



## Are Reasoning Skills on Geometric Shapes Predictors of Geometry Performance?\*

Aziz İLHAN<sup>a\*</sup> (ORCID ID - 0000-0001-7049-5756)

Recep ASLANER<sup>b</sup> (ORCID ID - 0000-0003-1037-6100)

<sup>a</sup> Munzur Üniversitesi, Çemişgezek Meslek Yüksekokulu, Tunceli/Türkiye

<sup>b</sup> İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Malatya/Türkiye



### Article Info

DOI: 10.14812/cufej.595333

#### Article history:

Received 22.07.2019

Revised 22.07.2020

Accepted 13.08.2020

#### Keywords:

Reasoning Skills on Geometric Shapes,  
Geometry Performance,  
Pre-service Mathematics Teachers,  
Mathematics Education.

### Abstract

In this study, the relationship between the pre-service mathematics teachers' reasoning skills on geometric shapes and geometry performances were investigated. The participants of the study consisted of 384 pre-service mathematics teachers, 252 females, 132 males who studied at the faculties of education of two universities in Eastern and Southeastern Anatolia in the fall semester of 2016-2017 academic year. In the study, due to the limitations in terms of time and labor conditions, appropriate sampling method was preferred when determining the sample. In the section where the applications of the study were done, relational survey model was used. The data of the study were collected by reasoning skills on geometric shapes test and geometry performance test developed by the researchers. The data were analyzed using descriptive statistics, t-test, ANOVA test, Cohen's f, Cohen's d effect size values, correlation analysis and regression analysis. In the study, when the reasoning skills on geometric shapes and geometry performance data were compared according to gender variable, it was found that the average of men was higher than women. In addition, when the geometry performance scores are examined, it is seen that the third grade has the highest average, while reasoning skills on geometric shapes scores have the highest average in the second grade. When the scale and test scores of pre-service mathematics teachers were examined according to gender variable, it was found that reasoning skills on geometric shapes ability and geometry performance scores did not show a significant difference between them. As a result of ANOVA test, it was found that the differences between the classes were significant reasoning skills on geometric shapes ability and geometry performance. The calculated Cohen's effect size values showed that the differences between the classes were low. When this difference was investigated between the classes, it was found that there was a significant difference between some classes. When the Cohen's effect size values of these differences are examined, it is seen that there are low significant effects between the classes. When the correlation values between the variables were examined, a high-level relationship was found between the reasoning skills on geometric shapes ability and the geometry performance. In addition, it was found that reasoning skills on geometric shapes ability is a significant predictor of geometry performance. As a result of the findings obtained in the study, suggestions were made about the use of the concepts of reasoning skills on geometric shapes and geometry performance in academic field and mathematics teaching.

## Geometrik Şekiller Üzerine Akıl Yürütme Becerisi Geometri Performansının Bir Yordayıcısı mıdır?

### Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cufej.595333

### Öz

Bu çalışmada matematik öğretmen adaylarının geometrik şekiller üzerine akıl yürütme

\* This study was developed from the doctoral dissertation titled "Investigation of the Relationship of Elementary Mathematics Teacher Candidates' Between Visual Mathematics Literacy Perception Level, Reasoning Skills on Geometry and Performance Levels" by Aziz İLHAN.

\* Author: ailhan@munzur.edu.tr

*Makale Geçmişi:*  
Geliş 22.07.2019  
Düzeltilme 22.07.2020  
Kabul 13.08.2020

*Anahtar Kelimeler:*  
Geometrik Şekiller Üzerine Akıl  
Yürütme Becerisi,  
Geometri Performansı,  
Matematik Öğretmen Adayları,  
Matematik Eğitimi.

becerileri ile geometri performansları arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmanın katılımcılarını Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde bulunan iki üniversitenin eğitim fakültelerinde 2016-2017 öğretim yılı güz döneminde öğrenim gören 252 Bayan, 132 Erkek toplam 384 matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmada zaman ve işgücü koşulları açısından var olan sınırlılıklar sebebiyle örneklem belirlenirken uygun örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Çalışmanın uygulamalarının yapıldığı bölümde ilişki tarama modeli kullanılmıştır. Çalışmanın verileri araştırmacılar tarafından geliştirmiş olan geometrik şekiller üzerine akıl yürütme beceri testi ve geometri performans testi ile toplanmıştır. Araştırma verileri betimsel istatistikler, t-testi, ANOVA Testi, Cohen's f, Cohen's d etki büyüklüğü değerleri, korelasyon analizi ve regresyon analizi yardımıyla analiz edilmiştir. Araştırmada geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisi ve geometri performansı verileri cinsiyet değişkenine göre karşılaştırıldığında erkeklerin ortalamalarının bayanlardan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca geometri performans puanları incelendiğinde üçüncü sınıfların en yüksek ortalamaya sahip olduğu görülürken geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisi puanları incelendiğinde en yüksek ortalamaya ikinci sınıfların sahip olduğu görülmektedir. Araştırmada matematik öğretmen adaylarının ölçek ve test puanları cinsiyet değişkenine göre incelendiğinde, geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisi ve geometri performansı puanlarının aralarında anlamlı bir farklılık göstermediği bulunmuştur. Çalışmada yapılan ANOVA testi sonucunda geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisi ve geometri performansı için sınıflar arası farklılığın anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Hesaplanan Cohen's f etki büyüklüğü değerleri sınıflar arası farklılıkların düşük düzeyde olduğunu göstermiştir. Bu farklılık sınıflar arasında araştırıldığında bazı sınıflar arasında anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkların Cohen's d etki büyüklüğü değerleri incelendiğinde de sınıflar arasında düşük düzeyde anlamlı etkilerin bulunduğu görülmektedir. Çalışmada değişkenler arasındaki korelasyon değerleri incelendiğinde geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisi ile geometri performansı arasında yüksek düzeyde ilişki bulunmuştur. Ayrıca, geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisinin geometri performansının anlamlı bir yordayıcısı olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada elde edilen bulgular neticesinde geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisi ve geometri performansı kavramlarının akademik alan ve matematik öğretiminde kullanımına ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

## Introduction

Education is expressed as the process of acquiring behaviors such as attitude, skill, ability, aesthetics, and sensitivity, in harmony with the national, cultural and spiritual values of the society in which the person is born (MoNE, 2018). Before starting this process, the goals, achievements, and competencies to be gained are determined. For this, continuously developing and changing education programs are used. Ministry of National Education (2018) located eight key competencies prescribed for everyone within the scope of lifelong learning in Turkey Qualifications Framework (TQF), which was published in the mathematics curriculum (MoNE, 2018). When these competencies are examined, it is seen that all of them are related to mathematics teaching process, while two of them stand out. The first of these competencies is learning to learn. The second is mathematical competence. The expression of mathematical competence includes the desire and ability to use mathematical situations of thinking (spatial and logical thinking) and presentation (fiction, formulas, graphs, models, and tables) in different types (MoNE, 2018). The second one of the mathematical process skills found in the MoNE (2018) mathematics curriculum is the reasoning skill. When attention is paid to the effect of reasoning skills in facilitating life in and out of school, it is necessary to create new teaching environments to develop this skill in the mathematics learning process. It is estimated that an individual who uses problem-solving skills will also be able to use these skills, such as communication and reasoning, within this process. The development of such skills in secondary school is also considered important for mathematics teaching in the following grades. It is stated that reasoning skills should be reinforced at all grade levels and in all areas of mathematics education (MoNE, 2018). Undoubtedly the teachers are the ones who will guide students to develop these skills during the educating process. Thus, first, teachers must have reasoning skills. Real-life problems designed for the teaching process should also include situations that require students to reason and make decisions (MoNE, 2017). There are many studies in the literature stating that the reasoning skills of teachers, pre-service teachers, and students are part of the educating

process and that both students and teachers should acquire these skills. (Ellis & Hunt, 1993; Jadallah, 2009; Oaksford, 2005; Şahin, 2012; Yeşildere & Türnüklü, 2007).

It is stated that thinking skills can be taught in formal education environments or in many educational activities in schools, supported by different applications that adapted for each student's needs. (Ellis & Hunt, 1993: p. 298). With the development of the reasoning process, many concepts such as creative thinking, problem-solving, and evaluation are included in the literature. Introducing and developing thinking styles in which these thinking styles are effective, is very important in shaping the intellectual structure of an individual (Çubukçu, 2004). The teaching of reasoning and thinking skills should be considered as a lifelong process. Therefore, these skills should not be seen as skills taught in a lesson and then forgotten (Ellis & Hunt, 1993: p. 298). The concept of reasoning is almost integrated into our lives. Oaksford (2005) stated that people are highly dependent on reasoning processes, and therefore they tend not to notice this process. Also, Oaksford (2005) got into the literature as a scientist who argued that most of the people's actions depend on reasoning processes. The National Association for the Education of Young Children (NAEYC) advocates that children should learn reasoning skills. This organization argues that reasoning skills should be taught to children from an early age (Storey, 2004). Lawson (2005), on the other hand, states that although the educational environments that are based on transferring the content from teachers do not contribute to improving the scientific reasoning skills, the educational settings aimed at teaching about the scientific process to the individual have a positive effect on the reasoning ability. Many scientists have a common view that the concept of reasoning is closely related to the concepts of deduction and induction. Reasoning ability can be determined by the depth and width of the conceptual framework of individuals. Inductive reasoning skills are required to produce descriptive information, and deductive and systematic reasoning skills are necessary to produce useful information. Accordingly, it is possible to say that science is made up of reasoning and concept development dimensions (Gerald, 2002). Reasoning ability, which emerges from the experimental information, provides the opportunity to correctly organize, describe, and develop descriptive concepts in the situations and phenomena around the individual. On the other hand, reasoning ability emerging from theoretical knowledge enables individuals to go beyond descriptive statements and descriptive concepts and create suggestions to explain factual relationships (Lawson, Alkhoury, Benford, Clark, & Falconer, 2000).

It has been stated that reasoning skills are at the core of all rules and operations in mathematics (Aksoy, 2003). The concept of mathematical reasoning is primarily based on the ability to think and dream (Thompson, 1996, p. 267). Mathematical reasoning enables students to have a permanent and developmental knowledge of mathematics (Umay & Kaf, 2005, p. 188). Mathematical knowledge is not obtained as a result of an experiment like other sciences, but experiments can prove its accuracy. Mathematical information obtained as a result of observation is also available. However, in mathematics, the result can be reached by reasoning rather than experimentation and observation. In other words, it can be said that mathematics education has an essential place in the development of reasoning ability (Umay, 2003). When individuals finish primary education and start the second level, mathematical reasoning and problem-solving skills are the most critical mathematical learning concepts (Schmidt & Bednarz, 1997). For this reason, mathematical reasoning is an important component of the mathematics learning-teaching process (Duatepe, Akkus Cıkla, & Kayhan, 2005). NRC (1996) stated that mathematics and science education aims to develop scientific thinking skills. Thus, an educational environment should be directed towards giving reasoning skills rather than transferring the content of chemistry, biology, physics, and mathematics or science and technology. The concept of mathematical reasoning has been defined by İlhan (2019) as "The ability to determine a new cognitive path or method and reach a solution in a practical way related to a problem situation we encounter in the field of mathematics.

The ability of teachers to design their teaching materials, to use instructional materials with appropriate methods and techniques effectively, to visually edit the message to be conveyed to the student, such as simple diagrams and drawings, is highly related to visual, spatial or geometric reasoning ability (Alpan, 2008). A group of mathematicians in Southampton/Hampshire and educators supporting them wrote a report, which includes the process of testing and developing a number of learning and

teaching materials and stating that the geometric reasoning should be improved during secondary school and this is the type of reasoning that should be focused on. This report covers reviews from October 2002 to November 2003 (about a year). The final report of the study was presented in the Curriculum Authority (QCA) in March 2004. The report states that the concept of geometric reasoning includes the properties, positions, directions, and transformations of two- and three-dimensional objects. In addition, it is reported that the students' interest in the teaching process increase, the students can explain the results by noticing the geometric ratios, the students' problem-solving skills improve, the students know the general measurement rules and specialize in the proportions between the two-dimensional and three-dimensional shapes and use this information in other classroom activities when geometric reasoning activities are carried out together with the students (Brown, Jones & Taylor, 2003 ). İlhan (2019) defined the geometric reasoning ability as “the ability to comment on the shape using the already set image in the mind and the prior information provided, to analyze the shape in a practical way by determining a new cognitive path or method, the ability to be able to associate the shape with different problematic situations and to be able to use it in problem-solving processes when an individual sees a shape.”

The main purpose of the curriculum is to build the knowledge, skills, and values provided to the students in the desired way. For this purpose, it is necessary to use the teaching approaches in which the students are actively participating in the teaching process, to select the learning processes and materials that are appropriate for the purpose and to evaluate the development of the students. The MoNE (2018) mathematics curriculum has adopted a performance-based measurement and evaluation approach to identify and eliminate the learning difficulties that exist in the teaching process and to support a permanent and meaningful learning environment. Performance-based measurement and assessment methods are used to determine and evaluate the level of students' learning. Performance evaluation should be done with measurement practices that the student uses the information in real or near-realistic environments (MoNE, 2018). Although the concept of performance is considered to be that important in the curriculum, the researches reveal that students do not convert their knowledge to performance correctly, teachers or pre-service teachers do not have detailed information about the concept of performance and cannot perform performance evaluation procedures correctly (Altun, 2014; Arıkan, 2016; Cankoy & Ozder, 2011; Erkek & Işıksal, 2015).

Performance evaluation is also defined as “trying to evaluate the different situations created to enable individuals to reflect their skills, knowledge, and level of understanding” (Marzano, Pickering & McTighe, 1993). Considering the mathematics and geometry teaching process, standard tests are insufficient in many points to evaluate the problem-solving steps and problem-solving skills in detail (Karataş & Güven, 2003). Performance assessment may be required to overcome this deficiency of the teaching process (Ersoy, Gürdoğan Bayır & Güvey, 2010). The MoNE (2018) mathematics curriculum emphasizes that the performance evaluation method should be used in teaching processes. Performance evaluation includes abilities having functions such as oral expression, written expression, article writing, composition, sketch-drawing, writing, creating experimental setup or experimenting, drawing shapes, drawing graphics, creating models, making a tool, and problem-solving skills (Kutlu, Doğan & Karakaya, 2008). Such important learning situations are measured via the performance evaluation approach. The performance evaluation approach is available in the literature as a measurement technique in addition to standard tests (Karataş & Güven, 2003). Therefore, performance assessment is needed to measure the skills and products used in mathematics and geometry learning areas and frequently used.

Literature review reveals many national or international studies on reasoning, mathematical reasoning, or reasoning on geometric shapes. Chacón, Albaladejo, and López (2016) investigated the effect of technologically zig-zag collaborative environments on the mathematical study, cognition, and spatial interaction in geometric reasoning. Nilsson (2013) examined the relationships between the concept of diagrammatic reasoning and the grade levels. Panaoura and Gagatsis (2009) studied the geometric reasoning skills of elementary and secondary school students in their research. Jones, Fujita, and Ding (2005) examined the teaching of geometric reasoning in detail as a result of the opinions of expert teachers in China and Japan in their research. Brown, Jones, Taylor, and Hirst (2004) encouraged

the use of geometrical properties and theorems, the accumulation of knowledge, the development of skills, the assumption, the deductive reasoning, and the proof in the mathematics teaching process of secondary level students. In their research, Fujita and Jones (2002) reported the analysis of existing textbooks used in secondary schools in Japan and England (especially England and Scotland). Fischbein and Nachlieli (1998) explained the theoretical structure of geometric shapes and concepts with the concept of geometric reasoning. İlhan and Aslaner (2018) developed a reasoning skill test on valid and reliable geometric shapes for pre-service mathematics teachers and examined the pre-service mathematics teachers' reasoning skills on geometric shapes in terms of university and grade level variables. In their studies, Bal İncebacak and Ersoy (2016) determined the reasoning skills levels of seventh-grade students in a mathematics course according to TIMSS data. Erdem (2015) examined the effect of the learning environment enriched via different types of teaching methods on mathematical reasoning. Arıcı and Aslan Tutak (2015) studied the effect of origami on spatial visualization, geometric reasoning, and geometry success. Şahin (2012) analyzed the relationship between pre-service geometric teachers' mathematical reasoning skills and Van Hiele geometry thinking levels. In his research, Arıcı (2009) examined the effect of origami-based teaching on geometry achievement, spatial visualization, and geometric reasoning in tenth-grade students on some basic topics related to triangles. In his study, Erdoğan, Akkaya, and Çelebi Akkaya (2009) determined the effect of teaching based on the Van Hiele model on the creative thinking and reasoning levels of 6th-grade primary school students. Duatepe, Akkus, Çıkla, and Kayhan (2005) determined the solution strategies that students use in ratio and proportion questions that require proportional reasoning and how these strategies differ according to the question types, in their research. Again, the literature review reveals national or international studies related to performance, mathematical performance, or geometric performance concepts. Erdal (2007) stated that performance evaluation is an alternative method that should be used in measurement and evaluation processes. Geer, Quinn, and Ganley (2018) have conducted a longitudinal study on the development of relationships between spatial skills and mathematics performances of primary school students. Chamberlin (2011) brought a new dimension to pre-service teachers teaching processes with potential mathematics course applications and examined the effects of these applications on pre-service teachers' performances. Rapp (2009) specified effective strategies to increase the level of mathematical performance of students with visual-spatial intelligence. Kytälä and Lehto (2008) studied the relationship between passive and active visual-spatial working memory and mathematics performance. Funkhouser (2002) examined the effects of geometrical applications with augmented reality on the students' geometry performances and attitudes. Özyıldırım Gümüş and Umay (2017) analyzed the effect of problem-solving strategies on the conceptual or operational preferences of pre-service mathematics teachers in problem-solving performances. Alptekin, Vural, and Aksoy (2016) examined the effectiveness of the cover-copy-compare method to gain fluent processing skills in their research. Bal (2012) asked the opinions of elementary school students about the process of preparing performance tasks in mathematics courses and identified the problems they experienced. Kotaman (2008) did a literature research on the development of learning performance and explained the concept in detail. In his study, Gökkaya Çoban (2001) studied the effect of computer-aided instruction on the performance of seventh graders on sequential pairs and the representation of points in the Cartesian coordinate plane. Besides, it is anticipated that this study will have a unique value and contribution on mathematics education since the literature review shows that there is no study evaluating the relationship between the reasoning ability on visual geometric shapes and geometry performance using the analysis methods (correlation and regression analysis), which are used in this study, and the scales simultaneously as well as the tests which are developed specifically for this research, and conducting the research on pre-service mathematics teachers studying at 1<sup>st</sup> – 4<sup>th</sup> years at university.

