

Article Type:

Research Paper

Original Title of Article:

Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students

Turkish Title of Article:

Proje tabanlı (PJT) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitiminin, meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve mesleki ilgilerine etkisi

Author(s):

Mustafa ÇEVİK

For Cite in:

Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306, <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2018.012>

Makale Türü:

Özgün Makale

Orijinal Makale Başlığı:

Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students

Makalenin Türkçe Başlığı:

Proje tabanlı (PJT) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitiminin, meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve mesleki ilgilerine etkisi

Yazar(lar):

Mustafa ÇEVİK

Kaynak Gösterimi İçin:

Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306, <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2018.012>

Impacts of the Project Based (PBL) Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education on Academic Achievement and Career Interests of Vocational High School Students

Mustafa ÇEVİK ^{*a}

^a Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Education, Karaman/Turkey



Article Info

DOI: 10.14527/pegegog.2018.012

Article History:

Received 13 January 2017
Revised 22 June 2017
Accepted 01 July 2017
Online 06 February 2018

Keywords:

Project based STEM,
Vocational high school,
Academic achievement,
Career interest.

Article Type:

Research paper

Abstract

The aim of this study is to determine effects of the Project-Based (PBL) STEM (Science Technology, Engineering Mathematics) education on academic achievements and career interests of vocational high school students. Pretest-posttest design, one group of pre-trial model, was used in the study. The participants of the research consisted of 18 students in eleventh-grade at the furniture department of vocational high school. Quantitative data collection tools were used to gather the data for the study. "STEM Achievement Test" and "STEM Career Interest Scale" were applied to the students as pretest and posttest. The data obtained from the achievement test and carrier interest test were analyzed by using non-parametric Wilcoxon signed-rank test with SPSS 16.0 software. It was found at the end of the study that, students improved significantly their academic achievement in the furniture design course and developed career interests in a positive direction.

Proje Tabanlı (PJT) Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Eğitiminin, Meslek Lisesi Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Mesleki İlgilerine Etkisi

Makale Bilgisi

DOI: 10.14527/pegegog.2018.012

Makale Geçmişi:

Geliş 13 Ocak 2017
Düzeltilme 22 Haziran 2017
Kabul 01 Temmuz 2017
Çevrimiçi 06 Şubat 2018

Anahtar Kelimeler:

Proje Tabanlı STEM,
Meslek Lisesi,
Akademik başarı,
Mesleki ilgi.

Makale Türü:

Özgün makale

Öz

Bu çalışmanın amacı, proje tabanlı (PJT) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitiminin, meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve mesleki ilgilerine etkisini tespit etmektir. Araştırmada deneme öncesi modellerden, tek grup ön test - son test deseni kullanılmıştır. Araştırmanın katılımcılarını, meslek lisesi mobilya bölümü 11. sınıf, 18 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmada nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Nicel veri toplama araçları olarak, öğrencilere "STEM Başarı Testi" ve "Mesleki İlgi Testi" ön test - son test olarak uygulanmıştır. Çalışmada, başarı testi ve mesleki ilgi testlerinden elde edilen veriler, SPSS 16.0 programında non-parametrik Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonunda, derste uygulanan STEM-PJT eğitiminin öğrencilerde akademik başarıyı anlamlı düzeyde artırdığı ve mesleki ilgiyi olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

* Author: mustafacevik@kmu.edu.tr

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-5064-6983>

Introduction

It is widely known with the rapid development of science and technology in our age that students are required to fulfill tasks in the real world, combine theory and practice and improve creative problem-solving skills, rather than passively being involved in a cross-disciplinary curriculum. STEM education has developed in response to these needs. STEM (Science- Technology- Engineering- Mathematics) education is an integrated approach to assist learners to adopt creative problem-solving techniques on the way to become inventors of the future (Roberts, 2012). STEM education aims to help students to look at problems from a multidisciplinary point of view and acquire the necessary knowledge and skills (Şahin, Ayar & Adigüzel, 2014). STEM fields include some of the multidirectional and important professions in the contemporary world. Many of the new developments that make the world a better place to live are due to the contributions of STEM field (Hossain & Robinson, 2012). As the world develops technologically, it is now a fact that the economy of a country, its power and leadership are bond with effective practices and skilled workers potential in STEM fields.

Vocational schools are one of the most important educational institutions where skilled workers are trained. It is necessary to increase efficacy of vocational educational institutions that play an important role in the development of the country in order to raise the human power in quantity and quality (Erol, 2010). In this context, STEM education to be carried out in vocational high schools play a very important role. In general, vocational high school students are expected to not only complete their education that improve their cultural and personal development but also complete their vocational education at the best level to guarantee their future (Eker, 2007). Vocational high schools are educational institutions aiming at helping students gain work experience at an early age and get involved in business life by fulfilling the need for intermediate staff in the working segment of the society through the courses such as in STEM fields and acquire the skills and the practices required. If vocational education cannot respond to the needs of the market and trained staff cannot adapt to this change, it becomes difficult for both the individual and the country to survive in today's competitive market. The way in which this adaptation can be achieved is to analyze properly the professions within the scope of vocational education, to determine valid qualifications and to select adequately the content to be taught and the method, the techniques and the assessment tools to be used in teaching (Gömleksiz & Erten, 2010).

Developing practical skills is one of the important and distinguished characteristics of STEM education compared to other disciplines (Chang, Ku, Yu, Wu & Kuo 2015). STEM education integrated with the vocational high school has a vital importance to educate qualified technical staff. Project-based learning (PBL) is at the forefront of the most appropriate strategies for teaching STEM fields that includes practice-based applications.

In the literature, PBL has been rarely studied in a pedagogical framework in the context of teaching interdisciplinary STEM subjects. In fact, many of the learning experiences argued in STEM teaching approaches are similar to basic principles of PBL (Siew, Amir & Chong, 2015). Project-based STEM education (STEM-PBL) is both challenging and motivating. STEM-PBL education is an approach that helps students to solve complex problems. It also allows students to develop critical, analytical and higher-order thinking skills. STEM-PBL enables collaboration, peer communication; problem solving and self-learning while increasing attentions of students (Capraro, Capraro & Morgan, 2013). In this context, it can be said that STEM-PBL is an excellent tool that can be used in the vocational education.

Literature Review and Purpose of Study

Effects of STEM-PBL education on academic achievement: PBL has a long history. This approach was formally introduced to schools by the philosopher and educator John Dewey then Kilpatric contributed to the spread of this approach (Warin, Talbi, Kolski & Hoogstoel, 2016). In recent years, it appears that PBL and STEM education, with complementary features in many contexts, are used together as a new approach. STEM is a powerful, potentially new and educational approach. When applied properly, it can make a big difference in students' perceptions of the world and helping to solve the problems (Korganci

et al. 2016). A learning environment created with STEM-PBL is important for solving the complexity of key concepts in STEM fields (Hickey, 2014). The literature suggests that STEM-PBL education, which is implemented through designing and practicing science-based toys, can be a useful pedagogy to teach science to the students and encourage and motivate them to learn science (Siew, Amir & Chong, 2015). Nevertheless, implementation of STEM-PBL education by teachers in science teaching and STEM-PBL trainings that require some investigations for practices has not been sufficiently developed for schools. In some research, the topics of STEM-PBL, which integrate concepts into the subjects, enable students to transfer knowledge and skills to solve real-world problems (Fortus et al. 2005). This has allowed to solve high-level mathematical problems and increased scores in scientific process skills in many cases (Satchwell & Loepp, 2002). When the literature is reviewed, more specific studies were found, though they seem to be less STEM-PBL education related (Lou, Tsai, Tseng and Shih, 2014). Still, it has been found that STEM-PBL contributes to the development of various skills, provides STEM knowledge integration for high school female students, and increases learners' levels of imagination through project-based activities.

Impacts of STEM education on career interest: Educators who believe STEM education is important argue that students should display high performance in STEM education so that it is reflected in their career as a result of integrating concepts of technology and engineering to science and mathematics education in schools (Brown, Brown, Reardon & Merrill, 2011).

STEM education, which includes four disciplines, has an enhancing feature for career professions in these fields. Especially with combination of engineering and education processes, it enables recognizing talented students at an early age to improve their STEM skills as well as increasing the demand for career preferences in these fields (Koyunlu Ünlü, Dökme & Ünlü, 2016). STEM education increases the enthusiasm of students in the related activities at primary school level and ensures self-confidence and self-fulfillment in science and mathematics courses as well as interests in these courses (Dejarnette, 2012). This desire and enthusiasm are likely to occur at every grade level in which STEM education is given.

When the literature is reviewed, especially science and educational institutions suggest that the interest in STEM areas begins to develop in the secondary school period (Kier, Blanchard, Osborne and Albert, 2014). In this context, it is very important to identify interests of students to STEM areas starting at younger ages. It is also important to identify STEM areas of students who are studying at high schools before or after specializing and to provide necessary guidance to them. Studies in the literature support this view and note that there is a general decline in interests toward STEM areas starting from primary to high schools (VanLeuvan 2004; Wells, Sanchez & Attridge, 2007). However, there are very few studies indicating whether interests of students in STEM subjects or careers have changed (and that is often declined) before studying in universities (Fouad, Smith & Enoch, 1997; VanLeuvan 2004). The determination of STEM careers of the students in the vocational high schools whose basic principle is to provide vocational acquisition is very important in this context. In this case, interventions involving STEM role models have been found to be very effective in increasing participations of students and in forming perceptions of students at middle and upper levels with STEM (Ashby Plant et al. 2009; Stout et al. 2011; Zeldin, Britner & Pajares, 2008). Many researchers also argue that scholars ought to be involved in pedagogical practices that reflect interdisciplinary and unspecified problems in order to prepare STEM careers for students (Anderson 2007; Clark & Ernst 2007; Marshall, Horton & Austin-Wade, 2007; Paige, Lloyd & Chartres, 2008; Park-Rogers, Volkmann, & Abell, 2007). Furthermore, activities that support motivations of the students demonstrate that students understand the real value of mathematics and science while increasing the likelihood of a STEM career choice.

As can be seen from the literature, research on PBL practices, particularly for vocational high school students are rarely studied. At the same time, there seem to be no studies investigating the impact of STEM-PBL practices on the academic achievement of vocational high school students or on the interest in STEM career fields. The aim of this research, in this context, is to determine the extent to which STEM-PBL practices influence STEM achievements of students in vocational high schools and impacts of these practices on students' STEM career interests.

