Scope and Sequence of Integrated Teaching)
- a) Fen dersleri müfredatı
- b) Teknoloji dersleri müfredatı
- c) Mühendislik dersi müfredatı
- d) Matematik dersi müfredatı
- Merkez: Bilgi Temelli Hayat Problemleri - BTHP (Authentic Problems of Knowledge Society - APoKS)



Şekil 1. STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi (Corlu, 2017, s.3)

STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesini bir yol haritası olarak takip eden uygulayıcı ve araştırmacıların farkında olmaları beklenen önemli bir nokta, okul ekosistemi içerisinde disiplinlerin kendi başlarına bütünleşemeyecekleri ve disiplinleri okul seviyesinde bütünleştirecek olanın farklı ilgi alanlarına sahip branş öğretmenleri ve öğrenciler olduğudur. Branş öğretmenleri ve öğrencilerin ise disiplinleri *bağlamsal* ya da *içerik* odaklı nasıl bütünleştirebilecekleri konusunda, alan yazında 40 yıllık bir bilgi dağarcığına dayanan birçok model bulunmaktadır (Berlin ve White, 1994). STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi ile önerilen *yöntemsel bütünleştirme* ise hem belirli bir alana (disipline) hem de belirli bir alan eğitimine ait yöntemlerin, diğer alanların öğretiminde öğretmen ve öğrencilerin ilgi alanlarına bağlı olarak seçilerek kullanılmasıdır. Mühendisliğe ait tasarım sürecinin ya da mühendislik eğitimine ait proje tabanlı öğrenmenin matematik/fen bilimleri derslerinde kullanılması bir örnek olarak verilebilir. Başka bir örnek ise matematiğe ait akıl yürütme-ispata ya da matematik eğitimine ait

matematiksel modellemenin, fen bilimleri derslerinde kullanılabilmesidir. Bütünleşik öğretmenliğin bilişsel süreç yöntemleri olarak adlandırılan bu yöntemsel bütünleştirme için fen bilimleri özelinde bilimsel sorgulama (scientific inquiry), teknoloji özelinde hesaplamalı düşünme (computational thinking), mühendislik özelinde proje tabanlı öğrenme (project-based learning) ve matematik özelinde ise matematiksel modelleme (mathematical modeling) önerilmektedir. Ancak öğretmen ve öğrencilerin bu yöntemlere değil, derslerine özgü bilgi ve becerilere yoğunlaşmaları beklendiği unutulmamalıdır.

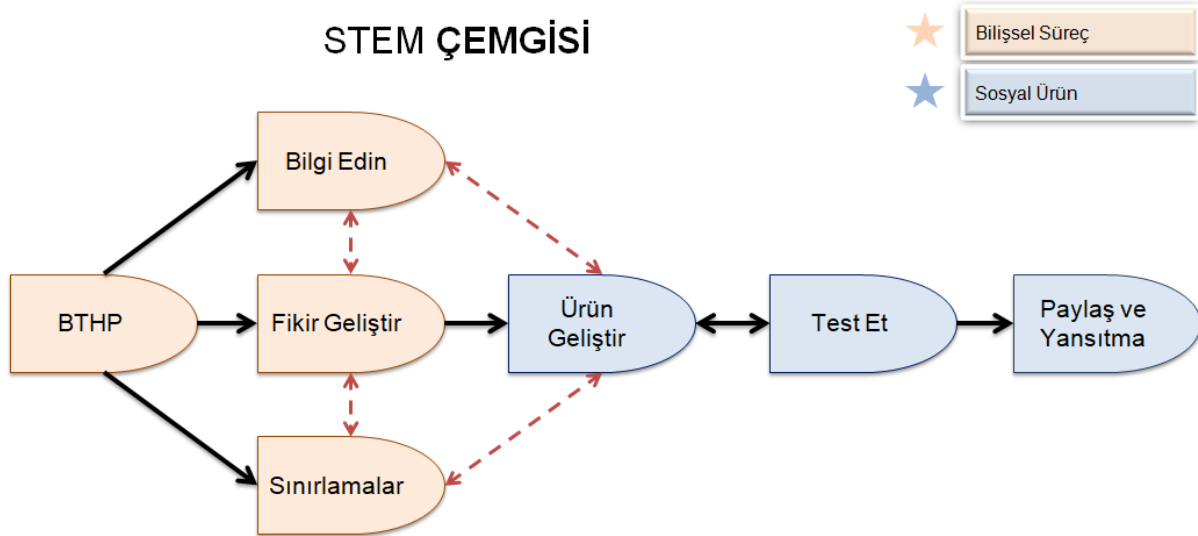
Bütünleşik öğretmenlik bilişsel süreç yöntemlerinin öğretmen ve öğrenciler için ek bilişsel yük getirmeyecek şekilde sınıf içinde pratiğe yönelik modellenmesi gerekmektedir. Bu amaçla öğretmen ve öğrencilerin kullanımı için bir öğrenme döngüsü (learning cycle) olarak tanımlanabilecek *STEM Çemgisi* (STEM Learning Cycle and Line) geliştirilmiştir (Şekil 2). STEM çemgisi, bilişsel süreç ve sosyal üründen oluşan iki bölüme ayrılmaktadır. Sosyal ürün olarak amaçlanan çıktılar şöyledir:

Fen bilimleri için deney tasarımı,

Teknoloji için algoritma,

Mühendislik için çalışan prototip ve

Matematik için ise değişkenler arası ilişkilerin ortaya koyulduğu soyut model.



Şekil 2. STEM Çemgisi (Corlu, 2017)

STEM çemgisinin başlangıcında öğrenci ve öğretmenlerin 21.yy'a ait ilgi alanlarına dayanan Bilgi-Temelli Hayat Problemi (BTHP) bulunmaktadır. Bu problemin 21.yüzyıl hayatına odaklı, birden fazla değişkenin dinamik ve karmaşık yapısının incelenmesine olanak sağlayan, dolayısıyla öğrencileri önceden belirlenmiş tek doğru bir çözüme yöneltmeyen ancak sınırlamalar ile iyi tanımlanmış bir problem olması önerilmektedir (Corlu, 2017). Öğretmen ve öğrencilerin BTHP'ye yönelik bir çözüm olarak ortaya koyacakları sosyal ürünlerinin öncesindeki bilişsel süreci, gerekli bir hazırlık olarak algılamaları önemlidir. BTHP'nin kuramsal altyapısı ise garip problemler (Buchanan, 1992; wicked problems) ve iyi tanımlanmış ürün, iyi tanımlanmamış görev (Capraro & Slough, 2013; Özel, 2013; well-defined outcome, ill-defined task) nosyonlarına dayanmaktadır.

## BÜTÜNLEŞİK ÖĞRETMENLİK BİLGİ VE BECERİLERİ PROJESİ

STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesini bir yol haritası olarak takip etmek isteyen bir öğretmenin, öğretmen eğitimcisi akademisyenler ile beraber uzun süreli ve akademik yıla yayılmış çalışmalarda bulunmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Çünkü iyi hazırlanmamış bir öğretmenin uyguladığı yenilikçi uygulamaların, öğrencinin öğrenme sürecine zarar verdiği konusunda araştırma delili bulunmaktadır (Capraro vd., 2016). Buna karşılık belirli özelliklerdeki hizmet içi eğitimlerle desteklenmiş bir öğretmenin geliştirdiği sınıf içi uygulamaların, çoktan seçmeli testlerle ölçüldüğünde bile öğrenmeyi güçlendirdiği görülmektedir (Capraro vd., 2016). Bununla birlikte farklı içerik ve

kültürlerde yapılan araştırmalar, öğretmenlerin katıldıkları mesleki gelişim programlarının, öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde etkili olabilmesi için en az 80 saatlik süreci kapsamı gerektiğini belirtmektedir (Yoon, vd., 2007).