### **Aim of the Research**

This research aims to study the relationship between the reasoning skills of geometric shapes of pre-service mathematics teachers and their geometric performances. Answers for the following questions have been sought in accordance with the aim:

Pre-service mathematics teachers of reasoning and geometry performances of on geometric shapes ;

1. What is the level?
2. Differ according to gender and class variables?
3. What is the correlation relationship?
4. How is the predictive power between?

## Method

### Research Model

The research is of the descriptive type. Descriptive studies aim to describe a given situation as precisely and carefully as possible. Generally, descriptive scanning studies are conducted in the field of education since the researchers usually conduct descriptive studies to summarize the properties of individuals, groups or physical environments in the field of education (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2012, p. 22). The relational survey model has been preferred to obtain data showing the relation between the geometry performance and the reasoning skills on geometric shapes of pre-service mathematics teachers in this research. The relational survey model is a research model aiming to identify the degree or the existence of change between two or more variables. The variables between which the relation is to be searched for are symbolized individually within this model (Karasar, 2011, p. 81).

### The Role of the Researchers and Research Validity

The researchers introduced themselves to the pre-service mathematics teachers within the application period and informed the pre-service mathematics teachers about the application period after a brief personal background information. Guidance and necessary explanations are provided to the pre-service mathematics teachers. To ensure that the data collected are free from errors and increase their validity and reliability, necessary precautions have been tried to be taken by predicting the situations that may arise in this process. Precautions have been taken to prevent any problems, and preliminary preparations have been made for the number of tests and forms by considering the number of participants. The researchers took precautions so that the data will be free from errors due to the application environment during the application period, and paid attention to create an appropriate application environment with the pre-service mathematics teachers. The researchers aimed to overcome the deficiencies by providing necessary explanations to the pre-service mathematics teachers before the application period. In addition, the applications have been conducted in classrooms of relevant education faculties, and attention was paid to the silence and suitability of the application period. The classrooms have been checked beforehand to prevent any problems. The researchers anticipated any pencil and eraser needs of the pre-service mathematics teachers and met their needs to avoid any disruption during the application. Therefore, the researchers managed the application period without any problems.

### Study Group

The participants of the study were 384 pre-service mathematics teachers, 252 females, 132 males who studied in the faculties of education of two different universities in Eastern and Southeastern Anatolia in the fall semester of 2016-2017 academic year. The convenience sampling method is preferred for this research. This method is to select the sample from easily accessible and applicable units due to the limitations of time, labor, and money (Büyüköztürk, 2015, p.92). Table 1 presents the properties of the research group according to the variables of gender, grade, and university.

**Table 1.**  
*The properties of the participants*

| University          | Gender | Freshman | Sophomore | Junior | Senior | Total |
|---------------------|--------|----------|-----------|--------|--------|-------|
| Eastern Anatolia    | Female | 33       | 39        | 41     | 36     | 149   |
|                     | Male   | 20       | 13        | 9      | 16     | 58    |
| South-East Anatolia | Female | 27       | 33        | 24     | 19     | 103   |
|                     | Male   | 22       | 13        | 16     | 23     | 74    |
| Total               |        | 102      | 98        | 90     | 94     | 384   |

### Data Collection Tools

#### Test on Reasoning Skill on Geometric Shapes (RSGS)

The RSGS test, which is developed by İlhan and Aslaner (2018) is a multiple-choice test and consists of 20 items in total. The test items were graded as 1 for correct and 0 for wrong answers. Therefore, the highest score to be obtained from the test is 20, whereas the lowest score is 0. Content validity and construct validity tests that are widely preferred, were conducted for test validity. Referring to opinions of the field experts were considered enough for determining the construct validity. The content validity was ensured by the analysis of the learning outcomes of the geometry teaching classes of Turkish universities and a review of the literature. The KR-20 reliability coefficient of the test was calculated as 0.745. This value is enough to say that the test is reliable.

#### Geometry Performance (GP) Test

The GP test was developed by the analysis of the learning outcomes of the geometry teaching classes of Turkish universities and the review of the literature. Three lecturers on mathematics education and one lecturer on Turkish education evaluated the draft test. The KAPPA coefficient (compatibility between raters) was calculated to assess the reliability between the raters. The obtained KAPPA value 0.90 shows that the compatibility ( $[KAPPA] > 0,75$ ) is perfect (Kılıç, 2015). A graded scoring key was developed for the GP test, and each question was evaluated as "Blank," "False," "Partially Right," and "Right." In line with this evaluation, fully correct answers were scored as 2, partially correct answers were scored as 1, false and blank answers were scored as 0 points, and a pilot application was carried out for the validity and reliability studies of the test.

Content and construct validity were studied to determine the test validity. Item difficulty and discriminant indices were calculated for construct validity, and expert opinions regarding the subject area were obtained for content validity. The reliability of the test, which was developed by the researchers, consisting of 38 items, was calculated by the KR-21 reliability test, and the reliability coefficient was calculated as 0.79. Büyüköztürk (2015) stated that the internal reliability coefficient has to be higher than 0.7 for a test to be considered as reliable. The calculated value shows that the test is reliable.

#### Data Analysis

The data obtained in the research were statistically analyzed using Microsoft Office Excel, SPSS 23.0 and Lisrel 8.80. Shapiro-Wilk test was used for the normality test, and descriptive statistics were analyzed with percentiles, standard deviation, KR-20, and KR-21 values within the study. T-test, ANOVA, and Tukey tests were used for analyzing the data according to the independent variables, *Cohen's d* and *Cohen's f* effect-size values were examined among the groups with significant differences within the research. Correlation and regression analysis were conducted to assess the relation between RSGS and GP.

#### Conducting Normality Tests

Levene test was conducted to determine whether the variances are distributed homogeneously in the study. As a result of the Levene test, the variances were found to be equal since  $p > 0.05$  for RSGS

test ( $z = 0,496$ ,  $p = 0,052$ ) and GP test ( $z = 0,262$ ,  $p = 0,194$ ) (Büyüköztürk, 2015, p.48-49). Shapiro-Wilk test was conducted to determine whether the data are distributed normally, after the Levene analysis. Table 2 presents the findings regarding this test.

**Table 2.**  
*Shapiro-Wilk test results of RSGS and GP test*

|           | Group     | Statistics | df  | p    |
|-----------|-----------|------------|-----|------|
| RSGS test | Female    | 0,98       | 252 | 0,10 |
|           | Male      | 0,98       | 132 | 0,29 |
| GP test   | Female    | 0,99       | 252 | 0,15 |
|           | Male      | 0,99       | 132 | 0,20 |
| RSGS test | Freshman  | 0,96       | 102 | 0,70 |
|           | Sophomore | 0,98       | 98  | 0,17 |
|           | Junior    | 0,97       | 90  | 0,31 |
|           | Senior    | 0,95       | 94  | 0,10 |
| GP test   | Freshman  | 0,99       | 102 | 0,75 |
|           | Sophomore | 0,99       | 98  | 0,59 |
|           | Junior    | 0,98       | 90  | 0,31 |
|           | Senior    | 0,97       | 94  | 0,55 |

RSGS and GP applications show normal distribution as a result of the Shapiro-Wilk test as each data set is ( $p > 0.05$ ). Therefore, T-test for the gender variable, and Tukey test for class variable were decided to be used.

### Calculating Effect Sizes

After analyzing the results of the t-test, ANOVA, and Tukey test, the effect size values were calculated for the results that showed a significant difference. The effect size value is a standardized and objective value of the observed effect size (Field, 2005, p. 33). Effect size signifies the significance of the study results in the application (Tabachnick & Fidell, 2007, p. 54; Özsoy & Özsoy, 2013, p. 337). The effect size value (*Cohen's d*) calculated between binary groups in a study is interpreted as follows: the effect size is small between 0.20-0.49; medium between 0.50-0.79 and high when it is 0.80 and higher (Cohen, 1988). *Cohen's f* is used to calculate the effect size for variance analysis in multiple groups. *Cohen's f* value estimates the variance rate of the sample. The effect size is small between 0.10-0.24, medium between 0.25-0.39, and high if it is higher than 0.40 (Cohen, 1988). Accordingly, *Cohen's f* value as the effect size value regarding the ANOVA test results of the class variable, and *Cohen's d* value as the effect size value of each of the Tukey test results, which were significantly different, were calculated and interpreted. *Cohen's d* effect size values were not calculated since there were no significant differences in the t-test results of the gender variable, and similarly, *Cohen's d* effect size values were not calculated in groups, which did not have a significant difference according to the grade variable.

### Findings

General descriptive statistics regarding the RSGS and GP tests, descriptive statistics according to gender and grade level variables, independent sample t-test results according to gender, ANOVA test results according to grade levels, and their effect size values and remarks were presented in this part of the study. A correlation table was created for the relationship between the variables, and the regression analysis coefficient was calculated. Table 3 presents the descriptive statistics values for variables in general.



**Table 3.***Descriptive statistics values of the variables in the study*

| Variable | N   | X  | $\bar{X}$ | %     | sd    |
|----------|-----|----|-----------|-------|-------|
| RSGS     | 384 | 20 | 9,99      | 49,95 | 2,75  |
| GP       |     | 38 | 41,80     | 55,00 | 11,26 |

When the percentage values of the variables are analyzed in Table 3, it is seen that RSGS is lower than GP, with a difference of approximately 5%. After examining the descriptive statistics of the pre-service mathematics teachers in general, the descriptive statistics of gender and grade level independent variables were examined, and the statistics of the gender variable are given in Table 4.

**Table 4.***Descriptive statistics values according to gender*

| Gender | Groups | N   | X  | $\bar{X}$ | %     | sd    |
|--------|--------|-----|----|-----------|-------|-------|
| RSGS   | Female | 252 | 20 | 9,87      | 49,35 | 2,55  |
|        | Male   | 132 |    | 10,21     | 51,05 | 3,10  |
| GP     | Female | 252 | 38 | 41,54     | 54,66 | 10,66 |
|        | Male   | 132 |    | 42,28     | 55,63 | 12,36 |

According to Table 4, it is seen that male participants have higher values in both RSGS and GP tests than female participants. Table 5 presents the findings obtained by examining the descriptive statistics of the tests according to the grade level variable.

**Table 5.***Descriptive statistics values according to grade level*

| Variable | Grade | N   | X  | $\bar{X}$ | %     | sd    |
|----------|-------|-----|----|-----------|-------|-------|
| RSGS     | 1     | 102 | 20 | 9,28      | 46,40 | 3,07  |
|          | 2     | 98  |    | 10,53     | 52,65 | 2,36  |
|          | 3     | 90  |    | 10,51     | 52,55 | 2,19  |
|          | 4     | 94  |    | 9,69      | 48,45 | 3,05  |
| GP       | 1     | 102 | 38 | 40,70     | 53,55 | 12,11 |
|          | 2     | 98  |    | 41,11     | 54,09 | 9,92  |
|          | 3     | 90  |    | 45,13     | 59,38 | 10,05 |
|          | 4     | 94  |    | 40,51     | 53,30 | 12,23 |

Looking at Table 5 is examined, it is seen that the pre-service mathematics teachers' reasoning skill levels on geometric shapes are highest (53%) in the sophomore level and the lowest at the freshman level (46%). Geometry performances were highest at the junior level with 59%, while the lowest was at the senior level with 53%. After the descriptive statistics, it was examined whether there was a significant difference between the independent variables, and the effect size values were calculated for the variables that have significant differences. Table 6 presents the findings obtained by performing the independent sample t-test according to the gender variable.

**Table 6.***Independent sample t-test findings by gender*

| Variable | Groups | N   | $\bar{X}$ | %     | sd    | df  | T     | p    |
|----------|--------|-----|-----------|-------|-------|-----|-------|------|
| RSGS     | Female | 252 | 9,87      | 49,35 | 2,55  | 382 | -1,15 | 0,25 |
|          | Male   | 132 | 10,21     | 51,05 | 3,10  |     |       |      |
| GP       | Female | 252 | 41,54     | 54,66 | 10,66 |     | -0,61 | 0,54 |
|          | Male   | 132 | 42,28     | 55,63 | 12,36 |     |       |      |

According to Table 6 is examined, it can be said that pre-service mathematics teachers' RSGS [ $t(382) = -1.15$ ;  $p > 0.05$ ] scores and GP [ $t(382) = -0.61$ ;  $p > 0.05$ ] scores do not show any significant difference in terms of the gender variable. After examining the findings of gender, ANOVA test was performed to determine whether pre-service mathematics teachers' reasoning skills on geometric shapes and geometry performances differ according to grade level, and the findings were presented to the reader, respectively. Table 7 presents the findings of the ability to reason on geometric shapes according to grade level.

**Table 7.**  
*ANOVA test findings and effect size values of RSGS by grade level*

| Variable |           | $\chi^2$ | df  | F    | p    | Cohen's f | Grade      | P            | hsd          | Cohen's d    |
|----------|-----------|----------|-----|------|------|-----------|------------|--------------|--------------|--------------|
| RSGS     | Intergrup | 112,25   | 3   |      |      |           |            |              |              |              |
|          | Intragrup | 2779,71  | 380 | 5,12 | 0,00 | 0,20      | 1<2<br>1<3 | 0,01<br>0,01 | 2,73<br>2,68 | 0,46<br>0,47 |
|          | Total     | 2891,96  | 383 |      |      |           |            |              |              |              |

Looking at Table 7 is examined, it is seen that the RSGS [ $F(3, 383) = 5.12$ ,  $p < 0.05$ ] difference between grades is significant, however, the effect size value shows that the differences between the grades are small (Cohen's  $f = 0.20$ ). When this difference is compared separately between the grades 1-2 and 1-3 it is seen that there is a significant difference between the ( $p < 0.05$ ) classes in favor of the second and third grades, and there is no significant difference between the other grades. Considering the effect size value between grades where the difference is significant, 1-2 and 1-3, it can be said that there is a small effect size value (Cohen's  $d$ : 1-2. = 0.46, 1-3. = 0.47) between grades. Table 8 presents the findings of geometry performance by grade.

**Table 8.**  
*ANOVA test findings and effect size values of GP according to grade level*

| Variable |           | $\chi^2$ | df  | F    | p    | Cohen's f | Grade      | P            | hsd       | Cohen's d    |
|----------|-----------|----------|-----|------|------|-----------|------------|--------------|-----------|--------------|
| GP       | Intergrup | 1326,92  | 3   |      |      |           |            |              | 11,1      |              |
|          | Intragrup | 47261,23 | 380 | 3,56 | 0,02 | 0,17      | 1<3<br>3>4 | 0,03<br>0,03 | 3<br>11,1 | 0,40<br>0,41 |
|          | Total     | 48588,16 | 383 |      |      |           |            |              | 6         |              |

When Table 8 is analyzed, it was determined that the difference between the grades was significant for GP [ $F(3, 383) = 3.56$ ,  $p < 0.05$ ]. The calculated effect size value shows that the differences between grades are small (Cohen's  $f = 0.17$ ). When this difference is investigated separately between grades 1-3 and 3-4, it is understood that there is a significant difference ( $p < 0.05$ ) between the grades in favor of the third grade, and there is no significant difference between the other grades. Considering the effect size value between grades where the difference is significant, 1-3 and 3-4, it can be said that there is a small level effect (Cohen's  $d$ : 1-3. = 0.40, 3-4. = 0.41) between grades. A correlation table was formed between the variables in the study, and the findings obtained are given in Table 9.

**Table 9.**  
*Correlation table between variables*

| Variables (Correlate) | RSGS   |
|-----------------------|--------|
| GP                    | 0,80** |

(\*\*):  $p < 0,01$  and  $p < 0,05$ )

It is obvious on Table 9 is analyzed, it is seen that the correlation between the variables is positive at the level of  $p < 0.01$  and  $p < 0.05$ . A high level ( $r = 0.80$ ,  $p < 0.01$ ) relationship was found between RSGS and GP. After analyzing the relationship between variables, regression analysis was performed to determine how much reasoning skill on geometric shapes predicted geometry performance, and the findings are given in Table 10.

**Table 10.**

*The power of reasoning skills of geometrical shapes on the prediction of geometry performance*

| Variance Source | Sum of squares | df  | Mean squares | F       | p     | R     | R <sup>2</sup> |
|-----------------|----------------|-----|--------------|---------|-------|-------|----------------|
| Regression      | 1870,057       | 1   | 1870,057     | 699,051 | 0.000 | 0.804 | 0,647          |
| Error           | 1021,902       | 382 | 2,675        |         |       |       |                |
| Total           | 2891,958       | 383 |              |         |       |       |                |

According to Table 10 is examined, it is seen that the reasoning skill on geometric shapes predicts geometry performance significantly ( $F(1,382) = 699,051$ ;  $p = 0.000$ ). When the regression relationship between the variables is examined ( $R = 0.804$ ,  $R^2 = 0.646$ ,  $p = 0.000 < 0.01$ ), it is seen that the possibility to predict the geometry performance of reasoning skill on geometric shapes is approximately 65%. In other words, reasoning skill on geometric shapes is a strong and meaningful predictor of geometry performance.

### Discussion, Conclusion and Suggestions

This study was conducted to examine the relationship between pre-service mathematics teachers' reasoning skills on geometric shapes and geometry performance levels with correlation and regression analysis techniques. Along with this general-purpose, pre-service mathematics teachers' reasoning skills on geometric shapes and geometry performance levels were determined, whether they showed a significant difference in terms of gender and class variables is studied together with their effect sizes, a correlation table is created between the variables and a regression analysis was performed. In the study, it was determined that pre-service mathematics teachers' RSGS levels were below the average. However, this value is very close to the average. When pre-service mathematics teachers' RSGS averages are analyzed according to gender variable, it is determined that male participants have a higher average than female participants; in other words, male participants' scores are above average while female participants' scores are below average. When the results are analyzed by class variable, it is seen that the highest average belongs to sophomore levels, and the average scores decrease at the junior and senior grades. In addition, pre-service mathematics teachers' RSGS scores remained below average at the freshman and senior grades, and above average at the sophomore and junior grades. The reasons for these results can be considered as the pre-service mathematics teachers' not having enough knowledge on RSGS, not being able to reason enough on geometric shapes, the difficulty of the test, or the contributions of the undergraduate education they have taken. These results also prove that pre-service mathematics teachers' do not have enough information about the concept of reasoning in the secondary school mathematics curriculum they are responsible for. Although there is an increase in RSGS levels of pre-service mathematics teachers as a result of the education they receive, during the last years of the undergraduate study as the participants have to attend several exams such as Public Personnel Selection Examination (PPSS), Foreign Language Assessment Test (FLAT), Higher Education Institutions Foreign Language Assessment Test (HEIFLAT) and Academic Staff and Postgraduate Education the Entrance Exam (ALES), they have to shift the focus of their study outside their major and this can be considered as an important factor affecting this result. When the studies conducted in the literature are combed, it is possible to come across studies that determine that mathematical or geometric reasoning skills are at a moderate level, like the research findings. Poçan, Yaşaroğlu, and İlhan (2017) found that the mathematical reasoning skills of middle school seventh- and eighth-grade students were moderate. In their study, İlhan and Aslaner (2018) stated that pre-service mathematics

teachers' RSGS scores were moderate, RSGS levels increased when passing from the freshman grade to sophomore grade, and RSGS scores decreased in junior grade. In addition, Buckley, Seerey, and Canty (2018) stated that pre-service teachers' ability to use spatial reasoning strategies in solving geometric problems is moderate.

