

The Effect of Teaching Geometry with Dynamic Geometry Software on 10th Grade Students' Self-Efficacy Perceptions towards Geometry

Hülya Koyun^a and Erdem Çekmez^b

^aInstitute of Postgraduate Education, Trabzon University, Trabzon, Türkiye (ORCID: 0009-0006-1280-2598)

^bFatih Faculty of Education, Trabzon University, Trabzon, Türkiye (ORCID: 0000-0001-8684-2820)

Article History: Received: 14 April 2025; Accepted: 14 August 2025; Published online: 30 August 2025

Abstract: The aim of this study is to investigate the effect of an instructional process, designed with GeoGebra-supported materials for the topics of quadrilaterals and polygons in the 10th grade geometry curriculum, on students' self-efficacy perceptions regarding geometry. The study employed a single-group quasi-experimental model with pre-test and post-test design. The study group consisted of 72 students from a public school in the Araklı district of Trabzon province. Over a period of six weeks, students received instruction for a total of 12 hours (2 hours per week) using content prepared with GeoGebra software, focusing on the learning areas of quadrilaterals and polygons. The self-efficacy scale for geometry, developed by Cantürk-Günhan and Başer (2007), was administered to students before and after the planned instruction. The raw scores obtained from the scale were first converted into measures using Rasch analysis, and then the research questions were addressed. No significant difference was found between the measurements taken before and after the intervention. Additionally, it was determined that the gender variable did not have a significant effect on students' self-efficacy. Examination of the person-item map revealed that students had difficulty utilizing their geometry knowledge.

Keywords: Dynamic geometry software, self-efficacy in geometry, geometry instruction

Öz: Bu araştırmanın amacı 10. sınıf geometri dersinde yer alan dörtgenler ve çokgenler konularına yönelik GeoGebra destekli hazırlanmış öğretim sürecinin öğrencilerin geometriye ilişkin öz-yeterliklerine etkisini ortaya koymaktır. Çalışmada ön test ve son test kullanılarak yapılan tek grulu yarı deneysel model kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, Trabzon ilinin Araklı ilçesindeki bir devlet okulundaki 72 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmacı tarafından öğrencilere 6 hafta süresince haftada 2 saat olmak üzere toplam 12 saat dörtgenler ve çokgenler öğrenme alanına yönelik GeoGebra yazılımı ile hazırlanan içeriklerle öğretim yapılmıştır. Çalışmada, planlanan öğretim öncesinde ve sonrasında Cantürk-Günhan ve Başer (2007) tarafından hazırlanan geometriye yönelik öz-yeterlik ölçeği uygulanmıştır. Öğrencilerin ölçekten elde ettikleri ham puanlar ilk olarak Rasch analizi ile ölçülere dönüştürülmüş ve devamında araştırma sorularına cevap aranmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasında gerçekleştirilen ölçümler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bununla birlikte cinsiyet değişkeninin öğrencilerin öz-yeterlikleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Kişi-madde haritası incelendiğinde öğrencilerin geometri bilgilerini kullanmakta zorlandıkları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dinamik geometri yazılımı, geometriye yönelik öz-yeterlik, geometri öğretimi

[Türkçe sürüm için tıklayınız](#)

1. Introduction

Geometry, as a crucial component of mathematics education and an integral part of school mathematics, enables individuals to understand the universe they live in and to comprehend phenomena within it (Güven & Karpuz, 2016; Özkeleş Çağlayan, 2010). Most objects and entities in the universe possess a shape. In order for individuals to make the best use of objects containing geometric shapes and solids in their environment, they need to understand the relationship between the properties of geometric shapes and the objects themselves. Therefore, it can be stated that the place of geometry—which encompasses geometric shapes, structures, their properties, and their interrelations—is highly significant in education (Kurt, 2019). Geometry, which has held an important place in human life from past to present, has been used in various fields such as measuring the lengths of objects, land surveying, and architecture. A review of the literature reveals that students encounter numerous difficulties in the field of geometry, one of which is their negative affective characteristics towards learning geometry. One such affective characteristic is self-efficacy belief (Uygan & Yenilmez, 2010).