Method

In this study, a single group pretest – posttest design in quasi-experimental models was used to determine the impact of STEM education on the academic achievements of 11th grade students in vocational high schools and their interests in STEM professions. This model does not include random sampling and pairing. Symbolic appearance of the model is as follows (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2008):

| | | | |
|-------|----------|---------|-----------|
| Group | Pre-test | Process | Post-test |
| G | O1 | X | O2 |

G indicates the group; O1 indicates pre-test measurement from the experimental group; X indicates the experimental process; O2 indicates post-test measurement from the experimental group (Büyüköztürk et al. 2008).

Study Group

The Central Vocational and Technical High Schools in the province of Karaman was included in the study group of the research. The Central Vocational and Technical High School was preferred as it is one of the largest high schools in the province and has many programs appropriate for STEM areas. In particular, the wood technology department is appealing for the realization of STEM activities as it is one of the departments with convenient workshops and equipment. The reason for preferring the 11th grade as the study group was that it is a period in which the field branching of students starts and professional preferences are formed. In this regard, the study group consisted of 18 male students at the furniture department in the 11th grade of Central Vocational and Technical High School in the first semester of the 2016-2017 academic year. Participants were voluntarily involved in the research.

Research Questions

Within the scope of research, answers to the following questions were sought:

- 1) Does STEM-PBL education influence the academic achievement of vocational high school students?
- 2) Does STEM-PBL education influence enthusiasms of vocational high school students for STEM professions?

Data Collection Instruments

Two types of data collection tools were used in the research. One of them is “STEM Achievement Test” developed by the researcher and the other one is “STEM Career Interest Scale” developed by Kier et al. (2014) and adapted to Turkish by Koyunlu Ünlü et al. (2016).

Development of the STEM Achievement Test: In the research, an achievement test was designed related to the topic of the socio-economic importance of sustainable energy sources. The 20 questions were selected from the pool of questions that consist of four sections including science, technology, engineering and mathematics. Questions were developed taking into consideration class-level relevance of the science and mathematics course in the scope of STEM. Two expert academicians in the STEM field, two specialist in sciences, mathematics and a furniture teacher, evaluated the prepared achievement test. At this stage, three questions that were inappropriate and unclear were removed from the test. The questions were developed considering their relevance to science and mathematics courses within the scope of STEM. Two specialist academicians, two specialist in sciences, one mathematics teacher and one furniture teacher evaluated the achievement test. The Bloom taxonomy was taken into consideration when preparing the questions and the table of specifications was prepared. The distribution of the questions is as shown in Table 1.

Table 1.
Achievement Test Question Table of Specifications.

| Distributions of Acquisitions according to Bloom's Taxonomy | | | | | | |
|--|------------------|----------------------|--------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Acquisition | Knowledge | Comprehension | Application | Analysis | Synthesis | Evaluation |
| Socio-economic importance of renewable energy sources | 3,4,10 | 1,11,12 | 6, 9,15 | 8,13,16 | 7,14 | 2,17 |

The test, consisting of 17 questions initially, was applied to 151 students in the pilot study. Then, item reliability and validity were tested and internal consistency was calculated with the help of SPSS 16.0 package program. Item 3 and item 17 whose item discrimination index was below .30 were removed from the test and the test was reduced to 15 questions. While KR 20 reliability coefficient of the test was .60, the item difficulty index was .57, and the item discrimination index was .49. Kehoe (1995) indicates that KR-20 reliability coefficient should be .50 for the multiple-choice tests consisting of up to 50 items and .80 for the tests consisting of over 80 items (cited in Tan, Kayabaşı & Erdoğan, 2002). The level of difficulty of an item between .30 and .80 indicates that 30.00 – 80.00 % of respondents are required to answer items correctly (Tan, 2006).

STEM Career Interest Scale: The STEM Career Interest Scale was administered to measure vocational enthusiasm of the students to STEM fields in the research. Upon obtaining permission for the scale, it was applied as pre and post test to the study group. The 5 Likert-type scale consisting of 40 items developed by Kier et al. (2014) and adapted to Turkish by Koyunlu Ünlü et al. (2016) was applied. Validity and reliability studies were performed again for the scale. SPSS 16.0 package program was used for calculations. The scale was applied to 165 vocational high school students. The Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) value of the scale was .86 and the Barlett test significance value was .00. It was found that all of the scale had four factors describing 59.00% of the variance. These sub-factors are science, technology, engineering and mathematics. The reliability coefficient (Cronbach alpha value) was calculated as $\alpha = .90$ for the science subscale, as $\alpha = .89$ for the technology subscale, as $\alpha = .92$ for the engineering subscale, and as $\alpha = .90$ for the mathematical subscale. It was calculated as $\alpha = .92$ for the overall scale. As the scores ranged between 1.00 and 5.00, the students' attitudes were considered to be high as the scores got closer to 5.00 and low as the scores got closer to 1.00. The score obtained by dividing the sum of the item scores of sentences marked by a student, by the number of the marked sentences. Turgut and Baykul (1992) advice that this would give the researchers an idea about students' interest in STEM professions. Therefore, the score below 2.60 point obtained from the STEM Career Interest Scale indicates negative interest, the scores of 2.60 and above indicates positive interest (Table 2).

Table 2.
Scales' Items and Point Range.

| Likert Items | Point | Point Range |
|---------------------|--------------|--------------------|
| Totally Agree | 5.00 | 4.20-5.00 |
| Agree | 4.00 | 3.40-4.19 |
| Not Sure | 3.00 | 2.60-3.39 |
| Disagree | 2.00 | 1.80-2.59 |
| Totally Disagree | 1.00 | 1.00-1.79 |

(Öztaban & Satıcı, 2015)

Data Analysis

Level of significance, standard deviations and means were examined with nonparametric Wilcoxon Signed-Rank Test for related measurements that would determine whether there is a significant difference between academic achievement and STEM career interest of the study group before and following STEM-PBL education practices and academic achievement and STEM career interest (Table 2 and Table 3). Normality test was carried out to identify if the data were normally distributed. The normality test results for each subscale are given in Table 3.

Table 3.
Normality Test.

| Sub Factors | Kolmogorov-Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------------|--------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| Science | .08 | 18 | .00 | .97 | 18 | .00 |
| Mathematics | .11 | 18 | .00 | .96 | 18 | .00 |
| Technology | .11 | 18 | .00 | .97 | 18 | .00 |
| Engineering | .12 | 18 | .00 | .93 | 18 | .00 |

As seen in Table 3, the normality test results are not normally distributed according to the scores of the four subscales of the scale ($p < .05$). In the case of $p < .05$, it is said that the relevant variable does not come from the distribution. In this regard, non-parametric analyzes were used to analyze the data.

Development and Implementation Process of STEM-PBL Education

In the scope of the study, and for summarizing briefly the development process of STEM studies as well, firstly furniture department teachers, students and the researcher decided together what sort of subject of STEM-PBL education in the vocational development course at the environmental protection theme would be given in the vocational high school furniture department. Particularly a topic that students are likely to be interested in STEM-PBL education was considered. Educators state that projects that attract the interest of the students make a difference in the motivation of the students in the projects (Amir, 2014; Kangas, 2010; Meyer, 2012; Resnick, Berg & Eisenberg, 2000). As a result of the brainstorming, a lesson plan was prepared for teaching.

Course: Career Development.

Course Title: Environmental Protection.

STEM Acquisition 1: Students recognize socio-economic importance of sustainable energy sources.

STEM Acquisition 2: Students integrate the information they learn into various situations.

STEM Acquisition 3: Students create a product including their own fields based on the information that they learned about renewable energy sources.

Material: Designing of a windmill that generates electricity from wind energy, which is one of the renewable energy sources, was decided. This planned study was carried out with non-top-level materials. It is emphasized in the literature that high-level materials are not needed and STEM-PBL can be implemented with simple tools and toys (Amir & Subramaniam, 2006; 2007; 2014; Subramaniam & Ning, 2004; Zubrowski, 2002).

A study calendar was prepared for project-based education carried out within the lesson plan. Activities to be carried out were transferred step-by-step to the project by clarifying division of labour in light of

the created study calendar. Four different project groups were formed consisting of at least four participants each randomly selected from the students during the schedule and the theme set STEM implementation process. The following activities were carried out in the project groups:

1. STEM academic achievement test and STEM Career Interest Scale were administered to all groups as pretest.
2. The students received preliminary renewable energy and system information from the researcher and furniture teachers about the subject (Figure 1).



Figure 1. The students received preliminary information.

3. They conducted review of literature on the subject.
4. Materials were provided, informative presentations on STEM were given by the researcher during the first week after the implementation of the pretest and homework related to renewable energy resources was assigned to the participants.
5. During the second week, the participants were informed on renewable energy sources. The socio-economic importance of such sources and how to make them available for daily usage were discussed. There was a special focus on wind energy and STEM approach.
6. Following the two-week trainings, STEM-PBL studies were initiated by each group (Figure 2).



Figure 2. STEM project group works.

7. Studies continued under the guidance of researcher and teacher. The participants were assisted when needed during this week. Within the scope of STEM-PBL education, the groups were told about the technology of windmill, working principles of dynamo and generator, were informed about renewable energy engineering and were asked to calculate the amount of electric current obtained from a complete turn of windmill.
8. In Week 4, the presentations of the completed projects were conducted in the class (Figure 3).



Figure 3. Project presentation.

9. In Week 5, post-tests were implemented and the investigation was completed (Figure 4).

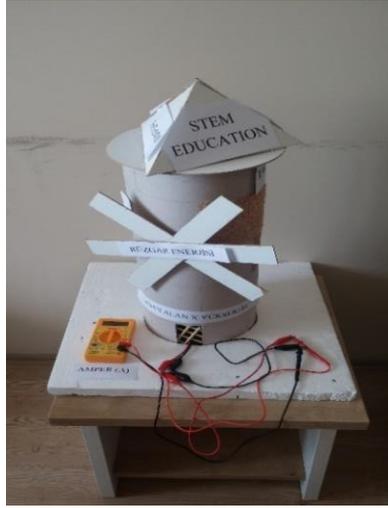


Figure 4. STEM-PBL product.