Avrupa Birliği Marie Curie kariyer entegrasyonu programı için proje yürütücüsü tarafından 2012’de yazılan STEM: Bütünleşik öğretmenlik (bilgi ve becerileri) projesi kapsamında yönetilen ve öğrenme üzerine olumlu etkisi olduğu araştırmalarla kanıtlanmış farklı öğretmen eğitimi programları ile süre ve yöntem olarak benzerlikler taşıyan programlar bu bölümde detaylandırılarak açıklanmaktadır:

- STEM Lider Öğretmen Mesleki Gelişim Programı
- TÜSİAD STEM Kiti Programı
- erkenSTEM Müfredat Geliştirme Programı
- STEM Merkezi Destek Programı
- Genç STEM Araştırmacı ve Uygulayıcıları Programı

### **STEM: Lider Öğretmen Mesleki Gelişim Programı**

*STEM: Lider öğretmen mesleki gelişim programında* öğretmenlerin hizmet içi eğitimlerine sürdürülebilir ve araştırma odaklı bir mesleki gelişim bakış açısıyla yaklaşmaktadır. Bu program sayesinde sekiz aylık süre boyunca alan eğitimcisi (öğretmen eğitimcisi) akademisyenler ile öğretmenler arasında güçlü ve sürekli bir etkileşim kurulmaktadır. Öğretmen-akademisyen etkileşiminin sürekliliğini sağlayabilmek amacıyla çevrimiçi öğrenme yönetim sistemi kullanılmaktadır.

Katılımcı öğretmenlerin yüz yüze çalıştaylar, çevrimiçi eğitimler, planlama, uygulama ve sınavlar olmak üzere programa toplam 92 saatlik bir mesai ayırmaları öngörülmektedir. STEM: Lider öğretmen mesleki gelişim programı kapsamında öğretmenlerin mesai ayırdıkları aşamalar şu şekilde özetlenmektedir:

*Yüz yüze çalıştaylar:* Öğretmenlerin öğrenci rolünde STEM çemgisinin sınıf içi uygulamalarını birinci elden deneyimledikleri çalıştaylar, program boyunca eşit aralıklarla sekiz aylık süreç boyunca toplam dört kez düzenlenmektedir. Öğretmenler çalıştaylara yaklaşık 20 kişiden oluşan gruplar içerisinde katılmaktadır. Her bir çalıştayın içeriği bir bütünleşik öğretmenlik bilişsel sürecini merkeze alacak şekilde oluşturulmuştur. Bu şekilde öğretmenlerin her disiplinle ilintili bilişsel süreç yönteminin ve sosyal ürünün nasıl farklılaştığını ve diğer STEM disiplini ile nasıl bütünleşebileceğini uygulamalı olarak deneyimlemeleri sağlanmaktadır. Yüz yüze çalıştaylarda deneyimlenen örnek bir çalıştay Ek 1’de sunulmuştur.

*Bütünleşik öğretmenlik dersleri:* STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesinin genel hedef ve ilkelerinin, bilişsel süreç-sosyal ürün bütünlüğünün ve STEM çemgisinin öğretmenler ile etkileşimli olarak tartışıldığı kuramsal eğitimleri içeren çevrimiçi senkron toplantılar, her çalıştay sonrası program boyunca dört defa organize edilmektedir. Bu şekilde tüm öğretmenler proje yürütücüsü ile STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesinin mantıksal, kavramsal ve kuramsal altyapısını gerçek zamanlı tartışma imkanı bulmaktadırlar.

*BTHP yazımı ve zümreler arası toplantılar:* Her yüz yüze çalıştay sonrası öğretmenlerin öğrencileri ve kendi ilgi alanlarında özgün bir BTHP yazmalarına ve sınıflarında uygulayacakları ders planlarını geliştirmelerine yönelik okullarındaki farklı zümrelerden meslektaşları ile beraber katıldıkları paylaşım toplantıları organize etmeleri talep edilmektedir.

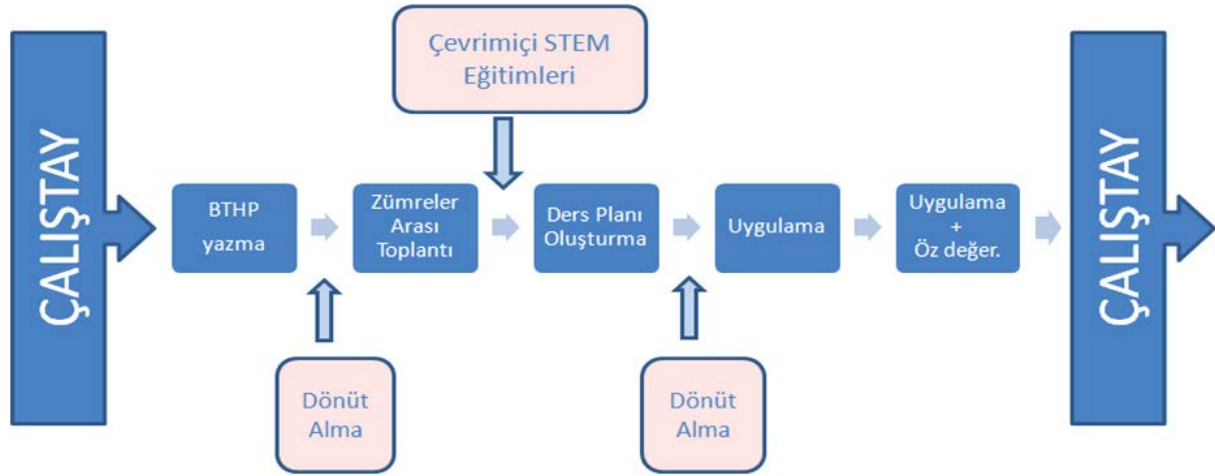
*Çevrimiçi (STEM ders planı hazırlama) eğitimleri:* Öğretmenlerin pedagojik formasyonlarını geliştirmeye yönelik alan eğitimcisi akademisyenler tarafından geliştirilen çevrim içi asenkron videolardan oluşmaktadır.

*Ders planı yazımı ve alan eğitimcisi akademisyenler tarafından sağlanan dönütler:* Öğretmenlerin bireysel olarak yazmış oldukları ders planlarını çevrimiçi öğrenme yönetim sistemine yükleyerek, uygulama öncesinde alan eğitimcisi akademisyenlerden hem pedagojik hem de içerik bağlamında dönütler alması ve planlarını revize etmesi sürecidir.

*Öz değerlendirme ve yansıma raporları:* Öğretmenlerin uygulamalarını öz değerlendirme sürecinden geçirmelerine yönelik yazdıkları yansıma raporlarıdır. Yansıma raporlarını içeren form, öğretmenlerin kendi deneyimlerini farklı bakış açılarından değerlendirmelerine imkan sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır. Önceden yapılandırılmış değerlendirme formunda katılımcı öğretmenler planlama, öğrenme üzerine etki, öğretim süreci ve süreç boyunca meslektaşları ile işbirliği süreçlerine yönelik ayrı ayrı değerlendirmektedirler. Süreç boyunca yaptıkları değerlendirmeler ile öğretmenler hem kendi

gelişimlerini gözlemleme hem de bir sonraki döngüde öğretim kalitesini arttırmaya yönelik atmaları gereken adımları belirleme fırsatı bulmaktadırlar.

Şekil 3'te gösterilen ve program boyunca dört ayrı döngü içerisinde devam eden sürece ek olarak ise ileri seviye seçmeli eğitimler ve iki bütünleşik öğretmenlik sınavı organize edilmektedir.



Şekil 3. Öğretmen sorumlulukları döngüsü (Corlu, 2017, s. 3).

