PEGEM EĞİTİM ve ÖĞRETİM DERGİSİ

PEGEM JOURNAL OF EDUCATION and INSTRUCTION

Article Type:

Research Paper

Original Title of Article:

Evaluating the effect of differentiated inquiry-based science lesson modules on gifted students' scientific process skills

Turkish Title of Article:

Farklılaştırılmış sorgulamaya dayalı fen dersi modüllerinin üstün yetenekli öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisinin değerlendirilmesi

Author(s):

Bestami Buğra ÜLGER, Salih ÇEPNİ

For Cite in:

Ülger, B. B. & Çepni, S. (2020). Evaluating the effect of differentiated inquiry-based science lesson modules on gifted students' scientific process skills. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi, 10*(4), 1289-1324. http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2020.039

Makale Türü:

Özgün Makale

Orijinal Makale Başlığı:

Evaluating the effect of differentiated inquiry-based science lesson modules on gifted students' scientific process skills

Makalenin Türkçe Başlığı:

Farklılaştırılmış sorgulamaya dayalı fen dersi modüllerinin üstün yetenekli öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisinin değerlendirilmesi

Yazar(lar):

Bestami Buğra ÜLGER, Salih ÇEPNİ

Kaynak Gösterimi İçin:

Ülger, B. B. & Çepni, S. (2020). Evaluating the effect of differentiated inquiry-based science lesson modules on gifted students' scientific process skills. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi, 10*(4), 1289-1324. http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2020.039

PEGEMAKADEMİ

Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi, 10(4), 2020, 1289-1324

www.pegegog.net

Evaluating the effect of differentiated inquiry-based science lesson modules on gifted students' scientific process skills

Bestami Buğra ÜLGER [*a], **Salih ÇEPNİ** [**b]

[a] Hakkari University, Faculty of Education, Hakkari/Turkey

[b] Bursa Uludag University, Faculty of Education, Bursa/Turkey

Article Info

DOI: 10.14527/pegegog.2020.039

Article History:

Received	12 March 2020
Revised	27 July 2020
Accepted	03 September 2020
Online	03 November 2020

Keywords:
Inquiry-based,
Differentiation,
Gifted education,
Science process skills,
Science lesson modules.

Article Type:
Research paper

Abstract

The concept of "Global citizenship", which has become more and more important, based on the students' multi-focused individual development, has brought to the fore based on 21st century skills and has required appropriate educational environments for gifted students. In this context, the development of differentiated inquiry-based science lesson modules for gifted students will fill the current gap as it is important for the literature. The aim of this study is to examine the impact of differentiated inquiry-based science lesson modules for gifted students on the students' scientific process skills (SPS). As a method, the nature of the study was directed us to mixed nested patterns and developed three modules that applied to 16 gifted students in Science and Art Centers. In the evaluation process, we used "Diet Cola SPS test" as quantitative data source for pre and posttests. Also, we used observations in the implementation process and SPS activity reports filled out by students as qualitative data sources. As a result of data analysis, we found that SPS improved significantly ($t(14) = -5.06$, $p < .05$). Accordingly, we have seen that this development in students is in basic and causal SPS, there is less development in experimental processes. We concluded that the gifted students needed more in depth and challenging activities in longer periods using modules like given in this study.

Farklılaştırılmış sorgulamaya dayalı fen dersi modüllerinin üstün yetenekli öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisinin değerlendirilmesi

Makale Bilgisi

DOI: 10.14527/pegegog.2020.039

Makale Geçmişi:

Geliş	12 Mart 2020
Düzeltme	27 Temmuz 2020
Kabul	03 Eylül 2020
Çevrimiçi	03 Kasım 2020

Anahtar Kelimeler:
Sorgulama temelli,
Farklılaştırma,
Üstün yetenekli eğitimi,
Bilimsel süreç becerileri,
Fen ders modülleri.

Makale Türü:
Özgün makale

Öz

Öğrencilerin çok odaklı bireysel gelişimine dayalı olarak giderek daha da önem kazanan "küresel vatandaşlık" kavramı, 21. yüzyıl becerilerine dayalı bireysel gelişimi ön plana çıkarmış ve uygun eğitim ortamları gerektirmiştir. Üstün yetenekli öğrenciler için, hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar tarafından sıklıkla dile getirilen bu tür eğitim ortamları bir gereklilik haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı, üstün yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış sorgulamaya dayalı fen dersi modüllerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri (SPS) üzerindeki etkisini incelemektir. Bu amaçla araştırma 2018-2019 eğitim-öğretim yılının ilk yarıyılında yapılmıştır. Yöntem olarak, çalışma doğası gereği araştırmacıları iç içe karma desene yönlendirmiştir. Öğretmenlerin çalıştıkları Bilim ve Sanat Merkezlerinde 16 üstün yetenekli öğrenciye uygulanan üç modül geliştirilmiştir. Değerlendirme sürecinde ön ve son test için nicel veri kaynağı olarak "Diet Cola SPS Testi" kullandılmıştır. Ayrıca, uygulama sürecindeki gözlemleri ve öğrenciler tarafından doldurulan SPS etkinlik raporlarını nitel veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Veri analizi sonucunda bilimsel süreç becerilerinin önemli ölçüde geliştiği bulunmuştur ($t(14) = -5.06$, $p < .05$). Bu gelişimle ilgili toplanan derinlemesine bilgi ve nitel verilere göre, öğrencilerdeki bu gelişimin temel ve nedensel SPS'de olduğunu, deneysel süreçlerde daha az gelişme olduğu görülmüştür. Bu çalışmada verilen modülleri kullanarak üstün yetenekli öğrencilerin daha uzun sürelerde, daha derinlemesine ve zorlu etkinliklere ihtiyaç duydukları sonucuna varılmıştır.

* **Author:** b.bugra84@gmail.com **Orcid ID:** https://orcid.org/0000-0003-2898-5625

** **Author:** cepnisalih@yahoo.com **Orcid ID:** https://orcid.org/0000-0003-2343-8796

Introduction

One of the main objectives of science education is to understand the nature and concepts of science and to develop skills and understanding of scientific inquiry (Mohan, 2019; NRC, 1996, 2000; Duit & Treagust, 2003; Sadler & Zeidler, 2009). Today, inquiry-based learning is one of the models proposed to realize this main purpose (MoNE, 2018; NGSS, 2013). It is possible to reach many definitions including inquiry processes. However, what the definitions mostly point to is the use of scientific processes to make sense of the natural world and phenomena. As a result of the students' experiences in inquiry-based learning, these scientific skills are internalized and become a part of the student's knowledge structure (Bevins & Price, 2016; Thier & Daviss, 2001). In order to develop scientific skills and understanding for students, they should be given the opportunity to experience inquiry processes and thus to internalize their knowledge and skills (Murphy, Smith & Broderick, 2019; Zacharia, 2003).

The most striking part in the inquiry process is to employ the scientific method and that students use methods such as observation, document analysis, group discussions, open or closed ended experiments, hypothesis development in experimental processes, and controlling variables. In particular, five important reasons supporting the use of inquiry-based approach in science education should be mentioned as (Chiappetta & Adams, 2004, p.47);

- Understanding fundamental facts, concepts, principles, laws and theories,
- Development of skills that enhance the acquisition of knowledge and understanding of natural phenomena,
- Development of expressions to answer questions the accuracy of statements about the natural world,
- Formation of positive attitude toward science,
- Gaining an understanding of nature of science.

In this context, the development of scientific process skills is expected as a result of the application of inquiry-based approach. From the literature, we can say that the scientific process skills are positively affected by researches using inquiry-based approach in science education and that makes a difference in the internalization of scientific method (Bell, Blair, Crawford & Lederman, 2003; Bybee, 2006; Ogan-Bekiroğlu & Arslan, 2014). This situation is not very different for the gifted students. Bell et al (2003) pointed out an 8-week mentoring program for gifted students that resulted in significant gains from the application of the scientific method as a result of this inquiry approach. Also Abdurrahman, Ariyani, Maulina and Nurulsari (2019) concluded that an inquiry-based STEM program could improve students' scientific skills.

We believe that inquiry-based learning will have an impact on the development of scientific process skills while activating students in the classroom. In their study, Kaya and Yılmaz (2016) suggested that applications where both factors, active learning and inquiry-based learning, were employed would make a significant difference in students' achievement. In several studies it was concluded that inquiry-based learning contributed to the development of students' scientific process skills (Gumilar, Wardani & Lisdiana, 2019; Wu & Krajcik, 2006). The value of these results should be further investigated for gifted students. Also, SPS development of these students should be achieved by using different activities and materials than other students. Accordingly, different from these studies, in this study, we thought that the differentiation strategy should be employed specifically for gifted students and develop a new perspective on nurturing the skills of gifted students integrating the inquiry-based practices with differentiated practices.

Theoretical Framework

Giftedness and science education

In addition to the general characteristics synthesized from literature of gifted students (Callahan, 2017), Renzulli et al. (2002) described gifted behavior in science as "being curious about scientific processes, creative thinking about scientific problems, having desire / enthusiasm for scientific discussion topics, wondering the causes of scientific phenomenon or objects, reading articles about scientific subjects in their spare time, being interested in scientific projects or researches and being able to analyze data clearly" (Reis & Hausand, 2008 p.69). In addition to these basic characteristics, different researchers made definitions with the same focus, but there is no consensus on a generally accepted definition. The reason for this is that the definitions are based on different giftedness modeling / theoretical frameworks. Kaufman and Sternberg (2008) emphasized that the concept of giftedness is a broad concept that varies with time and place. In fact, giftedness is a broad concept formed by the synthesis of special skills such as motivation, creativity, intelligence and dedication to the task (Renzulli, 1999; Sternberg, 2003; 2005). Researchers such as Feldhusen (1998), Feldman (2000) and Gagne (2004) explain the process of talent development and the models they propose from a developmental perspective, indicating that these are the skills that need to be developed. But as is true in modern gifted research, Kaufman and Sternberg (2008) stated, “researchers have to decide for themselves which definitions and concepts are important to them. (p.72)". Again, Kaufmann and Sternberg (2008) added that modern giftedness research shares the goal of diagnostics and the development of special skills. George (1997) described giftedness in science as having a unique set of features in science and showing exceptional performance in the science class. Karnes and Riley (2005) described gifted individuals as individuals who have the motivation characteristics of observing events and objects around them, finding problems and solving problems, naturally wondering, discovering desire, showing continuity and interest in science. Park, Park and Choe (2005), on the other hand, have based their studies on the characteristics of gifted students in the field of science on the basis of scientific talent, leadership, creativity, ethics, motivation and mental experiment characteristics. Lately, Sumida (2017) also identified the gifted students as those who show a strong interest in natural phenomena and demonstrate an outstanding ability to think creatively. In this context, considering the field of science in gifted students, we saw that scientific processes take place at the focal point of the literature. Therefore, the nature of science, basic science concepts, science learning, research and questioning should be considered as subjects that need to be focused on science teaching in gifted students.

Researching effective practices with academically gifted students requires researching the literature of studies with specially defined gifted students or relying on the literature that investigates variables or results that are important to them (Robinson, Shore & Enersen, 2007). Therefore, it is necessary to take as an example the similar studies done by using the literature for this or other studies. Because of a cascading teaching within a specific process for disciplines may not be parallel to the structural characteristic of gifted education. This also applies to science education. Many researchers who provide gifted and STEM education (Olszewski-Kubilius, 2009; Robinson, Dailey, Hughes, & Cotabish, 2014; Rogers, 2007; Sumida, 2013; Taber, 2007; Tirri, 2012; VanTassel-Baska, 2015; VanTassel-Baska, Bass, Ries, Poland & Avery, 1998; VanTassel-Baska & Brown, 2007), have proven that the correct development and implementation of curriculum and teaching strategies that challenge and enhance the learning outcomes of gifted students is at the heart of effective programming for gifted education services. And Sumida (2017) clarified why we need to focus on the domain-specific gifted education, which is science in this case, that dynamic nature of science with its encompassing of a wealth of different fields of study can accommodate children’s varied areas of interest and for this reason makes science learning ideal for the development of a checklist for giftedness (p.2100). Within the scope of this study, we have developed and integrated differentiated modules for gifted students by taking this principle into consideration. The modules in the educational setting are educational arrangements that have certain limits, are created according to time and their stages are defined (Ekert, Rotthowe & Weiterer, 2012). Modules are a concept that serves a specific purpose that is more focused on learning and is generally

used as a substitute for the concept of courses in higher education (Moon, 2002). We designed the modules that we developed within the scope of this research, theoretically according to the general framework set by Moon (2002).

Skill Development and Inquiry-Based Learning

In our study, we decided that the use of the inquiry-based learning approach proposed by the literature is compatible with the giftedness characteristics in order to develop the necessary or existing basic skills for gifted students and scientific process skills which are especially important for the science course. It has already been stated by researchers that the inquiry-based approach is at the highest standard for science education (Biological Science Curriculum Study, 2006; LaBanca, 2007, 2008). As Duran (2015) suggests, there is a need for studies in which learning and teaching activities related to inquiry-based learning environments are designed and the effects of these activities on learning outcomes are examined. Coleman and Shah-Coltrane (2010) recommended the use of inquiry activities in science for overall observation of children's gifted behavior. Murphy, Smith and Broderick (2019) identified the scientific inquiry as a starting point in developmental context. In this context, both gifted and science education; we believe that developing a material for inquiry-based approach will be important for literature. Therefore, the study sets an example for this particular need. In the modules we have developed, we aimed to solve students' problems in daily life (global / regional / individual) by using scientific processes and activities, and to observe a development in students' scientific process skills at the end of the process. In the literature, such problem situations are seen as the type of problem that gifted students are most interested in (Volk, 2008). In particular, we can say that the applications in which students design their own influences on problems and use scientific processes are close to the ideal approach for scientific inquiry teaching (Furtak, 2006). Similarly, Andriyani, Shimizu and Widiyatmoko (2019) concluded that students' SPS will improve through clear instructions which involve students to design the science learning activities. Köksal and Berberoglu (2014) emphasized the inquiry-based learning and activities as an effective way in enhancing achievement and inquiry skills which success of inquiry based learning on science process skills was concluded in student centered treatment. Therefore, in addition to how to apply an inquiry-based approach to the development of scientific process skills, a learning environment in which the student is more active is also required.

Differentiation

Differentiation has emerged as a strategy applied by teachers who want to customize their teaching and adapt their lessons according to their own group of students or school environment. In this context, recent studies have generally differentiated according to student characteristics (McGee, 2018; Maeng & Bell, 2015; Yuen et al., 2018; Torkar, Avsec, Čepič, Ferk Savec & Jurišević, 2018) and in some cases in order to employ a new factor (technology) (Altıntaş & Özdemir, 2015; Maeng, 2017). The findings support the previous literature that there is more development in the applications in which differentiation is used in the gifted (Altıntaş & Özdemir, 2015; Çalıkoğlu & Kahveci, 2015). In this sense, while the use of differentiation in gifted education has become a necessity, it has become a preferred method for teachers in formal education (Maeng, 2017; Maeng & Bell, 2015; McGee, 2018; Yuen et al., 2018).

It has been stated in the literature that differentiation in Gifted should be holistic in every sense (McGee, 2018). For this reason, we implemented a differentiation in the modules suggested in the literature, taking into account student characteristics, learning environment and evaluation, skill-focused, process, content and product differentiation (Kaplan, 2009). The differentiation in the modules in the context of scientific process skills is activity-based. We differentiated activities in the modules by taking into account the scientific process skills and the characteristics of gifted students. We selected the content from life-based problems and subjects / examples and made them different from formal school subjects.

Scientific Process Skills

The basic skills that facilitate learning in science, gain research paths and methods, enable students to be active, develop a sense of responsibility in their own learning and increase the permanence of learning are defined as scientific process skills (Çepni, 2005). Many researchers have defined scientific process skills as the skills and characteristics of scientists, and have emphasized the transferability of these skills (Carin & Bass, 2001; Carin & Sund, 1989; Ewers, 2001; Padilla, 1986; Rutherford & Ahlgren, 1990).

The research conducted by the MoNE, World Bank and CoHE shows that scientific process skills are divided into three dimensions and sub-dimensions (Çepni, Ayas, Johnson & Turgut, 1997).

Table 1.
SPS Dimensions.

Basic processes	Causal processes	Experimental processes
Observation	Prediction	Hypothesis Building
Measurement	Determining Variables	Using Data and Modeling
Classification	Interpreting Data	Experimentation
Saving Data	Inference	Decision-Making
Establishing Number and Space Relations		Changing and Controlling Variables

Table 1 describes SPS dimensions which considered in this research (Çepni, Ayas, Johnson & Turgut, 1997).

Researchers state that scientific process skills can be used as a development process for gifted students in developing differentiated courses (Kutlu & Gökdere, 2015; Şener & Taş, 2017; Watters & Diezmann, 1997). However, since the development of intermediate and advanced process skills depends on students' mastery of low-level skills, it is very important that students acquire basic skills (Meador, 2003). In this context, it is thought that gifted students can perform basic process scientific skills within the scientific process skills and mostly focused on causal SPS and experimental SPS. Which scientific process skills are employed in the activities is included in the teacher guidance module. These skills were incorporated into the learning process and at the end of the implementation; they were recorded in module planning as learning outcomes. As a result of the fact that the scientific processes mentioned in the guidebook are included in the modules throughout the applications, we conclude that students can develop simultaneously with their SPS.