The research reveals that GP scores of the pre-service mathematics teachers are above the average, but this value is close to the average. Thus, pre-service mathematics teachers' GP scores are near average. GP scores of both male and female participants according to gender variable also has a value near average, and male students have higher GP scores than female students. According to the class variable, the pre-service mathematics teachers' GP scores are above average, however, while the score raises from the freshman year through junior year, the score tends to drop in the senior year. The reasons for these results may be that the pre-service mathematics teachers do not have enough cognitive skills on GP or cannot express their skills into performance, in general, they have encountered multiple-choice competence tests (LKS, YKS, etc.) or they have not encountered enough with performance tests. In addition, the reason why GP levels increase in the first three grades can be thought of as the pre-service teachers' taking pedagogical field knowledge courses in undergraduate studies, performing performance-based applications in the related courses, and the development of their field courses and spatial skills. In this way, pre-service mathematics teachers may have provided the transition between images and algebraic representations. In the literature, there are studies where GP or geometry success is measured on pre-service teachers and students, and similar findings are obtained with the research results. Aygüner (2016), in a study conducted, determined that the GP levels of the eighth-grade students were lower than the average value. Again, the outcome of the study conducted by İlhan (2015) was that pre-service mathematics teachers' geometry success levels were at an average level. Geer, Quinn, and Ganley (2018) stated in their study that students' mathematical performance and spatial perceptions were close to the average level.

After the descriptive statistics of the study were examined, whether there is a significant difference between the independent variables (gender and class) are checked. In the study, it is clearly seen that female pre-service mathematics teachers' RSGS levels remain below average, while male pre-service mathematics teachers' RSGS levels are above average, and there was no significant difference between RSGS scores. In other words, pre-service mathematics teachers' RSGS levels in the research group are similar for both female and male pre-service teachers. The reason for this may be that prospective teachers in the research sample have the same undergraduate education. When scanning the literature, it is possible to come across studies determining that the gender variable does not make a significant difference on the reasoning score. In his study, Şahin (2012) determined that pre-service mathematics teachers' geometric reasoning skills did not show a significant difference in terms of gender variable. Again, Poçan, Yaşaroğlu, and İlhan (2017) found that the mathematical reasoning skills of middle school seventh- and eighth-grade students did not differ significantly according to gender variable. In addition, Ergül and Artan (2015) did not find a significant difference between the scores of male and female students in preschool education level in terms of the type of reasoning and types.

In the study, it is found that both female and male pre-service mathematics teachers' GP levels are slightly above average. When the research data is examined, it is seen that even though male pre-service teachers are more successful in terms of GP, there is no significant difference between the scores of male and female pre-service teachers. So pre-service mathematics teachers' GP levels are similar for female and male participants. The reason for this may be that the pre-service mathematics teachers within the scope of the research received joint undergraduate education. When the literature review is done, it is possible to come across studies that determine that students do not differ in terms of mathematics performance or gender variable. Hall, Davis, Bolen, and Chia (1999) could not find any significant difference in the mathematics performance and GPs of fifth- and eighth-grade students selected from some schools in the USA. However, some studies in the literature found that mathematics performance or GP differ in terms of gender. Aunio and Niemivirta (2010) investigated the mathematical prediction performance of children in preschool classes and found that there was a significant difference

between individuals in terms of the gender variable. Again, Areepattamannil (2014) found in his study that Indian adolescents' PISA evaluations showed that math performance and GPs differed significantly in terms of gender variable. In addition, Geer, Quinn, and Ganley (2018) found that their math performance and spatial perception scores differed significantly by gender.

It is seen that the difference between grades for pre-service mathematics teachers is significant for RSGS levels. However, the calculated *Cohen's f* effect size value shows that the differences between classes are small. When the difference between the grades 1-2 and 1-3 is considered, it is seen that there is a significant difference between the grades in favor of the sophomore and junior grades, and there is no significant difference between the other classes. When *Cohen's d* effect size values are analyzed, it is seen that there is a small level of effect between the grades where there is a significant difference. The reason for these results may be the reasoning practices of pre-service mathematics teachers in undergraduate education. When scanning the literature, it is possible to come across studies that determine that the class variable makes a significant difference in reasoning skills. In the study Fischbein and Nachlieli (1998) carried out on students who are attending 9-11 grades of a high school concluded that the class factor made a significant difference in the geometric reasoning skill. In addition, like the research findings, in this study, as the grade level progressed in general, the reasoning skill decreased. Again, İlhan and Aslaner (2018) found that pre-service mathematics teachers' RSGS levels differ significantly according to the class variable. In addition, there are studies in the literature stating that class variable does not make a significant difference in reasoning skill. Şahin (2012) found in his study that pre-service mathematics teachers' geometric reasoning levels did not make a significant difference in terms of grade variable. In their study, Umay and Kaf (2005) found that there was no significant difference between the classes in terms of mathematical reasoning levels of students in the second grade of primary education. In their study, Poçan, Yaşaroğlu, and İlhan (2017) found that the mathematical reasoning skills of middle school seventh- and eighth-grade students did not differ significantly according to grade level.

Another finding obtained from the study is that the GP score difference between grades is significant. The calculated *Cohen's f* effect size value shows that the differences between grades are low. When this difference is investigated separately between grades 1-3 and 3-4, it is seen that there is a significant difference between the classes in favor of the junior grade, and there is no significant difference between the other grades. When *Cohen's d* effect size values are analyzed, it is seen that there is a small level of effect between the grades where there is a significant difference. The reason for these results can be considered as the improvement of their performances as a result of the performance-based applications they have done in the undergraduate education they received. When the literature review is done, studies are indicating that mathematics or GP is related to the class. Aunola, Leskinen, and Nurmi (2006) conducted a longitudinal study from preschool to second grade and found that students' mathematics performance increased, and there was a significant difference between classes. Vukovic, Kieffer, Bailey, and Harari (2013) found in their longitudinal study (first, second, and third grades) that mathematical performance is a function of working memory and differs between grade levels. Again, Geer, Quinn, and Ganley (2018) found that mathematics performance and spatial perception scores differ significantly according to their grade level.

In the study, after examining the differences between gender and class variables, the correlations for the relationships between the variables used are examined. Accordingly, a correlation table is created for the relationship between the variables. As a result of the findings, the correlation between the variables is found to be positive and significant. According to the findings, a high level of correlation was found between RSGS and GP. In addition, when the regression between variables is examined, it is seen that the effect of reasoning skill on geometric shapes to predict geometry performance is high and significant. In other words, the ability to reason on geometric shapes is a strong and meaningful predictor of geometry performance. The reason for these results can be thought of as the pre-service mathematics teachers' RSGS is related to GPs. Also, another reason for this result may be that the educational attainments related to RSGS and GP concepts are similar. When scanning the literature, it is possible to come across studies that determine that RSGS and GP have significant relationships with

each other. According to Turkey, Finland and Greece's International Student Assessment Program (PISA), the student survey data 2003, Akyuz and Pala (2010) found that there is a high-level positive relationship between problem-solving performance and reasoning skills in all these three countries' models. Özdemir, Duran and Kaplan (2015) stated that the correlation between the secondary school students' problem-solving performances and reasoning skills is positive and significant. Buckley, Seerey, and Canty (2018) affirmed that pre-service teachers' use spatial reasoning strategies increased by means of solving geometric problems, and these reasoning skills increased their mathematics performance. Areepattamannil (2014) found a significant correlation between the performance of Indian adolescents in PISA evaluations and their metacognitive learning strategies (reasoning skills). Geer, Quinn, and Ganley (2018) found that when the growth variable was taken under control, there was a relationship between the spatial visualization skill in the first year and the math performance in the second year. In addition, mathematics performance in the second year predicted spatial perception skills as well as spatial visualization skills in the third year.

As a result, it was determined that pre-service mathematics teachers' RSGS scores are below average but close to the average value, GP levels are above average. Male pre-service teachers were more successful in terms of RSGS and GP than female pre-service teachers. However, this gender difference is not significant when the variables are taken into consideration. While pre-service mathematics teachers' RSGS and GP scores increase through first grade to third grade in general, the scores decrease in fourth grade, and the difference between classes is significant. When the relationship between RSGS and GP is examined, it is seen that there is a positive and significant relationship between the variables. In addition, when the regression relationship between variables was examined, it is determined that the power of reasoning skill on geometric shapes to predict geometry performance is high and significant. Within the framework of the findings obtained in the study, the following suggestions are made;

- In the study, it is concluded that pre-service mathematics teachers' RSGS and GP scores are close to the average. For this reason, lessons containing the gains related to the applications of RSGS and GP, together with the definitions of the concepts can be created and added to the curriculum.
- In-service trainings or courses, including concepts and practices related to RSGS and GP, can be given to current secondary or secondary school mathematics teachers during seminar periods. These and similar scientific studies can be used while preparing these seminars or courses.
- The research is carried out on pre-service mathematics teachers, and it is determined that there is a positive and significant relationship and effect between RSGS and GP. For this reason, skills related to these concepts, which are also crucial in the MoNE (2018) mathematics curriculum, can be researched via new studies on secondary school mathematics teachers, secondary school mathematics teachers or academics working in mathematics education.
- Considering the student achievements of our country in international and national exams, new researches can be analyzed on the different sample groups selected from elementary, secondary, and secondary school students related to RSGS and GP, and the reasons can be revealed.

## Türkçe Sürümü

### Giriş

Eğitim, kişinin içerisine doğduğu millî, kültürel ve manevi değerler öncelikli olmak üzere, tutum, beceri, yetenek, estetik, duyarlılık gibi davranışların kazanılmasını ihtiva eden bir süreç olarak ifade edilmiştir (MEB, 2018). Bu sürece başlamadan önce eğitimin hedefleri, kazanımları ve kişiye kazandırılacak olan yetkinlikler belirlenmektedir. Bunun içinse sürekli gelişen ve değiştirilen öğretim programları kullanılmaktadır. MEB (2018) matematik öğretim programında yayınlanmış olan Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi (TYÇ)'de yaşam boyu öğrenme kapsamında herkesin kazanması öngörülen sekiz anahtar yetkinlik yer almaktadır (MEB, 2018). Bu yetkinlikler incelendiğinde, tümü matematik öğretim süreciyle ilişkili olduğu görülmekle beraber ön plana çıkan iki yetkinlik göze çarpmaktadır. Bu yetkinliklerden ilki öğrenmeyi öğrenmedir. İkincisi ise matematiksel yetkinliktir. Matematiksel yetkinlik ifadesi, düşünme (uzamsal ve mantıksal düşünme) ve sunmanın (kurgular, formüller, grafikler, modeller ve tablolar ile sunma) matematiksel durumlarını farklı türlerde kullanabilme isteğini ve becerisini ihtiva etmektedir (MEB, 2018). MEB (2018) matematik öğretim programında bulunan matematiksel süreç becerilerinin ikincisi ise akıl yürütme becerisidir. Akıl yürütme becerisinin okulda ve okul dışındaki hayatı kolaylaştırmadaki etkisine dikkat edildiğinde matematik öğrenim sürecinde bu becerinin geliştirilebilmesi için yeni öğretim ortamlarının oluşturulmasının gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Problem çözme becerisini kullanan bir bireyin bu süreçteki iletişim ve akıl yürütme gibi becerilerini de kullanacağı tahmin edilmektedir. Ortaokulda bu tür becerilerin gelişimi sonraki sınıflardaki matematik öğretimi için de önemli görülmektedir. Akıl yürütme ile ilgili becerilerin tüm sınıf seviyelerinde ve matematiğin her alanında pekiştirilmesi gerektiği ifade edilmektedir (MEB, 2018). Öğretim sürecinde öğrencilere bu becerinin geliştirilmesi için yol göstericiler şüphesiz öğretmenlerdir. Bu sebeple öncelikle öğretmenlerin akıl yürütme becerisine sahip olmaları gerekmektedir. Öğretim sürecinde tasarlanan gerçek yaşam problemlerinin de, öğrencilerde akıl yürütmelerini ve karar vermelerini gerektirecek durumlar barındırması gerekmektedir (MEB, 2017). Alanyazında öğretmenlerin, öğretmen adaylarının ve öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin öğretim sürecinin bir parçası olduğunu ve hem öğrencilere hem de öğreticilere bu becerilerin kazandırılması gerektiğini belirten birçok çalışma bulunmaktadır (Ellis ve Hunt, 1993; Jadallah, 2009; Oaksford, 2005; Şahin, 2012; Yeşildere ve Türnüklü, 2007).

Düşünme becerilerinin formal öğretimde veya okullarda birçok eğitsel etkinlikte, her bir öğrencinin ihtiyaç duyduğu farklı uygulamalar ile desteklenerek öğretilbileceği ifade edilmiştir (Ellis ve Hunt, 1993: s. 298). Akıl yürütme sürecinin gelişmesiyle beraber yaratıcı düşünme, problem çözme ve değerlendirme gibi birçok kavram alanyazına dâhil olmuştur. Bu kavramlarla ilgili becerilerin etkili olduğu düşünme stillerinin ortaya çıkarılması ve geliştirilmesi bireyin düşünsel yapısının geliştirilmesi açısından oldukça önemlidir (Çubukçu, 2004). Akıl yürütme ve düşünme becerilerinin öğretimi, yaşam boyu devam eden bir süreç olarak düşünülmelidir. Dolayısıyla bu beceriler bir derste öğretilen ve daha sonra unutulmuş beceriler olarak görülmemelidir (Ellis ve Hunt, 1993: 298). Akıl yürütme kavramı neredeyse yaşamımızla bütünleşmiştir. Oaksford (2005) insanların akıl yürütme süreçlerine oldukça bağımlı olduklarını ve bu sebeple bu süreci fark etmeme eğiliminde olduklarını ifade etmiştir. Bununla birlikte, Oaksford (2005) insanların yaptıkları çoğu hareketin akıl yürütme süreçlerine bağlı olduğunu öne süren bir bilim adamı olarak alanyazına girmiştir. Akıl yürütme becerisi National Association for the Education of Young Children (NAEYC) tarafından çocukların öğrenmeleri gereken bir beceri olarak savunulmaktadır. Bu kuruluş akıl yürütme becerisinin çocuklara erken yaşlardan itibaren verilmesi gerektiğini savunmuştur (Storey, 2004). Lawson (2005) ise öğreten kaynaklı içeriği aktarmaya yönelik eğitim ortamlarının, bilimsel anlamda akıl yürütme becerilerini geliştirmeye herhangi bir katkısının bulunmadığını; bilimsel süreçle ilişkin bilgiyi bireye kazandırmaya dönük eğitim ortamlarının ise akıl yürütme becerisi üzerinde pozitif etkisinin olduğunu ifade etmiştir. Akıl yürütme kavramının tümdengelim ve tümevarım kavramlarıyla yakından ilişkili olduğuna dair birçok bilim adamının ortak görüşü vardır. Akıl yürütme becerisi kişilerin

kavramsal çerçevelerinin derinliği ve genişliği ile belirlenebilmektedir. Betimsel bilgilerin üretilmesi için tümevarımsal, işlevsel bilgilerin üretilmesi için tümdengelsel ve sistematik bilgilerin üretilmesi içinse indirgemeci akıl yürütme becerisine ihtiyaç vardır. Bu doğrultuda bilimin akıl yürütme ve kavram geliştirme boyutlarından oluştuğunu söylemek mümkündür (Gerald, 2002). Deneyimsel bilgilerden hareketle ortaya çıkan akıl yürütme becerisi kişiye, etrafındaki algıladığı durumları ve olguları doğru bir şekilde düzenleme, betimleme ve betimsel kavramlar geliştirme imkânı sunmaktadır. Buna karşın, kuramsal bilgilerden hareketle ortaya çıkan akıl yürütme becerisi, bireylerin, betimsel nitelikteki önermelerin ve betimsel kavramların ötesine gitmesine ve olgusal ilişkileri açıklamaya dönük önermelerde bulunmasına sebep olmaktadır (Lawson, Alkhoury, Benford, Clark, ve Falconer, 2000).

Matematikteki tüm kuralların ve işlemlerin özünde akıl yürütme becerisinin var olduğu ifade edilmiştir (Aksoy, 2003). Matematiksel akıl yürütme kavramı ise özünde düşünme ve hayal kurabilme yeteneğine dayanmaktadır (Thompson, 1996, s. 267). Matematiksel akıl yürütme öğrencilerde kalıcı ve gelişime açık bir matematik bilgisi meydana gelmesini sağlamaktadır (Umay & Kaf, 2005, s. 188). Matematiksel bilgiler diğer bilimler gibi deney sonucu elde edilmez ama deneyle doğruluğu gösterilebilir. Ayrıca gözlem sonucu elde edilen matematiksel bilgiler de mevcuttur. Ancak matematikte gerçeklere daha çok deneyle, gözlemlerle değil, akıl yürütmeyle ulaşılabilmektedir. Diğer bir ifadeyle matematik eğitiminin, akıl yürütme yeteneğinin geliştirilmesi sürecinde önemli bir yer tuttuğu söylenebilir (Umay, 2003). Bireylerin ilköğretimi bitirip ikinci kademeye başladıklarında, matematiksel akıl yürütme ve problem çözme becerileri en önemli matematiksel öğrenme kavramları olmaktadır (Schmidt & Bednarz, 1997). Bu sebeple matematiksel akıl yürütme, matematik öğrenme-öğretme sürecinin önemli bir bileşenidir (Duatepe, Akkuş Çıkkla ve Kayhan, 2005). NRC (1996), matematik ve fen bilimleri eğitiminde amacın bilimsel düşünce becerilerini geliştirmeye dönük olduğunu belirtmiştir. Buna göre bir eğitim ortamı, kişiye kimya, biyoloji, fizik ve matematiğin veya bilim ve teknolojinin içeriğini aktarmaya yönelik olmadan ziyade, akıl yürütme becerileri kazandırmaya dönük olmalıdır. Matematiksel akıl yürütme kavramı İlhan (2019) tarafından “Matematik alanında karşılaştığımız bir problem durumu ile ilgili, verilerden yola çıkarak çözüme ulaşabilme sürecinde yeni bir bilişsel yol veya yöntem belirleyebilme ve pratik bir şekilde çözüme ulaşabilme becerisi” olarak tanımlanmıştır.