*İleri seviye seçmeli eğitimler:* Bilişsel süreç yöntemlerinden herhangi birinde derinleşmek isteyen katılımcı öğretmenlere yönelik, meslektaşları tarafından geliştirilen ve sunulan sınıf içi uygulamaların ve mesleki deneyimlerin iletildiği çevrim içi asenkron video paylaşımları. Bazı örnekler olarak 3D yazıcıların, Arduino prototipleme kartlarının, TI hesap makinelerinin, Geogebra vb. programların, Data logger ve sensörler ile anında veri toplayıp analiz eden cihazların kullanımı verilebilir. Her öğretmenin sadece bir seçmeli eğitimi takip etmesinin uygun olacağı değerlendirilmiştir.

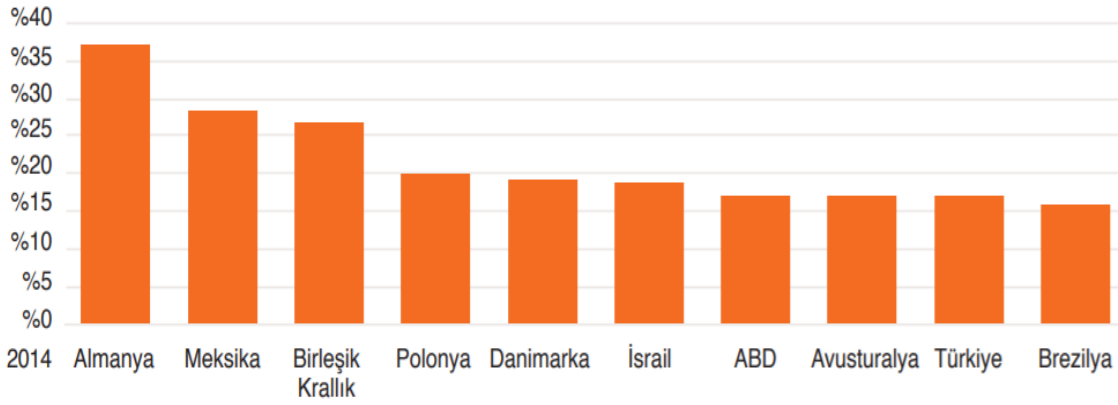
*Bütünleşik öğretmenlik sınavı:* Dönem ortası (2. çalıştay döngüsü ardından) ve dönem sonunda (4. çalıştay döngüsü ardından), öğretmenlerin kendilerini ve dolayısıyla programı değerlendirebilmeleri amacıyla gerçekleştirilen ve öğretmenlik pratiğine yönelik açık uçlu sorular, yansıma yazıları ve poster hazırlama gibi bölümleri bulunan bütünleşik öğretmenlik sınavını kapsamaktadır.

Özet olarak, STEM: Lider öğretmen mesleki gelişim programına katılan öğretmenler sekiz aylık süre boyunca öğretmen eğitimcisi akademisyenler rehberliğinde toplam 92 saatlik bir mesai harcamakta; programı başarı ile bitiren öğretmenler *STEM Lider Öğretmeni* unvanı ile programdan mezun olmaktadır. Öğretmenler için ücretsiz olan programın başarı ortalaması %75 civarındadır; bu işe programa başlayan her dört öğretmenden birinin programı bitiremediği manasına gelmektedir. 2017 yılında programı yaklaşık 200 öğretmen başarı ile tamamlamıştır.

### TÜSİAD STEM Kiti Programı

Türkiye ekonomisinde üretim ve istihdam gibi alanlarda önemli temsil yeteneğine sahip olan Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği (TÜSİAD) bünyesinde yer alan STEM çalışma grubunun önderlik ettiği *TÜSİAD STEM Projesi* ile STEM'in üç farklı yorumuna yönelik programlar geliştirilmektedir: STEM çalışma grubuna, iş dünyası ve sivil toplum kuruluşlarından temsilciler ile birlikte akademisyenler de gönüllü olarak katkıda bulunmaktadır.

Politik STEM: TÜSİAD STEM projesi kapsamında PricewaterhouseCoopers (PwC) tarafından hazırlanan *2023'e doğru Türkiye'nin STEM gereksinimi* raporu ile "STEM alanlarının kritik rolüne değinilmiş, yenilikçiliğin temelini oluşturan STEM becerilerinin ekonomik büyüme bakımından taşıdığı öneme dikkat çekilmiştir" (PwC, 2017, s. 3). Raporun dayandığı araştırmalardan dikkat çeken bir bulgu Şekil 4'te sunulmuştur. Bu raporun hazırlık sürecinde ortaya çıkan bir gerçek ise diğer ülkeler ile kıyaslandığında Türkiye'de veriye dayalı politikalar geliştirilebilmesinin süreklilik içeren uzamsal ve güvenilir veriye erişim ile sınırlı olduğudur.



Şekil 4. Ülkelere göre lisans ve lisansüstü dereceye sahip STEM mezunlarının oranları (PwC, 2017, s. 15).

Popüler STEM: TÜSİAD STEM projesi kapsamında STEM'in popüler yorumları ile ilgili programlar STEM+A başlığı altında yer almaktadır. Bu başlık altında geliştirilen programlar ile genç bireyler özelinde tüm topluma STEM'in tüketim kültürü yerine üretim ve yenilikçiliği desteklediği mesajının ulaştırılması amaçlanmaktadır. Ayrıca, dünyadan farklılaşan özgün bir STEM+A ile konsepti ile sanat (Arts) ve estetiğe (Aesthetics), STEM disiplinleri yanında hak ettiği değerin verilmesi ve bu başlık altında geliştirilen programların STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi ile uyumlu olması sağlanmıştır (STEM+A ve gerçeğe aykırı düşünme [counter factual thinking] için bakınız Corlu, 2017). Bu açıdan sanatın hayal gücüne dayanan bilme yolunun, STEM disiplinlerinin dayandığı gözlem ve akıl yürütme yollarını tamamlayıcı olmakla birlikte ve kendi başına da ayrı bir değere sahip olduğu vurgulanmaktadır.

Türkiye'nin fenomen çizgi film kahramanı Pepee'nin yer aldığı ve STEM+A öğeleri ile dikkat çeken *Pepee Birlik Zamanı* filmi, TÜSİAD STEM projesi kapsamında desteklenmektedir. Bununla birlikte filmin galasının bir STEM+A şenliği olarak planlanması önemlidir.

Pedagojik STEM: TÜSİAD STEM projesi kapsamında yönetilen *TÜSİAD STEM kiti programının* hedef kitlesi liderlik potansiyeli taşıyan ortaokul 5 ve 6. sınıf seviyesinde fen bilgisi veya matematik derslerine giren genç öğretmenlerdir. Program sonucunda genç öğretmenlerin hem öğretim materyali hem de örnek uygulamalar ile desteklenmesi ve bu destek sonucunda katılımcı öğretmenlerin okullarına özel esnek bir müfredat ve yenilikçi öğrenme ortamlarını tasarlayabilecek becerileri kazanmaları ve aynı zamanda veri sağlayarak ya da bizzat eylem araştırmaları yürüterek STEM-FeTeMM eğitimi bilgi dağarcığına katkıda bulunmaları hedeflenmektedir.

Programın ilk aşamasına düz yazı ve yaratıcı videoları ile başvuru yapan 180 öğretmen arasından belirli kriterleri en yeterli şekilde sağlayan 38 öğretmen seçilmiştir. Programa katılım kriterleri şu şekilde belirlenmiştir:

- İki ile yedi sene arasında öğretmenlik tecrübesine sahip olma,
- Daha önce dış sponsor bularak malzeme sıkıntılarını aşabildiğine, sınıf içerisinde yaratıcı etkinlikler yaptığına, meslektaşları ile paylaşımlara açık olduğuna kanıt gösterebilme,
- Yabancı dil ile eğitim veren üniversitelerden mezun olma,
- Yüksek lisansını matematik ya da fen bilimleri eğitiminde yapmış olma,
- Bilgisayar laboratuvarı olan ve teknolojik altyapısı yeterli olan bir okulda çalışıyor olma.