Table 2.
Modules and Their Names.

Module 1 DNA and Inheritance	Module 2 Physics Behind Sports	Module 3 The Mystery of the Plastic Bag
Forensic and crime scene investigation, modeling 4 Weeks - Grade 6	Usain Bolt's records and races, an athlete's race preparation and training 4 Weeks - Grade 6	Structure of plastic, Plastic pollution in the sea, Bio-Plastic 3 Weeks - Grade 6

Table 2 summarizes the modules developed using differentiation, scientific process skills and inquiry-based approach.

In gifted education the importance of the skill development has rigorous literature and should be nurtured using several experiences to shape the student development (Day & O'Connor, 2017). This higher awareness of the importance of skill development, educational opportunities that apply to gifted students have received more focus (Godor &Szymanski, 2017). However, the unique needs of gifted students like scientific process skills for the development of scientific inquiry or understanding on science should be specifically focused on and literature suggested that requirement of domain specific educational activities/materials should be developed (Taber & Riga, 2016; Üzüm, 2017). There are limited domain specific educational practices and materials for gifted students provided for affective

learning in science (Howard, 2017). So we aimed to develop an affective learning material to serve gifted students in middle school level. By this way, teachers have guidance on how a gifted science activity should be implemented and how gifted students' skills can be developed using science practices. In this context, the aim of the study is to find and evaluate the effect of science lesson modules developed for gifted students on the scientific process skills of students. For this purpose, the problem sentence of the study is as follows.

- What is the effect of differentiated inquiry-based science lesson modules developed specific to gifted students on scientific process skills?

Method

Research Design

In this study, considering the problem situation and its suitability for the purposes, we used a "mixed research method" in which quantitative and qualitative research techniques were used together under a single study (Creswell & Clark, 2011). The mixed method involves the simultaneous or separate collection of quantitative and qualitative data (Creswell, 2014; Johnson & Christensen, 2019).

We used embedded mixed design in terms of its suitability for this study in advanced mixed pattern. The embedded mixed design which is commonly used in the literature provides a general procedure for the incorporation of qualitative data into the application during / after / before an experiment due to the pattern embedding qualitative data in experimental design (Creswell & Clark, 2011; Creswell, 2014). In the experimental implementation of the study, we used a single group pre-test / post-test simple experimental pattern (Çepni, 2014). Cook and Campbell (1979) previously described this design as a single-group pretest-posttest quasi-experimental design.

Table 3.
Representation of the Single Group Quasi-Experimental Design.

Groups	Pre-test	Process		Post-test
Experimental group 1	*Diet Cola Test	Implementation: Inquiry-based differentiated science modules for gifted	*Observation *Student documents	* Diet Cola Test

The symbolic representation of the quasi-experimental design of the research is in Table 3.

Within the scope of the study, Diet Cola Test was applied as pretest and posttest. In addition to that, observations and student documents were used to examine the effectiveness of the modules in-depth. In this study, to ensure the triangulation, different data collection tools were used. Data triangulation can increase the accuracy of the findings of a study by collecting different data on the same event / phenomenon (Çepni, 2014; Miles & Huberman, 1994). In this study, it is thought that it would be more valid and reliable to investigate the effectiveness of the material developed by using different data collection tools.

Participants

Moshman (1998) stated that according to Piaget's suggestion in 1924, formal or hypothetical inferential reasoning plays an important role in the thinking of adolescents and adults, but is rarely seen before the age of 11 or 12 (p. 972). Therefore, we can say that working with students under this age will not be correct. In SAC, where we conducted the study and gifted students are educated in Turkey, there are 6 groups at 5th and 6th grade level. In the study, we collected quantitative (pretest-posttest) and qualitative (interview and observation) data from these experimental groups. All students are students attending Discovering Individual Talents - 2 (DIT-2) groups. DIT-2 groups were the age group that we considered most appropriate for students for the study. The study group consisted of 16 students identified as gifted, 7 girls and 9 boys. They are all continuing their formal schools and then attending to the SAC science classes. The fact that the number of gifted students attending science classes at

secondary school level in SAC is low has facilitated the implementation of the experimental application. But this situation was seen not to pose a problem for the implementation of experimental methodology; hence there is various studies in the literature regarding low size study group experimental researches (Özdemir, 2010; Şimşek & Kabapınar, 2010).

In addition, the teacher who performed the application, being the only science teacher in Bursa SAC and the participation of all groups in the course enabled him to take an active role in the study. In addition, it was important that the teacher stated that he was open to testing new approaches and experimental practices in the interviews with him before starting the research. The teacher completed his master's degree in science education and he is still continuing his doctoral education in science education. Due to the nature of education for gifted students, he tries to use active learning in its courses. In meetings with the teacher before the application, we informed him about the content of the module, how it should be processed and the inquiry-based approach. We assumed that the teacher who carried out the entire implementation process needed this information and we held these meetings to ensure effective implementation of the modules. The teacher has 15 years of experience in science education and has a certain experience in the field of giftedness. In this context, he knows and understands the gifted students better than other science teachers and sees their needs better. In this context, continuing the applications knowing that the modules are geared towards the needs of the students and has been effective in maintaining the applications more healthily.

Data Collection Tools and Data Collection

In the experimental application process, "Fowler Scientific Process Skills Test (FSPS)" was used to determine the Scientific Process Skills of the students in the experimental groups and to monitor their changes. Scientific process skills are the most important skills required to be acquired in gifted students. Scientific process skills underpin scientific thinking, scientific approach to a situation, and most importantly, thinking behavior like a scientist. Since the desired skills in the prepared modules are in this direction, the necessity of measuring the development of scientific process skills in students has emerged. Many SPS scales were found when the literature was examined (Dwianto et al., 2017; Erkol & Ugulu, 2014; Nasution, Harahap & Harahap, 2018). The SPS scale prepared for gifted students is the scale developed by Fowler. For this reason, we decided that there was no need to develop a new scale for the study and we used this scale because it was suitable for the study group and provided the basic content needed to measure the skill. As a result of their study, Adams and Callahan (1995) do not find it appropriate to use the test in diagnosing giftedness, but suggests its use in measuring scientific process skills. In literature, the use of the test is frequently encountered in studies on gifted people (Han, 2017; Kim & Kang, 2014; Robinson et al., 2014; Yang & Park, 2017).

FSPS (Diet Cola Test scale), developed by Fowler (1990) and later updated by Adams and Callahan (1995), can reveal which of the scientific process steps are used effectively. It is specially designed for gifted students and it is recommended to be used for this sample group. Adaptation of the scale into Turkish was done and used by the researchers. The test was finalized in terms of language by consulting two language experts, and the test was finalized by examining by both field experts. The scale consists of two parts (Form A and Form B). Students are asked to come up with a scientific plan that can produce a solution to a problem in each form. The plans prepared by the students were then evaluated according to the rubric prepared by Adams and Callahan (1995). In the pre-test and post-test, the analyses were made over the total scores.

In the observation form, the items related to the behaviors in which scientific process skills shown are given and how often these behaviors are realized. The suitability of these behaviors to scientific process skills was discussed with an expert, necessary fixes were made and the observation form was finalized. In order to ensure reliability, observations were also performed by a specialist in science and gifted education, and then the researchers compared these observations and determined the frequency of behavior.

The modules given to the students were collected at the end of the application. Within the module, there were fields that students needed to fill in and the questions they were asked to answer. During the application process, the students recorded the results, ideas or research results achieved in the activities in the modules. Each student filled all three modules and then the application teacher collected these modules. 16 students filled three modules in total and the last 48 modules were returned from the teacher for examination. Some questions were left blank in the answers to some questions, students' absences caused some areas to remain empty in the modules. These disruptions mentioned in the limitations of the study did not prevent the collection of sufficient data. These data were analyzed by document analysis method. Document analysis is the analysis of materials containing current information about the case or condition being investigated (Çepni, 2014). Which document will be used as data source is related to the research problem (Şimşek & Yıldırım, 2011). In this study, reports prepared by the students as a result of the activities, data tables in the reports, graphs, activity evaluations and comments related to the results give information about how the scientific process functions in the activities. Therefore, the data to be obtained from the modules with document analysis will constitute a qualitative data source about students' scientific process skills.

In the process of collecting the data, the implementation of the modules was made according to the steps given below. In the process step of the course, activities involving scientific process skills were included. In the implementation of the modules, pretesting was applied first, activities were carried out using the modules throughout the process, observations about the activities and reporting were made by the students and the post-test was applied.

Table 4.
Information on the Steps of Modules in the Application Process in Experimental Groups.

Steps	Target Skill Steps	Teacher's Role	Student's Role	Objectives
Process (Scientific Process Skills)	Conducting the activities	Guiding students in conducting the activities in the modules; answering students' questions and asking challenging questions where necessary	Fulfilling the tasks in the activities given in the module; determining the appropriate method and using scientific processes; reporting at the end of the activity	Providing students to use scientific process skills in teacher guide module

In Table 4, information about the application process in the experimental group is summarized.

Data Analysis

Quantitative data obtained using Fowler Diet Cola Test from the experimental group was analyzed using the SPSS program. Normality values were checked before starting the analysis. Since the study group is under 30 people, Shapiro-Wilk values were examined (Can, 2016). Due to the normal distribution ($p < .05$), the difference between pretest and posttest was examined and dependent sample t-test was used. Dependent sample t-test is used to measure the relationship between repeated measurements of the same experimental group (Büyüköztürk, 2009). Frequency table was created in the analysis of the observation data collected. In this study the qualitative data were used to explain how the quantitative data changed.

Fowler analysis: Diet Cola Test rubrics developed by Adams and Callahan (1995) used for the analysis of the data. The rubric includes steps of scientific process, security, problem, hypothesis, list of materials, definition of test repeat, observation, measurement, data collection, data interpretation, data conclusion and control variables steps. Each step must be included in the given forms. Researchers give 2 points if there are additional operations with detailed information about steps, 1 point if there are steps related to operations and 0 point if there are no steps related to operations.

Observation analysis: In the observations made, it is aimed to reveal the link between the students' performance in the activity processes and the scientific processes in the items of the observation form. For this purpose, it was noted how often the students performed these behaviors and it was aimed to examine whether these behaviors increased or decreased during the application. Observation form used every week in the implementation process and then each week's data were analyzed by researcher. How students showed the SPS behavior each week during SPS activity in the modules was determined by this analysis. After the analysis, the figures were created according to the data. By this way, how behavior changed during the implementation was examined.

Document analysis: Qualitative data obtained from the documents (modules) filled by the students related to SPS were analyzed. In the document analysis made on the student reports in modules, the rubric developed for the document analysis was used. Rubrics are commonly used for this kind of document evaluations (Muşlu Kaygısız et al., 2017). Rubrics include Basic level, Causal level and Experimental level SPSs. The maximum score that can be obtained for each SPS is 3. For each module, the modules that students have fully filled are analyzed. Therefore, the maximum score that can be taken from the 1st Module is 39 points, from the 2nd Module ,27 points and from the 3rd Module, 30 points.

Reliability and Validity

In determining the reliability of Fowler Diet Cola Test, equivalent forms / test-retest were used and Pearson correlation was used (Callahan, Hunsaker, Adams, Moore & Bland, 1995). Accordingly, the correlation for equivalent forms / test-retest was .76. In the study, different evaluators evaluated the same forms to ensure reliability, and Kendall Compatibility Coefficient was examined to test the evaluators' tendency to give the same degree and found .869. This shows that the raters are doing very harmonious scoring, thus showed that the internal consistency was high.

In a qualitative research, the concepts of consistency and confirmability are preferred for the reliability (Lincoln, Lynham & Guba, 2011). In this study, during the qualitative data collection, all the processes in the research were followed and recorded by expert researchers, including data collection tools, data collection and analysis processes regarding consistency. Also Lincoln and Guba (1985) suggested prolonged engagement for the dependability of the study which implies that the researcher performs the study for a considerable period. For this study, the time period was 12 weeks which was seen as dependent for the study. The other criteria which increased the credibility of this research is peer debriefing. Two specialists took role in the external evaluation of the process. Thus the research was controlled by external evaluation and objectivity provided. The important indicator for the validity was triangulation in which the conclusions were confirmed by different data sources, observation, document analysis and experimental results. By this way we achieved more valid the results.

Findings

In this study, which examined the effect of inquiry-based science lesson modules on the scientific process skills of gifted students, data obtained from the Fowler Scientific Process Skill Test (FSPST), observation forms and documents were analyzed.

Findings from FSPST

The results of the "Diet Cola Test" scientific process skills test developed by Fowler (1990) and renewed by Adams and Callahan (1995) are as follows. The test consists of two forms: pre-test and post-test. In both forms, there are problem situations in which students will propose solutions using their scientific process skills. Students are expected to use the scientific method to solve these open-ended problems. In the evaluation of the test, we used the scoring scale developed by Adams and Callahan (1995). Descriptive statistical findings from the data are in Table 5.

Table 5.
Descriptive Statistics of the FSPST Test.

Group		n	$\bar{x}$	Min	Max	Sd	Skewness	Kurtosis
Experimental	pre-test	15	4.66	2.00	8.00	1.67	.40	-.47
group	post-test	15	7.80	3.00	11.00	2.54	-.49	-.85

In Table 5, the averages of pretest and posttest scores are 4.66 and 7.80, respectively. The increase in average scores is also evident in the minimum and maximum scores. The kurtosis and skewness coefficients suggest that the distribution of points may be normal. Therefore, the Shapiro-Wilk coefficient was examined as to whether the data were normally distributed or not. From the data obtained, the Shapiro-Wilk coefficient was found to be .16 and since p> .05, the data was assumed to be normally distributed. Therefore, whether there is a significant difference in the data by comparing between the pretest and posttest results can be determined with the dependent sample t-test.

Table 6.
Pre-test and Post-Test T-Test Results of the Scientific Process Skills Scores of Students in the Experimental Group.

Group		n	$\bar{x}$	Sd	df	t	p
Experimental group	pre-test	15	4.66	1.67	14	-5.06	.00
	post-test	15	7.80	2.54			

Table 6 shows the dependent sample t-test results related to the development of scientific process skills. As a result of the dependent samples t-test, there was a significant difference (t(14) = -5.06, p<.05) between the mean scores of the tests performed before the application ($\bar{X}$pre-test = 4.66) and the mean scores after the application ($\bar{X}$post-test = 7.80). The effect size (d = 1.35) calculated as a result of the test shows that this difference is large (high level). This shows that the modules developed for science classes of gifted students and used in the experimental group have a significant effect on the development of students' scientific process skills.

Findings from Observations

In our observations and items in the observation form, we aimed to reveal the connection between the students' performance in activity processes and the scientific processes. For this purpose, we noted how often the students performed these behaviors and examined whether these behaviors increased or decreased during the application. The behaviors show the process skills taken from the literature that direct us to motivation towards science and exhibition of scientific procedures. Also we noted the gifted behaviors expected from students that identified as high-level skills emphasize the experimental processes. Table 7 shows how often they perform the behaviors in the observation form.

Table 7.
Data from Observations on Scientific Process Skills.

	Never		Rarely		Sometimes		Often		Usually	
Codes	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Students tried creative and different ways in activities	1	.97	4	3.84	15	14.43	6	5.78	-	-
An enthusiasm for science was shown at the events	-	-	2	1.93	6	5.78	8	7.68	10	9.60
At the activities, students interpreted the data	-	-	1	.97	3	2.88	16	15.38	6	5.78
At the activities, students exhibited high-level skills	-	-	10	9.60	9	8.65	7	6.73	-	-
Total	1	.97	17	16.34	33	31.74	37	35.57	16	15.38

Table 7 shows how often students use the SPS specified in the modules in their activity process. In addition, we observed that the students themselves use different SPS processes and higher level mental processes during the activity, as unique from the SPS that are not specified in the modules. We observed that students felt enthusiastic about the SPS activities given during the module. Therefore, while the activities were being implemented, we can say that the students did the activities not only because they required modules but also because they were within their own enthusiasm. We observed the items that indicated the originality of the students and which were related to giftedness with low frequency. This situation supports the findings obtained previously related to authenticity or originality. When we re-interpret the findings that the use of SPS in the quantitative data improved significantly in the light of the observation data, it can be said that the students could perform basic and causal SPS but experienced problems in experimental skills. This is more clearly expressed in the document analysis findings. Data on the observations of each item during the application process are presented graphically below.

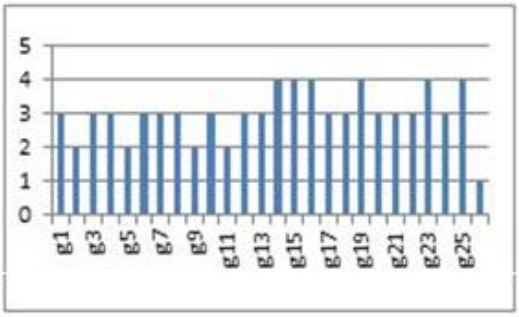


Figure 1. Creating different activity.