Findings

In this section, the findings obtained for the purposes of the research and interpretations are reported.

Findings of the Study Group on Science and Technology Course Achievement Test Scores

In this section, means and standard deviations of the scores of the study group obtained from the achievement test in the pretest and posttest are shown in Table 4.

Table 4.

Pretest and Posttest Mean and Standard Deviations of the Achievement Test of the Study Group.

| | N | Mean | Standard Deviation |
|----------|----------|-------------|---------------------------|
| Pretest | 18 | 51.76 | 12.22 |
| Posttest | 18 | 62.23 | 17.84 |

There has been an increase in the achievement test mean scores of the students with STEM-PBL practices (51.26 < 62.23). Wilcoxon signed-rank test results for pretest and posttest achievement scores of the study group in which STEM practices applied are shown in Table 5.

Table 5.*Wilcoxon Signed-Rank Test Results for the Study Group Pretest and Posttest Achievement Scores.*

| Pretest / Posttest | N | Mean Rank | Sum of Ranks | η^2 | d | z | p |
|--------------------|----|-----------|--------------|----------|-----|-------|------|
| Positive Ranks | 14 | 9.79 | 137 | .07 | .53 | -2.25 | .02* |
| Negative Ranks | 4 | 8.50 | 34 | | | | |
| Ties | 0 | | | | | | |

*p<.05

As seen in Table 5, the difference between the pretest and posttest scores of the study group after the practice seems to be significant and in favor of the posttest [$z=1.92$, $p<.05$, $\eta^2= .07$, $d= .53$]. When the effect size (Cohen) of the application was considered, it is seen that Cohen's d was $d=.53$ and eta-squared was $\eta^2= .07$. According to Cohen (1988), the values of $d\leq.2$ indicate small, the values of $.20<d<.80$ indicate medium and the values of $d\geq.80$ indicate large effect size. The effect size indicates to what extent independent variable or factor explains the total variance of the dependent variable and ranges between .00 and 1.00. The values of η^2 at .01, .06, and .14 levels are interpreted as "small", "medium" and "large" impact sizes respectively (Büyüköztürk, 2008; Cohen, 1988; Pallant, 2005). In this regard, it can be said that the STEM approach implemented in the study has a moderate effect.

Findings for STEM Career Interest Scale Scores of the Study Group

In this section, mean scores of the study group in the pretest and posttest are given for each discipline conveyed in the STEM Career Interest Scale. Furthermore, the significance of each discipline within the scale was examined by Wilcoxon Signed Rank Test.

Table 6.*Pretest and Posttest Mean Scores of STEM Career Interest Subscales.*

| | N | Science | Technology | Engineering | Mathematics | Grand Mean | Interest Score Mean |
|----------|----|---------|------------|-------------|-------------|------------|---------------------|
| Pretest | 18 | 35.22 | 37.77 | 32.16 | 24.77 | 124.50 | 3.11 |
| Posttest | 18 | 30.44 | 39.33 | 39.3 | 30.88 | 143.83 | 3.59 |

Table 6 summarizes pretest and posttest mean scores for STEM Career Interest Subscales. The Career Interest Scale scores seem to have increased in favor of the posttest in all fields except science. It can also be said that there has been an increase in favor of the posttest. As seen in table the STEM Career Interest Scale mean score is 3.11 (124.50/40) before the STEM-PBL practice. In other words, the interest is positive as the mean scores of the participants for the scale is above 2.60 (>2.60). The STEM Career Interest Scale mean score is 3.59 (143.83/40) after the STEM-PBL practice. In other words, the interest is positive as mean scores of the participants for the scale is above 2.60 (>2.60) and there has been an increase compared to pretest scores.

As seen in Table 7, while no significance was found between four subscales of the STEM Career Interest Scale in pretest and posttest results for science, mathematics and technology, significance towards the engineering field was observed. When the effect size (Cohen) of the STEM approach on the STEM disciplines is examined, it is seen that while Cohen's d was $d=.45$, eta-squared was $\eta^2= .07$ for science, Cohen's d was $d=.19$, eta-squared was $\eta^2= .07$ for technology, Cohen's d was $d=.19$, eta-squared was $\eta^2= .08$ for engineering, Cohen's d was $d=.43$, eta-squared was $\eta^2= .06$ and Cohen's d was $d=.43$, eta-squared was $\eta^2= .08$ for the overall scale. In this case, the engineering discipline has the highest Cohen effect among the STEM disciplines of the STEM approach with medium effect size ($d=.47$). In addition, it can be said that the engineering discipline of the STEM approach has a large effect size ($\eta^2= .08$). The STEM approach has a medium effect on the overall scale ($d=.43$) and the effect size is large ($\eta^2= .08$).

Table 7.

Wilcoxon Signed-Rank Test Results in The Pretest and Posttest Scores of STEM Career Interest Subscales and STEM Career Interest Scale.

| | N | Mean of Ranks | Sum of Ranks | η^2 | d | z | p |
|-----------------------------------|----|---------------|--------------|----------|-----|-------|------|
| Science (Pretest Posttest) | | | | | | | |
| Negative Rank | 6 | 6.83 | 10 | .08 | .45 | -1.94 | .05 |
| Positive Rank | 12 | 10.83 | 41 | | | | |
| Ties | | | | | | | |
| Technology | | | | | | | |
| Negative Rank | 6 | 9.83 | 59 | .07 | .19 | -.82 | .40 |
| Positive Rank | 12 | 8.55 | 94 | | | | |
| Ties | | | | | | | |
| Engineering | | | | | | | |
| Negative Rank | 4 | 9.50 | 38 | | | | |
| Positive Rank | 14 | 9.50 | 133 | .08 | .47 | -2.00 | .03* |
| Ties | | | | | | | |
| Mathematics | | | | | | | |
| Negative Rank | 7 | 7.43 | 52 | .06 | .34 | -1.46 | .14 |
| Positive Rank | 11 | 10.82 | 119 | | | | |
| Ties | | | | | | | |
| The Scale | | | | | | | |
| Negative Rank | 7 | 6.17 | 43 | .08 | .43 | -1.85 | .06 |
| Positive Rank | 11 | 11.64 | 128 | | | | |
| Ties | | | | | | | |

*p<.05

Discussion, Conclusion and Implications

In the study, the impacts of STEM-PBL education on achievements of 11th grade students at vocational high school and STEM career interests were investigated. In this context, the following results were achieved in light of the objectives of the research.

It is clear that STEM-PBL education significantly increases the academic achievement of vocational high school students. It can be said that the STEM-PBL approach has a positive effect on the academic achievement of the vocational high school students in the direction of the question of "Does project-based STEM education have an impact on the academic achievement of vocational high school students?" This result is consistent with the studies of Karaçalli and Korur (2014); Lou, Tsai, Tseng and Shih (2014); Rabitoy, Hoffman and Person (2015); Robinson, Dailey, Hughes and Cotabish (2014), in which it was emphasized that STEM-PBL education increased the achievement of students. Studies that indicate STEM-PBL, a new approach in education, increase the academic achievement. For instance, the study results of Bennett, Lubben and Hogarth (2007); Bybee (2010); Ceylan (2014); Ceylan and Özdilek (2015); Irkışatal (2016); Means, Wang, Young, Peters and Lynch (2016); Yamak, Bulut and Dündar (2014); Yıldırım and Altun (2015), are in parallel with the results of the present study. Conducting the STEM-PBL education for vocational high school students, which indicates in line results with the study of Chang et al. (2015), is the original and most important part of this study.

As for the second research question, "Does STEM-PBL has an impact on the STEM career interest of vocational high school students", it was observed that STEM-PBL led to an overall increase in the STEM career interest of students and this increase realized significantly in the engineering field. Although

there was an important increase in technology and mathematics fields, this increase was not significant. There was a decrease in the STEM career interest of students in the science field and the least increase was in the mathematics field within these career interests. Particularly, the increase in the technology and engineering fields may be because they are intertwined with students' branches. It can be said that the low increase in mathematics may be caused by the fact that students generally have low interests for mathematics and it is a lesson they do not like (Yavuz, Gülmez & Özkara, 2016; Yavuz Mumcu, Mumcu & Cansız Aktaş, 2012). The decline in science discipline may be attributed to the fact that students have not received any science courses at the 10th grade, thus, causing them to have less awareness of the science field. However, it can be said that the STEM approach has a positive contribution to students' STEM career interests in general. In the literature, this finding is consistent with the study of Reiss and Mujtaba (2017), in which they emphasize the importance of integrating career education into STEM courses. Furthermore, Franz-Odendaal, Blotnicky, French and Joy (2016), emphasize in their study that the participation of the students in STEM activities significantly and positively influenced their attitudes towards STEM field careers, which supports the findings of our study.

Performing the STEM-PBL education in the study as an experimental study with a control group instead of a single group is believed to increase the scientific power of the study. Furthermore, instead of the project-based learning method used in the study, STEM education can be carried out for vocational high school students with different methods. In addition, the STEM-PBL education used in the study can also be conducted for different target groups at different levels. In addition, instead of vocational high school students in the 11th grade, study groups can be realized in future studies with students at lower grades. Studies with students at lower grades to identify STEM career interests may be more effective in leading them to the suitable professions. As Yıldırım and Altun (2015) stated, schools, especially vocational schools and other high schools, urgently need a curriculum focused on STEM education. A STEM PBL-based curriculum specifically designed for the vocational high schools would meet the demand for technical staff, engineers and science scientists with 21st century skills.