Program dahilinde katılımcı öğretmenlere 30 kişilik bir sınıfta kullanılabilecek öğretim materyalleri ile birlikte alan eğitimcisi akademisyen ve uzman öğretmenler tarafından yazılmış bir uygulama rehberini de içeren TÜSİAD STEM kiti gönderilmiştir. Uygulama rehberinin ilk elden tecrübe edildiği ilk yüz yüze çalıştaylar ardından, öğretmenler TÜSİAD STEM kitlerinde bulunan malzemeler ile uygulama rehberinde yer alan ders planlarını sınıflarında uygulamış ve deneyimlerini çevrimiçi öğrenme yönetim sistemi üzerinden meslektaşlarıyla paylaşmışlardır.

Programın ikinci yüz yüze çalıştayları ile birlikte katılımcı öğretmenler kendi ders planlarını geliştirmiş ve sınıflarında uygulamışlardır. Bu ders planları program portalında (<http://ogretmen.tusiadstem.org>) geniş ölçekte paylaşılmaktadır. Öğretmenlerin program sonucunda deneyimlerini paylaştıkları fuar ile ilk sene çalışma takvimi tamamlanmıştır. Programın önümüzdeki yıllarda daha yüksek sayıda ve geniş ölçekte devam etmesi planlanmaktadır.

### **STEM Merkezi Destek Programı**

STEM merkezleri, okul içerisinde yer alan ve bir laboratuvar şeklinde tasarlanmış öğrencilere yönelik özel çalışma alanları olabileceği gibi öğrencilerin okul sonrası zamanlarını müfredat ötesinde bilgi ve beceriler edinerek değerlendirebilecekleri mekanlar olarak da tasarlanabilmektedir. Bu noktada iki önemli konuya dikkat edilmektedir:

Müfredat ötesi vurgusu; müfredatsız ya da müfredat dışı ya da öğrenme yerine eğlendirme amaçlı uygulamalardan uzak durulması ihtiyacı ile ilgilidir.

Bu merkezlerin, üniversitelerde akademik bir çalışma alanı olarak yürütülmesi gereken öğretmen eğitimleri ile değil, öğrencilerin eğitimi ile ilgilenmeleri gerekmektedir. Öğretmen eğitimini bu şekilde popülist bir yaklaşımla yorumlamayan meslektaşlar arası paylaşımlar ise bu eleştirinin dışında tutulmalıdır.

STEM merkezi destek programı sadece materyal konusunda know-how paylaşımının ötesine geçmektedir. Program, Hatay ili Payas ilçesi belediyesi tarafından finanse edilen Payas STEM Merkezi (<http://payastem.com/>) vakasında olduğu gibi merkezde çalışacak eğiticilerin seçimi, eğitilmesi ve süreç boyunca desteklenmesi, öğrencilerin seçimi ve uygulama protokollerinin yazılması, merkezin fiziksel düzeninin tasarlanması ve uygulanan programların akademik olarak değerlendirilmesini de içeren kapsamlı bir rehberlik ve danışmanlık kapsamında yürütülmektedir. Örnek bir vaka olarak sunulan PayasSTEM merkezi öncelikli olarak ortaokul öğrencilerine yönelik uygulamalarını, STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesini takip eden bir yöntemle geliştirmektedir. Haftanın altı günü çalıştıkları merkezde dört eğitici ve iki yönetici öğretmen, yıl boyunca özgün ders planları geliştirmeleri, okul dışı ortamda bu planları uygulamaları, geniş ölçekte ise bölgelerinde kamu yararı gözütecek şekilde etkinlikler düzenleyerek toplumla bilimi buluşturmaları konularında desteklenmektedir. Bu destek kapsamında PayasSTEM eğiticileri ve yöneticileri, yıl boyunca bölgelerinde bulunan ortaokulları ziyaret etmiş, yaptıkları çalışmaları meslektaşlarıyla paylaşmış, İstanbul ve Ankara gibi kentlerde düzenlenen konferans ve panellere katılarak merkezlerini tanıtmış olup ilk senelerinde deneyimli bir takımla işbirliği yaparak yer aldıkları FRC turnuvasında jüri özel ödülü almışlardır. PayasSTEM Merkezinin başarısında öğretmenlik mesleğinden gelen belediye başkanının anahtar önemde olduğu değerlendirilmektedir.

### **erkenSTEM Müfredat Geliştirme Programı**

STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesinin 4-10 yaş aralığındaki öğrencilerin öğretmenleri için adaptasyonunu bir yol haritası olarak takip eden erkenSTEM müfredat geliştirme programı kapsamında öğrencilere yönelik alan eğitimsi akademisyenler rehberliğinde 26 okul öncesi ve sınıf öğretmeni tarafından bir öğretim programı geliştirilmektedir (Şekil 5). erkenSTEM müfredatı, haftada bir saat olarak uygulanan STEM dersine yönelik, her biri sekiz haftaya yayılmış dört erkenSTEM temasından oluşmaktadır. STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesinin üçüncü çalışma alanı olan bütünleşik öğretmenlik bilişsel süreç yöntemlerinde konumlandırılan dört STEM disiplininin yerini ise yeşil dünyamız (fen), bilişim dünyası (teknoloji), makineler dünyası (mühendislik) ve hayal dünyası (matematik) temaları almıştır.

erkenSTEM müfredatının STEM çemgisini takip eden temalar şeklinde tasarlanmasının temel gerekçeleri 4-10 yaş öğrenci grubunun farklı bilişsel ihtiyaçları, çalışılan seviyelerde sınıf ya da anaokulu öğretmenlerinin görev almaları ve STEM eğitiminin disiplinler arası yapısı olarak sıralanabilir. Cawley (1994), bir öğretim temasını “farklı disiplinlerdeki başlıca prensiplerin belli kriterler altında gruplanması” (s.70) olarak tanımlar. Tematik öğrenme yaklaşımının temelini ise John Dewey’in yaparak öğrenme teorisi (1938) ve Bruner’in spiral öğrenme kavramı (1960) oluşturur. Bruner’e göre, karmaşık yapıdaki fikirler bile basit seviyede her çocuğa öğretilir ve aynı konu hakkında daha büyük yaşlarda derinleşerek tekrar bir öğrenme sağlanabilir. Okul öncesi seviyesinden 4. sınıf sonuna kadar uygulanan erkenSTEM müfredatında da, aynı BTHP’nin çözümü farklı seviyelerde farklı beceri ve içeriklere vurgu yapılarak uygulanmakta ve STEM çemgisi takip edilmektedir.



Şekil 5. erkenSTEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi (Corlu, 2017, p5)

STEM çemgisini takip eden erkenSTEM müfredatı içerisindeki uygulamalar, öğrenci ve öğretmenlerin ilgi alanlarından seçilen BTHP'nin sunulması ile başlayıp, bilgi edinme ve fikir geliştirme ile devam etmektedir. Fikir geliştirme sürecinin ardından, öğrenciler seçtikleri materyalleri kullanarak ürün geliştirme aşamasına geçmektedirler. Bu ise yaklaşık sekiz haftalık sürecin ortasına denk gelmektedir. Başka bir deyişle, STEM çemgisinde vurgulanan bilişsel süreç ve sosyal ürün birlikteliği erkenSTEM için de geçerlidir. Temaların sekiz haftalık ayrı ayrı ele alındığı her bir döngü, küçük yaş grubu öğrencilerin aile ve öğretmenlerine o döngüde neler yaptıklarını anlattığı bir sergi ve paylaşım günü ile sona ermektedir.

erkenSTEM, geliştirildiği ilk senesinde Türkiye'de yedi farklı ilde, toplam 10 kampüste, 82 okul öncesi ve sınıf öğretmenin sınıfında uygulanmaktadır. Programın popülaritesi ile birlikte ikinci sene bu sayının 2500'ü aşacağı öngörülmektedir. Program kapsamında öğretmenlere yönelik uygulama rehberleri ile birlikte öğrenci etkinlik kitapları ve hikaye kitapları da yayımlanmaktadır.