Self-efficacy is defined by Bandura (1997) as “an individual’s judgment of their own capacity to organize and successfully execute the courses of action required to attain designated types of performances.” As self-efficacy belief, which is dependent on how competent an individual feels, increases, individuals will possess greater intrinsic motivation to set higher goals and reach higher levels of education (Özkeleş Çağlayan, 2010). In this context, self-efficacy belief significantly influences the effort individuals exert to overcome a task. Individuals with high self-efficacy levels exert greater effort to succeed and, when faced with adversity, persist patiently and determinedly, whereas those with low self-efficacy tend to give up easily (Aşkar & Umay, 2001; Kurt, 2019). In educational settings, both students who give up easily and those who are persistent and

Corresponding Author: Hülya Koyun



email: hulyakoyun.92@gmail.com

Citation Information: Koyun, H. & Çekmez, E. (2025). The effect of teaching geometry with dynamic geometry software on 10th grade students' self-efficacy perceptions towards geometry. *Turkish Journal of Mathematics Education*, 6(2), 1-19.

determined can be observed. For this reason, self-efficacy is considered a concept that should be addressed in the field of education. A review of the relevant literature shows that many studies have investigated students' self-efficacy beliefs and have concluded that there is a significant relationship between self-efficacy and academic achievement (Özkan, 2010; Özkeleş Çağlayan, 2010; Yılmaz, 2011; Kurt, 2019). Therefore, it can be asserted that there is also a significant relationship between students' achievement in geometry and their self-efficacy (Kaba, Özdişi & Soylu, 2017). The teaching methods and materials used in class play an important role in increasing students' academic achievement and fostering positive self-efficacy perceptions (Usher, 2008). As with all subjects, geometry should be taught in a way that captures students' interest and attention. In this regard, it is believed that computer-assisted instruction, which increases students' interest and motivation towards geometry and enables effective teaching, will also enhance self-efficacy beliefs.

Within the scope of computer-assisted instruction, one of the instructional tools used in geometry classes is dynamic geometry software. Dynamic geometry software enables a transition from the static environment dominated by paper and pencil to a dynamic environment where geometric structures can be manipulated, allowing students to explore the relationships between these structures (İçel, 2011). The effective and correct use of dynamic geometry software in mathematics and geometry classes can facilitate the discovery of relationships among geometric structures and help concretize abstract concepts, thereby contributing to the development of students' higher-order cognitive skills and, consequently, to an increase in their academic achievement (Güven & Karataş, 2005; Balcı-Şeker, 2014).

GeoGebra, one of the most prominent dynamic geometry software, has significant potential for effective use in schools due to its integration of geometry and algebra, its user interface and help menu being available in Turkish, and its ease of use (Kutluca & Zengin, 2011). Since the mathematics curriculum emphasizes the use of information and communication technologies in the achievement statements (MEB, 2018), teachers should incorporate GeoGebra as a key tool in their lessons (Baltacı, Yıldız & Kösa, 2015).

The use of dynamic geometry software such as GeoGebra in mathematics education has been shown to have significant positive effects on students' attitudes and motivation towards the subject (Masri et al., 2016). Moreover, integrating GeoGebra into lesson processes has been found to significantly increase both students' interest in the subject and their mathematical self-efficacy perceptions (Shadaan & Leong, 2013). In a study by Gençoğlu (2013), it was found that instruction supported by interactive whiteboards in the classroom and instruction conducted in a laboratory environment using dynamic mathematics software had equally positive effects on students' attitudes towards mathematics, specifically in the context of surface area and volume of geometric solids in the 6th grade. Çetin (2007) determined that computer-assisted instructional software developed in accordance with the ARCS motivation model strategies increased students' interest in the subject and their academic achievement. Furthermore, the experimental study revealed that the self-efficacy perceptions of students in the experimental group were significantly higher than those in the control group. In the study by Orçanlı, Orçanlı, and Birgören (2016) titled "The Effect of Computer-Assisted Geometry Instruction on 7th Grade Students' Achievement and Self-Efficacy Perceptions," a significant difference was found between the experimental and control groups in terms of both academic achievement and geometry self-efficacy. Similarly, Balcı-Şeker and Erdoğan (2017) found that computer-assisted instruction with GeoGebra increased both geometry achievement and self-efficacy. Kul (2020) reported that the use of GeoGebra in the context of function transformations in 11th grade had positive effects in favor of the experimental group in terms of achievement, retention, and motivation. These findings indicate that dynamic software in mathematics education supports not only academic achievement but also students' cognitive and affective development.