Türkçe Sürüm

Giriş

Çağımızda bilim ve teknolojinin hızla gelişmesiyle, öğrencilerin disiplinler arası bir müfredattan daha çok; gerçek dünyadaki görevleri yerine getirmesi, teori ile pratiğin birleştirilmesi ve yaratıcı problem çözüme becerilerini geliştirmesi gerektiği yaygın bir şekilde bilinmektedir. Bu ihtiyaçlara cevap olarak STEM eğitimi geliştirilmiştir. STEM (Science- Technology- Engineering- Mathematics) eğitimi, geleceğin yenilikçileri olacak öğrencilere yaratıcı problem çözüme tekniklerini benimseten entegre bir yaklaşımdır (Roberts, 2012). STEM eğitimi öğrencilerin problemlere disiplinler arası bakış açısıyla bakmasını, bilgi ve beceri kazanmalarını hedefler (Şahin, Ayar & Adıgüzel, 2014). STEM alanları, çağdaş dünyadaki çok yönlü ve önemli mesleklerden bazılarını kapsamaktadır. Dünyayı yaşamak için daha iyi bir yer haline getiren yeni gelişmelerin çoğu STEM alanlarının katkılarından kaynaklanmaktadır (Hossain & Robinson, 2012). Dünya teknolojik olarak geliştikçe, bir ülkenin ekonomisinin, gücünün ve liderliğinin, etkili uygulamalara ve STEM alanlarındaki vasıflı işçi potansiyeline bağlı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bir ülkede vasıflı işçilerin yetiştirildiği en önemli eğitim kurumlarının başında meslek liseleri gelmektedir. Ülke kalkınmasında önemli rol oynayan mesleki eğitim kurumlarının, toplumun ihtiyacı olan sayı ve nitelikte insan gücü yetiştirebilmesi için eğitimde verimliliğin artırılması gerekmektedir (Erol, 2010). Bu bağlamda meslek liselerinde gerçekleştirilecek olan STEM eğitimleri çok önemli bir role sahiptir. Genel olarak meslek lisesi öğrencilerinden, yalnızca kültürel ve kişisel gelişimlerini destekleyen eğitimlerini tamamlamaları değil; bunun yanı sıra geleceklerini teminat altına almaları için mesleki eğitimlerini en iyi seviyede tamamlamaları beklenmektedir (Eker, 2007). Meslek liseleri, STEM alanları gibi daha çok beceri ve uygulama gerektiren dersler vasıtasıyla, toplumun çalışan kesiminde ihtiyaç duyulan ara eleman ihtiyacını karşılayarak, öğrencilerin erken yaşlarda iş deneyimi kazanmalarını ve iş hayatına atılmalarını amaçlayan eğitim kurumlarıdır. Mesleki ve teknik eğitim piyasasının gereklerine yeterince karşılık veremiyorsa, bu kurumlardan çıkan bireyler piyasaya adapte olamıyorsa, kişinin ve de ülkenin rekabet etme gücü zayıflar. Bu vaziyete engel olmanın yolu, mesleki ve teknik eğitim kapsamında mesleklerin doğru bir şekilde analiz edilmesi, yeterliliklerin belirlenmesi, öğretilecek olan içeriğin ve bu içeriğin öğretiminde kullanılacak yöntem - tekniklerin ve değerlendirme araçlarının doğru şekilde seçilebilmesidir (Gömlüksiz & Erten, 2010).

STEM eğitimi, diğer disiplin alanlarına kıyasla önemli ve seçkin kılan özelliklerinden birisi de uygulamalı becerileri geliştirmesidir (Chang, Ku, Yu, Wu & Kuo 2015). Meslek liselerine entegre edilmiş bir STEM eğitimi, nitelikli teknik insan yetiştirmede hayati öneme sahiptir. İçerisinde pratiğe dayalı uygulamalar içeren STEM alanlarını öğretmede ise en uygun stratejilerin başında proje tabanlı öğrenme (PJT) gelmektedir.

Literatürde, PJT'yi, disiplinler arası STEM konularını öğretmek için pedagojik bir çerçevede çok az bir araştırma detaylı olarak incelemiştir. Aslında, STEM öğretim yaklaşımlarında savunulan öğrenme deneyimlerinden çoğu, PJT'nin temel prensiplerine benzemektedir (Siew, Amir & Chong, 2015). Proje tabanlı STEM eğitimi (STEM-PJT) hem zorlayıcı hem de motive edicidir. STEM-PJT eğitimi, öğrencilerin kompleks problemleri çözmelerine destek olan bir yöntemdir. Yine öğrencilerin eleştirel, analitik ve daha üst düzey düşünme becerilerini geliştirmelerini sağlar. STEM-PJT, tüm öğrencilere titizlik katarken, işbirliğini, akran iletişimini, problem çözmeyi ve kendi kendine öğrenmeyi mümkün kılar (Capraro, Capraro & Morgan, 2013). Bu bağlamda STEM-PJT' nin, meslek liseleri eğitiminde kullanılabilecek mükemmel bir araç olduğu söylenebilir.

STEM-PJT Eğitiminin Akademik Başarıya Etkisi

PJT'nin oldukça uzun bir geçmişi vardır. Bu yaklaşım filozof ve eğitimci John Dewey tarafından okullara resmen tanıtılmış, ardından Kilpatrick, bu yaklaşımın yayılmasına katkıda bulunmuştur (Warin, Talbi, Kolski & Hoogstoel, 2016). Son yıllarda birçok bağlamda birbirini tamamlayıcı özelliğe sahip olan PJT ve STEM eğitiminin birlikte yeni bir yaklaşım olarak kullanıldığı görülmektedir. STEM potansiyel olarak yeni ve eğitici olan, güçlü bir yöntemdir. Düzgün bir şekilde uygulandığında, öğrencilerimizin dünyayı nasıl görmesi gerektiği konusunda ve sorunları çözüme ulaştırma noktasında onlarda büyük farklar yaratabilir (Korgancı et al. 2016). STEM-PJT eğitimi ile ilgili oluşturulan bir öğrenme ortamı ise STEM alanlarındaki önemli kavramların karmaşıklığını çözmek için önemlidir (Hickey, 2014). Yine bu ortamdaki öğretmenler, küçük gruplardaki öğrencilere belirli bir soruna yönelik çeşitli çözümler geliştirmelerine, işbirliğine dayalı öğrenmeyi teşvik etmelerine, eleştirel düşünme ve iletişim becerilerini güçlendirmelerine yardımcı olabilir (Hickey, 2014). Literatür, fen temelli oyuncakları tasarlamak ve yapmak yoluyla uygulanacak STEM-PJT eğitiminin, öğrencilere bilimi öğretmesi ve öğrencilerde bilim öğrenmeye yönelik heyecan ve motivasyon yaratması için faydalı bir pedagoji olabileceğini önermektedir (Siew, Amir & Chong, 2015). Bununla birlikte, öğretmenlerin fen öğretiminde STEM-PJT eğitiminin uygulanması ve uygulama hakkında araştırma ihtiyaçlarını belirten STEM-PJT eğitimleri okullar için henüz geliştirilmemiştir. Yapılan bazı araştırmalarda, kavramları konuyla bütünleştiren STEM –PJT'nin konuları, öğrencilerin gerçek dünyadaki problemleri çözmek için bilgi ve becerilerini aktarmasına imkân sağlamıştır (Fortus et al. 2005). Bu, birçok durumda üst düzey matematiksel problem çözebilmeyi ve bilimsel süreç becerilerinde puanların yükselmesini sağlamıştır (Satchwell & Loepp, 2002).

Alanyazın incelendiğinde, STEM-PJT eğitimi ile ilgili az da olsa, daha spesifik çalışmaların bulunduğu görülmektedir (Lou, Tsai, Tseng & Shih, 2014). STEM-PJT'nin çeşitli yeteneklerin geliştirilmesine katkıda bulunduğu, liseli kız öğrenciler için STEM bilgi entegrasyonu sağladığı ve proje temelli etkinliklerde hayal gücünü arttırabildiği tespit edilmiştir.

STEM Eğitiminin Mesleki İlgiye Etkisi

STEM eğitiminin önemli olduğunu düşünen eğitimciler, öğrencilerin okullarda bilim ve matematik eğitimine teknoloji ve mühendislik kavramlarını eklemesinin sonucu olarak, STEM eğitiminde ve kariyerlerinde yüksek performans göstermeleri gerektiğini savunmaktadır (Brown, Brown, Reardon & Merrill, 2011).

Dört disiplini içinde barındıran STEM eğitimi, bu alanların içerdiği kariyer mesleklerine yönelik ilgiyi artırıcı özelliğe sahiptir. Özellikle mühendislik ve eğitim süreçlerinin kombinasyonu, bu alanlardaki kariyer tercihlerine talebi artırabilmesinin yanında, STEM alanlarındaki becerilerini geliştirmeleri için yetenekli öğrencilerin erken yaşlarda fark edilmesini de sağlar (Koyunlu Ünlü, Dökme & Ünlü, 2016). STEM eğitimleri, ilkökul düzeyinde ilgili faaliyetlerde bulunan öğrencilerin heyecanını artırır, fen ve matematik derslerinde kendine güvenmelerini ve kendi kendilerine yetebilmelerini sağlar; aynı zamanda bu derslerdeki çıkarlarını da yükseltir (Dejarnette, 2012). Bu istek ve heyecanın STEM eğitimlerinin verildiği her sınıf düzeyinde oluşması muhtemeldir.

Alanyazın incelendiğinde özellikle bilim ve eğitim kurumları, STEM kariyerlerine olan ilginin ortaokul döneminde gelişmeye başlamasını önermektedir (Kier, Blanchard, Osborne & Albert, 2014). Bu bağlamda öğrencilerin STEM kariyerlerine ilgilerinin daha küçük yaşlardan başlanarak tespit edilmesi oldukça önemlidir. Bu görüşün yanında lise ve dengi okullarda öğrenim görmekte olan öğrencilerin branşlaşma öncesinde veya sonrasında da STEM kariyerlerinin tespit edilip öğrencilere gerekli rehberliğin yapılması da önem arz etmektedir. Literatürde yer alan çalışmalar, bu görüşü desteklemekte ve aynı zamanda ilkökoldan lise son sınıfa kadar STEM ilgi alanlarında genel bir düşüş olduğunu belgelemektedir (VanLeuvan 2004; Wells, Sanchez & Attridge, 2007). Ancak üniversiteye girmeden önce öğrencilerin, STEM konularına ya da kariyerlere olan ilgisinin değişip değişmediğini (ve çoğunlukla gerilediğini) gösteren çok az çalışma bulunmaktadır (Fouad, Smith & Enoch, 1997; VanLeuvan 2004). Temel prensibi meslek edindirme olan meslek liselerindeki öğrencilerin STEM kariyerlerinin tespiti bu

bağlamda oldukça önemlidir. Özellikle, STEM rol modellerini içeren müdahaleler, öğrencilerin katılımını arttırmada ve STEM'le öğrencilerin orta ve üst düzey seviyedeki doğru algılamalarını oluşturmada oldukça etkili bulunmuştur (Ashby Plant et al. 2009; Stout et al. 2011; Zeldin, Britner & Pajares, 2008). Birçok araştırmacı, öğrencilerin STEM kariyerlerine hazırlıklı olmaları için bilim insanlarının karşılaştığı disiplinler arası, tanımlanmamış problemleri yansıtan pedagojik uygulamalara katılmaları gerektiğini de savunmaktadır (Anderson 2007; Clark & Ernst 2007; Marshall, Horton & Austin-Wade, 2007; Paige, Lloyd & Chartres, 2008; Park-Rogers, Volkmann, & Abell, 2007). Dahası, öğrencilerin motivasyonunu destekleyen etkinliklerin, öğrenciler arasında matematik ve fen bilimlerinin asıl değerinin anlaşıldığını ve bir STEM kariyer seçimi olasılığını artırdığını göstermektedir.