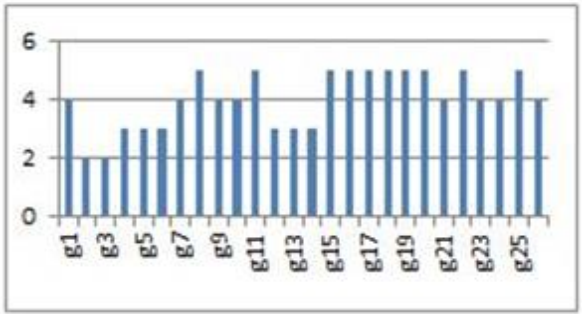


Figure 2. Enthusiasm for science.

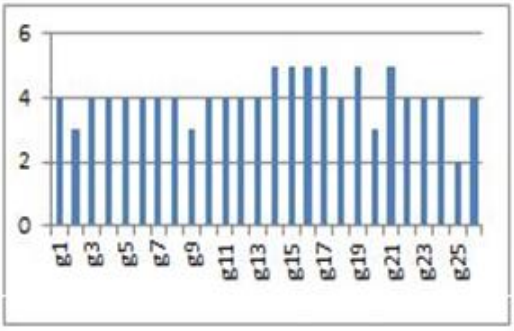


Figure 3. Interpretation of data.

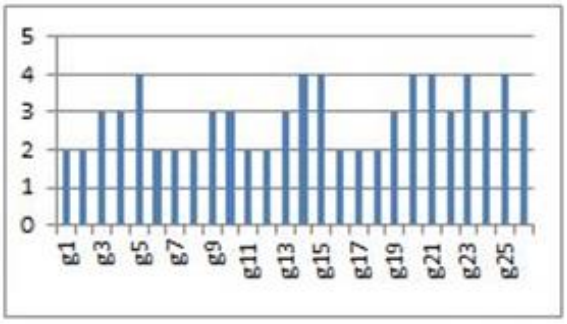


Figure 4. High-level SPS.

Figure 1 shows that the students created activities similar to those in the module or applied existing activities in different ways. Accordingly, students did not include applications that went out of the module too much in the first stages of the application. As applications and modules progressed, it was observed that they started to use this situation more frequently. In Figure 2, observation data of students' enthusiasm towards science are given. Accordingly, it was observed that students started to feel more enthusiastic about activities and activities involving SPS since the middle of the application. It can be said that there is a parallelism between the observation data indicating that the students have more interest in the subjects and daily life problems, and in their enthusiasm for SPS and therefore science. However, while this demand in SPS-active activities increased over time, it has been noted that the level of interest in the subject and modules is always high. The main reason for this is that the experimental activities in which students are active, increased with the second module, there are more analysis and hypothesis-oriented activities in the first module. In Figure 3, it is the observation data related to the interpretation of the data that the students obtained from the results of the activities.

Accordingly, it was observed that the students did not have too many problems in interpreting data; they tried to connect their ideas, right or wrong, and their data. In addition, we think that the frequency of interpretation of data has increased since the middle of the application.

In Figure 4, observation data about whether students used high level mental skills while using SPS are given. The question of how the students' answers to the questions during the activities and the solutions they produce include original and high-level thinking is important in revealing the difference of gifted students in terms of SPS. In this context, it has been seen that students could not find solutions or ways that are the result of an original and high level mental process during the activities. Although this situation, which is very low, increases towards the end of the application, it is directly proportional to the quantitative data collected. Although the increase in the use of SPS in quantitative data is also observed in the observation data, this increase in quality is thought to be below the performance expected from gifted students. There is a need to direct students towards behaviors that will challenge students in DIT classes and be the product of different mental processes.

Findings from Document Analysis

The qualitative data obtained from the documents (modules) filled by the students regarding SPS are analyzed and the findings are in Table 8. SPS and levels determined in the table are given according to the activity structures in the modules. The rubric prepared in the document analysis made on the test reports was used. Rubrics include Basic level, Causal level and Experimental level SPS. The maximum score that can be obtained for each SPS is 3. For each module, the modules that students have fully filled are analyzed. Therefore, the maximum score that can be taken from Module 1 is 39, 27 from Module 2 and 30 from Module 3. The data were evaluated according to the maximum scores that could be obtained and expressed as findings. According to this evaluation, the experimental reports of the students were examined according to SPS levels. The level at which the students took the right action was analyzed and transferred to the Table 8.

Table 8.
Total Scores of Students according to SPS Levels.

		Scientific Process Skills	Module 1		Module 2		Module 3	
SPS levels	**Code**	**Reviewed**	$\bar{x}$	$\sum$	$\bar{x}$	$\sum$	$\bar{x}$	$\sum$
Basic level	SPS1	Observation and Measurement	2.07	27	3.00	27	2.60	26
Causal level	SPS2	Problem Or Question Sentence / Purpose	1.92	25	2.44	22	2.20	22
	SPS3	Data collecting	1.46	19	2.77	25	2.40	24
	SPS4	Data Interpretation	1.61	21	2.11	19	1.80	18
Experimental level	SPS5	Experiment Design	2.15	28	2.22	20	2.00	20
	SPS6	Control Of Variables	1.07	14	2.00	18	1.40	14
	SPS7	Hypothesis	1.00	13	1.66	15	1.40	14
	SPS8	Data-Based Inference	1.62	21	2.66	24	1.90	19

In Table 8, the experimental reports created by the students as a result of the application of the experimental activities in the modules were examined and the reports were scored according to the use of SPS. SPS skills based on SPS are in the table. As a result of applying these skills in activities, students were expected to be included in the experiment reports. The extent to which these skills are included in the reports is measured by scoring. Skills are given exactly 3 points if expected, and if not, one point is given. Average and total scores given for SPS are in the table. The skills provided are categorized according to SPS levels. Basic level SPS emerged as the most used skill in all three modules. Students' experimental designs also received high and above average scores. It can be said that students' experimental designs are successful in fulfilling the given task. However, in general, it can be seen that the skills at the experimental level generally score lower. Likewise, causal skills can be said to score

below medium. When all three modules were evaluated in general, it was observed that there was a certain balance in the points students got from skills. The students raised their scores for almost all skills and got the most points in Module 2. It is seen that students have lower scores in hypothesis, control of variables and interpretation of data. In addition, another important finding is that in Module 3 experimental activity, lower scores were obtained compared to Module 2, but overall the increase in points continued. It is seen that students have more difficulty in the experimental activity given in Module 3. Findings from documents and quantitative data are in parallel in this sense. Students' deficiency in the experimental processes, which was obtained in the quantitative findings, was also reflected in the qualitative findings. They could not perform the expected developmental process at a high level. However, it is noteworthy that the levels of the students increased in the specified categories. It is thought that with more experimental activities, these skills of the students can be increased and they can rise to the level expected from gifted students.

In general, when both qualitative and quantitative data regarding the research problem were evaluated together, the significant development in the Scientific Process Skills of the students was not at the desired level in the scientific process skills at the experimental level (Table 8). It can be stated that the students showed less improvement in experimental processes compared to basic and causal level skills (Table 8). However, the development of SPS in a significant level in general shows that the theoretical framework forming the structure of the modules and the modules in general can be used effectively for implementation.

Discussion

In our study, we determined that there was a significant positive increase in the development of scientific process skills among the pretest-posttest scores of the experimental group students ($p = .00$). The findings obtained from the qualitative data collection tools; we have seen that the development of students' basic and causal level scientific process skills is higher. However, students had difficulty in development on experimental skills and some causal level skills (Table 8). This situation developed in the process and as the modules in the experimental group progressed, positive developments were observed in the students' high level scientific process skills (Figure 2). In this context, although students' scientific process skills are not very high, they have developed throughout the process. In addition, in the observation findings regarding scientific process skills, in parallel with other data obtained, "Students exhibiting high level skills in activities" and "Students trying creative and different ways in activities" were not very common behaviors (Figures 1, 3). The students often performed the behaviors of "showing enthusiasm against science in activities" and "interpreting students' data in activities" which are not included in very challenging activities again (Figure 2, 3). They showed more enthusiasm in the activities throughout the implementation. This finding is in parallel with this kind of implementations in literature that result in exhibiting affective behaviors (Genç, Genç & Rasgele, 2018; Qadar, Samsiah & Haryanto, 2018). We know that cognition has an important impact on emotion; emotion has an important impact on basic cognitive processes (Steinberg, 2005). As seen in Figure 1 and Figure 4, although we expected high level of SPS, students may be in need of more depth or challenge to show or develop these skills after demonstrating enthusiasm against the activities. Since the students made the interpretation of the data with more general expressions such as "can, can be done" in the light of the data and preliminary information they obtained, and without paying much attention to detail, they did not try to exhibit much compelling behavior. In this context, students were expected to interpret the data through a synthesis, but the students were not ready for this synthesis (Table 8). It is concluded that they will acquire these behaviors with this or a similar treatment, provided that they are longer. The qualitative findings showed us the SPS, especially the experimental level SPS, can be emphasized more during activities in this case. Moreover, the behaviors related with giftedness can be observed for a long time of period. Although there is no study for the same application in the literature, discussion has been made over similar applications. In the study of Şimşek and Kabapınar (2010), in which they examined the development of students in scientific process skills, they found a positive change in their scientific process skills. Researchers also stated that this change remained at a more basic level, which is

similar to the scientific process skills developed in this study. The biggest difference between the results of this study and the work done by Şimşek and Kabapınar is the participants, who are gifted students. In gifted students, there has been a slight improvement in high-level scientific process skills, and it is predicted that the change may be much higher after longer implementation of the process. Dinçol Özgür and Yılmaz (2017) examined the effect of an inquiry-based application applied to gifted students on the motivation of students to learn science. Accordingly, they found that the inquiry-based approach significantly increased students' motivation towards science. Similar to this study, Llewelynn (2013) applied the inquiry-based approach. Motivation toward science is of great importance in learning scientific process skills. Therefore, we think that increased motivation may have positively influenced students in the development of process skills. The literature supports the implementation of a differentiated science curriculum that focuses on developing the concept of science, content knowledge and process skills for gifted students, similar to the study (Cotabish, Dailey, Robinson & Hughes, 2013). It has also been found by many studies that scientific process skills can be developed using an inquiry-based approach (Köksal & Berberoğlu, 2014; Stout, 2001; Sullivan, 2008; Tatar, 2006; Wu & Hsieh, 2006). In a meta-analysis study, in which the effect of inquiry-based approach on scientific process skills was examined, 140 scientific studies were examined, and a significant difference was found in the development of basic and causal processes, especially according to experimental studies and results (Wang et al., 2011). The literature shows that the inclusion of quantitative reasoning exercises in science, technology, engineering and mathematics (STEM) disciplines is necessary for the development of conceptual understanding and process skills in these areas (Marsan, D'Arcy & Olimpo, 2016). It was stated that the inquiry-based approach developed scientific process skills and that experimental studies were needed in which the developmental effects of new materials and approaches to students were examined (Ogan-Bekiroğlu & Arslan, 2014). In the present study, although the scientific process skill scores of the students were not very high in the pretests, the increase in the post-test scores (Table 6) and the findings on how the skills were developed in the qualitative findings (Table 8), the modules developed based on the inquiry-based approach, revealed its positive effect on the development of scientific processes. The absence of an inquiry-based experimental study in which scientific process skills were examined, especially for gifted individuals, further increased the authenticity and importance of this study.

These results show that experimental-level scientific process skills can also be gained by students as a result of continuing to apply differentiated inquiry-based scientific process-based modules in science classes, thereby creating an infrastructure based on the scientific process for the development of higher-order thinking skills. As seen from Table 8, hypothesizing was not very common and neglected by students like almost all high-level SPS. Similarly Novia and Riandi (2017) stated that the hypothetical thinking development is lesser then the other thinking skills. Lawson (2003; 2004) explained this case that developing hypothetical – deductive reasoning needs activities with contextual cues that students can predict and make hypothesis. By this way, students can build a content knowledge of their own. In this study, we rarely encounter with the if/then/because/therefore sentences in the experiment reports analyzed. The reason behind this may be the Turkish students did not get use to these kinds of activities and problems during a science lesson or program (Akçam Yalçın, 2017; Bostan-Sarıoğlan, Can & Gedik, 2016). They accessed knowledge through teacher easily that this general habit can create problems in the transition period from traditional to inquiry based (Özgen & Alkan, 2012).

There is evidence that gifted students improve their scientific process skills using the inquiry-based approach (Cotabish et al., 2013). With this study, we have found that differentiated science lesson modules based on inquiry can also be used for the development of scientific process skills in gifted students with the activities structured by differentiating them with different daily life problems and discussions. But for the gifted students, we concluded that longer implementations needed and in depth and more challenging activities can be added into the modules using a skill like hypothetical reasoning.

We suggest that there is a need for this kind of modules or activities especially for gifted students. Using differentiation strategy is seen essential together with an approach like inquiry-based. Therefore, the activities or practices should be organized to achieve a significant development on various skills of gifted students. Non organized or non-structured practices that are not scientifically approved cannot help teachers out. Teachers do not have any guidance on these kinds of activities that they do not know which skills were targeted to develop.

This study or similar studies can be implemented in longer periods. We saw that the gifted students in science in 12-13 years old need basic scientific inquiry for their development. They need an adaptation period to be able to learn how an experiment's parts or a report should be written or how data should be interpreted. After learning these basic requirements of scientific inquiry, they started to show a development. So we suggest that, before starting an implementation, researchers should add a part that explains these basic requirements in guidance of science teacher.

We also suggest that the activities implemented should be original which students did not see before. We saw that students had a difficulty in expressing original ideas on these kinds of content and its practice which can prompt the students to create new ways of doing that activity. We included 12-13 years of students in this study; moreover 15+ years of gifted students are the issue of concern as well.

Acknowledgment

This research was funded by TUBITAK with the fund number 1059B141501092.

Turkish Version

Giriş

Fen eğitiminin en temel amaçları arasında öğrencilerin fenin doğasını ve kavramlarını anlayıp, beceri ve anlayışlarını geliştirmek vardır (NRC, 1997, 2000; Duit &Treagust, 2003; Sadler & Zeidler, 2009). Günümüzde bu temel amacı gerçekleştirmek için önerilen modellerin başında sorgulamaya dayalı öğrenme gelmektedir (MEB, 2018; NGSS, 2013). Sorgulama süreçlerini içeren birçok tanıma ulaşmak mümkündür. Ancak tanımların büyük oranda işaret ettiği durum, doğal dünyayı ve olguları anlamlandırmak için bilimsel süreçlerin kullanılmasıdır. Sorgulamaya dayalı öğrenmede öğrencilerin yaşadıkları deneyimler sonucunda söz konusu bilimsel beceriler içselleştirilir ve bu beceriler öğrencinin bilgi yapısının bir parçası haline getirilir (Bevins & Price, 2016; Thier & Daviss, 2001). Öğrencilerdeki bilimsel beceri ve anlayışların oluşması için, onların sorgulama süreçlerini yaşamalarına fırsat verilmeli ve böylece bilgi ve becerilerinin içselleştirilmesi sağlanmalıdır (Murphy, Smith & Broderick, 2019; Zacharia, 2003).

Sorgulama süreçlerinde en çok dikkat çeken durum, bilimsel yöntemin işe koşulmasıdır. Öğrencilerin yaptıkları gözlem, gözlem, doküman incelemesi, grup tartışmaları açık veya kapalı uçlu deneyler, deney süreçlerindeki hipotez geliştirme, değişkenleri kontrol etme gibi yöntemleri kullanmalarıdır. Özellikle fen eğitiminde sorgulama temelli yaklaşımın kullanılmasını destekleyen beş önemli gerekçeyi belirtmek gerekir (Chiappetta & Adams, 2004, s.47);

- Temel gerçekleri, kavramları, ilkeleri, yasaları ve teorileri anlamak,
- Doğa olayları hakkında bilgi ve anlayış edinimini artıran becerilerin geliştirilmesi,
- Doğal dünya hakkındaki ifadelerin doğruluğuna yönelik sorularına cevap bulmak için ifade geliştirme,
- Bilime karşı olumlu tutum oluşumu,
- Bilimin doğası hakkında bir anlayış edinme.

Bu bağlamda sorgulama temelli yaklaşımın uygulanması sonucunda bilimsel süreç becerilerinin gelişimi beklenmektedir. Literatürde, fen eğitiminde sorgulama temelli yaklaşım kullanılarak oluşturulan araştırmalarda, bilimsel süreç becerilerinin pozitif anlamda etkilendiği ve bilimsel yöntemin içselleştirilmesinde farklılık yarattığı söylenebilir (Bell, Blair, Crawford & Lederman, 2003; Bybee, 2006; Ogan-Bekiroğlu & Arslan, 2014). Bu durum üstün yeteneklilerde fen eğitiminde çok farklı değildir. Bell ve arkadaşları (2003) üstün yetenekli öğrencilerde uyguladıkları 8 haftalık mentörlük programında sorgulama yaklaşımının sonucunda öğrencilerde bilimsel yöntemin uygulanması konusunda belirgin derecede kazanımlar elde ettiklerini belirtmiştir. Ayrıca Abdurrahman, Ariyani, Maulina ve Nurulsari (2019), sorgulamaya dayalı bir STEM programının öğrencilerin bilimsel becerilerini geliştirebileceğini ortaya koymuşlardır.