### Genç STEM Araştırmacı ve Uygulayıcıları Programı

BAUSTEM içerisinde görev yapan öğretim üyelerinin akademik çalışmalarının odak noktası hizmet içi seviyede öğretmen eğitimi olmakla birlikte, *genç STEM araştırmacı ve uygulayıcıları programı* kapsamında lisans-lisansüstü öğrenimi gören öğrencilere de rehberlik yapılmaktadır. Bu şekilde öğretmen adaylarına hizmet öncesi seviyeden başlayarak alan eğitimi akademisyenleri ve lider STEM öğretmenleri ile birlikte çalışma fırsatı sunulmaktadır. Bu çalışmalar sadece akademik içerikli olmamakta; aynı zamanda öğretmen adaylarının bütünleşik öğretmenlik bilgisi ve becerilerinden yoksun olarak mesleklerine başladıkları konusunda araştırmalara dayanarak (Corlu, 2012) öğretmenlik formasyonuna da yoğunlaşmaktadır.

Genç STEM araştırmacı ve uygulayıcılar programına farklı üniversitelerde okuyan 12 lisans ve altı yüksek lisans öğrencisi kabul edilmiştir. Katılımcılar eğitim fakültelerinin fen bilgisi, fizik, ilköğretim matematik, matematik ve okul öncesi öğretmenliği bölümlerinde okuyan öğretmen adayları ya da eğitim fakültelerinde alan eğitiminde yüksek lisans yapan öğrencilerdir. Katılımcılardan altı yüksek lisans ve üç lisans öğrencisi, proje kapsamında yer alan programlardan toplanan verileri kullanarak dört farklı akademik çalışma içerisinde yer alırken, dokuz lisans öğrencisi ise projenin yaygın etkisini artırıcı materyal ve içerik geliştirme üzerine çalışmaktadırlar.

Genç araştırmacı ve uygulayıcılar programı içerisinde rol alan tüm katılımcıların öncelikle STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesini geçmiş deneyimleri ile ilişkilendirmeleri beklenmektedir. Sonrasında ise katılımcılar alan eğitimcisi akademisyen ve lider STEM öğretmenleri ile proje içerisindeki farklı uygulama ve araştırma programları üzerine düzenli ve planlı çalışmalara başlarlar.



## **Bütünleşik Öğretmenlik Bilgi ve Becerileri Projesi: Özgün Değer**

STEM: Bütünleşik öğretmenlik bilgi ve becerileri projesi, temel olarak öğrencilerin öğrenmeleri üzerine etki eden faktörler içerisinde yer aldığı varsayılan öğretmenlik bilgisini ölçmeye ve değerlendirmeye yönelik olarak yürütülmektedir. Ancak proje içerisinde yer alan her bir program içinde ayrı bir değerlendirme çalışması ve proje ekibinin kendi ilgi alanında yürüttüğü farklı akademik araştırmalar da gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte toplanan verinin proje ekibi dışından araştırmacılara açılması söz konusudur. Ciddi yöntemler takip edecek tüm araştırmacılar proje verisinin kullanım şartları konusunda proje yürütücüsüne başvurulabilmektedirler.

Proje ekibinin akademik ilgi alanlarında farklılaşan bazı araştırma konuları ise öğretmenlik bilgisinin, yenilikçi öğrenme ortamlarının, okul STEM kültürünün öğrenci performansı üzerine etkileri, öğretmenlerin akademik etik anlayışları arasındaki farklılıklar, öğretmenler arası işbirliğini etkileyen faktörler olarak özetlenebilir.

### **Öğretmenlik bilgisi araştırmaları**

Öğretmenlik bilgisi karmaşık bir problemdir. Bu araştırma, önceden başka bir öğretmen tarafından tecrübe edilmiş öğretmenlik problemlerini çözebilmek amacıyla öğretmenlerin kuramsal (alan ve eğitim) bilgilerini sınıf içi pratiğe dönüştürebilme düzeyini etkileyen faktörleri araştırmaktadır. Proje yürütücüsünün doktora çalışmalarının devamı niteliğindeki bu araştırma ile öğretmenlerin seçimi ve performans değerlendirmeleri konularında mevcut sistemlere alternatif bir sistem geliştirilmektedir (Corlu, 2012). Bu açıdan bu araştırmanın ticarileşme potansiyeli bulunmaktadır.

### **Etik anlayışlar**

Özellikle bir e-öğrenme destekli bir mesleki gelişim programında, öğretmenlerin etik anlayışları ve hassasiyetleri incelenmesi gereken bir konu olarak ön plana çıkmaktadır. STEM çemgisini takip eden tüm öğretmen ürünlerinde bilgi edinme ve fikir geliştirme süreçleri boyunca öğretmenlerin interneti yaygın olarak kullandıkları gözlemlenmektedir. İnternetin yaygın olarak kullanılması esneklik ve erişilebilirlik getirdiği kadar intihale açık bir durum da ortaya çıkarmaktadır. Dürüstlük ise tüm entellektüel ürünler için uygulanması gereken bir gerekliliktir. Bu gereklilik ders planları ve eğitim malzemelerinin hazırlanması sürecinde de geçerlidir. Bununla birlikte proje kapsamında üretilen form ve rubrikler ile diğer know-how'ın da kullanımı konularında kullanıcıların hassasiyetleri değişkenlik göstermektedir. Bu araştırma ile mesleki gelişim programlarında öğretmenlerin ve diğer son kullanıcıların (araştırmacı ve diğer uygulayıcıların) akademik sahtekârlık ve etik hassasiyet düzeyleri araştırılmıştır. Ön bulgular incelendiğinde projeden faydalanan paydaşların etik hassasiyetlerinin eğitim seviyesi, deneyim ve kültürel faktörler bağlamında değişkenlik gösterdiği görülmektedir (Helvacı, vd., 2017).

### **Öğretmenler arası işbirliğini etkileyen faktörler**

STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi, mesleki öğrenme topluluklarını (PLC) çalışma toplulukları (communities of practice) kavramıyla ilişkilendiren mantıksal bir temel oluşturur. Öğretmenler arasındaki mesleki işbirliği ve iletişimin, bir öğrenme kültürünün okul genelinde geçerli olabilmesi için etkili olması gerektiği yaygın olarak kabul görmektedir. Bu doğrultuda öğretmenlerin ders planlarını oluşturma, uygulama ve geliştirme aşamalarında meslektaşları ile olan işbirliğini nasıl anlayıp yorumladıklarını araştırmak önem teşkil etmektedir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle program katılımcısı öğretmenlerin yanıtladıkları öz değerlendirme formlarından elde edilen verilerinden yola çıkarak analitik bir ölçüt geliştirilmiş ve bu değerlendirme aracı ile öğretmenlerin programın ileriki aylarında göstermiş oldukları işbirliğinin nasıl ilerlediği araştırılmıştır. Elde edilen ön bulgular, öğretmenlerin büyük çoğunluğunun sadece kendi zümresi içinde işbirliği gerçekleştirdiği ve bu işbirliğinin aktif katılımı bir çalışmadan ziyade daha çok dönüt vermeye yönelik olduğunu ortaya koymuştur (Aşık, vd., 2017).