Based on the results of the studies summarized above, it is thought that the use of dynamic geometry software via interactive whiteboards in instructional settings will enhance the comprehensibility of geometry lessons, increase students' interest and motivation towards geometry, and foster positive self-efficacy beliefs. Furthermore, a review of the literature reveals a lack of studies focusing on the use of GeoGebra in the sub-learning areas of Polygons and Quadrilaterals for 10th grade students. In light of all these explanations, the aim of this study is to reveal the effect of lessons conducted with the support of GeoGebra, a dynamic software, via interactive whiteboards in the "Quadrilaterals and Polygons" learning area of the 10th grade geometry curriculum on students' self-efficacy beliefs towards geometry. Additionally, this study is significant in that it offers mathematics teachers a new perspective on the methods, techniques, and strategies to be used in teaching the "quadrilaterals and polygons" learning area. In this context, the research questions addressed in this study are presented below.

- How does students' self-efficacy regarding geometry change in geometry lessons supported by GeoGebra?
- Does the gender variable lead to any differences in students' self-efficacy towards geometry in lessons supported by GeoGebra?
- What does the hierarchy established by the items on the scale reveal about students' self-efficacy in geometry?

2. Method

The study employed a single-group pre-experimental model using pre-tests and post-tests. This model, known as the single-group pre-test-post-test design, involves measuring the dependent variable before and after the application of the independent variable to a randomly selected group (Karasar, 2012). This model was chosen because it was not feasible to create a control group during the research process, and it is practical and easy to implement for comparatively examining the effect of GeoGebra use on self-efficacy beliefs regarding geometry within the same group. Additionally, this model was preferred because it allows for data collection in existing conditions and a natural classroom setting without disrupting the integrity of the classes, while adhering to ethical principles and ensuring that students do not experience any disadvantages.

2.1. Designed Teaching Process and Implementation Stages

Before starting the teaching process related to the quadrilaterals and polygons learning area in the 10th grade curriculum, the "Self-Efficacy Scale for Geometry" was administered to the students as a pre-test. Subsequently, students received instruction for a total of 12 hours (2 hours per week) over a period of 6 weeks, using content prepared by the researcher with GeoGebra software, focusing on the learning areas of quadrilaterals and polygons. The distribution of the prepared content by week is given in Table 1.

Table 1. Distribution of Content by Week

Weeks	Duration (min)	Content
1. Week	40 + 40	The sum of the measures of the exterior angles of a polygon The sum of the measures of the interior angles of a polygon The measure of an interior angle and an exterior angle of a regular polygon
2. Week	40 + 40	Properties related to the interior angles of a quadrilateral The perimeter of the geometric shape formed by connecting the midpoints of consecutive sides of a quadrilateral Angle properties in a trapezoid
3. Week	40 + 40	The length of the midsegment in a trapezoid Properties of an isosceles trapezoid Drawing the height in a trapezoid Relating the area of a trapezoid to that of a rectangle
4. Week	40 + 40	Angle properties in a parallelogram Congruence of sides in a parallelogram The relationship between the triangles formed by the diagonals in a parallelogram Relating the area of a parallelogram to that of a rectangle
5. Week	40 + 40	Properties of diagonals in a rhombus The relationship between the triangles formed by the diagonals in a rhombus
6. Week	40 + 40	Relationships between parallelograms, rhombuses, rectangles, and squares