Literatürden de görüleceği üzere PJT uygulamalarının, özellikle meslek lisesi öğrencilerine yönelik olarak yapıldığı çalışma yok denecek kadar azdır. Aynı zamanda STEM-PJT uygulamalarının meslek lisesi öğrencilerin akademik başarılarına etkisini veya STEM kariyer alanlarına olan ilgisine etkisini konu olan çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda çalışmanın amacını, meslek liselerinde STEM-PJT uygulamalarının öğrenci başarısını ne derecede etkilediği ve bu uygulamaların STEM kariyer alanlarına etkisinin ne olduğu oluşturmıştır.

Yöntem

Bu araştırmada, STEM eğitiminin meslek lisesi 11. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerine etkisini tespit etmek amacıyla, deneme öncesi modellerden tek grup ön test - son test deseni kullanılmıştır. Bu modelde seçkisizlik ve eşleştirme bulunmamaktadır. Modelin simgesel görünümü aşağıdaki gibidir (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2008):

| | | | |
|------|---------|-------|----------|
| Grup | Ön test | İşlem | Son test |
| G | O1 | X | O2 |

G, işlem yapılan grubu; O1, deney grubundan alınan ön ölçümü; X, deneysel işlemi; O2 ise deney grubundan alınan son ölçümü göstermektedir (Büyüköztürk et al. 2008).

Çalışma Grubu

Araştırmadaki çalışma grubu Karaman ili Merkez Mesleki ve Teknik Lisesi'nden dahil olmuştur. Merkez Mesleki ve Teknik Lise ilin en büyük liselerinden biri olması ve ayrıca STEM alanlarına uygun bir çok programı bünyesinden barındırmasından dolayı tercih edilmiştir. Özellikle ahşap teknolojileri bölümü STEM etkinliklerinin gerçekleştirilmesi için elverişli atölye ve teçhizata sahip bölümlerden birisi olmasından dolayı çalışma alanı açısından caziptir. Çalışma grubu olarak 11. sınıfların tercih edilme sebebi ise öğrencilerde branşlaşmanın yerleşmeye başladığı ve mesleki tercihlerin şekillenmeye başladığı bir dönem olması çalışma grubunun şekillenmesinde etkileyici olmuştur. Bu bağlamda 2016-2017 eğitim - öğretim yılının ilk döneminde Merkez Mesleki ve Teknik Lisesinin tek 11. sınıfları olan ve 18 erkek öğrenciden oluşan mobilya bölümü öğrencileri çalışma grubunu oluşturmuştur. Katılımcılar araştırmaya gönüllü olarak dahil olmuşlardır.

Araştırma Soruları

Çalışma kapsamında aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır;

- 1) STEM-PJT eğitiminin, meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi var mıdır?
- 2) STEM-PJT eğitiminin, meslek lisesi öğrencilerinin STEM mesleklerine yönelik ilgisine etkisi var mıdır?

Veri Toplama Araçları

Araştırmada 2 çeşit veri toplama aracı kullanılmıştır. Bunlardan biri araştırmacı tarafından geliştirilen "STEM Başarı Testi", ikincisi ise Kier vd. (2014) tarafından geliştirilen; Koyunlu Ünlü vd. (2016) tarafından Türkçeye uyarlanan "STEM Mesleki İlgi Ölçeği"dir.

STEM Başarı Testi'nin geliştirilmesi: Araştırmada sürdürülebilir enerji kaynaklarının sosyo-ekonomik açıdan önemi konusu ile ilgili başarı testi hazırlanmıştır. Oluşturulan soru havuzundan seçilen 20 soru fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını içermekte olup 4 bölümden oluşmuştur. STEM kapsamında yer alan fen ve matematik derslerinin sınıf düzeyine uygunluğu dikkate alınarak sorular geliştirilmiştir. Hazırlanan başarı testi, alanında uzman 2 akademisyen, 2 uzman fen bilimleri, 1 matematik ve 1 mobilya öğretmeni tarafından değerlendirilmiştir. Öğrencilerin seviyesine uygun olmayan ve anlaşılır olmayan 3 soru testten atılmıştır. Sorular hazırlanırken Bloom taksonomisi dikkate alınmış ve belirtke tablosu hazırlanmıştır. Soruların dağılımı Tablo 1' de gösterildiği şekildedir.

Tablo 1.
Başarı Testi Soru Belirtke Tablosu.

| Kazanım | Bloom Taksonomisine Göre Kazanımların Dağılımı | | | | | |
|---|--|---------|----------|---------|--------|---------------|
| | Bilgi | Kavrama | Uygulama | Analiz | Sentez | Değerlendirme |
| Yenilenebilir enerji kaynaklarının sosyo- ekonomik açıdan önemi | 3,4,10 | 1,11,12 | 6, 9,15 | 8,13,16 | 7,14 | 2,17 |

İlk etapta 17 soru olarak hazırlanan test, 151 öğrenciye pilot olarak uygulanmış, ardından madde güvenilirliği ve geçerliği test edilmiş, SPSS 16.0 paket programı yardımıyla iç tutarlılığı hesaplanmış; madde ayırt etme gücü .30'un altında olan 3. ve 17. sorular testten çıkarılıp test 15 soruya indirilmiştir. Testin KR 20 güvenilirlik katsayısı .60 iken testin madde güçlük indeksi .57, madde ayırt ediciliği ise .49 olarak bulunmuştur. Kehoe (1995), 50'ye kadar maddeden oluşan çoktan seçmeli testler için KR-20 güvenilirlik katsayısının .50; 50 maddenin üzerindeki testler için bu katsayının .80 olması gerektiğini belirtmiştir (Akt.Tan, Kayabaşı & Erdoğan, 2002). Bir maddenin güçlük düzeyinin .30 ile .80 arasında olması, yani testi yapanların % 30.00-80.00'i tarafından doğru cevaplandırılması gerekmektedir (Tan, 2006).

STEM Mesleki İlgililik Ölçeği: Araştırmada öğrencilerin STEM alanlarına olan mesleki ilgilerini ölçmek amacıyla STEM Mesleki İlgililik Ölçeği uygulanmıştır. Kier ve diğerleri, (2014) tarafından geliştirilen ve Koyunlu Ünlü vd. (2016) tarafından Türkçe'ye adapte edilen 5'li Likert tarzında 40 maddeden oluşan ölçek uygulanmıştır. Ölçek için yeniden geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Hesaplamalar için SPSS 16.0 programı kullanılmıştır. Ölçek 165 meslek lisesi öğrencisine uygulanmıştır. Ölçeğin Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değeri.86, Barlett Testi anlamlılık değeri ise .00 olduğu tespit edilmiştir. Ölçeğin tamamının varyansın %59.00'unu açıklayan 4 faktöre sahip olduğu bulunmuştur. Bu alt faktörler fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarıdır. Ölçeğin fen alt boyutu için güvenilirlik katsayısı (Cronbach alpha değeri) $\alpha = .90$, teknoloji alt boyutu için $\alpha = .89$, mühendislik alt boyutu için $\alpha = .92$ ve matematik alt boyutu için $\alpha = .90$ olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin genel için $\alpha = .92$ olarak tespit edilmiştir. Ölçek için gerekli izinler alınmıştır. Ölçek, çalışma grubuna araştırma öncesinde ve sonrasında uygulanmıştır. Ölçekteki olumlu maddeler "Kesinlikle Katılıyorum" kategorisinden başlayarak sırayla 5, 4, 3, 2, 1 olarak, olumsuz maddeler ise "Kesinlikle Katılmıyorum" kategorisinden başlayarak 5, 4, 3, 2, 1 olarak puanlanmıştır. Ölçekteki yer alan puanlar, 1.00 ile 5.00 arasında olmasından dolayı, elde edilen puanlar 5.00'e yaklaştıkça tutum düzeyinin yüksek, 1.00'e yaklaştıkça ise düşük olduğu kabul edilmiştir. Herhangi bir katılımcı tarafından işaretlenen cümlelerin madde puanlarının toplamını, işaretlenen cümle sayısına bölerek elde edilecek olan puan, öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgileri hakkında araştırmacılara fikir verebilecektir (Turgut & Baykul, 1992). Dolayısıyla STEM mesleklerine yönelik ilgi ölçeğinden 2.60 puan altında alınan puan olumsuz ilgiye, 2.60 ve üstünde alınan puan ise pozitif ilgiye işaret etmektedir (Tablo 2).

Tablo 2.
Ölçek Maddeleri İle Puan Aralıkları.

| Likert Maddeler | Puan | Puan Aralığı |
|-------------------------|------|--------------|
| Kesinlikle Katılıyorum | 5.00 | 4.20-5.00 |
| Katılıyorum | 4.00 | 3.40-4.19 |
| Kararsızım | 3.00 | 2.60-3.39 |
| Katılmıyorum | 2.00 | 1.80-2.59 |
| Kesinlikle Katılmıyorum | 1.00 | 1.00-1.79 |

(Öztaban & Satıcı, 2015)

Dolayısıyla STEM mesleklerine yönelik ilgi ölçeğinden 2.60 puan altında alınan puan olumsuz ilgiye, 2.60 ve üstünde alınan puan ise pozitif ilgiye işaret etmektedir.