Sorgulama temelli öğrenmenin sınıf içerisinde öğrencileri aktif hale getirirken, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine de etki edeceği düşünülmektedir. Bu bağlamda yapılan çalışmada Kaya ve Yılmaz (2016) iki etkenin de, aktif öğrenme ve sorgulama temelli öğrenme, işe koşulduğu uygulamaların öğrencilerin başarılarında önemli ölçüde fark yaratacağını ileri sürmüşlerdir. Birçok araştırmada, sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine katkıda bulunduğu sonucuna varılmıştır (Gumilar, Wardani & Lisdiana, 2019; Wu & Krajcik, 2006). Bu sonuçların üstün yeteneklilerdeki karşılığının ne olduğunun ise daha fazla araştırılması gerekmektedir. Aynı zamanda BSB gelişimlerinin diğer öğrencilere göre daha farklı etkinlik ve materyaller kullanılarak sağlanması gerekmektedir. Buna bağlı olarak, farklılaştırma stratejisinin işe koşulması gerektiği düşünülmüştür.

Teorik Çerçeve

Üstün Yeteneklilik ve Fen Eğitimi

Üstün yeteneklilerin literatürden sentezlenen genel karakteristik özelliklerine (Callahan, 2017) ek olarak, Renzulli vd. (2002), "bilimsel süreçlere meraklı olma, bilimsel problemler hakkında yaratıcı düşünme, bilimsel tartışma konularına karşı istek/heves duyma, bilimsel olayların veya nesnelerin neden öyle olduklarını merak etme, boş zamanlarında bilimsel konular hakkındaki yazıları okuma, bilimsel proje veya araştırmalara ilgi duyma ve açık bir şekilde veri analizi yapabilme" özelliklerini fen alanında üstün yetenek davranışları olarak belirtmektedirler (Reis & Hausand, 2008 s.69). Belirtilen bu temel özelliklerin yanında farklı araştırmacılar, odak noktası aynı olan tanımlamalar yapmış, fakat genel olarak kabul gören tek bir tanım üzerinde fikir birliği oluşmamıştır. Bunun sebebi yapılan tanımlamaların farklı üstün yetenek modellemeleri/teorik çerçeveleri üzerinden yapılmış olmasıdır. Kaufman ve Sternberg (2008) üstün yeteneklilik kavramının zamana ve yere bağlı olarak değişen geniş bir kavram olduğunun altını çizmişlerdir. Hatta üstün yeteneklilik motivasyon, yaratıcılık, zeka ve göreve adanmışlık gibi özel becerilerin sentezi ile oluşan geniş bir kavramdır (Renzulli, 1999; Sternberg, 2003, 2005). Feldhusen (1998), Feldman (2000) ve Gagne (2004) gibi araştırmacılar yetenek gelişimi sürecini ve önerdikleri modelleri, gelişimsel bakış açısı ile açıklarlar ki geliştirilmesi gereken özelliklerin bu beceriler olduklarını belirtirler. Fakat modern üstün yeteneklilik araştırmalarında geçerli olmak üzere, Kaufman ve Sternberg (2008), "araştırmacılar kendileri için hangi tanımların ve kavramların önemli olduğuna kendileri karar vermek durumundadırlar (s.72)" demişlerdir. Yine Kaufmann ve Sternberg (2008) modern üstün yeteneklilik araştırmalarının tanılama ve özel yeteneklerin geliştirilmesi hedefini paylaştığını eklemişlerdir. Goerge (1997) fen alanında üstün yetenekliliği, fende benzersiz bir takım özelliklere sahip olma ve akranlarından ayrılarak, fen sınıfında olağanüstü performans gösterme olarak tanımlamıştır. Karnes ve Riley (2005) fen alanında üstün yetenekli bireylerin, çevrelerindeki olayları ve nesneleri gözlemleme, problem bulma ve problem çözme, doğal olarak merak duyma, keşfetme isteği, devamlılık gösterme ve fene karşı olan ilgi sonucu ortaya çıkan motivasyon özelliklerine sahip bireyler olarak tanımlamıştır. Park, Park ve Choe (2005) ise fen alanında üstün yetenekli öğrenci özellikleri ile ilgili yaptıkları çalışmalarını, bilimsel yetenek, liderlik, yaratıcılık, etik, motivasyon ve zihinsel deney özellikleri temeline oturtmuşlarıdır. Son olarak ise Sumida (2017), üstün yetenekli öğrencileri doğa olaylarına güçlü bir şekilde ilgi gösteren ve yaratıcı düşünme konusunda olağanüstü yetenek sergileyenler olarak tanımladı. Bu bağlamda üstün yeteneklilerde fen bilimleri alanı dikkate alındığında litaratürün odak noktasında bilimsel süreçlerin yer aldığı söylenebilir. Dolayısıyla bilimin doğası, temel fen kavramları, bilim öğrenme, araştırma ve sorgulama, üstün yeteneklilerde fen öğretiminde odaklanılması gereken konular olarak dikkate alınmalıdır.

Akademik olarak yetenekli öğrencilerle yapılan etkili uygulamaların araştırılması, özel olarak tanımlanmış yetenekli öğrencilerle yapılan çalışmaların literatürünün araştırılmasını ya da onlar için önemli görülen değişkenleri veya sonuçları araştıran literatüre güvenmeyi gerektirmektedir (Robinson, Shore & Enersen, 2007). Dolayısıyla bu araştırma ve yapılacak olan diğer araştırmalar için de literatürden faydalanılarak, benzer türde yapılmış çalışmaları örnek almak gerekmektedir. Çünkü disiplinler için belirli bir süreç dâhilinde basamaklı bir öğretim, üstün yetenekli eğitiminin yapısal özelliğine paralel olmayabilir. Bu durum fen eğitimi için de geçerlidir. Üstün yetenekli ve STEM eğitimi veren birçok araştırmacı (Olszewski-Kubilius, 2009; Robinson, Dailey, Hughes, & Cotabish, 2014; Rogers, 2007; Sumida, 2013; Taber, 2007; Tirri, 2012; VanTassel-Baska, 2015; VanTassel-Baska, Bass, Ries, Poland & Avery, 1998; VanTassel-Baska & Brown, 2007), üstün yetenekli öğrencilerin öğrenme çıktılarını zorlayan ve geliştiren müfredat ve öğretim stratejilerinin doğru olarak geliştirilmesi ve uygulanmasının, üstün yetenekli eğitim hizmetleri için etkili programlamanın merkezinde yer aldığını kanıtlamışlardır. Ayrıca Sumida (2017), neden alana özgü üstün yetenekli eğitimine odaklanmamız gerektiğini açıkladığı çalışmasında, ki bu durumda fen eğitimi temele almış, bilimin dinamik doğası ve zengin farklı çalışma alanlarını kapsayan çocukların çeşitli ilgi alanları ile uyum sağlamakta ve bu nedenle fen öğreniminin üstün yeteneklilik kontrol listesinin geliştirilmesi için ideal hale getirdiğini belirtmektedir (p. 2100). Bu çalışma kapsamında bu ilkeler göz önüne alınarak üstün yetenekli öğrencilere yönelik farklılaştırılmış

modüller geliştirilmiş ve programa entegre edilmiştir. Eğitim temelli modüller belirli sınırları olan, zamana göre oluşturulan ve aşamalarının tanımlandığı öğretimsel düzenlemelerdir (Ekert, Rotthowe & Weiterer, 2012). Modüller, daha çok öğrenme odaklı belirli bir amaca hizmet eden ve genelde yükseköğretimde ders kavramının yerine kullanılan bir kavramdır (Moon, 2002). Bu araştırma kapsamında geliştirilen modüller teorik olarak Moon (2002) tarafından belirlenen genel çerçeveye göre tasarlanmıştır.

Beceri Gelişimi ve Sorgulama Temelli Öğrenme

Yapılan araştırmada, üstün yetenekliler için gerekli veya var olan temel becerilerin ve özellikle fen bilimleri dersi için önem arz eden bilimsel süreç becerilerinin gelişmesi için, literatürün önerdiği sorgulama temelli yaklaşımın kullanılmasının üstün yetenek özellikleri ile uygun olduğu düşünülmektedir. Hâlihazırda sorgulama temelli yaklaşımın fen eğitimi için en üst standart düzeyinde olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Biological Science Curriculum Study, 2006; LaBanca, 2007, 2008). Duran (2015)'ın belirttiği gibi sorgulama temelli öğrenme ortamlarıyla ilgili öğrenme ve öğretme etkinliklerinin tasarlandığı ve bu etkinlikler temelindeki öğrenme çıktıları üzerine etkisinin inceleneceği çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Coleman ve Shah-Coltrane (2010), çocukların üstün yetenekli davranışlarının genel olarak gözlemlenmesi için bilimde sorgulama faaliyetlerinin kullanılmasını önermiştir. Murphy, Smith ve Broderick (2019) ise bilimsel sorgulamayı gelişimsel bağlamda bir başlangıç noktası olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda hem üstün zekalılar hem de fen eğitimi; Sorgulamaya dayalı bir yaklaşım için materyal geliştirmenin literatür için önemli olacağına inanıyoruz. Bu bağlamda hem üstün yetenek hem de fen eğitiminde; sorgulama temelli yaklaşıma yönelik bir materyal geliştirilmesinin alan yazın açısından önemli olacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla yapılan çalışmanın bu duruma örnek teşkil ettiği söylenebilir. Geliştirilen modüllerde; öğrencilerin (Global/bölgesel/bireysel) günlük yaşamdaki bir problemi, verilen etkinlikler ile bilimsel süreçleri kullanarak çözmeleri amaçlanmış ve süreç sonunda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde pozitif bir gelişim amaçlanmıştır. Literatürde de bu tür problem durumlarının üstün yetenekli öğrencilerin en çok ilgi duyduğu problem türü olarak görülmektedir (Volk, 2006). Özellikle öğrencilerin problemler üzerinden kendi etkinliklerini tasarladığı ve bilimsel süreçleri kullandığı uygulamaların bilimsel sorgulama öğretimi için en ideale yakın yaklaşım olduğu söylenebilir (Furtak, 2006). Benzer olarak, Andriyani, Shimizu ve Widiyatmoko (2019), öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin, fen öğrenme etkinliklerini tasarlamalarını içeren açık talimatlarla gelişeceği sonucuna varmıştır. Köksal ve Berberoğlu (2014), sorgulamaya dayalı öğrenme ve etkinliklerin başarıyı ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili bir yol olduğunu ve öğrenci merkezli uygulamalarda bilimsel süreç becerilerine yönelik sorgulamaya dayalı öğrenmenin etkililiğini vurgulamışlardır. Dolayısıyla bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde sorgulama temelli yaklaşımın nasıl uygulanacağının yanı sıra, öğrencinin daha aktif olduğu bir öğrenme ortamı da gerekmektedir.

Farklılaştırma

Farklılaştırma; öğretimini özelleştirmek isteyen, kendi öğrenci grubu veya okul ortamına göre derslerini adapte etmek isteyen öğretmenlerin başvurduğu bir strateji olarak kendini göstermiştir. Bu bağlamda bakıldığında son yıllarda yapılan çalışmalarda genellikle öğrenci özelliklerine göre (McGee, 2018; Maeng & Bell, 2015; Yuen, Chan, Chan, Fung, Cheung, Kwan & Leung 2018; Torkar, Avsec, Čepič, Savec & Juriševič, 2018), bazı durumlarda da yeni bir etkenin işe koşulması adına (teknoloji) farklılaştırma yapılmıştır (Altıntaş & Özdemir, 2015; Maeng, 2017). Üstün yeteneklilerde ise farklılaştırmanın kullanıldığı uygulamalarda gelişimin daha fazla olduğu yönünde bulgular daha önceki literatürü desteklemektedir (Altıntaş & Özdemir, 2015; Çalıkoğlu & Kahveci, 2015). Bu anlamda farklılaştırmanın üstün yetenekli eğitiminde kullanılması bir gereklilik halini almışken, örgün eğitimde öğretmenler tarafından tercih edilebilir bir yöntem konumuna gelmiştir (Maeng, 2017; Maeng & Bell, 2015; McGee, 2018; Yuen et al., 2018).

Literatürde üstün yeteneklilerde yapılacak farklılaştırmanın her anlamda bütüncül olması gerektiği ifade edilmiştir (McGee, 2018). Bu araştırmada literatürde önerilen, öğrenci özelliklerini, öğrenme ortamını ve değerlendirmeyi dikkate alan; beceri odaklı; sürecin, içeriğin ve ürünün farklılaştırıldığı

(Kaplan, 2009) bir farklılaştırma modüllerde uygulanmıştır. Modüllerde bilimsel süreç becerileri bağlamında yer verilen farklılaştırma ise etkinlik temellidir. Modüllerde yer alan etkinlikler, bilimsel süreç becerileri ve üstün yetenekli öğrenci özellikleri dikkate alınarak farklılaştırılmıştır. İçerik ise yaşam temelli problem ve konulardan/örneklerden seçilerek, formal okul konularından farklı hale getirilmiştir.

Bilimsel Süreç Becerileri

Fen bilimlerinde öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırma yol ve yöntemlerini kazandıran, öğrencilerin aktif olmasını sağlayan, kendi öğrenmelerinde sorumluluk alma duygusunu geliştiren ve öğrenmenin kalıcılığını artıran temel beceriler, bilimsel süreç becerileri olarak tanımlanmaktadır (Çepni, 2005). Birçok araştırmacı bilimsel süreç becerilerini bilim insanlarının gösterdiği beceriler ve bu becerilerin karakteristiği olarak tanımlamış, bunların ise transfer edilebilirliği üzerinde durmuşlardır (Carin & Bass, 2001; Carin & Sund, 1989; Ewers, 2001; Padilla, 1986; Rutherford & Ahlgren, 1990).

MEB, Dünya Bankası ve YÖK tarafından gerçekleştirilen araştırmada bilimsel süreç becerilerinin üç boyuta ve alt boyutlarına ayrıldığı görülmektedir (Çepni, Ayas, Johnson & Turgut, 1997).

Tablo 1.
BSB Boyutları.

Temel süreçler	Nedensel süreçler	Deneysel süreçler
Gözlem	Önceden Kestirme	Hipotez Kurma
Ölçme	Değişkenleri Belirleme	Verileri Kullanma Ve Model Oluşturma
Sınıflandırma	Verileri Yorumlama	Deney Yapma
Verileri Kaydetme	Sonuç Çıkarma	Karar Verme
Sayı Ve Uzay İlişkileri Kurma		Değişkenleri Değiştirme Ve Kontrol Etme

Tablo 1'de bilimsel süreç becerileri boyutları açıklanmıştır (Çepni et al., 1997).

Araştırmacılar, bilimsel süreç becerilerini, farklılaştırılmış derslerin geliştirilmesinde üstün yetenekliler için bir gelişim süreci olarak kullanılabileceğini belirtmektedirler. Bununla birlikte, orta ve ileri düzey süreç becerilerin gelişimi, öğrencilerin düşük seviyedeki becerilere hâkim olmalarına bağlı olduğundan, temel becerileri öğrencilerin kazanması çok önemlidir (Meador, 2003). Bu bağlamda üstün yetenekli öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinden temel süreç bilimsel becerilerini gerçekleştirebilecekleri düşünülmüş, daha çok nedensel BSB ve deneysel BSB üzerine yoğunlaşılmıştır. Hangi bilimsel süreç becerisinin etkinlikler içerisinde yer aldığı öğretmen kılavuz modülünde yer almaktadır. Bu becerilere kazanımsal olarak yer verilmiş ve uygulamanın en sonunda öğrenme çıktısı olarak modül planlamasına kaydedilmiştir. Kılavuz kitabında belirtilen bilimsel süreçlere modüllerde uygulamalar boyunca yer verilmesi sonucunda, öğrencilerin bilimsel muhakemeleri ile eş zamanlı bir gelişim gösterebileceği çıkarımı yapılmıştır.

Tablo 2.
Kullanılan Modüller ve İsimleri.

Modül 1 DNA ve Kalıtım	Modül 2 Sporun Ardındaki Fizik	Modül 3 Plastik Poşetin Gizemi
Adli tıp ve olay yeri inceleme, modelleme	Usain Bolt'un rekorları ve yarışları, bir atletin yarış hazırlığı ve antrenmanı	Plastiğin yapısı, Denizlerdeki plastik kirliliği, Biyo-Plastik
4 Hafta – 6. Sınıf düzey	4 Hafta – 6. Sınıf düzey	3 Hafta – 6. Sınıf düzey

Tablo 2, farklılaştırma, bilimsel süreç becerileri ve sorgulamaya dayalı yaklaşım kullanılarak geliştirilen modülleri özetlemektedir.

Üstün yeteneklilerin eğitiminde beceri geliştirmenin önemi titiz bir literatüre sahiptir ve öğrenci gelişimini şekillendirmek için çeşitli deneyimler kullanılarak beslenmelidir (Day & O'Connor, 2017). Beceri geliştirmenin önemi konusundaki bu yüksek farkındalık, üstün yetenekli öğrenciler için geçerli olan eğitim fırsatlarına daha fazla odaklanmıştır (Godor & Szymanski, 2017). Ancak, bilimsel sorgulama veya fen bilimlerini anlamanın geliştirilmesi için bilimsel süreç becerileri gibi üstün yetenekli öğrencilerin benzersiz ihtiyaçlarına özel olarak odaklanılmalı ve literatür, alana özgü eğitim etkinliklerinin / materyallerinin gerekliliğinin geliştirilmesi gerektiği önerilmektedir (Taber & Riga, 2016; Üzüm, 2017).