Öğretmenlerin kendi öğretim materyallerini tasarlayabilmeleri, öğretim materyallerini uygun yöntem ve teknikler ile yerinde ve etkili bir şekilde kullanabilmeleri, öğrenciye iletmek istediği mesajı görsel olarak düzenleyebilmesi, örneğin basit şemalar ve çizimler yapabilmesi görsel, uzamsal ya da geometrik akıl yürütme becerisi ile son derece ilişkilidir (Alpan, 2008). Southampton/Hampshire’da bir grup matematikçi ve onları destekleyen eğitimciler, bazı öğrenme ve öğretme materyallerinin denenmesi ve geliştirilmesi sürecini içeren, ortaokul basamağında geometrik akıl yürütmenin geliştirilmesi ve bu akıl yürütme türüne odaklanılması gerektiğini belirten bir rapor yazmışlardır. Bu rapor 2002 Ekim ayından 2003 Kasım ayına kadar (yaklaşık bir yıl) yapılan incelemeleri kapsamaktadır. Çalışmanın sonuç raporu ise Mart 2004’te Curriculum Authority (QCA)’da sunulmuştur. Raporda geometrik akıl yürütme kavramının iki ve üç boyutlu cisimlerin özelliklerini, durumlarını, yönlerini ve dönüşümlerini içerdiği ifade edilmiştir. Ayrıca geometrik akıl yürütme etkinliklerinin öğrenci gruplarıyla yürütülmesiyle öğrencilerin; öğretim sürecine ilgilerinin arttığı, geometrik oranları fark ederek sonuçları açıkladığı, problem çözme becerilerinin geliştiği, genel ölçüm kurallarını bildiği, iki boyutlu ve üç boyutlu şekiller arasında bulunan oranlar üzerinde uzmanlaştığı ve diğer sınıf faaliyetlerinde bu bilgileri kullandığı rapor edilmiştir (Brown, Jones & Taylor, 2003). İlhan (2019) tarafından geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisi “Bireyin geometrik bir şekille karşılaşması durumunda, zihninde bulunan ve kendisine sunulan bilgilerden hareketle bu şekille ilgili yorum yapabilmesi, yeni bir bilişsel yol veya yöntem belirleyerek şekli pratik bir şekilde analiz edebilmesi, bu şekli farklı problem durumlarıyla ilişkilendirebilmesi ve problem çözüm süreçlerinde kullanabilmesi” şeklinde tanımlanmıştır.

Öğretim programlarında yer verilen bilgiler, beceriler ve değerlerin öğrencilere istenilen şekilde kazandırılması asıl amaç olarak görülmektedir. Bu amaç doğrultusunda, öğrencilerin aktif olarak bulunduğu öğretim yaklaşımlarının öğretim sürecinde kullanılması, öğrenme süreçlerinin ve



materyallerinin amaca uygun olacak şekilde seçilmesi ve öğrencilerin gelişimlerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. MEB (2018) matematik öğretim programında da öğrencilerin öğretim sürecinde var olan öğrenme güçlüklerinin tespit edilerek giderilmesi, öğrencilerde kalıcı ve anlamlı öğrenmelerin desteklenmesi amacıyla performansa dayalı ölçme ve değerlendirme anlayışı kabul edilmiştir. Öğrencilerin öğrenmelerinin düzeyini tespit etmek ve değerlendirmek amacıyla performansa dayalı ölçme ve değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Performans değerlendirme çalışmaları öğrencinin bilgiyi gerçek veya gerçeğe yakın ortamlarda kullanabilmesine dönük ölçme uygulamalarıyla yapılmalıdır (MEB, 2018). Öğretim programında performans kavramı bu kadar önemli görülmesine rağmen yapılan araştırmalar, öğrencilerin bilgilerini doğru bir şekilde performansa dönüştürmediklerini, öğretmenlerin ya da öğretmen adaylarının performans kavramıyla ilgili detaylı bilgilere sahip olmadıklarını ve performans değerlendirme işlemlerini doğru bir şekilde yapamadıklarını göstermektedir (Altun, 2014; Arıkan, 2016; Cankoy ve Ozder, 2011; Erkek ve Işıksal, 2015).

Performans değerlendirme, “bireylerin bir konudaki becerilerini, bilgilerini ve anlama düzeylerini yansıtmasına imkân verecek farklı durumların oluşturulduğu değerlendirme amaçlı çalışmalar” olarak tanımlanmaktadır (Marzano, Pickering & McTighe, 1993). Matematik ve geometri öğretim süreci düşünüldüğünde problem çözme adımlarını ve problem çözme becerilerini ayrıntılı bir şekilde değerlendirmek için birçok noktada standart testler yetersiz kalmaktadır (Karataş ve Güven, 2003). Öğretim sürecindeki bu eksikliğin giderilebilmesi için performans değerlendirme gerekebilmektedir (Ersoy, Gürdoğan Bayır ve Güvey, 2010). MEB (2018) matematik öğretim programında da performans değerlendirme yönteminin öğretim süreçlerinde kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Performans değerlendirme, sözlü anlatım, yazılı anlatım, makale yazma, kompozisyon, kroki çizme, yazma, deney düzeniği oluşturma veya deney yapma, şekil çizme, grafik çizme, model oluşturma, bir araç yapma, problem çözme gibi işlemlere sahip becerileri içerir (Kutlu, Doğan & Karakaya, 2008). Bu gibi bazı önemli öğrenme durumları performans değerlendirme yaklaşımı ile ölçülmektedir. Standart testlerin yanında performans değerlendirme yaklaşımı bir ölçme tekniği olarak alanyazında bulunmaktadır (Karataş ve Güven, 2003). Bu sebeple matematik ve geometri öğrenme alanlarında kullanılan beceriler ve ürünlerin ölçülmesi için performans değerlendirmeye ihtiyaç duyulmakta ve sık sık başvurulmaktadır.

Alan yazın taraması yapıldığında ulusal veya uluslararası akıl yürütme, matematiksel akıl yürütme veya geometrik şekiller üzerine akıl yürütme kavramlarıyla ilgili çalışmalara rastlanmaktadır. Chacón, Albaladejo ve López (2016) çalışmalarında geometrik akıl yürütmede teknolojik olarak zig zag işbirlikçi ortamların matematiksel çalışma, biliş ve uzamsal etkileşim üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Nilsson (2013) çalışmasında diyagramsal akıl yürütme kavramını sınıf düzeyleri arasındaki ilişkilerle incelemiştir. Panaoura ve Gagatsis (2009) çalışmalarında temel eğitim ve ortaokul düzeyindeki öğrencilerin geometrik akıl yürütme becerilerini araştırmışlardır. Jones, Fujita ve Ding (2005) araştırmalarında Çin ve Japonya’daki uzman öğretmenlerin görüşleri neticesinde geometrik akıl yürütmenin öğretimini detaylı bir şekilde incelemişlerdir. Brown, Jones, Taylor ve Hirst (2004) çalışmalarında ortaokul düzeyinde matematik öğretim sürecindeki hedeflere ulaşılması noktasında, geometrik özellikler ve teoremlerin, bilginin birikiminin, yeteneğin geliştirilmesinin, varsayımın, tümdengelimli akıl yürütmenin ve ispatın geliştirilerek kullanılmasını teşvik etmişlerdir. Fujita ve Jones (2002) araştırmalarında Japonya ve İngiltere’de (özellikle İngiltere ve İskoçya) bulunan ortaokullarda kullanılan mevcut ders kitaplarının analizini rapor etmişlerdir. Fischbein ve Nachlieli (1998) çalışmalarında geometrik şekiller ve kavramların teorik yapısını geometrik akıl yürütme kavramı ile açıklamışlardır. İlhan ve Aslaner (2018) araştırmalarında matematik öğretmen adayları için geçerli ve güvenilir geometrik şekiller üzerine akıl yürütme beceri testi geliştirmiş ve matematik öğretmen adaylarının geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerilerini üniversite ve sınıf düzeyi değişkenleri açısından incelemişlerdir. Bal İncebacak ve Ersoy (2016) çalışmalarında yedinci sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akıl yürütme beceri düzeylerini TIMSS verilerine göre belirlemişlerdir. Erdem (2015) araştırmasında farklı türde öğretim yöntemleri kullanılarak zenginleştirilen öğrenme ortamının matematiksel akıl yürütme etkisini incelemiştir. Arıcı ve Aslan Tutak (2015)’in yapmış olduğu çalışmada, origaminin mekânsal görselleştirme, geometrik akıl yürütme ve geometri başarısı üzerindeki etkisini incelemiştir. Şahin (2012)

araştırmasında matematik öğretmen adaylarının geometrik akıl yürütme becerilerinin Van Hiele geometri düşünme düzeyleri ile olan ilişkisini analiz etmiştir. Arıcı (2009) araştırmasında üçgenlerle ilgili bazı temel konularda origami temelli öğretimin onuncu sınıf öğrencilerinin geometri başarısı, uzamsal görselleştirme ve geometrik akıl yürütmeleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Erdoğan, Akkaya ve Çelebi Akkaya (2009) çalışmasında Van Hiele modeline dayalı öğretimin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin yaratıcı düşünme ve akıl yürütme düzeylerine etkisini tespit etmiştir. Duatepe, Akkuş Çıkla ve Kayhan (2005) araştırmalarında öğrencilerin orantısal akıl yürütmeyi gerektiren oran ve orantı sorularında kullanmış oldukları çözüm stratejilerini ve bu stratejilerin soru türlerine göre nasıl farklılaştığını belirlemişlerdir. Yine alan yazın taraması yapıldığında ulusal veya uluslararası performans, matematiksel performansı veya geometrik performansı kavramlarıyla ilgili çalışmalara rastlanmaktadır. Erdal (2007) çalışmasında performans değerlendirmenin ölçme-değerlendirme süreçlerinde kullanılması gereken alternatif bir yöntem olduğunu ifade etmiştir. Geer, Quinn ve Ganley (2018) araştırmalarında ilköğretim öğrencilerinde uzamsal beceriler ve matematik performansları arasındaki ilişkilerin gelişimini boylamsal bir şekilde incelemişlerdir. Chamberlin (2011) çalışmasında öğretmen adaylarının öğretim süreçlerine potansiyel matematik kursu uygulamalarıyla yeni bir boyut kazandırmış ve bu uygulamaların öğretmen adaylarının performansları üzerine etkisini incelemiştir. Rapp (2009) araştırmasında görsel-mekânsal zekâyâ sahip öğrencilerin matematiksel performans düzeylerini artırabilmek için etkili olan stratejiler belirlemiştir. Kyttälä ve Lehto (2008) çalışmasında pasif ve aktif görsel-uzamsal çalışma belleğinin matematik performansı ile olan ilişkisini araştırmıştır. Funkhouser (2002) araştırmasında artırılmış gerçeklik uygulamalarının bulunduğu geometri uygulamalarının öğrencilerin geometri performansları ve tutumlarına olan etkisini incelemiştir. Özyıldırım Gümüş ve Umay (2017) çalışmalarında problem çözme stratejilerinin matematik öğretmen adaylarının problem çözerken kavramsal ya da işlemsel tercihlerine ve problem çözme performanslarına etkisini analiz etmişlerdir. Alptekin, Vural ve Aksoy (2016) araştırmalarında akıcı işlem yapma becerilerini kazandırmak amacıyla keşfet-kopyala-karşılaştır yönteminin etkililiğini incelemişlerdir. Bal (2012) çalışmasında matematik dersinde ilköğretim öğrencilerinin performans görevi hazırlama süreci hakkındaki görüşlerini almış ve yaşamış oldukları sorunları belirlemiştir. Kotaman (2008) araştırmasında öğrenme performansının geliştirilmesine ilişkin alan yazın taraması yaparak ilgili kavramı detaylı bir şekilde açıklamıştır. Gökkaya Çoban (2001) çalışmasında bilgisayar destekli öğretimin yedinci sınıfların sıralı ikililer ve noktaların kartezyen koordinat düzleminde gösterimi kazanımlarına ilişkin performanslarına etkisini araştırmıştır. Ayrıca yapılan alan yazın taraması neticesinde görsel geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisi ve geometri performansı arasındaki ilişkiyi aynı anda, bu çalışmada kullanılan analiz yöntemleriyle (korelasyon ve regresyon analizinin birlikte kullanıldığı), çalışmaya özgün ölçek ve testler kullanılarak ve 1-4. sınıf matematik öğretmen adayları üzerinde araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamış olması bakımından çalışmanın özgün değere sahip olacağı ve matematik eğitimine katkı sağlayacağı ön görülmektedir.

### **Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı matematik öğretmen adaylarının geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerileri ile geometri performansları arasındaki ilişkiyi incelemektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır;

Matematik öğretmen adaylarının geometrik şekiller üzerine akıl yürütme ve geometri performansları;

1. Hangi düzeydedir?
2. Cinsiyet ve sınıf değişkenlerine göre farklılaşmakta mıdır?
3. Arasındaki ilişki nasıldır?
4. Arasındaki yordama gücü nasıldır?

### **Yöntem**

#### **Araştırma Modeli**

Araştırma, betimsel türdedir. Betimsel çalışmalar, verilen bir durumu olabildiğince tam ve dikkatli bir şekilde tanımlamaya çalışır. Eğitim alanındaki araştırmalarda, yaygın olarak betimsel yöntem tarama

çalışmaları yapılmaktadır. Çünkü araştırmacılar genellikle bireylerin, grupların ya da fiziksel ortamların özelliklerini özetlemek için betimsel çalışmalar yapmaktadırlar (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2012, s. 22). Bu araştırmada matematik öğretmen adaylarının geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisi ile geometri performansı arasındaki ilişkiyi belirten verilerin elde edilmesi noktasında ilişkisel tarama modeli tercih edilmiştir. İlişkisel tarama modeli iki ve daha çok sayıdaki değişken arasındaki ilişkinin birlikte değişim varlığını veya derecesini belirlemeyi amaçlayan araştırma modelidir. Bu modelde, aralarında ilişki aranacak değişkenler ayrı ayrı sembolleştirilir (Karasar, 2011, s. 81).

### Araştırmacıların Rolü ve Araştırmanın Geçerliliği

Araştırmacılar uygulama sürecinde öncelikle matematik öğretmen adaylarına kendilerini tanıtmış, kısa bir özgeçmiş bilgisi açıklaması sonrasında uygulama süreci hakkında matematik öğretmen adaylarını bilgilendirmişlerdir. Uygulama süreci boyunca matematik öğretmen adaylarına rehberlik edilmiş gerekli açıklamalarda bulunulmuştur. Bu süreçte toplanan verilerin hatalardan arınık olması ve geçerliliği ile beraber güvenilirliğinin artırılması amaçlarıyla oluşabilecek durumları önceden tahmin edilerek önlemler alınmaya çalışılmıştır. Katılımcı sayısı ön görülerek test ve form sayısı ile ilgili ön hazırlıklarda bulunulmuş, bir aksaklık çıkmaması adına önlemler alınmaya çalışılmıştır. Araştırmacılar uygulamaları yaparken verilerin uygulama ortamından kaynaklanan hatalardan arınık olması amacıyla birtakım önlemler almış, matematik öğretmen adaylarıyla uygun bir uygulama ortamı oluşturmaya özen göstermişlerdir. Araştırmacılar uygulama sürecine geçmeden önce matematik öğretmen adaylarına gerekli açıklamaları yaparak eksikleri gidermeyi hedeflemişlerdir. Ayrıca uygulamalar ilgili eğitim fakültelerinin sınıflarında yürütülmüş, uygulama sürecinin sessizliğine ve uygunluğuna dikkat edilmiştir. Herhangi bir aksaklık çıkmaması adına uygulama yapılacak sınıf ortamları önceden kontrol edilmiştir. Araştırmacılar uygulama esnasında bir kopukluk olmaması için kalem ve silgi ihtiyacı olan matematik öğretmen adaylarının bu ihtiyaçlarını öngörerek gidermişlerdir. Bu doğrultuda araştırmacılar uygulama sürecini sorunsuz bir şekilde atlatmışlardır.

### Araştırma grubu

Araştırmanın katılımcılarını Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde bulunan orta büyüklükteki iki farklı üniversitenin eğitim fakültelerinde 2016-2017 öğretim yılı güz döneminde öğrenim gören 252 bayan 132 erkek olmak üzere toplam 384 matematik öğretmeni adayları oluşturmaktadır. Araştırmada uygun örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntem; zaman, işgücü ve para açısından var olan sınırlılıklar sebebiyle örneklemin kolay ulaşılabilir ve uygulama yapılabilir birimlerden seçilmesidir (Büyüköztürk, 2015, s.92). Araştırmanın katılımcılarının cinsiyet, sınıf ve üniversite değişkenleri açısından özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.**

*Katılımcıların özellikleri*

| Üniversite        | Cinsiyet | 1. Sınıf | 2. Sınıf | 3. Sınıf | 4. Sınıf | Toplam |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| Doğu Anadolu      | Bayan    | 33       | 39       | 41       | 36       | 149    |
|                   | Erkek    | 20       | 13       | 9        | 16       | 58     |
| Güneydoğu Anadolu | Bayan    | 27       | 33       | 24       | 19       | 103    |
|                   | Erkek    | 22       | 13       | 16       | 23       | 74     |
| Toplam            |          | 102      | 98       | 90       | 94       | 384    |

### Veri Toplama Araçları

#### Geometrik Şekiller Üzerine Akıl Yürütme Beceri (GSAYB) Testi

İlhan ve Aslaner (2018) tarafından geliştirilmiş olan GSAYB testi çoktan seçmeli olup toplam 20 maddeden oluşmaktadır. Test maddeleri doğru cevaplar için 1 yanlış cevaplar için 0 olacak şekilde puanlanmıştır. Bu nedenle testten alınabilecek en düşük puan 0 en yüksek puan ise 20’dir. Testin

geçerliliği için daha çok tercih edilen kapsam geçerliliği ve yapı geçerliliği sınamaları yapılmıştır. Yapı geçerliliğinin belirlenmesinde, konu alanıyla ilgili uzman görüşlerinin alınması uygun ve yeterli görülmüştür. Kapsam geçerliliği, Türkiye’de bulunan üniversitelerde verilen geometri öğretimi dersinin öğrenme çıktılarının analizi ve alan yazın taraması yöntemi ile sağlanmıştır. Testin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,745 olarak bulunmuştur. Bu değer testin güvenilir olduğunu söyleyebilmek için yeterlidir.