Verilerin Analizi

Çalışma grubunun, STEM-PJT eğitimi uygulamasından önceki akademik başarıları ve STEM mesleki ilgileri ile STEM-PJT uygulaması sonrası elde edilen akademik başarıları ve STEM mesleki ilgileri arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını belirleyecek ilişkili ölçümler için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile anlamlılık düzeylerine, standart sapmalarına ve ortalamalarına bakılmıştır (Tablo 2 ve Tablo 3). Verilerin öncelikle normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için normallik testi uygulanmıştır. Her bir alt boyut için normallik testi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3.
Normallik Testi.

| Alt Boyutlar | Kolmogorov-Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------------|--------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| Fen | .08 | 18 | .00 | .97 | 18 | .00 |
| Matematik | .11 | 18 | .00 | .96 | 18 | .00 |
| Teknoloji | .11 | 18 | .00 | .97 | 18 | .00 |
| Mühendislik | .12 | 18 | .00 | .93 | 18 | .00 |

Tablo 3 incelendiğinde, ölçeğin dört alt boyutun puanlarına göre normallik testi sonuçlarının normal dağılım göstermediği görülmektedir ($p < .05$). $p < .05$ olması durumunda ise ilgili değişkenin normal dağılımdan gelmediği söylenir. Bu bağlamda ölçeğin analizinde parametre dışı (non-parametric) analizlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

STEM-PJT Eğitimlerinin Gelişim Süreci ve Uygulanması: Çalışma kapsamında, STEM çalışmalarının aşamalarını kısaca özetleyecek olursak; öncelikle STEM-PJT, meslek lisesi mobilya bölümünde, mesleki gelişim dersinin çevre koruma temasında hangi konuda verileceğine mobilya bölümü öğretmenleri, öğrenciler ve araştırmacı birlikte karar vermişlerdir. Özellikle öğrencilerin ilgisini çekeceği düşünülen bir konu ile ilgili STEM-PJT eğitimi yapılmasına karar verilmiştir. Eğitimciler, öğrencilerin ilgisini çeken projelerin, öğrencilerin projelerdeki motivasyonunda fark yarattığını belirtmiştir (Amir, 2014; Kangas, 2010; Meyer, 2012; Resnick, Berg & Eisenberg, 2000). Yapılan beyin fırtınası sonucunda verilecek eğitime ilişkin bir ders planı oluşturulmuştur:

Dersin Adı: Mesleki Gelişim Dersi

Dersin Konusu: Çevre Koruma

STEM Kazanım 1: Sürdürülebilir enerji kaynaklarının sosyo ekonomik açıdan önemini kavrar.

STEM Kazanım 2: Öğrenciler, öğrendikleri bilgileri verilen çeşitli durumlara entegre eder.

STEM Kazanım 3: Yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili öğrendiği bilgilerden yola çıkarak kendi alanını da kapsayan bir ürün meydana getirir.

Materyal: Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan rüzgar enerjisinden, elektrik üretebilen bir yel değirmeni tasarımına karar verilmiştir. Yapılması planlanan bu çalışma üst düzey materyaller olmayan araç - gereçlerle gerçekleştirilmiştir. Literatüre bakıldığında STEM-PJT için üst düzey materyallere ihtiyaç olmadığı, STEM-PJT' nin basit araç-gereçlerle ve oyuncaklarla gerçekleştirilebileceği vurgulanmaktadır (Amir & Subramaniam, 2006; 2007; 2014; Subramaniam & Ning, 2004; Zubrowski, 2002).

Oluşturulan ders planı kapsamında yapılacak proje tabanlı eğitim ile ilgili bir çalışma takvimi oluşturulmuştur. Hazırlanan takvimin doğrultusunda yapılacak etkinlikler ve iş paylaşımları netleştirilerek adım adım projeye geçilmiştir. Konusu ve zamanlaması hesaplanan STEM uygulama sürecinde öğrencilerden, rastgele seçilen en az 4 kişiden oluşan, 4 farklı proje grubu oluşturulmuştur. Proje gruplarında şu faaliyetler gerçekleştirilmiştir:

1. STEM akademik başarı testi ve STEM Mesleki İlgil Ölçeği ön test olarak bütün gruplara uygulanmıştır.
2. Konu ile ilgili araştırmacıdan ve mobilya öğretmenlerinden ön bilgi almışlardır (Şekil 1).



Şekil 1. Öğrenciler ön bilgiler alırken.

3. Konu ile ilgili literatür taraması yapmışlardır.
4. Malzemeler temin edilmiş, 1. hafta araştırmacı tarafından yapılan ön test uygulamalarından sonra STEM ile ilgili bilgilendirme sunumları yapılmış ve katılımcılara çeşitli görevler verilmiştir.
5. 2. hafta yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Bu bilgilendirmede yenilenebilir enerji kaynaklarının sosyo ekonomik açıdan önemi ve bu kaynakların günlük yaşantımızda kullanılabilir hale getirilmesinde özellikle -rüzgar enerjisi- STEM yaklaşımının önemine vurgu yapılmıştır.
6. 2. Hafta bilgilendirmeden sonra STEM-PJT çalışmalarına her bir grup kendi masalarında başlamışlardır (Şekil 2).
7. 3. hafta araştırmacı ve öğretmen rehberliğinde çalışmalar devam etmiş zaman zaman konu ile ilgili yer yer hatırlatmalar yapılmıştır. Gruplara STEM-PJT eğitimi kapsamında rüzgar güllerinin teknolojisi anlatılmış, dinamo ve jeneratörün çalışma prensiplerinden bahsedilmiş, yenilenebilir enerji mühendisliği hakkında bilgilendirilmelerde bulunulmuş ve rüzgar gülünün bir tam dönmesinden elde edilecek elektrik akım miktarının hesaplamaları kavratılmıştır.



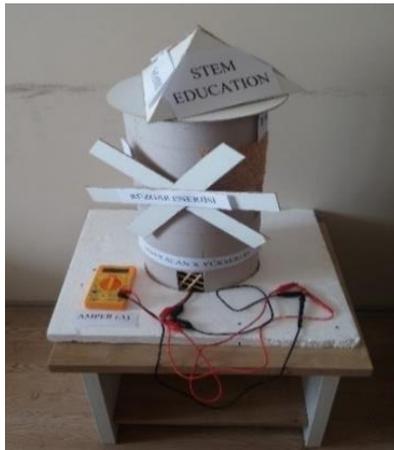
Şekil 2. STEM proje grupları çalışırken.

8. 4. Hafta tamamlanan projelerin sınıfta sunumları yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Proje ürünün sunumu.

9. 5.hafta son testler uygulanmış ve çalışma sonuçlandırılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Proje Tabanlı STEM ürünü.

Bulgular

Bu bölümde, çalışmanın amaçları doğrultusunda elde edilen bulgulara ve yorumlara yer verilmiştir.

Çalışma Grubunun Başarı Testi Puanlarına İlişkin Bulgular

Bu bölümde çalışma grubunun uygulama öncesi ve sonrasında başarı testinden aldıkları puanların ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4.

Çalışma Grubunun Başarı Testi, Ön Test- Son Test Ortalama ve Standart Sapmaları.

| | N | Ortalama | Standart Sapma |
|----------|----|----------|----------------|
| Ön Test | 18 | 51.76 | 12.22 |
| Son Test | 18 | 62.23 | 17.84 |

STEM-PJT uygulaması sonucunda öğrencilerin başarı testlerinin puan ortalamalarında yükselme meydana gelmiştir (51.76 < 62.23). STEM-PJT uygulamasının gerçekleştirildiği çalışma grubunun ön test-son test başarı puanlarına ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testinin değerleri Tablo 5' te gösterilmiştir.

Tablo 5.

Çalışma Grubu Ön-Test ve Son-Test Başarı Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.

| Ön test - Son test | N | Sıra Ortalamaları | Sıra Toplamları | η^2 | d | z | p |
|--------------------|----|-------------------|-----------------|----------|-----|-------|------|
| Pozitif Sıra | 14 | 9.79 | 137 | .07 | .53 | -2.25 | .02* |
| Negatif Sıra | 4 | 8.50 | 34 | | | | |
| Eşit | 0 | | | | | | |

*p<.05

Tablo 5'te çalışma grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında ön-test ve son-test puanları arasındaki farkın son test lehine anlamlı olduğu görülmektedir [$z=2.25$, $p<.05$, $\eta^2= .71$, $d= .53$]. Uygulamanın etki değerine (Cohen) bakıldığında $d=.53$ iken eta karesinin $\eta^2= .07$ olduğu görülmektedir. Cohen'e (1988) göre $d\leq.20$ değerleri küçük, $.20<d<.80$ değerleri orta ve $d\geq.80$ değerleri ise büyük etki boyutunu ortaya koymaktadır. Etki büyüklüğü bağımsız değişkenin ya da faktörün bağımlı değişkendeki toplam varyansın ne kadarını açıkladığını gösterir ve .00 ile 1.00 arasında değişir. .01, .06, .14 düzeyindeki η^2 değerleri sırasıyla "küçük", "orta" ve "geniş" etki büyüklüğü olarak yorumlanır (Cohen, 1988; Pallant, 2005, Büyüköztürk, 2008). Buradan çalışmada uygulanan STEM yaklaşımının orta düzeyde bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Çalışma Grubunun STEM Mesleki İlgili Ölçeği Tutum Puanlarına İlişkin Bulgular

Bu bölümde çalışma grubuna, ön-test ve son-test şeklinde uygulanan STEM mesleki ilgi ölçeğini oluşturan her bir disiplin için aldıkları puanların ortalamaları verilmiştir. Yine ölçek içindeki her bir disiplinin kendi içindeki anlamlılıklarına Wilcoxon işaretli sıralar testi ile bakılmıştır (Tablo 6).

Tablo 6.