Fen bilimlerine yönelik etkili öğrenme için sağlanan üstün yetenek bağlamında sınırlı alana özgü eğitim uygulamaları ve materyalleri vardır (Howard, 2017). Bu nedenle, ortaokul düzeyindeki üstün yetenekli öğrencilere hizmet verecek etkili bir öğrenme materyali geliştirmeyi amaçladık. Böylelikle öğretmenler, üstün yetenekli bir fen etkinliğinin nasıl uygulanması gerektiği ve üstün yetenekli öğrencilerin becerilerinin fen uygulamaları kullanılarak nasıl geliştirilebileceği konusunda rehberlik etme şansı olacaktır. Bu bağlamda çalışmanın amacı, üstün yetenekli öğrenciler için geliştirilen fen dersi modüllerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisini değerlendirmektir. Bu amaçla araştırmanın problem cümlesi aşağıdaki gibidir.

- Üstün yetenekli öğrencilere özgü farklılaştırılmış sorgulamaya dayalı fen dersi modüllerinin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi nedir?

Yöntem

Araştırma Modeli

Üstün yeteneklilere yönelik farklılaştırılmış sorgulama temelli fen ders modüllerinin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisinin değerlendirildiği bu araştırmada, verilen problem durumu ve amaçlara uygunluğu göz önünde bulundurularak, nicel ve nitel araştırma tekniklerinin tek bir çalışma altında bir arada kullanıldığı "karma araştırma yöntemi" kullanılmıştır (Creswell & Clark, 2011). Karma yöntemde, nicel ve nitel verilerin eşzamanlı veya ayrı ayrı toplanması söz konusudur (Creswell, 2014; Johnson & Christensen, 2019).

Gelişmiş karma desen içerisinde bu çalışmaya uygunluğu açısından içiçe karma desen yöntemi kullanılmıştır. Literatürde yaygın olarak kullanılan içiçe karma deneysel desen, deneysel tasarımda nitel verilerin gömülü kalıbı nedeniyle, nitel verilerin bir deney sırasında / sonrasında / öncesinde uygulamaya dahil edilmesi için genel bir prosedür sağlar (Creswell & Clark, 2011; Creswell, 2014). Çalışmanın deneysel uygulama bölümünde, tek grup ön-test/son-test basit deneysel desen (Çepni, 2014) kullanılmıştır. Cook ve Campbell (1979) bu desene daha önce tek gruplu öntest-sontest yarı deneysel desen demişlerdir.

Tablo 3.
Tek Gruplu Yarı Deneysel Desen.

Gruplar	Ön Test	İşlem		Son Test
Deney Grubu1	*Diet Cola Testi	Uygulama: Üstün yeteneklilere göre farklılaştırılmış fen bilimleri ders modülleri	*Gözlem *Öğrenci dokümanları	*Diet Cola Testi

Tek gruplu yarı deneysel deseni açıklayan gösterim Tablo 3'te verilmiştir.

Çalışma kapsamında Diyet Kola Testi ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Buna ek olarak, modüllerin etkinliğini derinlemesine incelemek için gözlemler ve öğrenci belgeleri kullanılmıştır. Bu çalışmada, üçgenlemeyi sağlamak için farklı veri toplama araçları kullanılmıştır. Veri üçgenlemesi, aynı olay / fenomen hakkında farklı veriler toplayarak sonuçların doğruluğunu artırabilir (Çepni, 2014; Miles & Huberman, 1994). Bu çalışmada, farklı veri toplama araçları kullanılarak geliştirilen materyalin etkinliğinin araştırılmasının daha geçerli ve güvenilir olacağı düşünülmektedir.

Katılımcı Grubu

Moshman (1998), "Piaget'in 1924'teki önerisine göre formal veya hipotetik çıkarımsal muhakemenin ergenlerin ve yetişkinlerin düşüncesinde önemli bir rol oynadığını, ancak 11 ya da 12 yaşından önce nadiren görüldüğünü" belirtmiştir (s. 972). Bu sebeple bu yaşın altında yer alan öğrenciler ile çalışmanın doğru olmayacağı söylenebilir. Çalışmanın yürütüldüğü üstün yeteneklilerin Türkiye'de eğitim gördükleri BİLSEMde toplamda 5-6. Sınıf düzeyinde 6 grup bulunmaktadır. Çalışmada deney grubunu oluşturan bu gruplarda nicel (öntest-sontest) ve nitel (görüşme ve gözlem) veriler toplanmıştır. Bütün öğrencileri BYF-

2 gruplarına devam eden öğrencilerdir. Öğrencilerin seviye olarak çalışma ile en uygun görülen yaş grubu BYF-2 grupları olmuştur. Çalışma grubu üstün yetenekli olarak belirlenen 7'si kız 9'u erkek 16 öğrenciden oluşmaktadır. Hepsi resmi okullarına devam etmekte ve ardından BİLSEM fen derslerine katılmaktadırlar. BİLSEMde ortaokul düzeyinde fen derslerine devam eden üstün yetenekli öğrenci sayısının az olması deneysel uygulamayı kolaylaştırmıştır. Ancak bu durumun deneysel metodolojinin uygulanmasında herhangi bir sorun oluşturmadığı görüldü; literatürde küçük boyutlu çalışma gruplu deneysel araştırmalara ilişkin çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Özdemir, 2010; Şimşek & Kabapınar, 2010).

Ayrıca uygulamayı gerçekleştiren öğretmen, Bursa BİLSEM'de ki tek fen bilgisi öğretmeni olması ve grupların tamamının dersine girmesi çalışmada aktif rol almasını sağlamıştır. Ayrıca araştırmaya başlamadan önce öğretmen ile yapılan görüşmelerde, öğretmenin yeni yaklaşımların denenmesi ve deneysel uygulamalara açık olduğunu belirtmesi önem arz etmiştir. Öğretmen fen eğitimi alanında yüksek lisansını tamamlamış, halen fen eğitimi alanında doktora eğitimine devam etmektedir. Üstün yeteneklilere eğitimin doğası gereği derslerinde aktif öğrenmeyi kullanmaya çalışmaktadır. Uygulamadan önce öğretmen ile yapılan toplantılarda öğretmene modülün içeriği, nasıl işlenmesi gerektiği ve sorgulama temelli yaklaşım hakkında bilgi verilmiştir. Uygulama sürecinin tamamını yürüten öğretmenin bu bilgilere ihtiyacı olduğu varsayılmış ve modüllerin etkin bir şekilde uygulanması için bu toplantılar yapılmıştır. Fen eğitimi alanında 15 yıllık bir tecrübeye sahip olan öğretmen, üstün yetenek alanında da belirli bir tecrübesi vardır. Bu bağlamda diğer fen bilimleri öğretmenlerine göre üstün yetenekli öğrencileri daha iyi tanımakta ve anlamaktadır, ihtiyaçlarını daha iyi görmektedir. Bu bağlamda modüllerin öğrencilerin ve kendisinin ihtiyacına yönelik olduğunu bilerek uygulamalara devam etmesi, uygulamaların daha sağlıklı sürmesinde etkili olmuştur.

Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması

Deneysel uygulama sürecinde, deney gruplarında yer alan öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerinin belirlenmesi ve değişimlerinin izlenebilmesi amacıyla "Fowler Bilimsel süreç becerileri testi (FBSB)" kullanılmıştır. Bilimsel süreç becerileri üstün yetenekli öğrencilerde kazandırılması gerekli görülen en önemli becerilerdir. Bilimsel düşünme, bir duruma bilimsel yaklaşma ve en önemlisi bir bilim insanı gibi düşünme davranışlarının temelinde bilimsel süreç becerileri yatmaktadır. Hazırlanan modüllerde istenen beceriler bu yönde olduğu için öğrencilerdeki bilimsel süreç becerilerinin gelişimi ölçülmesi gerekliliği doğmuştur. Literatür incelendiğinde birçok BSB ölçeğine rastlanmıştır (Dwianto, Wilujeng, Prasetyo & Suryadarma, 2017;Erkol & Ugulu, 2014; Nasution, Harahap & Harahap, 2018). Üstün yeteneklilere özgü hazırlanan BSB ölçeği ise Fowler'ın geliştirdiği ölçektir. Bu nedenle hem çalışma grubuna uygunluğu hem de beceriyi ölçmek için ihtiyaç duyulan temel içeriği sağlaması yönüyle ölçeğin kullanılmasına ve çalışma özelinde yeni bir ölçek geliştirilmesine ihtiyaç olmadığına karar verilmiştir. Adams ve Callahan (1995) yaptıkları çalışma sonucunda testin üstün yeteneğin tanılanmasında kullanılmasını uygun görmezken, bilimsel süreç becerilerinin ölçülmesinde kullanılmasını önermektedir. Literatürde üstün yeteneklileri ile ilgili yapılan çalışmalarda testin kullanımına sıklıkla rastlanmaktadır (Han, 2017; Kim & Kang, 2014; Robinson, Dailey, Hughes & Cotabish, 2014; Yang & Park, 2017).

Fowler (1990) tarafından geliştirilen ve daha sonra Adams ve Callahan (1995) tarafından güncellenen FBSB (Diet Cola Test ölçeği), bilimsel süreç basamaklarından hangilerinin etkili bir şekilde kullanılıp kullanılmadığını ortaya koyabilmektedir. Özellikle üstün yeteneklilere özgü olarak tasarlanmış ve bu örneklem grubu için kullanılması tavsiye edilmektedir. Ölçeğin Türkçeleştirme çalışması araştırmacı tarafından yapılmış ve kullanılmıştır. İki dil uzmanına danışılarak teste dil anlamında son hali verilmiş, iki alan uzmanı tarafından da incelenerek teste son hali verilmiştir. Ölçek iki adet formdan (Form A ve Form B) oluşmaktadır. Öğrencilerden her formda bir probleme çözüm üretebilecek bir bilimsel plan ortaya koymaları istenmektedir. Öğrencilerin hazırladıkları planlar daha sonra yine Adams ve Callahan tarafından hazırlanan rubiriğe göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme ön test ve son testte toplam puanlar üzerinden analizler yapılmıştır.

Gözlem formunda ise bilimsel muhakemenin gösterildiği davranışlara ilişkin maddeler verilmiş ve bu davranışların ne sıklıkta gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu davranışların bilimsel muhakeme süreçlerine uygunluğu bir uzman ile tartışılmış, gerekli düzeltmeler yapılmış ve gözlem formuna son şekli verilmiştir. Güvenirliği sağlamak amacıyla gözlemler bir uzman tarafından da gerçekleştirilmiş ve daha sonra araştırmacı bu gözlemleri karşılaştırarak davranışların sıklığını belirlemiştir.

Öğrencilere verilen modüller uygulama sonunda toplanmıştır. Modül içerisinde öğrencilerin doldurması gereken alanlar ve cevaplaması istenen sorular vardır. Uygulama sürecinde öğrenciler etkinliklerde ulaştıkları sonuçları, fikirlerini veya araştırma sonuçlarını modüllere kaydetmişlerdir. Her öğrenci üç adet modülün tamamını doldurmuş daha sonra uygulama öğretmeni bu modülleri toplamıştır. 16 öğrenci toplamda üç adet modül doldurmuş ve en son 48 adet modül incelenmek üzere öğretmenden teslim alınmıştır. Bazı soruların cevaplanmasında aksaklıklar, bazı soruların boş bırakılması, öğrencilerin yaptığı devamsızlıklar, modüllerde bazı bölgelerin boş kalmasına sebep olmuştur. Çalışmanın sınırlılıklarında bahsedilen bu aksamalar, yeterli verinin toplanmasına engel teşkil etmemiştir. Elde edilen bu veriler doküman analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Doküman analizi, araştırılan olgu veya durum hakkında mevcut bilgi içeren materyallerin analizidir (Çepni, 2014). Hangi dokümanın veri kaynağı olarak kullanılacağı araştırma problemi ile ilgilidir (Şimşek & Yıldırım, 2011). Bu çalışmada öğrencilerin etkinlikler sonucunda hazırladıkları raporlar, raporlarda yer alan veri tabloları, grafikler, etkinlik değerlendirmeleri ve sonuca ilişkin yorumları bilimsel sürecin etkinliklerde nasıl işlediği ile ilgili bilgi vermektedir. Dolayısıyla doküman analizi ile modüllerden elde edilecek veriler öğrencilerin bilimsel süreç becerileri hakkında nitel veri kaynağı oluşturacaktır.

Verilerin toplanması sürecinde modüllerin uygulanması aşağıda verilen basamaklara göre yapılmıştır. Dersin süreç basamağında bilimsel süreç becerilerinin işe koşulduğu etkinlikler yer almıştır. Modüllerin uygulanmasında önce ön-test uygulanmış, süreç boyunca modüller kullanılarak etkinlikler gerçekleştirilmiş, etkinliklere ilişkin gözlemler ve öğrenciler tarafından da raporlama yapılmış ve son-test uygulanmıştır.

Tablo 4.
Deney Gruplarında Modüllerin Uygulanma Sürecindeki Basamaklarına İlişkin Bilgiler.

Basamaklar	Hedef Beceri basamakları	Öğretmenin Rolü	Öğrencinin Rolü	Amaçlar
Süreç (Bilimsel Süreç Becerileri)	Etkinlikleri yürütme	Modüllerde yer alan etkinliklerin yürütülmesinde öğrencilere rehberlik etme; gerekli yerlerde öğrencilerin sorularını cevaplama ve zorlayıcı soru sorma	Modülde verilen etkinliklerde yer alan görevleri yerine getirme; uygun yöntemi belirleyip bilimsel süreçleri kullanma; etkinlik sonunda raporlama	Öğrencilerin öğretmen kılavuz modülünde yer alan bilimsel süreç becerilerini kullanmalarının sağlanması

Tablo 4'te deney grubunda uygulama sürecine ilişkin bilgi özet olarak verilmiştir.

Verilerin Analizi

Deney grubundan Fowler Diet Cola Testi kullanılarak elde edilen nicel veriler SPSS programı kullanılarak analiz edilmiştir. Analize başlamadan önce normallik değerleri kontrol edilmiştir. Çalışma grubu 30 kişinin altında olduğu için Shapiro-Wilk değerleri incelenmiştir (Can, 2016). Normal dağılım nedeniyle ($p < .05$), ön test ile son test arasındaki fark incelenmiş ve bağımlı örneklem t testi kullanılmıştır. Aynı deney grubunun tekrar eden ölçümleri arasındaki ilişkiyi ölçmek için bağımlı örneklem t testi kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2009). Toplanan gözlem verilerinin analizinde frekans tablosu oluşturulmuştur. Bu çalışmada nitel veriler, nicel verilerin nasıl değiştiğini açıklamak için kullanılmıştır.

Fowler analizi: Verilerin analizi için Adams ve Callahan (1995) tarafından geliştirilen Diet Cola Test rubriği kullanılmıştır. Rubrik, bilimsel süreç, güvenlik, problem, hipotez, malzeme listesi, test tekrarı tanımı, gözlem, ölçüm, veri toplama, veri yorumlama, veri sonuçlandırma ve kontrol değişkenleri adımlarını içermektedir. Her adım verilen formlara dahil edilmelidir. Aşamalar hakkında ayrıntılı bilgi içeren ek işlemler varsa (2), aşamalar ile ilgili işlemler varsa (1) ve belirtilen aşamalar yoksa işlemler (0) puan araştırmacılar tarafından verilir.

Gözlem analizi: Yapılan gözlemlerde öğrencilerin etkinlik süreçlerindeki performansları ile gözlem formundaki maddelerde yer alan bilimsel süreçler arasındaki bağlantının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, öğrencilerin bu davranışları ne sıklıkla gerçekleştirdikleri not edilmiş ve uygulama sırasında bu davranışların artıp azalmadığının incelenmesi amaçlanmıştır. Uygulama sürecinde her hafta gözlem formu kullanılmış ve ardından her haftanın verileri araştırmacı tarafından analiz edilmiştir. Modüllerde BSB etkinliği sırasında öğrencilerin BSB davranışını her hafta nasıl gösterdiği bu analiz ile belirlenmiştir. Analiz sonrasında verilere göre grafikler oluşturulmuştur. Böylelikle uygulama sırasında davranışın nasıl değiştiği incelenmiştir.