### Geometri Performans (GP) Testi

GP testi, Türkiye’de üniversitelerde verilen geometri öğretimi derslerinin öğrenme çıktıları analiz edilerek, ilgili alanda alan yazın taraması yapılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan taslak test matematik eğitimi alanında üç, Türkçe eğitimi alanında bir öğretim üyesi tarafından değerlendirilmiştir. Puanlayıcılar arasındaki güvenilirliği değerlendirmek amacıyla KAPPA (Puanlayıcılar arası uyum) katsayısı hesaplanmıştır. Elde edilen KAPPA değeri 0,90 olup uyumun ( $[KAPPA] > 0,75$ ) mükemmel olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kılıç, 2015). GP testi için dereceli puanlama anahtarı oluşturulmuş her bir soru “Boş”, “Yanlış”, “Kısmen Doğru” ve “Doğru” şeklinde değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme doğrultusunda; tam doğru cevaplar 2, kısmen doğru cevaplar 1, yanlış ve boş bırakılan cevaplar 0 puan olarak puanlanmış ve testin geçerlilik-güvenirlik çalışmalarını yapmak üzere pilot uygulama çalışmasına geçilmiştir. Testin geçerliliği için yapı ve kapsam geçerliliği araştırmaları yapılmıştır. Yapı geçerliliğinin belirlenmesinde, madde güçlükleri ve ayırt edicilik indeksleri hesaplanmış kapsam geçerliliği için konu alanı ile ilgili uzman görüşleri alınmıştır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen 38 maddelik testin güvenilirliği KR-21 güvenilirlik katsayısı yardımıyla belirlenmiş, güvenilirlik katsayısı 0,79 olarak bulunmuştur. Büyüköztürk (2015) bir testin güvenilir kabul edilebilmesi için KR-21 iç güvenilirlik katsayısı değerinin 0,7 den büyük olması gerektiğini belirtmiştir. Hesaplanan bu değer testin güvenilir olduğunu göstermektedir.

### Verilerin Çözülmesi

Araştırmada elde edilen verilerin Office Microsoft Excel, SPSS 23.0 ve Lisrel 8.80 istatistiksel analizleri yapılmıştır. Çalışmada normallik testi yapılırken Shapiro-Wilk testi kullanılmış, betimsel istatistikler yüzde, standart sapma, KR-20 ve KR-21 değerleriyle analiz edilmiştir. Araştırmada bağımsız değişkenlere göre veriler analiz edilirken t-testi, ANOVA ve Tukey testi kullanılmış, anlamlı farklılığın bulunduğu gruplar arasında *Cohen’s d* ve *Cohen’s f* etki büyüklüğü değerlerine bakılmıştır. Ayrıca GSAYB ve GP arasındaki ilişki değerlendirilirken korelasyon ve regresyon analizi yapılmıştır.

### Normallik Testlerinin Yapılması

Çalışmada varyansların homojen dağılıp dağılmadığını belirlemek amacıyla Levene testi yapılmıştır. Levene testi sonucu GSAYB testi ( $z=0,496$ ,  $p=0,052$ ) ve GP testi ( $z=0,262$ ,  $p=0,194$ ) uygulamaları için  $p > 0,05$  olduğundan varyansların eşit olduğu tespit edilmiştir (Büyüköztürk, 2015, 48-49). Yapılan levene analizi sonrasında verilerin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk testi yapılmıştır. Bu teste ilişkin bulgular Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.**

*GSAYB ve GP testi Shapiro-Wilk testi sonuçları*

|             | Grup     | İstatistik | Sd  | p    |
|-------------|----------|------------|-----|------|
| GSAYB testi | Bayan    | 0,98       | 252 | 0,10 |
|             | Erkek    | 0,98       | 132 | 0,29 |
| GP testi    | Bayan    | 0,99       | 252 | 0,15 |
|             | Erkek    | 0,99       | 132 | 0,20 |
| GSAYB testi | 1. sınıf | 0,96       | 102 | 0,70 |
|             | 2. sınıf | 0,98       | 98  | 0,17 |

|          |          |      |     |      |
|----------|----------|------|-----|------|
|          | 3. sınıf | 0,97 | 90  | 0,31 |
|          | 4. sınıf | 0,95 | 94  | 0,10 |
| GP testi | 1. sınıf | 0,99 | 102 | 0,75 |
|          | 2. sınıf | 0,99 | 98  | 0,59 |
|          | 3. sınıf | 0,98 | 90  | 0,31 |
|          | 4. sınıf | 0,97 | 94  | 0,55 |

Shapiro-Wilk testi sonucu GSAYB ve GP uygulamaları her bir veri seti için ( $p>0,05$ ) olduğundan normal dağılım göstermektedir. Bu nedenle cinsiyet değişkeni için t-testi ve sınıf değişkeni için Tukey testi kullanılmasına karar verilmiştir.

### Etki Büyüklüklerinin Hesaplanması

Çalışmada uygulanan t-testi, ANOVA ve Tukey testinin sonuçları analiz edildikten sonra farklılığın anlamlı çıktığı sonuçlara ilişkin etki büyüklüğü değerleri hesaplanmıştır. Etki büyüklüğü değeri gözlemlenen etkinin büyüklüğünün nesnel ve standartlaştırılmış bir ölçüsü olarak bilinmektedir (Field, 2005, s. 33). Etki büyüklüğü, çalışma sonuçlarının uygulamadaki anlamlılığını belirtmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2007, s. 54; Özsoy ve Özsoy, 2013, s. 337). Bir araştırmada ikili gruplar arasında hesaplanan etki büyüklüğü (*Cohen's d*) değeri şu şekilde yorumlanır: 0,20-0,49 aralığında ise düşük; 0,50-0,79 aralığında ise orta 0,80 ve üzeri ise yüksek düzeyde etki büyüklüğü mevcuttur (Cohen, 1988). Çoklu gruplarda varyans analizinde etki büyüklüğü hesaplamak için *Cohen's f* kullanılmaktadır. *Cohen's f* değeri, örneklemin varyans oranını tahmin eder. *Bu değer* yorumlanırken, 0,10-0,24 aralığında ise küçük düzeyde, 0,25-0,39 aralığında ise orta düzeyde ve 0,40'dan büyük ise büyük düzeyde etki büyüklüğü mevcuttur (Cohen, 1988). Bu doğrultuda sınıf değişkenine ilişkin ANOVA testi sonuçlarının etki büyüklüğü değeri olarak *Cohen's f* değeri ve anlamlı farklılık çıkan Tukey testi sonuçlarının her birinin etki büyüklüğü değeri olarak *Cohen's d* değerleri hesaplanarak yorumlanmıştır. Cinsiyet değişkeni için yapılan t-testi sonuçlarında anlamlı farklılık çıkmaması sebebiyle etki büyüklüğü değeri olarak *Cohen's d* değerleri ve sınıf düzeyi değişkenine göre sonuçlarda anlamlı farklılık çıkmayan gruplarda da benzer şekilde *Cohen's d* etki büyüklüğü değerleri hesaplanmamıştır.

### Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde kullanılan GSAYB ve GP testlerine ait genel anlamda betimleyici istatistikler, cinsiyet ve sınıf düzeyi değişkenlerine göre betimleyici istatistikler, cinsiyete göre bağımsız örneklem t-testi sonuçları, sınıf düzeylerine göre ANOVA testi sonuçları ve bu sonuçların etki büyüklüğü değerleriyle beraber yorumları verilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkiye ait korelasyon tablosu oluşturulmuş, regresyon analizi katsayısı hesaplanmıştır. Değişkenlere ilişkin genel anlamda betimleyici istatistik değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.**  
*Çalışmada bulunan değişkenlere ait betimleyici istatistik değerleri*

| Değişken | N   | X  | $\bar{X}$ | %     | ss.   |
|----------|-----|----|-----------|-------|-------|
| GSAYB    | 384 | 20 | 9,99      | 49,95 | 2,75  |
| GP       |     | 38 | 41,80     | 55,00 | 11,26 |

Tablo 3'te değişkenlere ait yüzdeler incelendiğinde yaklaşık %5'lik farkla GSAYB'in GP'ye göre daha düşük olduğu görülmektedir. Çalışmaya katılan matematik öğretmen adaylarının genel anlamda betimleyici istatistikleri incelendikten sonra cinsiyet ve sınıf düzeyi bağımsız değişkenlerine ait betimleyici istatistikler incelenmiş ve cinsiyet değişkenine ait istatistikler Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.**  
*Cinsiyete göre betimleyici istatistikler*

| Cinsiyet | Gruplar | N   | X  | $\bar{X}$ | %     | ss.   |
|----------|---------|-----|----|-----------|-------|-------|
| GSAYB    | Bayan   | 252 | 20 | 9,87      | 49,35 | 2,55  |
|          | Erkek   | 132 |    | 10,21     | 51,05 | 3,10  |
| GP       | Bayan   | 252 | 38 | 41,54     | 54,66 | 10,66 |
|          | Erkek   | 132 |    | 42,28     | 55,63 | 12,36 |

Tablo 4'e göre erkelerin hem GSAYB hem de GP testinde bayanlara göre daha yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Sınıf düzeyi değişkenine göre testlerin betimleyici istatistik değerleri incelenmiş elde edilen bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.**  
*Sınıf düzeyine göre betimleyici istatistikler*

| Değişken | Sınıf | N   | X  | $\bar{X}$ | %     | ss.   |
|----------|-------|-----|----|-----------|-------|-------|
| GSAYB    | 1     | 102 | 20 | 9,28      | 46,40 | 3,07  |
|          | 2     | 98  |    | 10,53     | 52,65 | 2,36  |
|          | 3     | 90  |    | 10,51     | 52,55 | 2,19  |
|          | 4     | 94  |    | 9,69      | 48,45 | 3,05  |
| GP       | 1     | 102 | 38 | 40,70     | 53,55 | 12,11 |
|          | 2     | 98  |    | 41,11     | 54,09 | 9,92  |
|          | 3     | 90  |    | 45,13     | 59,38 | 10,05 |
|          | 4     | 94  |    | 40,51     | 53,30 | 12,23 |

Tablo 5 incelendiğinde matematik öğretmen adaylarının geometrik şekiller üzerine akıl yürütme beceri düzeylerinin en yüksek ikinci (%53) sınıflarda, en düşük birinci (%46) sınıflarda olduğu görülmektedir. Geometri performansları ise %59 ile üçüncü sınıflarda en yüksek iken, en düşük değer %53 ile dördüncü sınıflarda çıkmıştır. Betimsel istatistikler sonrasında bağımsız değişkenler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırılmış, anlamlı farklılık bulunan değişkenlerde etki büyüklüğü değerleri hesaplanmıştır. Cinsiyet değişkenine göre bağımsız örneklem t-testi yapılmış, elde edilen bulgular Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.**  
*Cinsiyete göre bağımsız örneklem t-testi bulguları*

| Değişken | Gruplar | N   | $\bar{X}$ | %     | ss    | sd  | t     | p    |
|----------|---------|-----|-----------|-------|-------|-----|-------|------|
| GSAYB    | Bayan   | 252 | 9,87      | 49,35 | 2,55  | 382 | -1,15 | 0,25 |
|          | Erkek   | 132 | 10,21     | 51,05 | 3,10  |     |       |      |
| GP       | Bayan   | 252 | 41,54     | 54,66 | 10,66 | 382 | -0,61 | 0,54 |
|          | Erkek   | 132 | 42,28     | 55,63 | 12,36 |     |       |      |

Tablo 6 incelendiğinde matematik öğretmen adaylarının hem GSAYB [t(382)=-1,15: p>0,05] puanlarında hem de GP [t(382)=-0,61: p>0,05] puanlarında cinsiyet değişkeni açısından farklılaşmadığı söylenebilir. Cinsiyete ait bulgular incelendikten sonra matematik öğretmen adaylarının geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerilerinin ve geometri performanslarının sınıf düzeyine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla ANOVA testi yapılmış, elde edilen bulgular sırasıyla okuyucuya sunulmuştur. Geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisinin sınıf düzeyine göre elde edilen bulguları Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7.**  
Sınıf düzeyine göre GSAYB'ın ANOVA testi bulguları ve etki büyüklüğü değerleri

| Değişken | $X^2$         | df      | F   | p    | Cohen's<br>f | Sınıf | p   | hss  | Cohen's<br>d |      |
|----------|---------------|---------|-----|------|--------------|-------|-----|------|--------------|------|
| GSAYB    | Gruplar Arası | 112,25  | 3   | 5,12 | 0,00         | 0,20  | 1<2 | 0,01 | 2,73         | 0,46 |
|          | Grup İçi      | 2779,71 | 380 |      |              |       | 1<3 | 0,01 | 2,68         | 0,47 |
|          | Toplam        | 2891,96 | 383 |      |              |       |     |      |              |      |

Tablo 7 incelendiğinde GSAYB için sınıflar arası farklılığın anlamlı olduğu [ $F(3, 383)=5,12, p<0,05$ ]. Ancak etki büyüklüğü değeri sınıflar arası farklılıkların düşük düzeyde (Cohen's  $f=0,20$ ) olduğunu göstermektedir. Bu farklılık sınıflar arasında ayrı ayrı araştırıldığında 1-2. ve 1-3. ( $p<0,05$ ) sınıfları arasında ikinci ve üçüncü sınıfların lehine anlamlı farklılığın olduğu, diğer sınıflar arasında anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir. Farklılığın anlamlı olduğu sınıflar arasındaki etki büyüklüğü değerine bakıldığında 1-2. ve 1-3. sınıflar arasında düşük düzeyde (Cohen's  $d: 1-2.=0,46, 1-3.=0,47$ ) bir etkinin olduğu söylenebilir. Geometri performansının sınıf düzeyine göre elde edilen bulguları Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 8.**  
Sınıf düzeyine göre GP'nin ANOVA testi bulguları ve etki büyüklüğü değerleri

| Değişken | $X^2$         | df       | F   | p    | Cohen's<br>f | Sını<br>f | p   | hss  | Cohen's<br>d |      |
|----------|---------------|----------|-----|------|--------------|-----------|-----|------|--------------|------|
| GP       | Gruplar Arası | 1326,92  | 3   | 3,56 | 0,02         | 0,17      | 1<3 | 0,03 | 11,13        | 0,40 |
|          | Grup İçi      | 47261,23 | 380 |      |              |           | 3>4 | 0,03 | 11,16        | 0,41 |
|          | Toplam        | 48588,16 | 383 |      |              |           |     |      |              |      |

Tablo 8 incelendiğinde GP için sınıflar arası farklılığın anlamlı olduğu tespit edilmiştir [ $F(3, 383)=3,56, p<0,05$ ]. Hesaplanan etki büyüklüğü değeri sınıflar arası farklılıkların düşük düzeyde (Cohen's  $f=0,17$ ) olduğunu göstermektedir. Bu farklılık sınıflar arasında ayrı ayrı araştırıldığında 1-3. ve 3-4. ( $p<0,05$ ) sınıfları arasında üçüncü sınıfların lehine anlamlı farklılığın olduğu, diğer sınıfları arasında anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir. Farklılığın anlamlı olduğu sınıflar arasındaki etki büyüklüğü değerine bakıldığında 1-3. ve 3-4. sınıflar arasında düşük düzeyde (Cohen's  $d: 1-3.=0,40, 3-4.=0,41$ ) bir etkinin olduğu söylenebilir. Araştırmada değişkenler arasındaki korelasyon tablosu oluşturulmuş, elde edilen bulgular Tablo 9'da verilmiştir.

**Tablo 9.**  
Değişkenler arasındaki korelasyon tablosu

| Değişkenler (Correlate) | GSAYB  |
|-------------------------|--------|
| GP                      | 0,80** |

(\*\* :  $p<0,01$  ve  $p<0,05$ )

Tablo 9 incelendiğinde değişkenler arasındaki korelasyonun  $p<0,01$  ve  $p<0,05$  düzeyinde pozitif yönde anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir. GSAYB ile GP arasında yüksek düzeyde ( $r=0,80, p<0,01$ ) ilişki bulunmuştur. Değişkenler arası ilişki analiz edildikten sonra geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisinin geometri performansını ne kadar yordadığını belirlemek amacıyla regresyon analizi yapılmış, edilen bulgular Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 10.**

Geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisinin geometri performansını yordama gücü

| Varyans Kaynağı | Kareler Toplamı | sd  | Kareler Ortalaması | F       | p     | R     | R <sup>2</sup> |
|-----------------|-----------------|-----|--------------------|---------|-------|-------|----------------|
| Regresyon       | 1870,057        | 1   | 1870,057           | 699,051 | 0.000 | 0.804 | 0,647          |
| Hata            | 1021,902        | 382 | 2,675              |         |       |       |                |
| Toplam          | 2891,958        | 383 |                    |         |       |       |                |

Tablo 10 incelendiğinde, geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisinin geometri performansını anlamlı bir şekilde yordadığı görülmektedir. ( $F(1,382)=699,051$ ;  $p=0.000$ ). Değişkenler arasındaki regresyon ilişkisi incelendiğinde ( $R=0,804$ ,  $R^2=0,647$ ,  $p=0,000<0.01$ ) geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisinin geometri performansını yordama gücünün yaklaşık %65 olduğu görülmektedir. Bir diğer ifadeyle geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisi geometri performansının güçlü ve anlamlı bir yordayıcısıdır.

### Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma matematik öğretmen adaylarının geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerileri ve geometri performans düzeyleri arasındaki ilişkiyi korelasyon ve regresyon analizi teknikleriyle incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu genel amaçla beraber matematik öğretmen adaylarının geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisi ve geometri performansı düzeyleri belirlenmiş, cinsiyet ve sınıf değişkeni açısından anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği etki büyüklükleriyle beraber araştırılmış, değişkenler arasındaki korelasyon tablosu oluşturulmuş ve regresyon analizi yapılmıştır. Çalışmada matematik öğretmen adaylarının GSAYB düzeylerinin ortalamasının altında olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu değer ortalamaya çok yakındır. Matematik öğretmen adaylarının GSAYB ortalamaları cinsiyet değişkenine göre incelendiğinde erkeklerin bayanlardan daha yüksek bir ortalamaya sahip olduğu, erkeklerin puanlarının ortalamasının üstüne çıkarken bayanların puanlarının ortalamasının altında kaldığı belirlenmiştir. Sınıf değişkenine göre incelendiğinde ise en yüksek ortalamasının ikinci sınıflara ait olduğu, üçüncü ve dördüncü sınıfta ise ortalamasının düştüğü görülmektedir. Ayrıca matematik öğretmen adaylarının GSAYB puanları birinci ve dördüncü sınıflarda ortalamasının altında, ikinci ve üçüncü sınıflarda ortalamasının üstünde kalmıştır. Bu sonuçların sebepleri matematik öğretmen adaylarının GSAYB hakkında yeterli bilgiye sahip olmamaları, yeteri kadar geometrik şekiller üzerine akıl yürütememeleri, testin zor gelmesi veya almış oldukları lisans eğitimindeki alan derslerinin matematik öğretmen adaylarına sağlamış olduğu katkılar olarak düşünülebilir. Bu sonuçlar matematik öğretmen adaylarının sorumlu oldukları ortaokul matematik öğretim programında geçen akıl yürütme kavramıyla ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıklarını da kanıtlar niteliktedir. Bununla birlikte matematik öğretmen adaylarının aldığı eğitim neticesinde GSAYB düzeylerinin artış göstermesi ancak son sınıflarda Kamu Personel Seçme Sınavı (KPSS), Yabancı Dil Bilgisi Seviye Tespit Sınavı (YDS), Yükseköğretim Kurumları Yabancı Dil Sınavı (YÖKDİL) ve Akademik Personel ve Lisansüstü Eğitimi Giriş Sınavı (ALES) gibi sınavlara yönelmeleri ve alan dışı çalışmalarla uğraşmaları bu sonucu etkileyen önemli bir etken olarak düşünülebilir. Alanyazında yapılan çalışmalar incelendiğinde de araştırma bulgularıyla benzer şekilde matematiksel veya geometrik akıl yürütme becerisinin orta düzeyde olduğunu tespit eden çalışmalara rastlamak mümkündür. Poçan, Yaşaroğlu ve İlhan (2017) yapmış oldukları çalışmalarında ortaokul yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel akıl yürütme becerilerinin orta düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Yine İlhan ve Aslaner (2018) yapmış oldukları çalışmalarında matematik öğretmen adaylarının GSAYB puanlarının orta düzeyde olduğunu, birinci sınıftan ikinci sınıfa geçerken GSAYB düzeylerinin arttığını, üçüncü sınıfta GSAYB puanlarında düşüş olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Buckley, Seerey ve Canty (2018) öğretmen adaylarının geometrik problemleri çözmeye uzamsal akıl yürütme stratejilerini kullanma becerilerinin orta düzeyde olduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırmada matematik öğretmen adaylarının GP düzeylerinin ortalamasının üstünde olduğu fakat bu değer ortalamaya yakın olduğu tespit edilmiştir. Yani matematik öğretmen adayları ortalama düzeye



yakın bir GP göstermiştir. Cinsiyet değişkenine göre hem erkeklerin hem de bayanların GP puanları ortalamasının üzerindedir ve erkeklerin GP puanları bayarlardan daha yüksek çıkmıştır. Sınıf değişkenine göre matematik öğretmen adaylarının GP puanları tüm sınıf düzeylerinde ortalamasının üzerinde çıkarken birinci sınıftan üçüncü sınıfa kadar yükselmiş, dördüncü sınıfta ise düşmüştür. Bu sonuçların sebebi olarak, matematik öğretmen adaylarının GP konusunda yeterli düzeyde bilişsel becerilere sahip olmamaları veya becerilerini yeteri kadar performansa dökememeleri, genel anlamda çoktan seçmeli başarı testleriyle karşılaşmış olmaları (LKS, YKS vb.) veya performans testleriyle yeteri kadar karşılaşmamış olmaları düşünülebilir. Ayrıca GP düzeylerinin ilk üç sınıfta artış göstermesinin sebebi öğretmen adaylarının lisans öğrenimlerinde pedagojik alan bilgisi derslerini almış olmaları, ilgili derslerde performansa dayalı uygulamalar yapmış olmaları ve alan dersleri ile uzamsal becerilerinin gelişmiş olması olarak düşünülebilir. Bu sayede matematik öğretmen adayları görseller ve cebirsel temsiller arasındaki geçişi sağlamış olabilirler. Alanyazında GP'nin veya geometri başarısının öğretmen adayları ve öğrenciler üzerinde ölçüldüğü ve araştırma sonuçlarıyla benzer bulguların elde edildiği çalışmalar bulunmaktadır. Aygüner (2016) yapmış olduğu çalışmada sekizinci sınıf öğrencilerinin GP düzeylerinin ortalama değerden düşük olduğunu tespit etmiştir. Yine İlhan (2015) tarafından yapılan çalışmada matematik öğretmen adaylarının geometri başarı seviyelerinin orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Geer, Quinn ve Ganley (2018) yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin matematik performansı ve uzamsal algılarının ortalama düzeye yakın olduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırmada betimsel istatistikler incelendikten sonra bağımsız değişkenler (cinsiyet ve sınıf) arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışmada bayan matematik öğretmen adaylarının GSAYB düzeyleri ortalamasının altında kalırken erkek matematik öğretmen adaylarının GSAYB düzeyleri ortalamasının üstüne çıkmış, GSAYB puanları arasında anlamlı bir farklılık oluşmamıştır. Yani araştırma grubundaki matematik öğretmen adaylarının GSAYB düzeyleri bayan ve erkek öğretmen adayları için benzer özelliktedir. Bunun sebebi araştırma örneğinde bulunan öğretmen adaylarının karma bir şekilde aynı lisans eğitimini almaları olabilir. Alanyazın taraması yapıldığında cinsiyet değişkeninin akıl yürütme puanı üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığını tespit eden çalışmalara rastlamak mümkündür. Şahin (2012) yapmış olduğu çalışmada matematik öğretmen adaylarının geometrik akıl yürütme düzeylerinin cinsiyet değişkeni açısından anlamlı bir farklılık oluşturmadığını tespit etmiştir. Yine Poçan, Yaşaroğlu ve İlhan (2017) yapmış oldukları çalışmalarında cinsiyet değişkenine göre ortaokul yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel akıl yürütme becerilerinin anlamlı bir farklılık göstermediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca Ergül ve Artan (2015) yapmış oldukları çalışmada okulöncesi eğitim düzeyindeki erkek ve kız öğrencilerin puanları arasında akıl yürütme alan ve türleri bakımından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Araştırmada hem bayan hem de erkek matematik öğretmen adaylarının GP düzeylerinin ortalamasının biraz üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Araştırma verileri incelendiğinde erkek öğretmen adaylarının GP yönünden daha başarılı olduğu ve bayan öğretmen adayları ile aralarında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Yani matematik öğretmen adaylarının GP düzeyleri bayanlar ve erkekler için benzer özelliktedir. Bunun sebebi araştırma kapsamındaki matematik öğretmen adaylarının ortak lisans eğitimi almaları olabilir. Alanyazın taraması yapıldığında öğrencilerin matematik performansı veya GP'nin cinsiyet değişkeni açısından farklılaşmadığını tespit eden çalışmalara rastlamak mümkündür. Hall, Davis, Bolen ve Chia (1999) ABD'de bulunan bazı okullardan seçilen beşinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik performansları ve GP'lerinde cinsiyet değişkeni açısından anlamlı bir farklılık bulunmamışlardır. Ancak alanyazındaki bazı çalışmalar matematik performansı veya GP'nin cinsiyet değişkeni açısından farklılaştığını tespit etmiştir. Aunio ve Niemivirta (2010) okulöncesi sınıflarında çocukların matematiksel tahmin etme performanslarını araştırmış cinsiyet değişkeni açısından bireyler arasında anlamlı bir farklılık olduğunu tespit etmişlerdir. Yine Areepattamannil (2014) yapmış olduğu çalışmada Hintli ergenlerin PISA değerlendirmelerinde matematik performansları ve GP'lerinin cinsiyet değişkeni açısından anlamlı farklılık gösterdiğini bulmuştur. Ayrıca Geer, Quinn ve Ganley (2018) matematik performansı ve uzamsal algı puanlarının cinsiyete göre anlamlı farklılık gösterdiğini bulmuşlardır.

Matematik öğretmen adaylarının GSAYB düzeyleri için sınıflar arası farklılığın anlamlı olduğu görülmektedir. Ancak hesaplanan *Cohen's f* etki büyüklüğü değeri sınıflar arası farklılıkların düşük düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu farklılık sınıflar arasında araştırıldığında sadece 1-2. ve 1-3. sınıflar arasında ikinci ve üçüncü sınıfların lehine anlamlı farklılığın olduğu diğer sınıflar arasında anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir. *Cohen's d* etki büyüklüğü değerleri incelendiğinde de anlamlı farklılığın bulunduğu sınıflar arasında düşük düzeyde etkinin bulunduğu görülmektedir. Bu sonuçların sebebi matematik öğretmeni adaylarının almış olduğu lisans eğitiminde yapmış olduğu akıl yürütme uygulamaları olabilir. Alanyazın taraması yapıldığında sınıf değişkeninin akıl yürütme becerisi üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturduğunu tespit eden çalışmalara rastlamak mümkündür. Fischbein ve Nachlieli (1998) İsrail'de bulunan bir lisenin 9-11. sınıflarında öğretim görmekte olan öğrenciler üzerinde yürüttüğü çalışmada sınıf faktörünün geometrik akıl yürütme becerisi üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca araştırma bulgusuyla benzer şekilde bu çalışmada genel anlamda sınıf düzeyi ilerledikçe akıl yürütme becerisinin düştüğü görülmüştür. Yine İlhan ve Aslaner (2018) çalışmalarında matematik öğretmen adaylarının GSAYB düzeylerinin sınıf değişkenine göre anlamlı farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca alanyazında sınıf değişkeninin akıl yürütme becerisi üzerinde anlamlı farklılık oluşturmadığını ifade eden çalışmalarda bulunmaktadır. Şahin (2012) yapmış olduğu çalışmada matematik öğretmen adaylarının geometrik akıl yürütme düzeylerinin sınıf değişkeni açısından anlamlı bir farklılık oluşturmadığını tespit etmiştir. Umay ve Kaf (2005) yapmış oldukları çalışmalarında ilköğretim ikinci kademedeki öğrencilerin matematiksel akıl yürütme düzeyleri bakımından sınıflar arasında kayda değer bir farklılık bulunmadığını tespit etmişlerdir. Poçan, Yaşaroğlu ve İlhan (2017) yapmış oldukları çalışmalarında sınıf düzeyine göre ortaokul yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel akıl yürütme becerilerinin anlamlı bir farklılık göstermediğini tespit etmişlerdir.

Çalışmada elde edilen bir diğer bulgu GP için sınıflar arası farklılığın anlamlı olmasıdır. Hesaplanan *Cohen's f* etki büyüklüğü değeri sınıflar arası farklılıkların düşük düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu farklılık sınıflar arasında ayrı ayrı araştırıldığında 1-3. ve 3-4. sınıfları arasında üçüncü sınıfların lehine anlamlı farklılığın olduğu, diğer sınıflar arasında anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir. *Cohen's d* etki büyüklüğü değerleri incelendiğinde anlamlı farklılığın bulunduğu sınıflar arasında düşük düzeyde etkinin bulunduğu görülmektedir. Bu sonuçların sebebi matematik öğretmeni adaylarının almış olduğu lisans eğitimindeki yapmış oldukları performansa dayalı uygulamalar neticesinde performanslarının gelişmesi olarak düşünülebilir. Alanyazın taraması yapıldığında matematik veya GP'nin sınıf düzeyiyle ilişkisinin olduğunu ifade eden çalışmalara rastlanmaktadır. Aunola, Leskinen ve Nurmi (2006) okulöncesinden ikinci sınıfa kadar boylamsal bir çalışma yapmış, öğrencilerin matematik performanslarının arttığını ve sınıflar arasında anlamlı bir farklılık oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Vukovic, Kieffer, Bailey ve Harari (2013) yapmış oldukları boylamsal çalışmada (birinci, ikinci ve üçüncü sınıflar) matematiksel performansın, işleyen belleğin bir fonksiyonu olduğunu ve sınıf düzeyleri arasında farklılaştığını tespit etmişlerdir. Yine Geer, Quinn ve Ganley (2018) sınıf derecesine göre matematik performansı ve uzamsal algı puanlarının anlamlı farklılık gösterdiğini bulmuşlardır.

Araştırmada cinsiyet ve sınıf değişkenlerine ilişkin farklılıklar incelendikten sonra kullanılan değişkenler arasındaki ilişkilere yönelik korelasyonlar incelenmiştir. Bu doğrultuda değişkenler arasındaki ilişkiye yönelik korelasyon tablosu oluşturulmuştur. Elde edilen bulgular neticesinde değişkenler arasındaki korelasyonun pozitif yönlü ve anlamlı düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre GSAYB ile GP arasında yüksek düzeyde ilişki bulunmuştur. Ayrıca değişkenler arasındaki regresyon incelendiğinde geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisinin geometri performansını yordama gücünün yüksek ve anlamlı olduğu görülmektedir. Bir diğer ifadeyle geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisi geometri performansının güçlü ve anlamlı bir yordayıcısıdır. Bu sonuçların sebebi matematik öğretmeni adaylarının GSAYB'larının GP'leri ile ilişkili olması olarak düşünülebilir. Ayrıca bu sonucun bir diğer sebebi GSAYB ve GP kavramlarının ilgili olduğu kazanımların benzer özellikte olması olabilir. Alanyazın taraması yapıldığında GSAYB ve GP'nin birbirleriyle arasında anlamlı ilişkilerin bulunduğunu tespit eden çalışmalara rastlamak mümkündür. Akyüz ve Pala (2010) Türkiye, Finlandiya ve Yunanistan'ın Uluslararası Öğrenci Başarı Değerlendirme Programı (PISA) 2003 öğrenci anketi verilerine

göre problem çözme performansı ve akıl yürütme becerileri arasında üç ülke modelinde de yüksek düzeyde pozitif bir ilişki bulunmuştur. Özdemir, Duran ve Kaplan (2015) çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin problem çözme performansı ve akıl yürütme becerisinin birbirini yordama miktarının pozitif yönde ve anlamlı olduğunu ifade etmişlerdir. Buckley, Seerey ve Canty (2018) öğretmen adaylarının geometrik problemleri çözmeleri sayesinde uzamsal akıl yürütme stratejilerini kullanma becerilerinde artış olduğunu ve bu akıl yürütme becerilerinin matematik performansını arttırdığını ifade etmişlerdir. Areepattamannil (2014) yapmış olduğu çalışmada Hintli ergenlerin PISA değerlendirmelerindeki performansları ile üst bilişsel öğrenme stratejileri (akıl yürütme becerileri) arasında anlamlı düzeyde ilişki bulunmuştur. Geer, Quinn ve Ganley (2018) çalışmalarında büyüme değişkeni kontrol altına alındığında birinci yıldaki uzamsal görselleştirme becerisi ile ikinci yıldaki matematik performansı arasında bir ilişkinin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca ikinci yıldaki matematik performansı üçüncü yıldaki uzamsal görselleştirme becerileriyle beraber uzamsal algılama becerilerini de yordamıştır.

Sonuç olarak, matematik öğretmen adaylarının GSAYB puanlarının ortalamasının altında fakat ortalama değere yakın olduğu, GP düzeylerinin ortalamasının üzerinde olduğu belirlenmiştir. Erkek öğretmen adayları bayan öğretmen adaylarına göre GSAYB ve GP yönünden daha başarılı olmuşlardır. Ancak değişkenler için cinsiyete yönelik bu farklılık anlamlı çıkmamıştır. Matematik öğretmen adaylarının GSAYB ve GP puanları genel anlamda birinci sınıftan üçüncü sınıfa doğru artarken dördüncü sınıfta düşüş göstermiştir ve sınıflar arasındaki farklılık anlamlı çıkmıştır. GSAYB ile GP arasındaki ilişki incelendiğinde değişkenler arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Ayrıca değişkenler arasındaki regresyon ilişkisi incelendiğinde geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerisinin geometri performansını yordama gücünün yüksek ve anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular çerçevesinde şu önerilerde bulunulmuştur;

- Çalışmada matematik öğretmen adaylarının GSAYB ve GP düzeylerinin ortalamaya yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sebeple öğretmen adaylarının lisans öğretim sürecinde GSAYB ve GP kavramların tanımlarıyla beraber uygulamalarına ilişkin kazanımları içeren dersler oluşturularak müfredat programlarına eklenebilir.
- Hâlihazırda bulunan ortaokul veya ortaöğretim matematik öğretmenlerine GSAYB ve GP ile ilgili kavramları ve uygulamaları içeren hizmet içi eğitimler veya kurslar seminer dönemlerinde verilebilir. Bu seminerler veya kurslar hazırlanırken bu ve benzeri bilimsel çalışmalardan yararlanılabilir.
- Araştırma matematik öğretmen adayları üzerinde yürütülmüş, GSAYB ve GP arasında pozitif ve anlamlı bir ilişkinin ve etkinin bulunduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple MEB (2018) matematik öğretim programında da önemsenen bu kavramlara ilişkin beceriler ortaokul matematik öğretmenleri, ortaöğretim matematik öğretmenleri veya matematik eğitimi alanında çalışan akademisyenler üzerinde yeni çalışmalar yapılarak araştırılabilir.
- Ülkemizin uluslararası ve ulusal sınavlarda göstermiş olduğu öğrenci başarıları göz önünde bulundurularak GSAYB ve GP ile ilgili ilkökul, ortaokul ve ortaöğretim öğrencilerinden seçilen farklı örneklem grupları üzerinde bu kavramlar arasındaki ilişkinin analiz edilebileceği ve nedenlerinin ortaya konulabileceği yeni araştırmalar yapılabilir.