## **Bütünleşik Öğretmenlik Bilgi ve Becerileri Projesi: Yaygın Etki**

### **Yazılı yayınlar**

Proje ekibi, toplam 100'ü aşkın akademik sunum ve yayınının yanında öğretmenler için örnek uygulamalar içeren kitaplar yayımlamaya, dergilerde uygulama örnekleri paylaşmaya, uygulayıcılara yönelik seminer ve konferanslar düzenlemeye ve özgün çalıştay içerikleri geliştirmeye devam etmektedir. Bu yayınların bazıları programları finanse eden kurumlara özel olmakla birlikte çoğuna

üniversite kütüphaneleri vasıtasıyla ulaşılabilmektedir. Bazı yayınlar ise belirli bir ambargo süresinin ardından İnternet üzerinden ücretsiz paylaşılmaktadır (Bakınız <http://inteach.org/yayinlar> ve <https://tamu.academia.edu/MSencerCorlu>).

### **Meet & Greet seminerleri**

Meet & Greet seminerleri yönetici, öğretmen, öğrenci ya da velilere en basit anlamda STEM-FeTeMM eğitiminin okul sistemi içerisinde nasıl bir değişim gerektirdiğinin açıklandığı, katılımcıların bir ön hazırlık yapmadan katılabilecekleri kısa süreli seminerlerdir. Meet & Greet seminerleri genel manada STEM-FeTeMM eğitiminin ve ilintili kavramların farklı dinleyiciler özelinde ne manaya gelebileceği, mantıksal, kavramsal ve felsefi temelleri üzerinden gerçekleştirilmektedir. Öğretmenlere yönelik Meet & Greet seminerlerinde ise diğer gruplardan farklı olarak örnek uygulamalar da paylaşılmaktadır. Meet & Greet seminerlerini çoğunlukla proje içerisinde görev alan akademisyenler, son dönemde ise giderek artan yoğunlukta STEM lider öğretmenleri gerçekleştirilmektedirler.

### **STEM Ders planı yarışması**

STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesinin ikinci çalışma alanı olan bütünleşik öğretmenlik çıktıları (Social Products of STEM Teaching) içerisinde mesleki öğretmen topluluklarının oluşturulmasını ve öğretmenlerin kendi özel şartlarına yönelik esnek müfredat geliştirebilmelerini desteklemek amacıyla geniş ölçekte katılıma açık ödüllü ders planı yarışmaları düzenlenmektedir. Yarışmanın ödülleri sponsorlar tarafından sağlanan öğretim materyalleridir. 2016 yılı ders planı yarışması birincilik ödülü Van de Graaff jeneratörü, Van ilinde görev yapan bir öğretmene hediye edilmiştir.

Ders planı yarışmasının 2016 senesinde organize edilen ilkinde, 57 ders planı ön elemeyi geçerek değerlendirme aşamasına kalmıştır. Öğretmenlik tecrübesine sahip alan eğitimi akademisyenlerinden oluşan bir değerlendirme kurulu tarafından ders planları incelenmiş ve başvurular arasından 20 adet ders planı seçilmiştir. Seçilen ders planlarına yayımlanan bir kitapta yazarların adları ile ayrı bölümler halinde yer verilmiştir.

### **Öğrenme yönetim sistemi**

STEM: Bütünleşik öğretmenlik bilgi ve becerileri projesi kapsamında yönetilen programlara dahil olan öğretmen sayısının artması ile birlikte öğrenme yönetim sistemlerine ve e-öğrenmeye olan ihtiyaç da artmaktadır (Programın ilk senesinde 45, ikinci senesinde 300 olan katılımcı öğretmen sayısının 2017 Ağustos'unda başlayacak üçüncü senesinde 1,500'ü geçeceği öngörülmektedir). Öğrenme yönetim sistemi kullanarak, zaman ve mekandan bağımsız olarak içeriklerin sunulması, çevrimiçi eğitimlerin ve videoların paylaşılması, ölçme ve değerlendirmenin zahmetsiz, az hatayla ve en önemlisi farklı yöntemler ile gerçekleştirilmesi, kullanıcı bilgilerinin izlenip raporlanması gibi sorumluluklar, uzaktan eğitim biriminin destekleri ile gerçekleştirilmektedir. Öğrenme yönetim sisteminde kayıtlı kullanıcıların birbirlerine ve proje yöneticilerine mesaj gönderebilmeleri, kendi dokümanlarını oluşturup sisteme yükleyebilmeleri, içeriklere ulaşip kendi belirledikleri zamanlarda videoları izlemeleri, okumalarını yapmaları gibi özellikler öğretmen eğitiminde bir kişisel öğrenme ortamı sunulabilmesini sağlamaktadır.

### **Diğer yaygın etki etkinlikleri**

Okul içinde yüz yüze, portal üzerinde (<http://inteach.org>) ve özellikle sosyal medyada (twitter @baustem, @ITP\_STEM, facebook.com/InTeachProject ve facebook.com/groups/fetemm) çevrimiçi mesleki öğrenme toplulukları oluşturma motivasyonu, öğretmenlerin işbirliği içerisinde çalışacağı ortamlar oluşturmak projenin bir başka yaygın etkisini ortaya çıkarmaktadır. Bu bağlamda proje katılımcısı öğretmenlerin farklı disiplinlerdeki meslektaşlarını da dahil edecek şekilde paylaşım toplantıları düzenlemeleri konusunda desteklenmeleri (örneğin, Aralık 2016'da düzenlenen yoğun katılımlı Matematik Öğretmenleri Paylaşım Zirvesi; T3 Türkiye grubuyla yapılan işbirlikleri) yanında meslek örgütleri ve sivil toplum kuruluşları ile ortaklaşa düzenlenen organizasyonlar (örneğin, STEAMwin panelleri, BinYaprak STEM öğretmenleri), projenin yaygın etkisini artırmaya yönelik diğer bazı etkinliklerdir.

## **SONUÇ**

Türkiye'de alan eğitiminin zirvesi olarak tanımlanabilecek ve 2012'de Niğde'de 10.'su düzenlenen Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK) bünyesinde düzenlenen bir panel ile ilk kez tanıştığı STEM-FeTeMM eğitimi, panel sırasında Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik Eğitimi (BTMM) kısaltması ile Türkiye'ye özgü bir yorum ve tanım geliştirmenin önemi vurgulanarak sunulmuştur (Adıgüzel, vd., 2012). Ancak yoğun katılımlı panel sırasında dinleyicilerin yorumları ile

ortak bir anlayış geliştirilmesi ihtiyacı öne çıkmış ve bu sebeple *Bilim* yerine *Fen Bilimleri* vurgusunun daha uygun olduğu anlaşılmıştır (Corlu, 2014). Niğde'deki 10. UFBMEK'ten sadece dört sene sonrasında 2016 yılında Adana'da düzenlenen 12. UFBMEK kapsamında STEM-FeTeMM eğitimi konu edinen 21 sözlü bildiri sunulmasına dayanarak, özellikle fen ve matematik alan eğitimcisi akademisyenleri arasında STEM-FeTeMM eğitiminin yaygınlaştığı iddia edilebilmektedir (UFBMEK, 2016).

Yeniden yapılandırılan ve 2017-2018 eğitim öğretim yılından itibaren sınıflarda uygulanması planlanan öğretim programı içinde de STEM-FeTeMM eğitimi uygulamalarının fen dersi kapsamında, STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi içerisinde bir bilişsel süreç yöntemi olarak yer alan hesaplamalı düşünme becerilerinin ise bilişim dersi kapsamında yer alması memnuniyet verici olarak değerlendirilmektedir.