Doküman analizi: BSB ile ilgili öğrencilerin doldurdukları belgelerden (modüllerden) elde edilen nitel veriler analiz edilmiştir. Modüllerde öğrenci raporları üzerinde yapılan analizde, doküman analizi için geliştirilen rubrik kullanılmıştır. Bu tür belge değerlendirmelerinde sıklıkla rubrikler kullanılır (Muşlu Kaygısız et al., 2017). Rubrikler, Temel düzey, Nedensel düzey ve Deneysel düzey BSBleri içerimektedir. Her BSB için alınabilecek maksimum puan 3'tür. Her modül için öğrencilerin tam olarak doldurduğu modüller incelenir. Bu nedenle 1. Modülden alınabilecek maksimum puan 39.00, 2. Modülden 27.00 ve 3. Modülden 30.00 puandır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Fowler Diet Cola Test'in güvenilirliğini belirlemede eşdeğer formlar / test-tekrar test kullanılmış ve Pearson korelasyonu kullanılmıştır (Callahan, Hunsaker, Adams, Moore & Bland, 1995). Buna göre, eşdeğer formlar / test-tekrar test için korelasyon .76'dır. Çalışmada güvenirliği sağlamak için farklı değerlendiriciler aynı formları değerlendirmiş ve değerlendiricilerin aynı dereceyi verme eğilimini test etmek için Kendall Uyumluluk Katsayısı incelenmiş ve .87 bulunmuştur. Bu da değerlendiricilerin çok uyumlu puanlama yaptığını, dolayısıyla iç tutarlılığın yüksek olduğunu göstermektedir.

Nitel bir araştırmada güvenirlik için tutarlılık ve doğrulanabilirlik kavramları tercih edilir (Lincoln, Lynham & Guba, 2011). Bu çalışmada nitel veri toplama sırasında veri toplama araçları, veri toplama ve tutarlılığa yönelik analiz süreçleri dahil olmak üzere araştırmadaki tüm süreçler uzman araştırmacılar tarafından takip edilmiş ve kayıt altına alınmıştır. Ayrıca Lincoln ve Guba (1985), araştırmanın güvenilirliği için uzun süreli etkileşim kavramını önermiştir, bu da araştırmacının çalışmayı önemli bir süre boyunca gerçekleştirdiğini ima etmektedir. Bu çalışma için süre, çalışma için yeterli olarak görülen 12 haftadır. Bu araştırmanın güvenilirliğini artıran diğer kriter ise akran bilgilendirmesidir. Sürecin dış değerlendirmesinde iki uzman görev almıştır. Böylece araştırma, dış değerlendirme ve objektiflik ile kontrol edilmiştir. Geçerlilik için önemli bir diğer gösterge, sonuçların farklı veri kaynakları, gözlem, belge analizi ve deneysel sonuçlarla teyit edildiği üçgenlemedir. Böylelikle daha geçerli sonuçlar elde edildiği söylenebilir.

Bulgular

Sorgulamaya dayalı fen dersi modüllerinin üstün yetenekli öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine olan etkisinin incelendiği bu çalışmada, FBSBT'den elde edilen veriler, gözlem formları ve belgeler incelenmiştir.

FBSBT'den Elde Edilen Bulgular

Fowler (1990) tarafından geliştirilen, Adams ve Callahan (1995) tarafından yenilenen “Diet Cola Test” bilimsel süreç becerileri testinin sonuçları aşağıda verilmiştir. Test, ön-test ve son-test olmak üzere iki formdan oluşmaktadır. Her iki formda da öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini kullanarak çözüm

önerecekleri problem durumları yer almaktadır. Açık uçlu olan bu problemlerin çözümünde öğrencilerin bilimsel yöntemi kullanabilmeleri beklenmektedir. Testin değerlendirmesinde ise Adams ve Callahan (1995) tarafından geliştirilen puanlama ölçeği kullanılmıştır. Verilerden elde edilen betimsel istatistik bulguları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5.
FBSB Testi Betimsel İstatistikleri.

Gruplar		n	$\bar{x}$	En az	En çok	Ss	Skewness	Kurtosis
Deney Grubu	Ön-test	15	4.66	2.00	8.00	1.67	.40	-.46
	Son-test	15	7.80	3.00	11.00	2.54	-.49	-.85

Tablo 5 incelendiğinde ön-test ve son-test puanlarının ortalamaları sırasıyla, 4.66 ve 7.80 olduğu görülmektedir. Ortalama puanlarındaki artış min ve max puanlarda da belirgindir. Basıklık ve çarpıklık katsayıları puanların dağılımının normal olabileceğini düşündürmektedir. Bu yüzden verilerin normal dağılıp dağılmadığına ilişkin olarak Shapiro-Wilk katsayısına da bakılmıştır. Elde edilen verilerden Shapiro-Wilk katsayısı .16 bulunmuştur ve p>.05 olduğundan veriler normal dağılmıştır. Bu yüzden ön-test ve son-test sonuçları arasındaki kıyaslama ile verilerde anlamlı bir fark olup olmadığı bağımlı örneklem t-testi ile anlaşılabilir.

Tablo 6.
Deney Grubundaki Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri Puanlarının Ön-Test ve Son-Test T-Testi Sonuçları.

Grup		n	$\bar{x}$	Ss	sd	t	p
Deney grubu	Ön-test	15	4.66	1.67	14	-5.06	.00
	Son-test	15	7.80	2.54			

Tablo 6'da bilimsel süreç becerilerindeki gelişime ilişkin bağımlı örneklem t-testi sonuçları yer almaktadır. Yapılan ilişkili örneklemler t-testi sonucunda, uygulama öncesi yapılan test puanları ortalaması ($\bar{X}$öntest = 4.66) ile sonrası puan ortalamalarında ($\bar{X}$sontest = 7.80) anlamlı bir fark görülmüştür (t(14) = -5.06, p<.05). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü (d = 1.35) bu farkın büyük (üst düzey) olduğunu göstermektedir. Bu durum, deney grubunda kullanılan üstün yeteneklilerin fen sınıflarına yönelik geliştirilen modüllerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

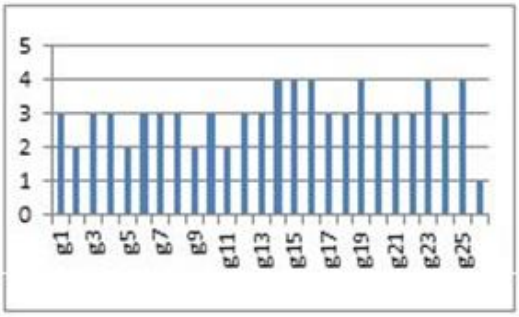
Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular

Yapılan gözlemlerde, gözlem formunda yer alan maddelerde, öğrencilerin etkinlik süreçlerinde gerçekleştirdikleri performans ile bilimsel süreçler arasındaki bağlantının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla öğrencilerin bu davranışları ne sıklıkla gerçekleştirdikleri not edilmiş ve uygulama süresince bu davranışlarının artma veya azalma gösterip göstermediği incelenmek istenmiştir. Tablo 7'de gözlem formunda yer alan davranışları ne sıklıkla yaptıkları verilmiştir.

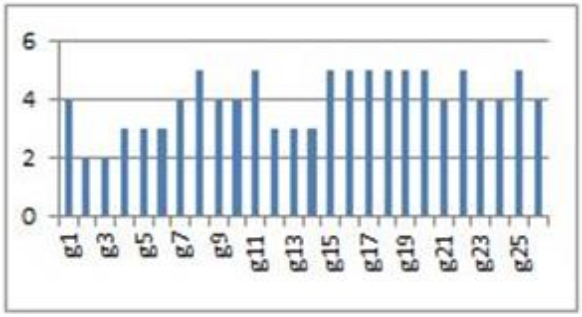
Tablo 7.
Bilimsel Süreç Becerilerine İlişkin Gözlemlerden Elde Edilen Veriler.

	Hiç		Nadiren		Bazen		Sık sık		Genellikle	
Kodlar	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Öğrenciler etkinliklerde yaratıcı ve farklı yollar denedi	1	.97	4	3.84	15	14.43	6	5.78	-	-
Etkinliklerde fene karşı bir heves gösterildi	-	-	2	1.93	6	5.78	8	7.68	10	9.60
Etkinliklerde öğrenciler verileri yorumladı	-	-	1	.97	3	2.88	16	15.38	6	5.78
Etkinliklerde öğrenciler üst düzey beceri sergilediler	-	-	10	9.60	9	8.65	7	6.73	-	-
Toplam	1	.97	17	16.34	33	31.74	37	35.57	16	15.38

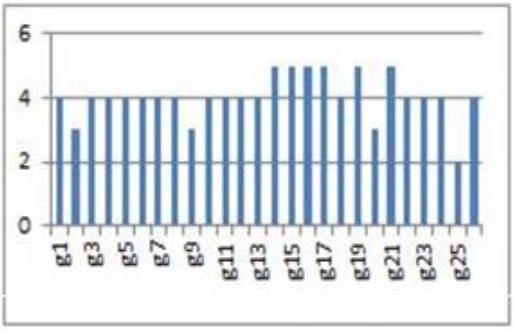
Tablo 7'ye bakıldığında öğrencilerin etkinlik süreçlerinde ne kadar sıklıkla modüllerde belirtilen BSB kullandıkları verilmiştir. Buna ek olarak, öğrencilerin kendileri modüllerde belirtilmeyen BSB'lerden özgün olarak, farklı BSB süreçlerini ve üst düzey zihinsel süreçlerini etkinlik süresince kullanmalarına dair gözlem yapılmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin modül süresince verilen BSB etkinliklerine karşı bir heves/istek duydukları gözlenmiştir. Dolaysı ile etkinlikler uygulanırken, öğrencilerin etkinlikleri sadece modüller gerektirdiği için değil aynı zamanda kendi istekleri/hevesleri dahilinde oldukları için yaptıkları söylenebilir. Öğrencilerin özgünlüğü işaret eden ve üstün yeteneklilik ile bağlantısı olan maddeler düşük sıklıkla gözlenmiştir. Bu durum daha önce orjinallik veya özgünlük ile ilgili elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Nicel verilerde bulunan öğrencilerin BSB kullanımının anlamlı olarak gelişim gösterdiğine dair bulgular gözlem verileri ışığında tekrar yorumlandığında öğrencilerin temel ve nedensel BSBleri yerine getirebildiği fakat deneysel becerilerde problem yaşadıkları söylenebilir. Bu durum doküman analizi bulgularında daha net olarak ifade edilmiştir. Aşağıda her bir maddenin uygulama süreci boyunca yapılan gözlemlerine dair veriler grafiksel olarak verilmiştir.



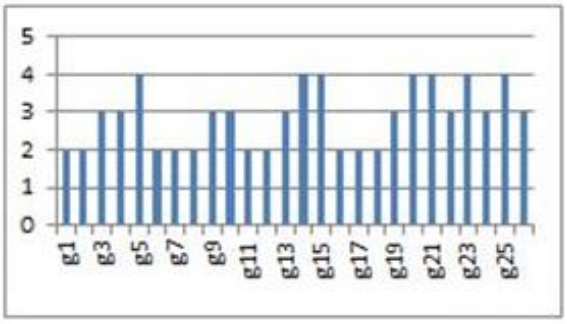
Şekil 1. Farklı etkinlik oluşturma.



Şekil 2. Fene karşı istek.



Şekil 3. Verilerin yorumlanması.



Şekil 4. Üst düzey BSB.

Şekil 1'de öğrencilerin modülde yer alan etkinliklere benzer etkinlikler oluşturmaları veya halihazırdaki etkinlikleri farklı yollar kullanarak uygulamaya koydukları gözlenmiştir. Buna göre öğrenciler uygulamanın ilk evrelerinde çok fazla modül dışına çıkan uygulamalara etkinliklerde yer vermedikleri söylenebilir. Uygulama ve modüller ilerledikçe bu durumu daha sık kullanmaya başladıkları gözlenmiştir. Şekil 2'de öğrencilerin fene karşı olan istekleri veya heveslerine ait gözlem verileri verilmiştir. Buna göre öğrencilerin etkinliklere uygulamanın ortalarından itibaren etkinliklere ve BSB içeren aktivitelere daha çok heves duymaya başladıkları gözlenmiştir. Daha önce, öğrencilerin konulara ve günlük yaşam problemlerine yönelik ilgilerinin fazla olduğunu belirten gözlem verileri ile BSB ve dolayısı ile fene yönelik isteklerinde/heveslerinde paralellik olduğu söylenebilir. Fakat BSB aktif olduğu etkinliklerdeki bu istek zamanla artış gösterirken konuya ve modüllere olan ilginin düzeyinin hep yüksek olması dikkat çekmiştir. Bunun temel nedeni olarak, öğrencilerin aktif oldukları deneysel etkinliklerin ikinci modül ile birlikte artması, ilk modülde daha fazla analiz ve hipoteze dönük etkinliklerin olması söylenebilir. Şekil 3'te öğrencilerin etkinliklerin sonuçlarından elde ettikleri verilerin yorumlanması ile ilgili gözlem verileri yer almaktadır. Buna göre öğrencilerin veri yorumlamada çok fazla problem

yaşamadıkları doğru veya yanlış fikirlerini ve verilerini birbiriyle bağlantı kurmaya çalıştıkları gözlenmiştir. Ayrıca uygulamanın ortalarından itibaren verilerin yorumlanmasına ilişkin sıklığın arttığı söylenebilir.

Şekil 4'te öğrencilerin BSB kullanırken üst düzey zihinsel beceri kullanıp kullanmadıklarına yönelik gözlem verileri verilmiştir. Öğrencilerin etkinlikler sırasında sorulara verdikleri cevaplar ve ürettikleri çözüm yolları ne derece orijinal ve üst düzey düşünme içermekte sorusu, üstün yetenekli öğrencilerin BSB açısından farkını ortaya koymakta önem arz etmektedir. Bu bağlamda görülmüştür ki, öğrenciler etkinlikler sırasında orijinal ve üst düzeyde zihinsel bir sürecin eseri olan çözüm önerileri veya yolları bulamamışlardır. Çok az düzeyde gerçekleşen bu durum uygulamanın sonlarına doğru artsa da, toplanan nicel veriler ile doğru orantılıdır. Nicel verilerde ortaya çıkan BSB kullanma artışı, gözlem verilerinde de gerçekleşse de, nitelik olarak bu artışın üstün yetenekli öğrencilerden beklenen performansın altında kaldığı düşünülmektedir. BYF grubu fen sınıflarında öğrencileri zorlayacak ve onları farklı zihinsel süreçlerin ürünü olacak davranışlara doğru yönlendirme ihtiyacı doğmaktadır.

Doküman Analizinden Elde Edilen Bulgular

BSB ilişkin öğrencilerin doldurdukları dokümanlardan (Modüllerden) elde edilen nitel veriler analiz edilmiş ve elde edilen bulgular Tablo 8'de gösterilmiştir. Tabloda belirlenen BSB ve düzeyleri modüllerde yer alan etkinlik yapılarına göre verilmiştir. Deney raporları üzerinde yapılan doküman analizinde hazırlanan rubrikten yararlanılmıştır. Rubrikte, Temel düzey, Nedensel düzey ve Deneysel düzey BSBlere yer verilmiştir. Her BSB için alınabilecek max puan 3'tür. Her modül için öğrencilerin tam anlamıyla doldurmuş olduğu modüller analiz edilmiştir. Dolayısıyla 1. Modülden alınabilecek max puan 39, 2. Modülden 27, 3. Modülden ise 30'dur.Alınabilecek max puanlara göre veriler değerlendirilmiş ve bulgu olarak ifade edilmiştir. Bu değerlendirmeye göre öğrencilerin modüllerde verilen deney raporları BSB düzeylerine göre irdelenmiştir. Öğrencilerin hangi düzeyde, doğru işlem yaptıkları analiz edilerek tabloya aktarılmıştır.

Tablo 8.
Öğrencilerin BSB Düzeylerine Göre Elde Ettikleri Toplam Puanlar.