### References

- Aksoy, B. (2003). Problem solving methods and applications to environmental education. *Pamukkale University Journal of Education*, 14(2), 83-94.
- Akyüz, G. and Pala, N. M. (2010). The effect of student and class characteristics on mathematics literacy and problem solving in PISA 2003. *Elementary Education Online*, 9(2), 668-678.
- Alpan, G. (2008). Visual Literacy and Instructional Technology. *Van Yüzüncü Yıl University Journal of Education*, 5(1), 74-102.
- Alptekin, S., Vural, M., & Aksoy, Y. (2016). A sample activity for improving the addition fluency of students with poor mathematics performance: cover-copy-compare *Çanakkale Ondokuz Mayıs University Journal of Faculty of Education*, 35(1), 105-117.
- Altun, A. (2014). Determining the views of students attended to entrance examination for academic personnel and postgraduate education (eeappe) on the factors causing local item dependency. *Qualitative Studies*, 9(2), 19-31.
- Areepattamannil, S. (2014). International Note: What factors are associated with reading, mathematics and science literacy of Indian adolescents? A multilevel examination. *Journal of Adolescence*, 37(2014), 367–372.
- Arici, S. (2009). *The effect of origami-based instruction on spatial visualization, geometry achievement and geometric reasoning of tenth-grade students*. Published Master's Thesis, Boğaziçi University, Educational Sciences Program, İstanbul.
- Arici, S. & Aslan Tutak, F. (2015). Using origami to enhance geometric reasoning and achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(1), 179–200.
- Arikan, S. (2016). The relationship between opportunity to learn and mathematics performance in Turkey. *Mustafa Kemal University Journal of Graduate School of Social Sciences*, 13(36), 47-66.
- Aunio P. & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences*, 20(1), 427-435.
- Aunola, K., Leskinen, E., & Nurmi, J. E., (2006). Developmental dynamics between mathematical performance, task motivation, and teachers' goals during the transition to primary school. *British Journal of Educational Psychology*, 76(1), 21-40.
- Aygüner, E. (2016). *A comparison of eight grade students' self-efficacy perception of visual mathematics literacy and their actual performance*. Published Master's Thesis, Eskişehir Osmangazi University, Institute of Education, Eskişehir.
- Bal A. P. (2012). Primary school students' views and challenges on performance task preparation process in mathematics course. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 2(1), 11-23.
- Bal-İncebacak, B. & Ersoy, E. (2016). Analysis of mathematical reasoning ability of the grade 7 students according to TIMSS. *The Journal of International Social Research*, 9(46), 474-481.
- Brown, M., Jones, K., Taylor, R., & Hirst, A. (2004). Developing geometrical reasoning. In: Ian Putt, Rhonda Faragher & Mal McLean (Eds), *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA27)*, 27-30 June 2004, Townsville, Queensland, Australia, 127-134.
- Brown, M., Jones, K., & Taylor, R. (2003). *Developing geometrical reasoning in the secondary school: outcomes of trialing teaching activities in classrooms*. A Report from the Southampton/Hampshire Group to the Qualifications and Curriculum Authority. ISBN: 0854328092, Full report available online at: [www.crme.soton.ac.uk/research/geomreason](http://www.crme.soton.ac.uk/research/geomreason).

- Buckley, J., Seery, N., & Canty, D. (2018). Investigating the use of spatial reasoning strategies in geometric problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 2018(1), 1-22.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz Ş., & Demirel, F. (2012). *Scientific research methods*. Ankara: Pegem Academy Publishing.
- Büyüköztürk, Ş. (2015). *Manual of data analysis for social sciences (10nd ed.)*. Ankara: Pegem Academy Publishing.
- Cankoy, O. & Ozder, H. (2011). The influence of visual representations and context on mathematical word problem solving. *Pamukkale University Journal of Education*, 30(2), 91-100.
- Chamberlin, M. T. (2011). The potential of prospective teachers experiencing differentiated instruction in a mathematics course. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 6(1), 135-156.
- Chacón, I. M. G., Albaladejo, I. M. R., & López, M. M. G. (2016). Zig-zagging in geometrical reasoning in technological collaborative environments: a mathematical working space-framed study concerning cognition and affect. *ZDM Mathematics Education*, 48(1), 909-924.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Çubukçu, Z. (2004). The effect of thinking styles of pre-service teachers on learning style preferences. *İnönü University Journal of the Faculty of Education*, 1(1), 19-36.
- Duatepe, A., Akkuş-Çıkla, O., & Kayhan, M. (2005). An investigation on students' solution strategies for different proportional reasoning items. *Hacettepe University Journal of Education*, 28(1), 73-81.
- Ellis, H. C. & Hunt, R. R. (1993). *Fundamentals of cognitive psychology*. The United States of America: Oxford Brown and Benchmark.
- Erkek, Ö. & Işıksal-Bostan, M. (2015). The role of spatial anxiety, geometry self-efficacy and gender in predicting geometry achievement. *Elementary Education Online*, 14(1), 164-180.
- Erdal, H. (2007). *The investigation of measurement & evaluation parts in the new elementary school mathematics curriculum*. Non-published Master's Thesis, Afyon Kocatepe University, Institute of Social Sciences, Afyon.
- Erdem, E. (2015). The effect of enriched learning environment on mathematical reasoning and attitude. Non-published PhD Dissertation, Atatürk University Institute of Education Sciences, Erzurum.
- Erdogan, T., Akkaya, R., & Çelebi-Akkaya, S. (2009). The effect of Van Hiele model based instruction on the creative thinking levels of 6th grade primary school students. *Educational Sciences Theory & Practice*, 9(1), 161-194.
- Ergül, A. & Artan, İ. (2015). Determining early mathematical reasoning skills. *Journal of Theoretical Educational Science*, 8(4), 454-485.
- Ersoy, A., Gürdoğan-Bayır, Ö., & Güvey, E. (2010). Project works in primary education: classroom teachers' expectations of parents. *Anadolu University Journal of Social Sciences*, 10(3), 157-170.
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS (2nd ed.)*. London: Sage.
- Fischbein, E. & Nachlieli, T. (1998). Concepts and figures in geometrical reasoning. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1193-1211.
- Fujita, T. & Jones, K. (2002). Opportunities for the development of geometrical reasoning in current textbooks in the UK and Japan. *British Society for Research into Learning Mathematics*, 22(3), 79-84.
- Funkhouser, C. (2002). The effects of computer-augmented geometry instruction on student performance and attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, 35(2), 163-175.

- Geer, E. A., Quinn, J. M., & Ganley, C. M. (2018). Relations between spatial skills and math performance in elementary school children: A longitudinal investigation. *Developmental Psychology, 54*(12), 1-22.
- Gerald, L. M. (2002). An evolutionary theory of knowledge and conceptual evolution in science. *Global Bioethics Journal, 15*(3), 73-80.
- Gökkaya-Çoban, F. B. (2001). *The Effect of computer assisted instruction on mathematics performance of seventh graders*. Published Master's Thesis, Boğaziçi University, Graduate Studies in Science and Engineering, İstanbul.
- Hall, W., Davis, N. B., Bolen, L. M., & Chia, R. (1999). Gender and racial differences in mathematical performance. *The Journal of Social Psychology, 139*(6), 677-689.
- İlhan, A. (2015). *Development of visual mathematics literacy scale towards elementary school mathematics teacher candidates and investigation of the relationship between success in geometry and visual mathematics literacy*. Published Master's Thesis, Firat University Institute of Education, Elazığ.
- İlhan, A. (2019). *Investigation of the relationship of elementary mathematics teacher candidates between visual mathematics literacy perception level, reasoning skill on geometry and performance levels*. Published PhD Dissertation, İnönü University, Graduate School of Education, Malatya.
- İlhan, A. & Aslaner, R. (2018). Examination of Mathematics Teacher Candidates' Reasoning Skills on Geometric Shapes in Terms of University and Class Level Variables. *İnönü University Journal of the Faculty of Education, 19*(2), 82-97.
- Jadallah, M. (2009). *Teacher scaffolding moves and children's talk in collaborative reasoning discussions*. Publishing Doctoral Thesis, University of Illinois, Available from ProQuest Dissertations and Theses database (UMI Microform 3392077).
- Jones, K., Fujita, T., & Ding, L. (2005). Teaching geometrical reasoning: learning from expert teachers from China and Japan. In D. Hewitt and A. Noyes (Eds), *Proceedings of the sixth British Congress of Mathematics Education held at the University of Warwick*, pp. 89-96. Available from www.bsrlm.org.uk.
- Kaplan, A., Duran M., & Baş, G. (2016). Examination with the structural equation modeling of the relationship between mathematical metacognition awareness with skill perception of problem solving of secondary school students. *İnönü University Journal of the Faculty of Education, 17*(1), 1-16.
- Karasar, N. (2011). *Methods of scientific research*. Ankara: Nobel Publishing.
- Karataş, İ., & Güven, B. (2003). Methods for the assessment of problem solving behaviors: the potential of clinical interview. *Elementary Education Online, 2*(2), 2-9.
- Kılıç, S. (2015). Statistically speaking... *Journal of Mood Disorders, 5*(3), 142-150.
- Kotaman, H. (2008). Self-Efficacy Belief and Enhancement of Learning Performance. *Atatürk University Journal of Kazım Karabekir Education Faculty XXI* (1), 111-133.
- Kutlu, Ö., Doğan, C. D., & Karakaya, İ. (2008). *Determining the success of students. Determination based on performance and portfolio*. Ankara: Pegem Academy Publishing.
- Kyttälä, M. & Lehto, J. E. (2008). Some factors underlying mathematical performance: The role of visuospatial working memory and non-verbal intelligence. *European Journal of Psychology of Education, 23*(1), 77-94.
- Lawson, A. E., Alkhoury, S., Benford, R., Clark, B. R., & Falconer, K. A. (2000). What kinds of scientific concepts exist concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching, 37*(9), 996-1018.

- Lawson, A. E. (2005). What is the role of induction and deduction in reasoning and scientific inquiry? *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 716-740.
- Marzano, R. J., Pickering, D. J., & McTing, J. (1993). *Assessing student outcomes: performance assessment using the dimens of learning model*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, 17.12.2018, retrieved from: <http://eric.ed.gov/PDFS/ED461665.pdf>.
- Ministry of National Education [MoNE] (2017). *Secondary school's mathematics curriculum*. Ankara: Board of Education and Discipline.
- Ministry of National Education [MoNE] (2018). *Mathematics course in primary and secondary schools, curriculum of 1-8 grades*. Ankara: Board of Education and Discipline.
- Nilsson, J. F. (2013). *Diagrammatic reasoning with classes and relationships*. In *Visual Reasoning with Diagrams*. Switzerland: Springer Basel.
- National Research Council [NRC] (1996). *A report to the nation of the future of mathematics education*. Washington, DC: National Academy Press.
- Oaksford, M. (2005). Reasoning. In N., Braisby & A., Gellatly (Eds.), *Cognitive psychology*. New York: Oxford University Press Inc.
- Özdemir, F., Duran, M., & Kaplan, A. (2015). Investigation of middle school students' self-efficacy perceptions of visual mathematics literacy and perceptions of problem-solving skill. *Journal of Theoretical Educational Science*, 9(4), 532-554.
- Özsoy, S. & Özsoy, G. (2013). Effect size reporting on educational research. *Elementary Education Online*, 12(2), 334-346.
- Özyıldırım-Gümüş, F. & Umay, A. (2017). Effect of problem solving strategies instruction on preservice elementary mathematics teachers' conceptual /procedural solution preferences and problem solving performance. *Elementary Education Online*, 16(2), 746-764.
- Panaoura, G. & Gagatsis, A. (2009). *The geometrical reasoning of primary and secondary school students*. Proceedings of CERME 6, January 28th-February 1st, 2009, Lyon France, © INRP 2010, retrieved from, [www.inrp.fr/editions/cerme6](http://www.inrp.fr/editions/cerme6).
- Poçan, S., Yaşaroğlu, C., & İlhan, A. (2017). Investigation of secondary 7th and 8th grade students' mathematical reasoning skills in terms of some variable. *The Journal of International Social Research*, 10(52), 808-818.
- Rapp, W. H. (2009). Avoiding math taboos: effective math strategies for visual-spatial learners. *Journal of Teaching Exceptional Children Plus*, 6(2), 2-12.
- Schmidt, S. & Bednarz, N. (1997). Arithmetical and algebraic reactions in a problem solving context: disfigured met by future teachers. *Educational Studies in Mathematics*, 32(1), 127-155.
- Storey, S. O. (2004). *Teacher questioning to improve early childhood reasoning*. Publishing Doctoral Thesis, The University of Arizona, Available from ProQuest Dissertations and Theses database, (UMI Microform 3132260).
- Şahin, Y. (2012). *An investigation on geometric reasoning of pre-service elementary mathematics teachers in terms of some variables*. Published Master's Thesis, Hacettepe University, Graduate School of Educational Sciences, Ankara.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics (5th Ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Thompson, P. W. (1996). Imagery and the development of mathematical reasoning. *Journal of Theories of mathematical learning*, 3(1), 267-283.
- Umay, A. (2003). Mathematical reasoning ability. *Hacettepe University Journal of Education*, 24(1), 234-243.

Umay, A. & Kaf, Y. (2005). A study on flawed reasoning in mathematics. *Hacettepe University Journal of Education*, 28(1), 188-195.

Vukovic, R. K., Kieffer, M. J., Bailey, S. P., & Harari, R. R. (2013). Mathematics anxiety in young children: Concurrent and longitudinal associations with mathematical performance. *Contemporary Educational Psychology*, 38(1), 1–10.

Yeşildere, S. & Türnüklü, E.B. (2007). Examination of students' mathematical thinking and reasoning processes. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences*, 40(1), 181-213.

### Ek 1. GSAYB Testi

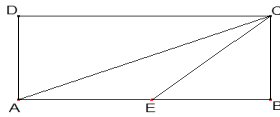
Bu test çalışması siz öğretmen adaylarının görüşleriyle matematik eğitimine katkıda bulunmak amacıyla hazırlanmıştır. Sonuçlar kesinlikle gizli tutulacak hiçbir şekilde okul durumunuza ya da ders notlarınıza etki etmeyecektir. Bilim alanında faydalı olabilmemiz adına soruları samimi bir şekilde çözmeniz bizim için önemlidir. Verdiğiniz cevaplar için teşekkür ederiz.

Sınıf dereceniz: 1. Sınıf [ ] 2. Sınıf [ ] 3. Sınıf [ ] 4. Sınıf [ ]

Cinsiyetiniz: Bayan [ ] Erkek [ ]

Üniversiteniz:.....

1)



ABCD bir dikdörtgen E, [AB] üzerinde herhangi bir nokta olsun. ACE açısının bilinebilmesi için aşağıdaki şıklarda verilenlerden hangisinin daima bilinmesi gereklidir?

- E noktası sabit seçilerek DAC veya CEB açılarından birinin verilmesi
- E noktası hareketli bir nokta seçilerek DAC veya CEB açılarından birinin verilmesi
- E noktası sabit seçilerek DCA veya ECB açılarından birinin verilmesi
- E noktası sabit seçilerek DCA ve ECB açılarından birinin verilmesi
- E noktası hareketli seçilerek DCA veya ECB açılarından birinin verilmesi

2) Bir küpü bir düzlemlle kestiğinizde arakesit alanı en fazla kaç kenarlı şekil olabilir?

- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

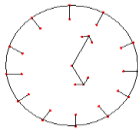
3) Bir üçgenler prizmasını bir düzlemlle kestiğimizde arakesit alanı en az kaç kenarlı şekil olabilir?

- 3
- 4
- 5
- 6
- 8

4) n kenarlı bir düzgün çokgeni bir köşesi etrafında en az kaç derece döndürmemiz gerekir ki tekrar aynı şekil elde edilsin?

- $360/n$
- $360/(n-1)$
- $360n/(n-1)$
- $360(n-1)/n$
- Hiçbiri

5)



Yandaki resimde çalışmayan bir saat görülmektedir. Bu saate gün içerisinde hava aydınlık iken normal şekilde, karanlık iken aynadan bakan bir kişinin saati doğru okuma durumu en fazla kaçtır?

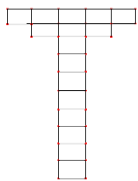
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

6)

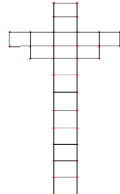


Yanda verilen eş küplerden oluşan geometrik şeklin açılımı aşağıdakilerden hangisidir?

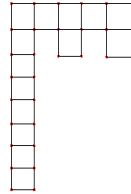
a)



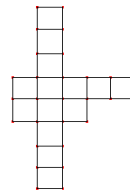
b)



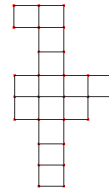
c)



d)

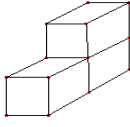


e)





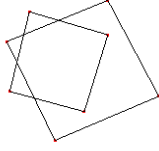
7)



Yanda verilen eş küplerden oluşan şekli küpe tamamlamak için en az kaç küpe ihtiyaç vardır?

- a) 1 b) 3 c) 5 d) 7 e) 9

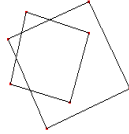
8)



Elinizde farklı büyüklükte iki kare çerçeve olduğunu hayal edin. Bu iki kare çerçeveyi kesştirerek oluşturabileceğiniz düzlemsel şekil en az kaç kenarlı olabilir?

- a) 3 b) 4 c) 5 d) 6 e) 7

9)



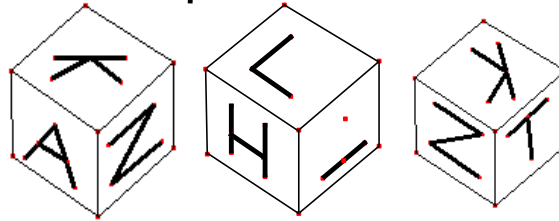
Elinizde farklı büyüklükte iki kare çerçeve olduğunu hayal edin. Bu iki kare çerçeveyi kesştirerek oluşturabileceğiniz düzlemsel şekil en fazla kaç kenarlı olabilir?

- a) 4 b) 5 c) 6 d) 7 e) 8

10) 9. soruda kare yerine dikdörtgen kullanmış olsaydık sonuç değişir miydi?

- a) Evet b) Hayır

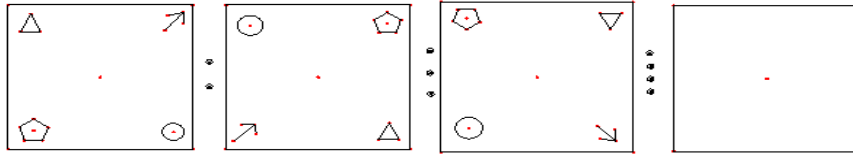
11)



Şekilde farklı açılardan görünüşleri verilen küpe göre harflerin karşılıklı olma durumu hangi şıkta doğru verilmiştir?