Hem araştırma hem de uygulamadaki bu gelişmelere rağmen STEM öğretmen eğitimi konusunda sürdürülebilir yöntem, model ve projelerin geliştirilmesine olan ihtiyaç devam etmektedir. Bu ihtiyacın üniversiteler bünyesinde yürütülen ve kuramsal çerçevesi belirli projeler ile öğretmen ve öğretmen eğitimcileri işbirliğinde, kuram ve uygulama bütünlüğünde karşılanması gerektiğine inanılmaktadır. Bu özelliklerde olmayan popülist yorumların STEM-FeTeMM eğitiminin geleceği için tehlike arz ettiği ve bu yorumları benimseyen kişi ve kurumların etik (Helvacı, vd., 2017) ya da kuram-uygulama bütünlüğü konusunda yeterli duyarlılığa sahip olmadıkları anlaşılmaktadır. Türkiye'ye yakından tanıyan bir uzmanın konu ile ilgili uyarıları değerlidir: "Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik eğitimi ile ilgili pek çok zorlu faktör vardır. Ancak bunların içinden hiçbiri, yeterli bilgi sahibi olmayan ve kendi kendini STEM eğitimcisi veya STEM eğitimi uzmanı ilan edenlerden daha zorlayıcı değildir" (Capraro, 2017, p. 227).

STEM nosyonunun Türkiye özelinde pedagojik bir yaklaşım olarak kabul görmesine katkı sağlayan Türk öğretmen ve öğretmen eğitimcisi akademisyenlerin ortak bir ürünü olan STEM-FeTeMM eğitimi alan yazınının ise görmezden gelinmesi yadırganmaktadır. Yurtdışı ve özellikle Amerika Birleşik Devletleri özelinde kullanılan STEM nosyonun çoğunlukla popüler ve politik olduğu gözönüne alındığında, ülkemize özgü pedagojik STEM yorumu içerisinde kabul edilebilecek öğretmen eğitimi projelerinin geliştirilebiliyor ve özellikle özel sektör tarafından maddi olarak destekleniyor olması önemlidir. Bu desteğin sağlanabilmesi ise projenin sürdürülebilir ve araştırma temelli olma iddiasını kanıtlarla destekleyebilmesi ölçüsünde mümkündür.

## KAYNAKLAR

- Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Corlu, M. S., & Özel, S. (2012, June). *Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Eğitimi: Disiplinlerarası çalışmalar ve etkileşimler* [STEM education in the Turkish context: Interdisciplinary investigations and interactions]. Paper presented at the X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde, Turkey.
- Aşık, G., Baş, E., Türe, K., Türkmen, İ., & Corlu, M. S. (2017, May). *A quantitative analysis of teacher perceptions of collaboration for STEM integration*. Paper presented at the International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology, Kuşadası, Turkey.
- Berlin, D. F., & White, A. L. (1994). The Berlin-White integrated science and mathematics model. *School Science and Mathematics*, 94(1), 2-4.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Buchanan, R. (1992). Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*, 8(2), 5-21. doi:10.2307/1511637
- Capraro, R. M. (2017). Türk öğrenciler, biyoçeşitlilik ve çarpımsal ilkeler aracılığıyla STEM eğitimi'ni dönüştürüyor. In M. S. Corlu & E. Çallı (Eds.), *STEM Kuram ve Uygulamaları* (pp. 227-229). İstanbul: Pusula.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., Scheurich, J., Jones, M., Morgan, J., Huggins, K.S., Corlu, M. S., Younes, R., & Han, S. (2016). The impact of sustained professional development in STEM project based learning on district outcome measures. *The Journal of Educational Research*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00220671.2014.936997>
- Capraro, R. M., & Slough, S. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to STEM project based learning. In R. M. Capraro, M. M. Capraro, & J. Morgan (Eds.). *STEM project-based learning: An integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach* (2nd Edition). (pp. 1-5). Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers. [http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6\\_12](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6_12)
- Cawley, J. F. (1994). Science for students with disabilities. *Remedial and Special Education*, 15(2), 67-71.

- Corlu, M. S. (2012). *A pathway to STEM education: Investigating pre-service mathematics and science teachers at Turkish universities in terms of their understanding of mathematics used in science*. (Unpublished doctoral dissertation). Texas A&M University, College Station.
- Corlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu [Call for STEM education research in the Turkish context]. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10
- Corlu, M. S. (2017). STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi [STEM: Integrated Teaching Framework]. In M. S. Corlu & E. Çallı (Eds.), *STEM Kuram ve Uygulamaları* (pp. 1–10). İstanbul: Pusula.
- Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM Education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74–85.
- Dewey, J. (1938). *Experience & education*. New York: Kappa Delta Pi.
- Helvacı, B., Corlu, M. S., Aşık, G., & Doğança Küçük, Z. (2017, May). *STEM ethics: Academic integrity and ethical concerns of teachers*. Paper presented at the International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology (ICEMST), Kuşadası, Turkey.
- National Science Foundation. (2013). *Chapter III: NSF proposal processing and review*. Retrieved from [https://www.nsf.gov/pubs/policydocs/pappguide/nsf13001/gpg\\_3.jsp](https://www.nsf.gov/pubs/policydocs/pappguide/nsf13001/gpg_3.jsp)
- Özel, S. (2013). W3 of STEM PBL. In R. M. Capraro, M. M. Capraro, & J. Morgan (Eds.), *STEM project-based learning: An integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach* (2nd Edition). (pp. 41-49). Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers. [http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6\\_12](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6_12).
- PricewaterhouseCoopers. (2017). *2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi*. Retrieved from <https://www.pwc.com.tr/tr/gundem/dijital/2023e-dogru-turkiyede-stem-gereksinimi.html>
- Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. (2016). *Bildiri özetleri*. Retrieved from <http://www.ufbmek.org/wp-content/uploads/2016/10/Bildiri-%C3%96zet-Kitap%C3%A7%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>
- Yoon, K. S., Garet, M., Birman, B., & Jacobson, R. (2007). *Examining the effects of mathematics and science professional development on teachers' instructional practice: Using professional development activity log*. Washington, DC: Council of Chief State School Officers.

## EKLER

### Ek 1.

#### Örnek Çalıştay: Zaman Makinesi ve Dinamik Sistemler

BAUSTEM ekibinin Meet & Greet buluşmalarında sunulmak üzere geliştirdiği özgün uygulamalardan biri *Zaman Makinesi ve Dinamik Sistemler* çalıştaydır. Bu çalıştayda merkezde yer alan disiplin matematik olup bilişsel sürece yönelik kazanımlar lise müfredatı 11. sınıf trigonometri ünitesinden seçilmektedir. Çalıştay süresince periyot ve periyodik fonksiyon kazanımlarının yanı sıra yine lise fizik müfredatından basit sarkaç ve esnek yay ile oluşturulan sistemlerin salınım periyotları ve bu periyotlara etki eden faktörler incelenmektedir. Çalıştay lideri alan eğitimcisi akademisyen ya da lider öğretmen tarafından sunulan Bilgi Temelli Hayat Probleminin (BTHP) çözümünde ölçümlerin okunması, ölçüm hassasiyetinin ve gösterimlerinin değerlendirilmesi noktalarında mühendislik alanında kazanımlarına değinilir. Ayrıca ölçümlerin alınmasında veri toplayan ve analiz eden cihazlar (TI-84 Plus CE, Vernier Data Logger, Vernier computer-based ranger, Arduino prototipleme kartı ve ultrasonik mesafe sensörü) kullanılırken ve bu cihazların topladığı verilerin analiz edilmesinde kullanılan algoritmaların yazımını ve hata ayıklamayı içeren teknoloji kazanımları ön plana çıkarılır.