BSB Düzeyler	Kod	İncelenen Bilimsel Süreç Becerileri	Modül 1		Modül 2		Modül 3	
			$\bar{x}$	∑	$\bar{x}$	∑	$\bar{x}$	∑
Temel Düzey	BSB1	Gözlem ve Ölçme	2.07	27	3.00	27	2.60	26
Nedensel Düzey	BSB2	Problem Veya Soru Cümlesi/Amaç	1.92	25	2.44	22	2.20	22
	BSB3	Veri Toplama	1.46	19	2.77	25	2.40	24
	BSB4	Veri Yorumlama	1.61	21	2.11	19	1.80	18
Deneysel Düzey	BSB5	Deney Tasarımı	2.15	28	2.22	20	2.00	20
	BSB6	Değişkenlerin Kontrolü	1.07	14	2.00	18	1.40	14
	BSB7	Hipotez	1.00	13	1.66	15	1.40	14
	BSB8	Veriye İlişkin Sonuç Çıkarma	1.62	21	2.66	24	1.90	19

Tablo 8'de öğrencilerin modüllerde yer alan deneysel etkinliklerin uygulanması sonucunda oluşturdukları deney raporları incelenmiş ve BSB kullanımına göre raporlar puanlanmıştır. BSB için temel alınan BSB becerileri tabloda verilmiştir. Bu becerilerin etkinliklerde uygulanması sonucu, öğrencilerin deney raporlarında yer verilmesi beklenmiştir. Raporlarda bu becerilerin ne ölçüde yer aldığı yapılan puanlama ile ölçülmüştür. Becerilere tam olarak beklenen düzeyde yer verilmiş ise 3 puan, yer verilmemiş ise bir puan verilmiştir. Tabloda belirtilen BSB için ortalama ve toplam puanlar verilmiştir. Verilen beceriler BSB düzeylerine göre kategorilendirilmiştir. Temel düzey BSB her üç modül de en fazla kullanılan beceri olarak ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin deney tasarımları da yüksek ve ortalamanın üzerinde puan almıştır. Öğrencilerin deney tasarımlarının verilen görevi yerine getirmek adına başarılı olduğu söylenebilir. Fakat genel olarak bakıldığında deneysel düzeyde yer alan becerilerin genellikle

daha düşük puanlar aldığı görülmektedir. Aynı şekilde nedensel düzey becerilerin de orta düzey altında puanlar aldıkları söylenebilir. Her üç modül genel olarak değerlendirildiğinde öğrencilerin beceriler üzerinden aldıkları puanlarda belirli bir denge olduğu gözlenmiştir. Öğrenciler hemen hemen bütün beceriler için puanlarını yükseltmiş ve en fazla puanlarını 2. Modülde almışlardır. Öğrencilerin hipotez kurmada, değişkenlerin kontrol edilmesinde ve veri yorumlamada daha düşük puanlar aldıkları görülmektedir. Ayrıca bir diğer önemli bulgu da Modül 3 deneysel etkinliğinde, Modül 2'ye göre daha düşük puanlar alınması fakat genel olarak puan artışının devam etmiş olmasıdır. Öğrencilerin Modül 3'te verilen deneysel etkinlikte daha fazla zorlanmış olduğu görülmektedir. Dökümanlardan ve nicel verilerden elde edilen bulgular bu anlamda paralellik göstermektedir. Nicel bulgularda elde edilen, öğrencilerin deneysel süreçlerdeki eksikliği nitel bulgularda da kendini göstermiştir. Öğrenciler beklenen gelişimsel süreci üst düzeyde gerçekleştirememiştir. Fakat öğrencilerin seviyelerinin belirtilen kategorilerde arttığı da dikkat çekmektedir. Daha fazla deneysel etkinlik ile öğrencilerin bu becerilerinin artabileceği ve üstün yeteneklilerden beklenen anlamda üst düzeye çıkabileceği düşünülmektedir.

Genel olarak dördüncü araştırma problemine ilişkin hem nitel hem de nicel veriler birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerinde anlamlı düzeyde gerçekleşen gelişim, deneysel düzey bilimsel süreç becerilerinde istenen düzeyde gelişim olmamıştır (Tablo 8). Deneysel süreçlerde öğrencilerin temel ve nedensel düzey becerilerine oranla daha az gelişim gösterdikleri belirtilebilir (Tablo 8). Fakat genel olarak anlamlı düzeyde gerçekleşen BSB gelişimi, modüllerin yapısını oluşturan teorik çerçevenin ve genel olarak modüllerin etkin bir şekilde uygulamaya dönük olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Tartışma ve Sonuç

Schutte ve Malouff (2011) bilinçli farkındalık ile olumlu duygu ve yaşam doyumu arasında duygusal zekânın kısmi aracılık etkisinin ve bilinçli farkındalık ile olumsuz duygu arasında tam aracılık etkisinin olduğunu bulmuştur. Griebel'in (2015) araştırmasında ise bilinçli farkındalığın tanımlama boyutu ile yaşam doyumu ve olumlu duygu arasında; bilinçli farkındalığın tepkisiz olma boyutu ile olumlu ve olumsuz duygu arasında duygusal zekânın kısmi aracılık etkisinin olduğu görülmüştür. Wang ve Kong (2014) da bilinçli farkındalık ile yaşam doyumu arasında duygusal zekânın kısmi aracılık etkisi olduğunu bulmuştur. Bilinçli farkındalığın psikolojik iyi oluşla ilişkisinde de Deniz vd. (2017) yaptığı araştırmada bilinçli farkındalık ile psikolojik iyi oluş arasındaki duygusal zekânın tam aracılık etkisinin olduğunu görülmüştür. Bahsedilen araştırmalarda dikkat çeken ortak nokta öznel iyi oluş boyutlarının ayrı ayrı incelenmesidir. Bu araştırmada ise öznel iyi oluş boyutları toplam puanla değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonucunda da bilinçli farkındalık ile öznel iyi oluş arasında duygusal zekânın tam aracılık etkisi bulunmuştur. Alan yazındaki araştırmaların bu araştırmanın bulgusuyla benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Yapılan çalışmada, deney grubu öğrencilerinin ön test- son test puanları arasında bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde anlamlı düzeyde pozitif yönlü bir artış olduğu belirlenmiştir (p=.00). Elde edilen nitel bulgularda ise öğrencilerin temel ve bazı nedensel düzey bilimsel süreç becerilerindeki gelişimin daha fazla olduğu görülmüştür. Fakat deneysel becerileri ve bazı nedensel düzey becerilerde öğrencilerin zorlandıkları ve gelişimin daha az olduğu görülmüştür (Tablo 8). Bu durumun süreç içinde geliştiği ve deney grubundaki öğrencilerin modüller ilerledikçe üst düzey bilimsel süreç becerilerinde olumlu gelişmeler olduğu ifade edilebilir (Şekil 2). Bu bağlamda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin çok yüksek olmamasına karşın, süreç boyunca geliştiği söylenebilir. Ayrıca bilimsel süreç becerilerine ilişkin yapılan gözlem bulgularında, elde edilen diğer verilere paralel olarak "Etkinliklerde öğrenciler üst düzey beceri sergilemeleri" ve "Öğrenciler etkinliklerde yaratıcı ve farklı yollar denemesi" çok sık karşılaşılan davranışlar olmamıştır (Şekil 1, 3). Öğrencilerin daha çok "Etkinliklerde fene karşı bir heves göstermesi" ve "Etkinliklerde öğrencilerin verileri yorumlaması" davranışlarını sıklıkla yapmışlardır ki yine çok zorlayıcı aktiviteler içerisinde yer almamaktadır (Şekil 2, 3). Öğrenciler uygulama boyunca faaliyetlere daha fazla ilgi gösterdiler. Bu bulgu, alanyazında duyuşsal davranış sergileme ile sonuçlanan bu tür uygulamalarla paralellik göstermektedir (Genç, Genç & Rasgele, 2018; Qadar, Samsiah & Haryanto,

2018). Bilişin duygu üzerinde önemli bir etkisi olduğunu biliyoruz; duygu, temel bilişsel süreçler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Steinberg, 2005). Şekil 1 ve Şekil 4'te görüldüğü gibi, yüksek düzeyde BSB beklememize rağmen, öğrencilerin faaliyetlere karşı coşku gösterdikten sonra bu becerileri göstermek veya geliştirmek için daha fazla derinliğe veya zorluğa ihtiyacı olabilir. Öğrencilerin, verilerin yorumlanması davranışı daha çok elde ettikleri verilerin ve ön bilgilerinin ışığında, olabilir, yapılabilir gibi daha genel ifadeler ile çok ayrıntıya dikkat etmeden yaptıklarından yine çok fazla zorlayıcı bir davranış sergileme yoluna gitmemişlerdir. Bu bağlamda öğrencilerin verileri bir sentez üzerinden yorumlamaları beklenmiş fakat öğrencilerin bu sentez için hazır olmadıkları görülmüştür (Tablo 8). Daha uzun süreçli ve yapılan uygulama veya benzer bir uygulama ile bu davranışları kazanacakları sonucuna varılmıştır. Nitel bulgular bize BSBnin, özellikle deneysel düzeydeki BSBnin, aktiviteler sırasında daha fazla vurgulanabileceğini ve üzerinde durulabileceğini göstermiştir. Ayrıca üstün yeteneklilikle ilgili davranışlar daha uzun periyotlarda gözlemlenebilir. Literatürde birebir uygulamaya rastlanılmasa da benzer uygulamalar üzerinden tartışma yapılmıştır. Şimşek ve Kabapınar'ın (2010) sorgulama temelli bir öğretim süreci sonunda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerindeki gelişimlerini inceledikleri çalışmalarında, bilimsel süreç becerilerine yönelik pozitif yönlü bir değişim bulmuşlardır. Araştırmacılar bu değişimin daha çok temel düzeyde kaldığını da ifade etmişlerdir ki bu çalışmada geliştirilen bilimsel süreç becerileri ile benzerlik göstermektedir. Elde edilen sonuçların Şimşek ve Kabapınar'ın (2010) yaptığı çalışma ile en büyük farkı üstün yetenekli öğrenciler ile yapılmasıdır. Üstün yetenekli öğrencilerde üst düzey bilimsel süreç becerilerinde az da olsa gelişim yaşanmış ve sürecin daha uzun uygulanması sonunda değişimin çok daha fazla olabileceği öngörülmüştür. Yine Dinçol, Özgür ve Yılmaz (2017) üstün yetenekli öğrencilere uygulanan sorgulama temelli bir uygulamanın öğrencilerin fen öğrenmelerine yönelik motivasyonuna etkisini incelemişleridir. Buna göre sorgulama temelli yaklaşımın öğrencilerin fene karşı olan motivasyonlarını anlamlı olarak artırdığını bulmuşlardır. Yapılan çalışma ile benzer olarak Lewelynn (2013) sorgulama yaklaşımını uygulamışlardır. Fene karşı olan motivasyonun bilimsel süreç becerilerini öğrenmede önemi büyüktür. Dolayısıyla artan motivasyonun öğrencileri süreç becerilerinin gelişimi bakımından olumlu etkilemiş olabileceği düşünülmektedir. Literatür, yapılan çalışmaya benzer olarak, üstün yetenekliler için, bilim kavramını, içerik bilgisini ve süreç becerilerini geliştirmeye odaklanmış, farklılaştırılmış bilim müfredatının uygulanması desteklemektedir (Cotabish, Dailey, Robinson & Hughes, 2013). Bilimsel süreç becerilerinin sorgulama temelli yaklaşım kullanılarak geliştirilebileceği ayrıca birçok çalışma ile bulunmuştur (Köksal & Berberoğlu, 2014; Stout, 2001; Sullivan, 2008; Tatar, 2006; Wu & Hsieh, 2006). Sorgulama temelli yaklaşımın bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisinin incelendiği meta-analiz çalışmasında 140 bilimsel araştırma incelenmiş, özellikle deneysel araştırmalar ve elde edilen sonuçlara göre temel ve nedensel süreçlerin gelişiminde anlamlı fark bulunmuştur (Wang et al., 2011). Literatür, nicel muhakeme alıştırmalarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) disiplinlerinde mevcut müfredat çerçevelerine dahil edilmesinin, bu alanlardaki kavramsal anlama ve süreç becerilerinin gelişmesi için gerekli olduğunu göstermektedir (Marsan, D'Arcy & Olimpo, 2016). Sorgulama temelli yaklaşımın bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği ve geliştirilecek yeni materyal ve yaklaşımların öğrenciler üzerindeki gelişimsel etkisinin incelendiği deneysel çalışmalara olan ihtiyaç belirtilmiştir (Ogan-Bekiroğlu & Arslan, 2014). Yapılan çalışmada ön-testlerde öğrencilerin bilimsel süreç beceri puanları çok yüksek çıkmamasına karşın son-testlerde puanlarındaki artış (Tablo 6) ve nitel bulgularda hangi becerilerin nasıl geliştiğine dair elde edilen bulgular (Tablo 8), sorgulama temelli yaklaşım temel alınarak geliştirilen modüllerin, bilimsel süreçlerin gelişimindeki olumlu etkisini ortaya koymuştur. Özellikle üstün yeteneklilere yönelik olarak bilimsel süreç becerilerinin incelendiği sorgulama temelli deneysel bir çalışmaya rastlanmamış olması, çalışmanın özgünlüğünü ve önemini bir kat daha artırmıştır.

Sorgulama temelli yaklaşım kullanılarak, üstün yetenekli öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğine yönelik kanıtlar mevcuttur (Cotabish, Dailey, Robinson & Hughes, 2013). Bu çalışma ile sorgulama temelli farklılaştırılmış fen ders modüllerinin de farklı günlük yaşam problemleri ve tartışmaları ile farklılaştırılarak yapılandırılan etkinliklerin de üstün yeteneklilerde bilimsel süreç becerilerinin gelişimi için kullanılabileceği bulunmuştur. Ancak üstün yetenekli öğrenciler için,

varsayımsal akıl yürütme gibi bir beceri kullanılarak modüllere daha uzun uygulamaların, derinlemesine ve daha zorlu etkinliklerin eklenebileceği sonucuna vardık.

Özellikle üstün yetenekli öğrenciler için bu tür modüllere veya etkinliklere ihtiyaç olduğunu öneriyoruz. Farklılaştırma stratejisinin, sorgulama temelli öğrenme gibi bir yaklaşımla birlikte kullanılması gerekli görülmektedir. Daha sonraki adımda ise, üstün yetenekli öğrencilerin çeşitli becerilerinde önemli bir gelişme sağlayacak etkinlikler veya uygulamalar düzenlenmelidir. Bilimsel olarak onaylanmamış, organize olmayan veya yapılandırılmamış uygulamalar öğretmenlere yardımcı olamaz. Bunun temel nedeni ise, öğretmenlerin bu tür etkinliklerde hangi becerilerin geliştirilmesinin hedeflendiğine yönelik herhangi bir yönlendirmesinin olmamasıdır.

Bu çalışma veya benzeri çalışmalar daha uzun sürelerde uygulanabilir. Fen bilimlerinde 12-13 yaş arası üstün yetenekli öğrencilerin, gelişimleri için temel bilimsel araştırmalara ihtiyaç duyduklarını gördük. Deneylerin bölümlerinin veya bir raporun nasıl yazıldığı veya verilerin nasıl yorumlandığının öğrenilmesi için bir adaptasyon dönemine ihtiyaçları vardır. Bilimsel araştırmanın bu temel gereksinimlerini öğrendikten sonra bir gelişme göstermeye başladıkları çalışma sonuçlarında görülmüştür. Bu nedenle, bir uygulamaya başlamadan önce araştırmacıların fen bilgisi öğretmeninin rehberliğinde bu temel gereksinimleri açıklayan bir bölüm eklemelerini öneriyoruz.

Ayrıca uygulanan etkinliklerin, öğrencilerin daha önce görmedikleri, özgün bir konu veya problem içermesini da öneriyoruz. Öğrencilerin, bu tür içerikler ve uygulamaları hakkında orijinal fikirleri ifade etmekte zorlandıklarını gördük, bu da öğrencileri bu etkinliği yapmanın yeni yollarını yaratmaya sevk edebilir. Bu çalışmaya 12-13 yaş arası öğrencileri dahil ettik ancak 15 yaş üstü üstün yetenekli öğrenciler de bir başka araştırma konusudur.

References

Abdurrahman, A., Ariyani, F., Maulina, H., & Nurulsari, N. (2019). Design and validation of inquiry-based stem learning strategy as a powerful alternative solution to facilitate gifted students facing 21st century challenging. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists, 7* (1), 33-56.

Adams, C. M. & Callahan, C. M. (1995). The reliability and validity of a performance task for evaluating science process skills. *Gifted Child Quarterly, 39* (1), 14 – 20.

Akçam Yalçın, İ. (2017). *The bridge between science curriculum and inquiry based science education: the training of pre-service classroom teachers.* Unpublished Doctoral Thesis, Hacettepe University Mathematics and Science Education Department, Ankara.

Andriyani, R., Shimizu, K., & Widiyatmoko, A. (2019). The effectiveness of project-based learning on students' science process skills: a literature review. *Journal of Physics: Conference Series, 1321* (3), 032121.

Altıntaş, E. & Özdemir, A. S. (2015). The effect of differentiation approach developed on creativity of gifted students: Cognitive and affective factors. *Educational Research and Reviews, 10*(8), 1191-1201.

Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(5), 487-509.

Bevins, S., & Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education, 38* (1), 17-29.

Biological Science Curriculum Study (2006). *Why does inquiry matter? Because that's what science is all about!* USA: Kendall/Hunt Publishing Company.

Bostan-Sarıoğlan, A., Can, Y. & Gedik, İ. (2016). The assessment of the suitability of the activities in 6th grade science course books for inquiry based learning approach. *Journal of Abant İzzet Baysal University Faculty of Edcation, 16* (3), 1004-1025.

Büyüköztürk, S. (2009). *Data analysis handbook for social sciences: Statistics, research design, SPSS applications and interpretation. (10. Ed.)* Ankara: Pegem.

Bybee, R. W. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In L.B. Flick & N.G. Lederman (Eds), *Scientific Inquiry and Nature of Science.* (pp.1-14). Dordrecht: Springer.

Callahan, C. M. (2017). The characteristics of gifted and talented students. In C.M. Callahan & H.L. Hertberg-Davis (Eds.) *Fundamentals of Gifted Education* (pp. 153-166). New York: Routledge.

Callahan, C M, Hunsaker, S L, Adams, C M, Moore, S D, Bland, L C (1995). *Instruments used in the identification of gifted and talented students (RM-95130).* Charlottesville, VA: National Research Center on the Gifted and Talented.

Can, A. (2016). *Quantitative data analysis with spss in scientific research process*. Ankara: Pegem.

Carin, A. A., & Bass, J. E. (2001). *Teaching science as inquiry.* New Jersey: Merrill Prentice Hall.

Carin, A. A., & Sund, R. B. (1989). *Teaching science through discovery.* Toronto: Merrill Publishing Company.