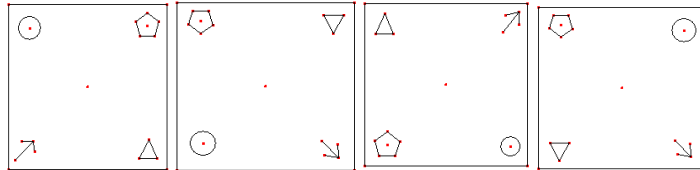
- a) A-K, H-Z-T-L b) A-T, H-L-K-Z c) A-T, H-Z-K-L d) A-H, T-Z-K-L e) A-L, H-Z-K-T

12)

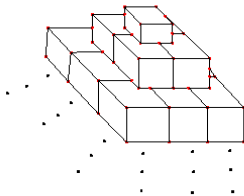


Verilen geometrik örüntü incelendiğinde boş kutuya ne getirilmelidir?

- a) b) c) d) e) Hiçbiri



13)



Pascal piramidi her basamağında bir üstteki basamağın kenarında bulunan küp sayısı birer artırılarak aşağıya doğru ilerler. Şekilde görüldüğü gibi birinci basamağında 1 birim küp, ikinci basamağında  $2 \times 2 = 4$  birim küp, üçüncü basamağında  $3 \times 3 = 9$  birim küp bulunmaktadır. Bu piramidin 60. basamağında 50. basamağından kaç fazla birim küp bulunur?

- a) 1000 b) 1100 c) 1200 d) 2400 e) 3600

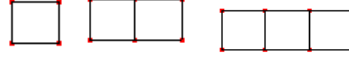
14) Yukarıdaki piramitte  $(n+1)$ 'inci basamakta  $n$ 'inci basamaktan kaç fazla birim küp bulunur?

- a)  $n^2$  b)  $n$  c)  $2n$  d)  $2n+1$  e)  $n^2+2n+1$

15) Üstten ve sağdan dikdörtgen, önden üçgen görünen bir geometrik yapı hangisi olabilir?

- a) Dikdörtgen piramit b) Üçgen piramit c) Dikdörtgen prizma d) Düzgün dört yüzlü e) Üçgen prizma

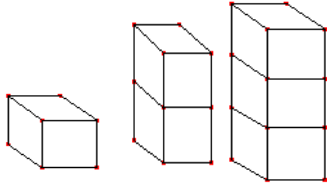
16)



Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi bir adet kare oluşturmak için dört adet kibrit çöpüne, iki adet kare oluşturmak için 7 adet kibrit çöpüne, üç adet kare oluşturmak için 10 adet kibrit çöpüne ihtiyaç vardır. Aynı düzenle sağdan eklemeli şekilde devam edilirse 100 adet kare oluşturmak için kaç adet kibrit çöpüne ihtiyaç olur?

- a) 299 b) 301 c) 399 d) 400 e) 403

17)

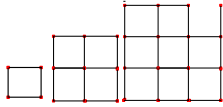


- a) 1212 b) 1600 c) 1604

Şekilde görüldüğü gibi bir adet küp oluşturmak için 12 adet eşit uzunluktaki çubuğa ihtiyaç vardır. İki adet üst üste yapışık küp oluşturmak için 20 adet eşit uzunluktaki çubuğa ihtiyaç vardır. Aynı şekilde üç adet üst üste yapışık küp oluşturmak için 28 adet eşit uzunluktaki çubuğa ihtiyaç vardır. Buna göre 200 adet küp oluşturmak için kaç adet çubuğa ihtiyaç vardır?

- d) 1612 e) 1620

18)

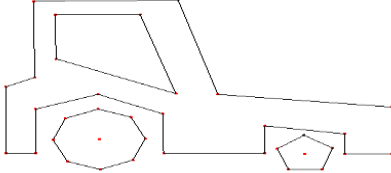


1.adım, 2.adım, 3.adım, ...

Yukarıda verilen kare örüntüsünde n'inci adımdaki kare sayısını veren genel terim nedir?

- a)  $n^2$  b)  $n^2+1$  c)  $\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$  d)  $n^2+2n+1$  e) hiçbiri

19)



Yandaki şekilde verilen traktörün, ayrıtları aynı uzunlukta olan ön tekerleri beşgen, arka tekerlekleri sekizgen şeklindedir. Bu traktörün tekerlekleri toplamda 5200 tur attığında 8 km yol almaktadır. Buna göre ön tekerlerden biri kaç tur atmıştır?

- a) 100 b) 200 c) 400 d) 800 e) 1600

20) 19. sorudaki traktörün tekerlerinin bir ayrıtı kaç metredir?

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5

CEVAP ANAHTARI

| SORU | DOĞRU CEVAP |   |   |   |   | SORU | DOĞRU CEVAP |   |   |   |   |
|------|-------------|---|---|---|---|------|-------------|---|---|---|---|
| 1.   | A           | B | C | D | E | 11.  | A           | B | C | D | E |
| 2.   | A           | B | C | D | E | 12.  | A           | B | C | D | E |
| 3.   | A           | B | C | D | E | 13.  | A           | B | C | D | E |
| 4.   | A           | B | C | D | E | 14.  | A           | B | C | D | E |
| 5.   | A           | B | C | D | E | 15.  | A           | B | C | D | E |
| 6.   | A           | B | C | D | E | 16.  | A           | B | C | D | E |
| 7.   | A           | B | C | D | E | 17.  | A           | B | C | D | E |
| 8.   | A           | B | C | D | E | 18.  | A           | B | C | D | E |
| 9.   | A           | B | C | D | E | 19.  | A           | B | C | D | E |
| 10.  | A           | B | C | D | E | 20.  | A           | B | C | D | E |

## Ek 2. GP Testi

Bu test siz öğretmen adaylarının geometri konusundaki performansınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Sonuçlar bilimsel amaçla kullanılacak olup hiçbir şekilde okul durumunuza ya da ders notlarınıza etki etmeyecektir. Bilim alanında faydalı olabilmemiz adına soruları samimi bir şekilde çözeniz bizim için önemlidir. Verdiğiniz cevaplar için teşekkür ederiz.

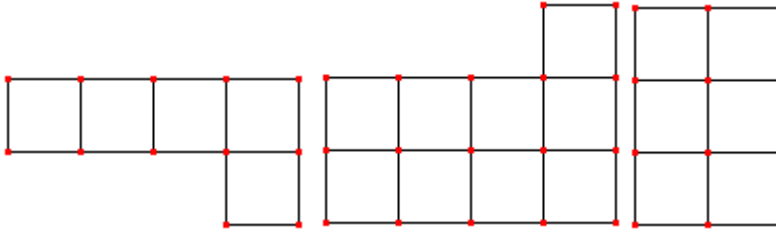
Sınıf dereceniz: 1. Sınıf [ ] 2. Sınıf [ ] 3. Sınıf [ ] 4. Sınıf [ ]

Cinsiyetiniz: Bayan [ ] Erkek [ ]

Üniversiteniz:.....

### Sorular

1. Aşağıda sırasıyla üstten, önden ve yandan görünümleri verilen ve birim küplerden oluşan üç boyutlu cismin şeklini çiziniz.



2. Aşağıda verilen doğa resimlerinde görebildiğiniz geometrik şekillere benzeyen şekilleri yazınız.



3. Aşağıdaki tabloda bir kreşteki çocuklara ait yaş değerleri verilmiştir. Bu verilerin frekans değerlerine ait çizgi grafiğini çizerek standart sapmasını hesaplayınız.

| $\Ç_1$ | $\Ç_2$ | $\Ç_3$ | $\Ç_4$ | $\Ç_5$ | $\Ç_6$ | $\Ç_7$ | $\Ç_8$ | $\Ç_9$ | $\Ç_{10}$ |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| 5      | 4      | 6      | 3      | 7      | 5      | 5      | 6      | 4      | 5         |

4. a) Fakültenizdeki bölümlerde bulunan öğrenci sayısı

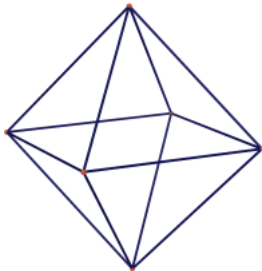
b) Sınıfınızın boy değerleri

c) Sınıfınızın yaş değerleri

d) Sınıfınızın kilo değerleri

Yukarıda verilen şıklardan yalnızca birini seçerek tahmini bir histogram grafiği çiziniz.

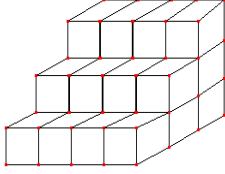
5.



Yanda verilen düzgün sekizyüzlü cismi parçalayarak hangi geometrik cisimleri elde edebilirsiniz? Yanına bir tanesinin ismini yazarak şeklini çiziniz.

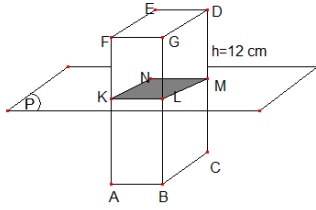
6.  $20 \div 4 = 5$  işlemini sayı doğrusunda ifade ediniz.

7. Aşağıdaki geometrik şekilde herhangi bir yüzü görünmeyen küp sayısını bulunuz.

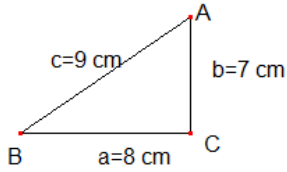


8.  $y = x^2 + 5x + 4$  şeklinde verilen denklemleri dikdörtgen alanları yardımıyla modelleyiniz.

9. Aşağıda verilen dikdörtgen prizmanın tabanına paralel P düzlemi ile kesilerek oluşan KLMN arakesit dörtgeninin alanı  $23 \text{ cm}^2$  ve yüksekliği  $12 \text{ cm}$  ise hacmi kaç  $\text{cm}^3$  dir?

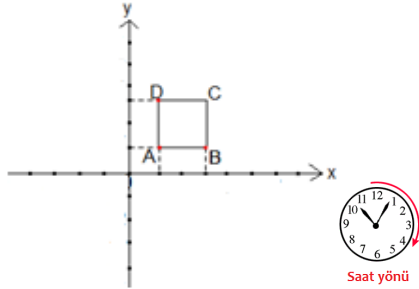


10. Aşağıda verilen çeşitkenar üçgenin alanını hesaplayınız.

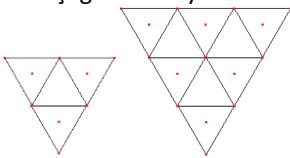


11.  $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$  işlemini dikdörtgenler yardımıyla modelleyerek çözünüz.

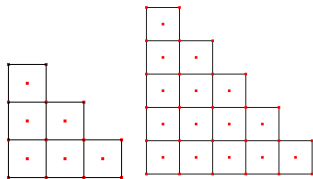
12. Aşağıda verilen ABCD karesini saat yönünde  $60^\circ$  döndürülmesi ile oluşan şekli çiziniz. AD kenarının orijinden geçen uzantısının eksenlerle yapacağı açıları bulunuz.



13. Aşağıda sırasıyla 2. ve 3. adımı verilen örüntünün 5. adımını çiziniz.

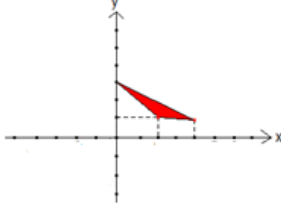


14. Aşağıda 3. ve 5. Adımı verilen örüntünün genel terimini matematiksel olarak ifade ediniz.

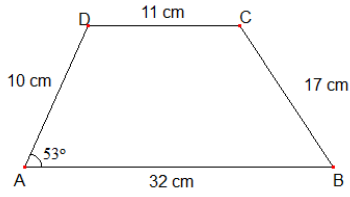


3. Adım 5. Adım

15. Aşağıda verilen ABC üçgensel bölgesinin y-ekseni etrafında  $360^\circ$  döndürülerek elde edilen cismin şeklini çiziniz.

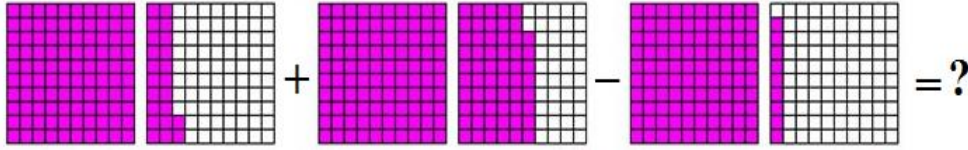


16. Aşağıda verilen yamuğun alanını hesaplayınız.



17. Bir kenarı 12 cm olan bir küp oluşturarak cisim köşegenini çiziniz. Cisim köşegeninin orta noktasını işaretleyerek herhangi bir yüzüne uzaklığını bulunuz.

18. Aşağıda modellenen ondalıklı sayı problemini oluşturup çözünüz.

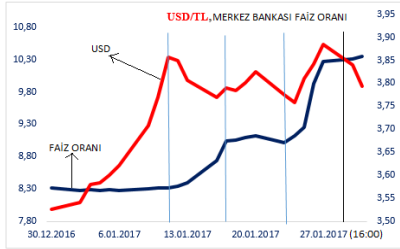


19. Fonksiyon sürekliliği ifadesini grafik yardımıyla kısaca anlatınız.

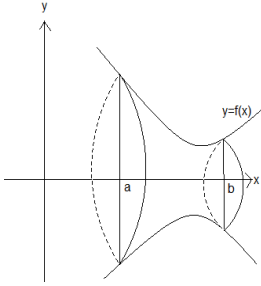
20. Aşağıda verilen akvaryumun yaklaşık kaç  $\text{cm}^3$  su alabileceğini dolap ölçülerinden faydalanarak tahmin ediniz.



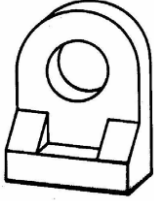
21. Merkez Bankası 28.01.2017 tarihinde bir gazeteye aşağıdaki repo grafiğini yayınlaması için vermiştir. Bu gazetede görmüş olduğunuz repo grafiği ile ilgili 27.01.2017 (Saat 16:00) da Merkez Bankasının yapmış olduğu faiz artırımının USD kuruna etkisini ve Merkez bankası Faiz oranı ile USD kuru arasındaki ilişkiyi birkaç cümle ile yorumlayınız.



22. Aşağıda verilen  $y=f(x)$  fonksiyonunun  $[a, b]$  aralığında  $x$  eksenini etrafında  $360^\circ$  döndürülmesiyle oluşan döneel cismin hacmini integral yardımıyla ifade ediniz.

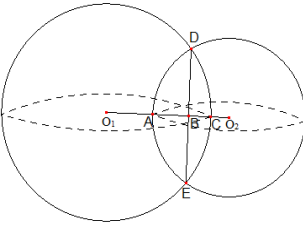


23. Aşağıda verilen cismin arkadan görünüşünü yan tarafa çiziniz.



24. Kenar uzunluğu 12 cm olan bir düzgün dörtyüzlünün içine sığabilecek maksimum büyüklükteki kürenin yarıçapını hesaplayınız.

25.



Yanda kesişen  $O_1$  ve  $O_2$  merkezli kürelerle ilgili;

$$r_1 = 17 \text{ cm}$$

$$r_2 = 10 \text{ cm}$$

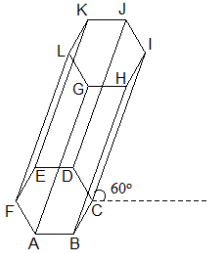
$$|AB| = 4 \text{ cm}$$

$$|BC| = 2 \text{ cm}$$

Olduğuna göre kesişim bölgesinin hacmi nedir?

26. Pisagor bağıntısını geometrik şekiller kullanarak ispatlayınız.

27. Aşağıda verilen eğik bir altıgen prizmanın bir yan al ayrıtı 20 cm ve zemin ile yaptığı açı  $60^\circ$  dir. Bu prizmanın yüksekliğini çizerek uzunluğunu hesaplayınız.

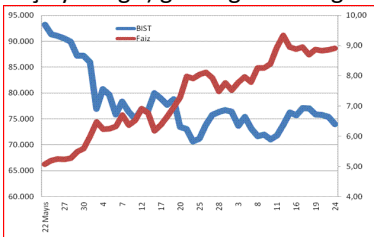


28. Yarıçapları 8 cm ve 6 cm olan ve birbiriyle kesişmeyen iki dairesel alanın farkının pozitif değeri kaçtır?

29. Aşağıya sonsuz çoklukta çember kullanarak bir kürenin nasıl inşa edilebileceğini çiziniz.

30.  $n$  kenarlı düzgün bir çokgende kenar sayısı sonsuza götürüldüğünde oluşan geometrik şekli çiziniz.

31. Aşağıda verilen borsa grafiğinde BIST (Üstten başlayan eğri) verileri ile Merkez Bankası (Altan başlayan eğri) gösterge faiz değerleri arasında nasıl bir ilişki vardır? Birkaç cümleyle yorumlayınız.

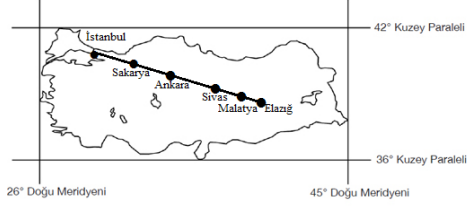


32.  $A=(1, 3)$  Yanda verilen noktaları ve orijine göre simetrilerini bir koordinat sistemi  $B=(4, -2)$  yardımıyla gösteriniz.  
 $C=(-2, 5)$   
 $D=(-3, -5)$

33.  $3^2+4^2$  üslü sayı toplamını geometrik modeller kullanarak çözünüz.

34.  $\frac{x-3}{3}=\frac{y-2}{2}=\frac{z-6}{6}$  doğrusunun şeklini koordinat sistemi yardımıyla çiziniz.

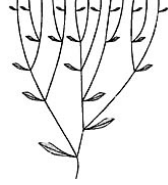
35. Elazığ'dan İstanbul'a uçakla seyahat ederken Pilot; Matematik konumunuzu  $39^\circ 57'$ kuzey enlemi ve  $32^\circ 53'$ doğu boylamları üzerinde bulunduğunuzu ifade ederse tahmini hangi ilin toprakları üzerinde seyahat ediyor olursunuz?



36. Otobüste seyahat eden biri aracın camında saatin yansımasını aşağıdaki gibi görüyor. Bu birey saati gerçek vaktinden kaç dakika ileride görmüştür?



37. Aşağıda verilen ağaç modelinde Fibonacci sayılarını gösteriniz.



38. Aşağıda verilen kartondan yapılmış geometrik cismin açık halini yanına çiziniz.