Çalıştay kazanımlara da vurgu yapan ilgi çekici bir video ile başlar. Videoda mekanik saatlerin beş önemli parçası açıklanmaktadır; enerji, çarklar, saat maşası (eşapman), kontrolcü, zaman göstergesi. Videonun ardından katılımcıların fikirleri alınarak ve ön bilgileri yoklanarak bilgi temelli hayat problemi sunulur:

*“Zamanı ölçmek için kullanılacak iki ayrı prototip geliştiriniz. Son ürününüz prototiplerinizin sınırlılıklarını içeren bir raporla birlikte sunulmalıdır”*

Sınırlamalar olarak; gün, saniye, dakika gibi standart olmayan bir birimin kullanılması ve ikinci prototipte sarkaç kullanımının gerektiği belirtilir. Bu BTHP'nin çözümünde günlük malzemeler olan pet şişe, mum, su, ip gibi malzemelerin kullanılabilmesi; TI ve Vernier sensörlerinden yararlanılabileceği bilgisi paylaşılır. Katılımcı öğretmenlerin gruplar oluşturularak meslek ve sorumluluklarını etkinlik defterine not etmeleri istenir. Meslek, sorumluluk ve görevlere Henri Poincaré araştırmacısı, makine mühendisi, uygulayıcı, yazıcı ve farklı bir görev olarak tanımlanan grup içinde yapılan işe eleştirel bir bakış getirme sorumlusu örnek olarak verilebilir. Grupların her birinin meslek ve sorumluluklarını not etmesiyle bilgi edinme sürecine geçilmektedir.

Katılımcı öğretmenlere araştırma yapmaları için bazı rehber sorular yöneltilir;

*“Zaman nedir? Zaman ölçülebilir mi? Nasıl? Isochronous timing (izokron zamanlama) ne demektir?”* Sorular hakkında halihazırda bilinenlerin grup içinde konuşulup not alınması, başka hangi bilgilere gerek duyulduğunun ve bu bilgilere hangi kaynaklardan ulaşılabileceğinin kaydedilmesinin ardından bilgi edinme defterine bir araştırma raporu yazılmaktadır. Bu aşamada sahip olunan ve araştırma sonucu edinilmiş bilgi sentezlenerek grup içerisinde ilk prototipin oluşturulması için beyin fırtınası yapılmaktadır. Ürünün geliştirilmesine yönelik, öne sürülen her türlü farklı fikir ve bu fikirlerin gerektirdiği malzemeler fikir geliştirme defterine kaydedilmektedir. Her grup, ortaya atılan fikirler arasından kendileri açısından BTHP çözümüne en uygun olan fikri seçmekte ve ürün geliştirme defterine prototiplerinin eskizini çizmektedir. Daha sonra ise çalıştay liderinin onayıyla birlikte gruplar kullanmayı planladıkları malzemeleri alarak fikirlerini hayata geçirmeye başlamaktadırlar.

İlk prototip aşamasında gruplar tarafından genellikle pet şişeler ve su kullanılarak su saati, kum ve karton bardaklar kullanılarak kum saati, mum kullanılarak ateş saati, bileklerdeki atım sayılarak nabız saati gibi modeller geliştirildiği gözlemlenmiştir. Bu aşamada grupların geliştirdikleri prototiplerin sınırlamalarını belirlemeleri de istenmektedir ve prototiplerin izokron zamanlı olması için neler yapılması gerektiği sorulmaktadır. Su saati ve kum saatinde basınçtan kaynaklanan üst kaptaki maddenin yavaşlayarak boşalması nedeniyle zaman ölçümündeki hata payını azaltma amacıyla kap üzerindeki zaman çizgilerinin eş aralıklı olmaması, ateş saatinde mumum tamamen bir silindir haline getirildikten sonra yakılması, nabız yükseltecek eylemlerden kaçınılması gibi çeşitli faktörler gruplar tarafından ölçümdeki hassasiyeti arttırmak amacıyla dikkate alınması gereken durumlardır.

İlk prototiplerin tamamlanmasının ardından ikinci prototip için çalışmalar başlamaktadır. Sınırlamaların ikinci prototipte sarkaç kullanımını gerektirdiği için sarkacın periyoduna etki eden faktörler gözden geçirilmektedir. Her gruptan  $T=2\pi\sqrt{L/g}$  olan basit sarkaç formülünü kullanarak TI-84 hesap makineleriyle bir program yazmaları istenmektedir. Bu programda amaç; sarkaç uzunluğu ile sarkacın periyodunu hesaplayan bir algoritma kurmaktır. Böylelikle gruplar ikinci prototipleri ile elde edecekleri

ölçü birimlerinin standart zaman birimi cinsinden karşılığını bulmaktadırlar. Ürün geliştirme defterine sarkacın dahil olduğu ikinci prototip taslakları çizildikten sonra malzemeler alınarak prototip oluşturulmakta ve denemeler yapılmaktadır. Sarkaç ile hazırlanan prototiplerde zamanı ölçmedeki sınırlamalarının neler olduğu grup içerisinde tartışılmakta; sarkaçların birkaç salınım sonrasında hareketlerinin hangi değişkenler sebebiyle sönümlendiği sorulmakta ve hava sürtünmesi, yerçekimi vb. etkenler üzerine ayrıntılı bir şekilde konuşulup tartışılması gerekmektedir. Periyodun belirlenmesi için ölçümlerin nasıl yapılması gerektiği üzerinde de özenle durulmaktadır. Birden fazla ölçüm alınması ve bu ölçümlerin ortalamasının kullanılması gerektiğinin öğretmenlik öğrencileri tarafından önerilmesinin ardından deneysel periyot değeri ve teorik periyot değeri, TI-84 hesap makinesinde yazılan program ile bulunan periyot ile karşılaştırılmaktadır.

Ölçümlerin daha kesin ve hassas şekilde alınması için TI-84 hesap makinelerine CBR (Computer-Based Ranger) cihazı bağlanarak önce durağan pozisyonda kalibrasyon yapılmakta, ardından sarkaca uygun pozisyon alınıp sarkaç serbest bırakılarak veri toplanmaktadır. Hesap makinesinde zaman, yer değiştirme, hız ve ivme grafikleri de çizdirilebilmektedir. Zaman-yer değiştirme grafiğinin istatistiksel modelleri ve matematiksel modelleri arasındaki farkların neler olduğu ve bu farkın aslında neyi belirttiği katılımcılara yöneltebilecek sorulardan bazılarıdır. Ana disiplin olan matematikte derinleşme bölümünde ise hız-yer değiştirme grafiğinin hesap makinesinde çizdirilmesi istenmektedir. Grafiğin nasıl görüldüğü, eliptik olmasının ne anlama geldiği üzerine konuşulduğu gibi fonksiyonun kendisini ve türevini içeren denklemlerden de bahsedilebilir. Bu aşama öğretmenlerin sınıf içinde yazılı müfredatın ötesine geçme özgürlüğüne sahip olduklarını fark etmeleri için önemlidir. Öğretmenlerin, geliştirdikleri iki farklı prototipin avantajları ve dezavantajları üzerine raporlarını tamamlamalarının ardından çalıştay sona erer.

Çalıştay süresince deneysel ve teorik sonuçların karşılaştırılması, ölçümlerin hassasiyeti için farklı araç ve yöntemlerin denenmesi, matematiksel modeller üzerinde fikir alış-verişi yapılması, sonuçların gruplar tarafından sınıfın geri kalanıyla paylaşılması ve raporlanması STEM Çemgisi içerisinde ürün-süreç birlikteliğinin vurgulandığı aşamalarıdır. Aynı zamanda bilişsel süreç kazanımlarının yanı sıra sosyal ürün kazanımlarının da ön plana çıkarıldığının göstergesidir.