STEM Mesleki İlgili Ölçeği Bölümlerinin Ön-Test ve Son-Test Puan Ortalamaları.

| | N | Fen | Teknoloji | Mühendislik | Matematik | Genel Ortalama | İlgili Puan Ortalaması |
|----------|----|-------|-----------|-------------|-----------|----------------|------------------------|
| Ön Test | 18 | 35.22 | 37.77 | 32.16 | 24.77 | 124.50 | 3.11 |
| Son Test | 18 | 30.44 | 39.33 | 39.3 | 30.88 | 143.83 | 3.59 |

Tablo 6'da STEM mesleki ilgi ölçeğini oluşturan alanların ön test-son test puan ortalamaları verilmiştir. Mesleki ilgi testinin, fen alanı haricindeki diğer alanlarda son test lehine bir artış gösterdiği görülmektedir. Genel ortalamaya bakıldığında da son test lehine artış olduğu söylenebilir. Tablodan

görüldüğü üzere STEM-PJT uygulama öncesi STEM kariyer ilgi ölçeği puan ortalaması 3.11'dir (124.50 / 40). Yani ölçeğin geneline yönelik katılımcıların puan ortalaması >2.60 olduğu için ilgi olumlu yöndedir. STEM-PJT uygulama sonrası STEM kariyer ilgi ölçeği puan ortalaması 3.59'dur (143.83 / 40). Yani ölçeğin geneline yönelik katılımcıların puan ortalaması >2.60 olduğu için ilgi olumlu yönde olup ön teste göre artış olmuştur.

Tablo 7.

STEM Mesleki İlgili Ölçeği Alanlar ve Genel Bazda Ön-Test ve Son-Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.

| | N | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | η^2 | d | z | p |
|--------------------------|----|-----------------|--------------|----------|-----|-------|------|
| Fen (Ön-Son Test) | | | | | | | |
| Negatif Sıra | 6 | 6.83 | 10 | .08 | .45 | -1.94 | .05 |
| Pozitif Sıra | 12 | 10.83 | 41 | | | | |
| Eşit | | | | | | | |
| Teknoloji | | | | | | | |
| Negatif Sıra | 6 | 9.83 | 59 | .07 | .19 | -.82 | .40 |
| Pozitif Sıra | 12 | 8.55 | 94 | | | | |
| Eşit | | | | | | | |
| Mühendislik | | | | | | | |
| Negatif Sıra | 4 | 9.50 | 38 | .08 | .47 | -2.00 | .03* |
| Pozitif Sıra | 14 | 9.50 | 133 | | | | |
| Eşit | | | | | | | |
| Matematik | | | | | | | |
| Negatif Sıra | 7 | 7.43 | 52 | .06 | .34 | -1.46 | .14 |
| Pozitif Sıra | 11 | 10.82 | 119 | | | | |
| Eşit | | | | | | | |
| Ölçek Geneli | | | | | | | |
| Negatif Sıra | 7 | 6.17 | 43 | .08 | .43 | -1.85 | .06 |
| Pozitif Sıra | 11 | 11.64 | 128 | | | | |
| Eşit | | | | | | | |

*p<.05

Tablo 7'de görüldüğü üzere STEM Mesleki İlgili Ölçeğinin 4 bölümü arasında ön-test ve son-test uygulamaları sonucu fen, matematik ve teknoloji alanlarına yönelik anlamlılık bulunamazken, mühendislik alanına yönelik anlamlılık bulunmuştur. STEM yaklaşımının STEM disiplinlerine olan etki değerine (Cohen) bakıldığında fen için $d=.45$ iken eta karesi $\eta^2=.07$, teknoloji disiplini için $d=.19$ iken eta karesi $\eta^2=.07$, mühendislik disiplini için $d=.47$ iken eta karesi $\eta^2=.08$, matematik disiplini için $d=.30$ iken eta karesi $\eta^2=.06$ ve ölçeğin geneli için $d=.43$ iken eta karesi $\eta^2=.08$, olduğu görülmektedir. Buradan STEM yaklaşımının STEM disiplinleri içerisinde en Cohen etki değeri en yüksek olan mühendislik disiplini olup orta seviyede etki büyüklüğüne sahiptir ($d=.47$). Yine STEM yaklaşımının mühendislik disiplininde geniş bir etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilir ($\eta^2=.08$) Ölçeğin genelinde ise STEM yaklaşımı orta seviyede bir etkiye sahip ($d=.43$) ve etki büyüklüğü geniştir ($\eta^2=.08$).

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Çalışmada STEM-PJT eğitimi uygulamasının meslek lisesi 9. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve STEM alanı mesleki ilgilerine etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda, araştırmanın amaçları ışığında şu sonuçlara ulaşılmıştır:

Araştırma kapsamında aranan “STEM-PJT eğitiminin meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi var mıdır?” sorusu doğrultusunda, yapılan çalışma ile STEM-PJT yaklaşımın meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına pozitif yönde etkisinin olduğu söylenebilir. Bu sonuç Karaçalli ve Korur (2014); Lou, Tsai, Tseng ve Shih (2014); Rabitoy, Hoffman ve Person’ın (2015) ve Robinson, Dailey, Hughes ve Cotabish (2014) yaptıkları çalışmalarda, STEM-PJT’nin öğrencilerin akademik başarısını arttırdığı sonucu ile örtüşmektedir. Çalışmada, eğitimde kullanılan yeni bir trend olan STEM-PJT uygulamasının, alanyazında STEM-PJT’nin akademik başarıyı arttırdığı sonucu ile paralellik gösteren birçok çalışmayla karşılaşmak mümkündür (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007; Bybee, 2010; Ceylan, 2014; Ceylan & Özdilek, 2015; Irkıcıtal, 2016; Means, Wang, Young, Peters & Lynch, 2016; Yamak, Bulut & Dündar, 2014; Yıldırım & Altun, 2015). Bu çalışmayı özgün kılan ve en önemli kısım olan husus, meslek lisesi öğrencilerine yönelik STEM-PJT çalışması alanyazında Chang vd.’in (2015) yaptıkları çalışma ile de örtüşen sonuçlara sahip olmasıdır.

Araştırma kapsamında aranan STEM-PJT eğitiminin meslek lisesi öğrencilerinin STEM mesleklerine yönelik ilgisine etkisi var mıdır?” sorusu doğrultusunda, gerçekleştirilen çalışmanın sonucunda STEM-PJT çalışması ile öğrencilerin STEM alanı kariyerlerine yönelik ilgilerinde genel bir artışa neden olduğu, bu artışın özellikle mühendislik alanında anlamlı derecede gerçekleştiği, teknoloji ve matematik alanlarında önemli sayılabilecek artış gözlenirse de anlamlı düzeyde olmadığı, fen alanında ise azalmanın meydana geldiği, bu mesleki ilgi alanları içerisinde ise en az artışın matematik alanında olduğu saptanmıştır. Özellikle teknoloji ve mühendislik alanındaki artışın öğrencilerin branşları ile iç içe olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Matematikteki artışın az olması ise öğrencilerin genel olarak matematiğe olan ilgilerinin düşük olduğu ve sevmedikleri bir ders olmasından kaynaklandığı söylenebilir (Yavuz, Gülmez & Özkartal, 2016; Yavuz Mumcu, Mumcu & Cansız Aktaş, 2012). Fen disiplinindeki düşüş ise 10. sınıftan itibaren fen derslerine ilişkin herhangi bir eğitim almamış olmalarına, dolayısıyla fen alanından uzaklaşmalarına neden olmasına bağlanabilir. Ancak gerçekleştirilen STEM yaklaşımının genel olarak mesleki STEM kariyerlerine pozitif yönde katkısının olduğu söylenebilir. Alanyazında Reiss ve Mujtaba (2017) STEM derslerine kariyer eğitiminin entegre edilmesinin önemini vurguladıkları çalışmanın sonucu ile örtüşmektedir. Yine Franz-Odenaal, Blotnicky, French ve Joy (2016) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin STEM faaliyetlerine katılımlarının, STEM alanı kariyerlerine ilgilerini pozitif yönde oldukça etkilediğini vurgulamışlardır. Bu araştırmanın sonucu da çalışmamızda ulaştığımız tespitleri destekler niteliktedir.

Çalışmada gerçekleştirilen STEM-PJT çalışmasının, tek gruplu yerine kontrol gruplu deneysel bir çalışma şeklinde gerçekleştirilmesi, çalışmanın bilimsel gücünü artıracaktır. Yine çalışmada kullanılan proje tabanlı öğrenme yöntemi yerine farklı yöntemlerle STEM eğitimi, meslek lisesi öğrencilerine yönelik gerçekleştirilebilir. Ayrıca çalışmada kullanılan STEM-PJT eğitimi, farklı seviyedeki farklı hedef gruplarına yönelik de gerçekleştirilebilir. Çalışma grubu olarak meslek lisesi 11. sınıf öğrencilerinin yerine, ileride yapılacak çalışmalarda, daha alt sınıflardaki öğrencilerle de çalışma grubu gerçekleştirilebilir. Alt sınıflardaki öğrencilerin, STEM mesleki ilgilerinin tespitine yönelik çalışmalar öğrencilerin mesleklerini seçmede ve onları doğru mesleklere yönlendirmede daha etkili olabilir. Yıldırım ve Altun’un (2015) belirttiği gibi okullarımızın özellikle meslek liseleri ve diğer liselerimizin STEM eğitimi odaklı bir öğretim programına acilen ihtiyacı bulunmaktadır. Buna yönelik çalışmalara hız verilmeli, özellikle meslek liselerine özgü hazırlanacak STEM-PJT tabanlı bir öğretim programı, 21. yy. becerilerine sahip teknik elemanların, mühendislerin ve fen bilimcilerinin yetişmesini sağlayacaktır.