Chiappetta, E. L., & Adams, A. D. (2004). Inquiry-based instruction: Understanding how content and process go hand-in-hand with school science. *The Science Teacher, 71*(2), 46-50.

Coleman, M. R., & Shah-Coltrane, S. (2010). *U-STARS~ PLUS science literature connections: using science, talents, and abilities to recognize students~ promoting learning for underrepresented students.* VA: Council for Exceptional Children.

Cook, T. D. & Campbell, D. T. (1979). *Quasi-Experimentation: Design & analysis issues for field settings.* Boston: Houghton Mifflin Company.

Cotabish, A., Dailey, D. Robinson, A.& Hughes, G. (2013). The effects of a stem intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics. 113*(5), 215-226.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: A qualitative, quantitative and mixed method approaches (4th ed.).* London: Sage Publications Ltd.

Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2011). *Designing and conducting mixed methods research. (2nd ed.).*Thousand Oaks, CA: Sage.

Çalıkoğlu, B. S., & Kahveci, N. G. (2015). Altering depth and complexity in the science curriculum for the gifted: results of an experiment. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching,* 16 (1), 1-22.

Çepni, S. (2005). *Science and technology learning (3rd Ed.).* Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Çepni, S. (2014). *Introduction to research and project studies.* Trabzon: Celepler Press.

Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., & Turgut, M. F. (1997). *Physics teaching.* Ankara: HEC/World Bank National education development project, Preservice teacher education.

Day, D. V., & O'Connor, P. M. (2017). Talent Development. *The Oxford Handbook of Talent Management,* 343-360.

Dinçol Özgür S. & Yılmaz A. (2017). The opinions of the gifted and talented students on inquiry-based learning*, IV. International Eurasian Educational Research Congress Conference Proceedings* (pp. 667-668). Ankara: Anı Publishing.

Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International journal of science education, 25*(6), 671-688.

Duran, M. (2015). The effect of activities based on research-based learning approach on students' inquiry learning skills. *International Journal of Social Science, 32*, 399-420.

Dwianto, A., Wilujeng, I., Prasetyo, Z. K., & Suryadarma, I. G. (2017). The development of science domain based learning tool which is integrated with local wisdom to improve science process skill and scientific attitude*. Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 6*(1), 23- 31.

Ekert, S., Rotthowe, L., & Weiterer, B. (2012). Training modules-competence and outcome orientation in educational provision within the transitional sector. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 4*, 28-31.

Erkol, S., & Ugulu, I. (2014). Examining biology teachers candidates' scientific process skill levels and comparing these levels in terms of various variables*. Procedia Social and Behavioural Sciences*, 116, 4742-4747.

Ewers, T.G. (2001). *Teacher – directed versus learning cycles methods: Effects on science process skills mastery and teacher efficacy among elementary education students.* Unpublished doctorate dissertation, University of Idaho, USA.

Feldman, ID. H. (2000). Developmental theory and the expression of gifts and talents. In C. F. M. Van Lieshout & P. G. Heymans (Eds*.), Developing talent across the lifespan* (pp. 3-16). Philadelphia: Psychology Press.

Feldhusen, J. F. (1998). A conception of talent and talent development. In R. C. Friedman & K. B. Rogers (Eds.), *Talent in context: Historical and social perspectives on giftedness* (pp. 193-209). Washington, DC, US: American Psychological Association.

Fowler, M. (1990). The Diet Cola Test. *Science Scope*, 13, 32-34.

Furtak, E. M. (2006). The problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science Education, 90*(3), 453-467.

Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies, 15*(2), 119-147.

Genç, M., Genç, T., & Rasgele, P. G. (2018). Effects of nature-based environmental education on the attitudes of 7th grade students towards the environment and living organisms and affective tendency. *International Research in Geographical and Environmental Education, 27*(4), 326-340.

George, P. (1997). Making a place for the bright sparks: The challenge of the gifted child in science. *Science Education Newsletter, 133*, 1-2.

Godor, B. P., & Szymanski, A. (2017). Sense of belonging or feeling marginalized? Using PISA 2012 to assess the state of academically gifted students within the EU. *High Ability Studies, 28*(2), 181-197.

Guba, E. G., Lincoln, Y. S., &Lynham, S. A. (2011). Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences, revisited. In N. K. Denzin &Y. S. Lincoln (Eds.) *The Sage handbook of qualitative research, 4*, (pp. 97-128).

Gumilar, R. P., Wardani, S., & Lisdiana, L. (2019). The implementation of guided inquiry learning models on the concept mastery, scientific attitude, and science process skill. *Journal of Primary Education, 8*(5), 148-154.

Han, K. S. (2017). Why & How we apply PBL to science-gifted education? *Creative Education, 8*(6), 912-924.

Howard, J. A. (2017). *Affective learning opportunities for gifted adolescents.* Teaching and learning sciences: Doctoral Research Projects, 13, University of Denver, USA.

Johnson, R. B., & Christensen, L. (2019). *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches.* USA: SAGE Publications, Inc.

Kaplan, S.N. (2009). Layering differentiated curricula for the gifted and talented. In F. Karnes & S. Bean (Eds.), *Methods and materials for teaching the gifted.* Waco, TX: Prufrock Press.

Karnes, F. A., & Riley, T. L. (2005). Developing an early passion for science through competitions. In K. S. Taber (Ed.) *Science education for gifted students*, (pp. 25-31). London: Routledge

Kaufman, S. B., & Sternberg, R. J. (2008). Conceptions of giftedness. In S. Pfeifer (Ed.) *Handbook of giftedness in children* (pp. 71-91). Boston: Springer.

Kaya, G., & Yılmaz, S. (2016). The effect of open inquiry-based learning on students' success and development of scientific process skills. *Journal of Hacettepe University Faculty of Education, 31*(2), 300-318.

Kim, C. H., & Kang, H. K. (2014). The relationship between scientific problem finding ability and experimental design ability in elementary gifted children and ordinary children. *The Journal of Korea Elementary Education, 25*(4), 111-127.

Köksal, E. A. & Berberoğlu, G. (2014). The effect of guided-inquiry instruction on 6th grade Turkish students' achievement, science process skills, and attitudes toward science. *International Journal of Science Education, 36*(1), 66-78.

Kuo, Y. R., Tuan, H. L., & Chin, C. C. (2019). Examining low and non-low achievers' motivation towards science learning under inquiry-based instruction. *International Journal of Science and Mathematics Education, 17* (5), 845-862.

Kutlu, N., & Gökdere, M. (2015). The effect of Purdue model based science teaching on creative thinking. *International Journal of Education and Research, 3* (3), 589-600.

LaBanca, F. (2007). The Connecticut Science Fair: Impressions of sixty years of innovation.*Connecticut Journal of Science Education, 45,* 14-18.

LaBanca, F. (2008). *Impact of problem finding on the quality of authentic open inquiry science research projects.* Unpublished doctorate dissertation, Western Connecticut State University, USA.

Lawson, A. E. (2003). The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching. *International Journal of Science Education, 25*(11), 1387-1408.

Lawson, A. E. (2004). The nature and development of scientific reasoning: A synthetic view. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2*(3), 307-338.

Lincoln, E. G. & Guba, Y. G. (1985). *Naturalistic inquiry.* Beverley Hills, CA: Sage.

Llewellyn, D. (2013). *Teaching high school science through inquiry and argumentation. 2nd Ed.* USA: Corwin Press.

Maeng, J. L. (2017). Using technology to facilitate differentiated high school science instruction. *Research in Science Education, 47*(5), 1075-1099.

Maeng, J. L., & Bell, R. L. (2015). Differentiating science instruction: Secondary science teachers' practices. *International Journal of Science Education, 37*(13), 2065-2090.

Marsan, L. A., D'Arcy, C. E. & Olimpo J. T. (2016). The impact of an interactive statistics module on novices' development of scientific process skills and attitudes in a first-semester research foundations course. *Journal of Microbiology & Biology Education*, *17* (3), 436-443.

McGee, C. (2018). Artful teaching and science investigations: A perfect match. *Gifted Child Today, 41*(1), 41-53.

Meador, K. S. (2003). Thinking creatively about science suggestions for primary teachers. *Gifted Child Today, 26*(1), 25-29.

MEB, (2018). *Science lesson (4th, 5th, 6th, 7th and 8th grades) curriculum for elementary and middle education (Primary education).* Ankara: MEB Publishing.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook.* USA: Sage Publications.

Mohan, R. (2019). *Innovative science teaching*. India: PHI Learning Pvt. Ltd.

Moon, J. (2002). *The module & programme development handbook: A practical guide to linking levels, learning outcomes & assessment.* London: Stylus Publishing Inc.

Moshman, D. (1998). Cognitive development beyond childhood. In W. Damon (Series Ed.), D. Kuhn & R. Siegler (Vol. Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 2. Cognition, language, and perception (5th ed.)* (pp. 947-978) New York: Wiley.

Murphy, C., Smith, G. & Broderick, N. (2019). A starting point: Provide children opportunities to engage with scientific inquiry and nature of science. *Research in Science Education,* 1-35. https://doi.org/10.1007/s11165-019-9825-0

Muşlu Kaygısız, G. Benzer, E. Uçar, M (2017). Evaluation on preservice science teachers' experimental design related to scientific process skills. *Sakarya University Journal of Education, 7*(3), 467-483.

Nasution, D., Harahap, P. S. & Harahap, M. (2018). Development instrument's learning of physics through scientific inquiry model based batak culture to improve science process skill and student's curiosity. *In Indonesian Journal of Physics: Conference Series l, 970*. Indenesia: IOP Publishing.

National Research Council (NRC) (1996). *National science education standards.* Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council (NRC) (2000). *Educating teachers of science, mathematics and technology: New practices for the new millennium.* Washington, DC: National Academies Press.

NGSS (2013). *The next generation science standards.* The National Academy of Sciences, USA.

Novia, N., & Riandi, R. (2017). The analysis of students scientific reasoning ability in solving the modified Lawson Classroom Test of scientific reasoning (MLCTSR) problems by applying the levels of inquiry. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 6*(1), 116-122.

Ogan-Bekiroğlu, F. & Arslan, A. (2014). Examination of the effects of model-based inquiry on students' outcomes: Scientific process skills and conceptual knowledge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 141*, 1187-1191.

Olszewski-Kubilius, P. (2009). Special schools and other options for gifted STEM students. *Roeper Review, 32,* 61–70.

Özdemir, O. (2010). The effects of nature-based environmental education on environmental perception and behavior of primary school students. *Pamukkale University Journal of Education, 27*(27), 125-138.

Özgen, K. & Alkan, H. (2012). An analysis of student views on activities developed according to learning styles within a constructivist learning environment. *Dicle University Journal of Ziya Gökalp Faculty of Education, 18*(1), 239-258.

Padilla, M. J. (1986). *The science process skills: Research matters... to the science teacher.* USA: National Association for Research in Science Teaching.

Park, S. K., Park, K. H. & Choe, H. S. (2005). The relationship between thinking styles and scientific giftedness in Korea. *Journal of Secondary Gifted Education, 16*(2-3), 87-97.

Qadar, R. Samsiah, S & Haryanto, Z. (2018). The use of affective and cognitive assessment on the learning of mirrors and lenses through the inquiry laboratory approach. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA JPP, (4*)1, 25-34.

Reis, S. M. & Housand, A. M. (2008). Characteristics of gifted and talented learners: Similarities and differences across domains. In F. A. Karnes & K. R. Stephens (Ed.), *Achieving excellence: Educating the gifted and talented.* Upper Saddle River, NJ: Pearson Merril/ Prentice Hall.

Renzulli, J. S. (1999). What is thing called giftedness and how do we develop it? A twenty-five year perspective. *Journal for the Education of Gifted, 23*(1), 3-54.

Renzulli, J. S., Smith, L. H., White, A. J., Callahan, C. M., Hartman, R. K. & Westberg, K. L. (2002). *Scales for rating the behavioral characteristics of superior students: Technical and administration manual.* Mansfield, CT: Creative Learning Press, Inc.

Robinson, A., Shore, B. M. & Enersen, D. L. (2007). *Best practices in gifted education: An evidence-based guide.* Waco, TX: Prufrock Press.

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.

Rogers, K. B. (2007). Lessons learned about educating the gifted and talented: A synthesis of the research on educational practice. *Gifted Child Quarterly, 51*, 382–396.

Rutherford, F.J. & Ahlgren, A. (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.

Sadler, T. D. & Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socio-scientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science, 46*(8), 909-921.

Steinberg, L. (2005). Cognitive and affective development in adolescence. *Trends in cognitive sciences, 9(*2), 69-74.

Sternberg, R. J. (2003). *Wisdom, intelligence, and creativity synthesized.* England: Cambridge University Press.

Sternberg, R. J. (2005). The theory of successful intelligence. *Interamerican Journal of Psychology, 39*(2), 189-202.

Stout, B. (2001). Tools for scientific inquiry in a fifth-grade classroom. *Primary Voices K – 6, 10* (1), 23-27.

Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching, 45*(3), 373-394.

Sumida, M. (2013). Emerging trends in Japan in education of the gifted: A focus on science education. *Journal for the Education of the Gifted, 36*, 277–289.

Sumida, M. (2017). Science education for gifted learners. In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.) *Science Education* (pp. 479-491). Netherlands: Brill Sense.

Şener, N., & Taş, E. (2017). Improving of students' creative thinking through purdue model in science education. *Journal of Baltic Science Education, 16*(3), 350.

Şimşek, P. & Kabapınar, F. (2010). The effects of inquiry-based learning on elementary students' conceptual understanding of matter, scientific process skills and science attitudes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2*(2), 1190-1194.

Şimşek, H. & Yıldırım, A. (2011). *Qualitative research methods in social sciences.* Ankara: Seçkin Pub.

Taber, K. S. (2007). Science education for gifted learners, In K. S. Taber (Ed.), *Science education for gifted learners* (pp. 1–14). London, England: Routledge.

Taber, K. S., & Riga, F. (2016). From each according to her capabilities; to each according to her needs: Fully including the gifted in school science education. In S. Markic and S. Abels (Eds.) *Science education towards inclusion,* (pp. 195-220).

Tatar, N. (2006). *The effect of inquiry-based learning approaches in the education of science in primary school on the science process skills, academic achievement and attitude.* Unpublished doctoral thesis, Gazi University, Ankara.

Thier, H. D., & Daviss, B. (2001). *Developing inquiry-based science materials. A guide for educators.* New York: Teachers College Press.

Tirri, K. (2012). What kind of learning environment supports the learning of gifted students in science? In A. Ziegler, C. Fisher, H. Stoeger, & M. Reutlinger (Eds.), *Gifted education as a lifelong challenge: Essays in honour of Franz J. Mönks* (pp. 13–24). Münster, Germany: LIT Verlag.

Torkar, G., Avsec, S., Čepič, M., Ferk Savec, V., & Juriševič, M. (2018). Science and technology education in Slovenian compulsory basic school: Possibilities for gifted education. *Roeper Review, 40*(2), 139-150.

Üzüm, P. A. (2017). Opinions of students' about talent management at universities. *International Online Journal of Educational Sciences, 9*(2), 464-485.

Van Tassel-Baska, J. (2015). Differentiation in action: The integrated curriculum model. *Revista De Educación, 368,* 225–244.

VanTassel-Baska, J., Bass, G., Ries, R., Poland, D., & Avery, L. D. (1998). A national study of science curriculum effectiveness with high ability students. *Gifted Child Quarterly, 42*(4), 200–211.

VanTassel-Baska, J., & Brown, E. F. (2007). Toward best practice: An analysis of the efficacy of curriculum models in gifted education. *Gifted Child Quarterly, 51*(4), 342-358.

Volk, V. (2008). A Global Village Is a Small World. *Roeper Review, 30*(1), 39-44.

Wang, J. R., Huang, B. Y., Tsay, R. F., Lee, K. P., Lin, S. W., & Kao, H. L. (2011). A meta-analysis of inquiry-based instruction on student learning outcomes in Taiwan. *Asia-Pacific Education Researcher (De La Salle University Manila), 20*(3), 534-542.

Watters, J. J., & Diezmann, C. M. (1997). Optimising activities to meet the needs of young children gifted in mathematics and science. In P. Rillero & J. Allison (Eds.) *Creative Childhood Experiences in Mathematics and Science. Projects, Activity Series, and Centers for Early Childhood,* (pp. 143-170). Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.

Wu, H-K., & Hsieh, C. E. (2006). Developing sixth grader's inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. *International Journal of Science Education, 28* (11), 1289-1313.

Wu, H. K., & Krajcik, J. S. (2006). Inscriptional practices in two inquiry-based classrooms: A case study of seventh graders' use of data tables and graphs. *Journal of Research in Science Teaching, 43*(1), 63-95.

Yuen, M., Chan, S., Chan, C., Fung, D. C., Cheung, W. M., Kwan, T., & Leung, F. K. (2018). Differentiation in key learning areas for gifted students in regular classes: A project for primary school teachers in Hong Kong. *Gifted Education International, 34*(1), 36-46.

Yang, H. G., & Park, J. (2017). Identifying and applying factors considered important in students' experimental design in scientific open inquiry. *Journal of Baltic Science Education, 16*(6), 932-945.

Zacharia, Z. (2003). Beliefs, attitudes and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(8), 792–823.