References

- Aeschlimann, B., Herzog, W. & Makarova, E. (2016). How to foster students' motivation in mathematics and science classes and promote students' STEM career choice. A study in Swiss high schools. *International Journal of Educational Research*, 79, 31–41.
- Amir, N. (2014). Show casing the creative talents in science of the academically less-inclined students through a values-driven toy story-telling project. In: Lennex LC, Nettleton KF (eds), *Cases on instructional technology in gifted and talented education*. IGI Global Publishing, USA, pp 141–179.
- Amir N. & Subramaniam R. (2006). Making physics toys fosters creativity. *Physics Education*, 41(1), 18–20.
- Amir N. & Subramaniam R. (2007). Making a fun cartesian diver: a simple project to engage kinaesthetic learners. *Physics Education*, 42(5), 478–480.
- Amir N. & Subramaniam, R. (2014). Presenting physics content and fostering creativity in physics among less academically inclined students through a simple design based toy project. In: de Silva E (ed) *Cases on research-based teaching methods in science education*. IGI Global Publishing, USA, pp 157–196.
- Anderson, R. D. (2007). Inquiry as an organizing theme for science curricula. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–879). Mahwah, NJ: Lawrence Associates.
- Ashby Plant, E., Baylor, A. L., Doerr, C. E. & Rosenberg-Kima, R. B. (2009). Changing middle-school students' attitudes and performance regarding engineering with computer-based social models. *Computers & Education*, 53(2), 209–215.
- Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: a synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347–370.
- Brown, R. Brown, J. Reardon, K. & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6),5-9.
- Büyüköztürk, Ş. (2008). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E, Akgün, Ö. E., Karadeniz, E. & Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Bybee, R. W. (2010) Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M. & Morgan, J. R. (2013). *STEM project-based learning an integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Second Edition. Sense Publishers, Rotterdam.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul Fen Bilimleri Dersindeki Asitler ve Bazlar Konusunda Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Yaklaşımı ile Öğretim Tasarımı Hazırlanmasına Yönelik Bir Çalışma*. Unpublished master's thesis, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Ceylan, S. & Özdilek, Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 177, 223 – 228.
- Chang, S. H., Ku, A.C., Yu, L. C., Wu, T. C. & Kuo, B. C. (2015). A science, technology, engineering and mathematics course with compute r-assisted remedial learning system support for vocational high school students. *Journal of Baltic Science Education*, (14)5, 641-654.
- Clark, A. C. & Ernst, J. V. (2007). A model for the integration of science, technology, engineering and mathematics. *The Technology Teacher*, 66(4), 24–26.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Dejarnette, N. K. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education, 133*(1), 77-84.
- Eker, G. (2007). Endüstri Meslek Lisesi Öğrencilerinin Tükenmişlik Düzeyi. Unpublished master's thesis. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erol, N. (2010). *Mesleki Ortaöğretimde Yeni Müfredat Doğrultusunda Öğretmenlerin Eğitim İhtiyaçlarının Belirlenmesi*. Unpublished master's thesis, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Fortus D, Krajcik J, Dershimer R.C., Marx, R.W. & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design based science and real-world problem solving. *Int. J. Sci. Educ, 27*(7), 855–879.
- Fouad, N. A., Smith, P. L. & Enoch, L. (1997). Reliability and validity evidence for the middle school self-efficacy scale. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development, 30*(1), 17–31.
- Franz-Odendaal, T. A., Blotnick, K., French, F. & Joy, P. (2016). Experiences and perceptions of STEM subjects, careers, and engagement in stem activities among middle school students in the maritime provinces. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 16*(2),153-168.
- Gömlüksiz, M. N. & Erten, P. (2010). Mesleki ve teknik ortaöğretimde modüler öğretim uygulamasına ilişkin öğrenci görüşleri. *E-Journal of New World Science Academy, 5*(4), 2104-2122.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., Harwell, M. & Moreno, M. (2016). STEM Integration in middle school life science: student learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology, 25*, 550–560. DOI 10.1007/s10956-016-9612-x.
- Han, S., Capraro, R. & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: the impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education, 13* (5), 1089-1113.
- Hickey, R. (2014). Project-based learning: where to start? *Techniques: Connecting Education & Careers, 89*(2), 8–9.
- Hossain, M. Md. & Robinson, M. G. (2012). How to motivate us students to pursue STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Careers. *US-China Education Review A, 4*, 442-451.
- Irkiçatal, Z. (2016). *Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) İçerikli Okul Sonrası Etkinliklerin Öğrencilerin Başarılarına ve Fetemm Algıları Üzerine Etkisi*. Unpublished master's thesis, Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Antalya.
- Kangas, M. (2010). Creative and playful learning: learning through game co-creation and games in a playful learning environment. *Think Skills Creativity, 5*(1), 1–15.
- Karaçallı, S. & Korur, F. (2014). The effects of project-based learning on students' academic achievement, attitude, and retention of knowledge: the subject of "electricity in our lives". *School Science and Mathematics, 114*(5), 224-235.
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W. & Albert, J. L. (2014). The development of the STEM career interest survey (STEM-CIS). *Research in Science Education, 44*(3), 461-481.
- Korgancı, N., Miron, C., Adrian Dafinei, A. & Stefan Antohe, S. (2016). STEM activities to explore high school students' perception of solar energy. *The 12th International Scientific Conference eLearning and Software for Education*, Bucharest, April 21-22.
- Koyunlu Ünlü, Z., Dökme, I., & Ünlü, V. (2016). Adaptation of the science, technology, engineering, and mathematics career interest survey (STEM-CIS) into Turkish. *Eurasian Journal of Educational Research, 63*, 21-36. <http://dx.doi.org/10.14689/ejer.2016.63.2>
- Lou, S. J., Tsai, H. Y., Tseng, K. H. & Shih, R. C. (2014). Effects of implementing STEM-I project-based learning activities for female high school students. *International Journal of Distance Education Technologies, 12*(1), 52-73.

- Marshall, J. Horton, B. & Austin-Wade, J. (2007). Giving meaning to the numbers. *Science Teacher*, 74(2), 36-41.
- Means, B., Wang, H., Young, V., Peters, V. L. & Lynch, S. J. (2016). STEM-focused high schools as a strategy for enhancing readiness for post-secondary STEM programs. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 709–736.
- Meyer, D. (2012). Designing design challenges - getting the details right: using engineering problems to enact inquiry learning. *Science Teacher*, 79(2), 58–62.
- Öztaban, A. & Satıcı, A. F. (2015). Bilişim teknolojileri alanında eğitim gören ortaöğretim öğrencileri doyum ölçeği: geçerlilik ve güvenirlik çalışmaları. *Mesleki Bilimler Dergisi*, 4(1), 1–7.
- Paige, K., Lloyd, D. & Chartres, M. (2008). Moving towards transdisciplinarity: An ecological sustainable focus for science and mathematics pre-service education in the primary/middle years. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 36(1), 19-33. <http://dx.doi.org/10.1080/13598660701793350>
- Pallant, J. (2005). *Using graphs to describe and explore the data* (Ch. 7). In *SPSS Survival Manual* (2nd ed.). Sydney: Allen & Unwin.
- Park-Rogers, M., Volkman, M. & Abell, S. (2007). Science and mathematics: A natural connection. *Science and Children*, 45(2), 60-61
- Rabito, E. R., Hoffman, J. L. & Person, D. R. (2015). Supplemental instruction: the effect of demographic and academic preparation variables on community college student academic achievement in stem-related fields. *Journal of Hispanic Higher Education*, 14(3), 240-255.
- Reiss, M. J. & Mujtaba, T. (2017). Should we embed careers education in STEM lessons? *Curriculum Journal*, 28(1), 137-150.
- Resnick, M., Berg, R. & Eisenberg, M. (2000). Beyond black boxes: bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation. *Journal of the Learning Sciences*, 9(1), 7–30.
- Roberts, A. (2012). *A justification for STEM education. technology and engineering teacher*, Retrieved May 11, 2014, from <http://www.iteaconnect.org/mbrsonly/Library/TTT/TTTe/04-12roberts.pdf>.
- Robinson, A. Dailey, D. Hughes, G. & Cotabish, A. (2014). The effects of a science-focused stem intervention on gifted elementary students' science knowledge and skills. *Journal of Advanced Academics*, 25(3), 189-213.
- Satchwell R. E. & Loepp, F. L. (2002). Designing and implementing an integrated mathematics, science and technology curriculum for the middle school. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3). Retrieved 16 April, 2017, from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v39n3/satchwell.html>.
- Siew, M. N., Amir, N. & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *Springer Plus*, 4(1), 1-20. doi:10.1186/2193-1801-4-8.
- Stout, J. G., Dasgupta, N., Hunsinger, M. & McManus, M. A. (2011). STEMing the tide: Using ingroup experts to inoculate women's self-concept in science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Journal of Personality and Social Psychology*, 100(2), 255.
- Subramaniam R, & Ning, H. T. (2004). Pendulums swing into resonance. *Physics Education*, 39(5), 395. doi: 10.1088/0031-9120/39/5/F11.
- Şahin, A., Ayar, M. C. & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okulsonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*. 14(1), 1-26.
- Tan, Ş. (2006). *Öğretimi planlama ve değerlendirme*. (10. Baskı). Ankara: Pegem A yayıncılık.
- Tan, Ş., Kayabaşı, Y. & Erdoğan, A. (2002). *Öğretimi planlama ve değerlendirme*. Ankara: Anı Yayıncılık
- Turgut, F. & Baykul, Y. (1992). *Ölçekleme teknikleri*. Ankara: ÖSYM Yayınları.

- VanLeuvan, P. (2004). Young women's science/mathematics career goals from seventh grade to high school graduation. *The Journal of Educational Research*, 97(5), 248–268.
- Warin, B., Talbi, O., Kolski, C. & Hoogstoel, F. (2016). Multi-Role project (MRP): A new project-based learning method for STEM. *IEEE Transactions on Education*, 59(2), 137-146.
- Wells, B., Sanchez, A. & Attridge, J. Modeling student interest in science, technology, engineering and mathematics. *Meeting The Growing Demand For Engineers And Their Educators 2010-2020 International IEEE Summit. Summit, Munich, Germany, 2007, pp. 1-17.*
- Yamak, H. Bulut, N. & DüNDAR, S. (2014). The impact of STEM activities on 5th grade students' scientific process skills and their attitudes towards science. *GEFAD*, 34(2), 249-265.
- Yavuz Mumcu, H., Mumcu, İ. & Cansız Aktaş, M. (2012). Meslek lisesi öğrencileri için matematik. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(2), 180-195.
- Yavuz, M., Gülmez, D. & Özkartal, T. C. (2016). Meslek lisesi öğrencilerinin bilişsel ve duyuşsal özellikleri. *Eğitim ve Bilim*, 41(187), 29-44.
- Yıldırım, B. & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.
- Zeldin, A., Britner, S. & Pajares, F. (2008). A comparative study of the self-efficacy beliefs of successful men and women in mathematics, science, and technology careers. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 1036–1058.
- Zubrowski, B. (2002). Integrating science into design technology projects: Using a standard model in the design process. *Journal of Technology Education*. 13(2), 48–67.