Learning materials were designed in a structured manner to enable students to discover specific properties related to the learning areas of quadrilaterals and polygons. During the design and implementation phases of these materials, the learning outcomes in the curriculum, the fundamental concepts of the subject, and the hierarchy of the MoNE curriculum were taken into account, ensuring a harmonious process with the interactive and visualization capabilities of GeoGebra. Guiding steps were included to allow students to actively discover the targeted properties within the materials. In this way, the materials were designed in alignment with the constructivist approach to learning. While using the materials in the classroom, a willing student was invited to the board and asked to follow the instructions in the GeoGebra content loaded onto the interactive whiteboard. Subsequently, the relationships were explored through class discussions involving the participating students. After the discovery phase, the property was explicitly stated and example problems were solved. Figures 1, 2, and 3 present examples of the GeoGebra materials prepared for the learning areas of quadrilaterals and polygons.

In the activity shown in Figure 1, students are expected to move the slider to observe the relationship between the number of sides of a polygon and the number of triangles formed by drawing diagonals from any vertex. Subsequently, they are expected to use the sum of the interior angles of a triangle to derive the expression for the sum of the interior angles of a polygon.

The activity presented in Figure 2 aims to have students discover under which conditions the quadrilateral formed by connecting the midpoints of the consecutive sides of a quadrilateral transforms into specific types of special quadrilaterals. In Figure 3, with [EF] as the midsegment, students are expected to observe the formation of a rectangle by moving the slider, and subsequently, to be guided towards discovering the area formula of a trapezoid.

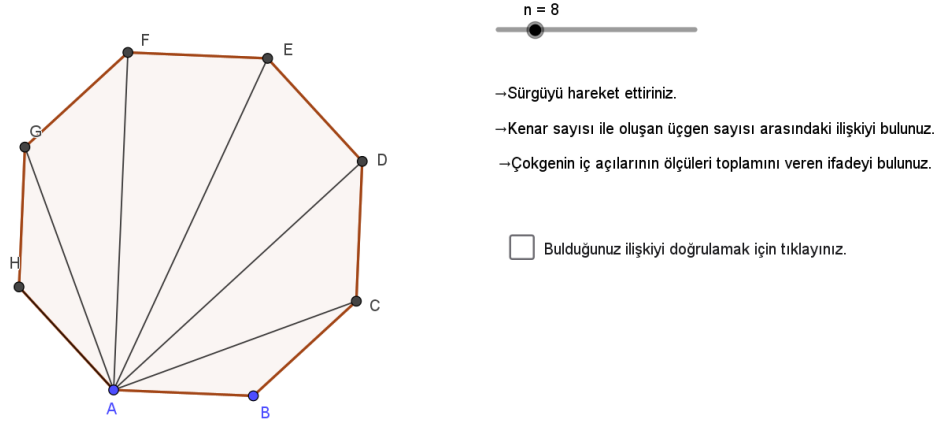


Figure 1. Sample content related to the learning outcome “Explains the concept of a polygon and performs operations”

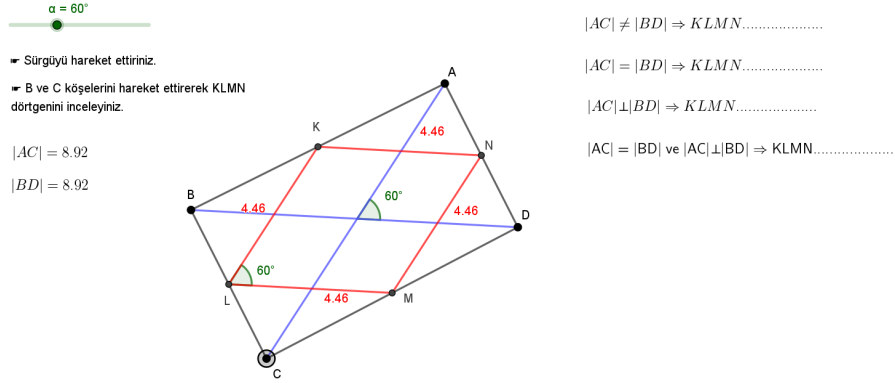


Figure 2. Sample content related to the learning outcome "Explains the basic elements and properties of quadrilaterals and solves problems"

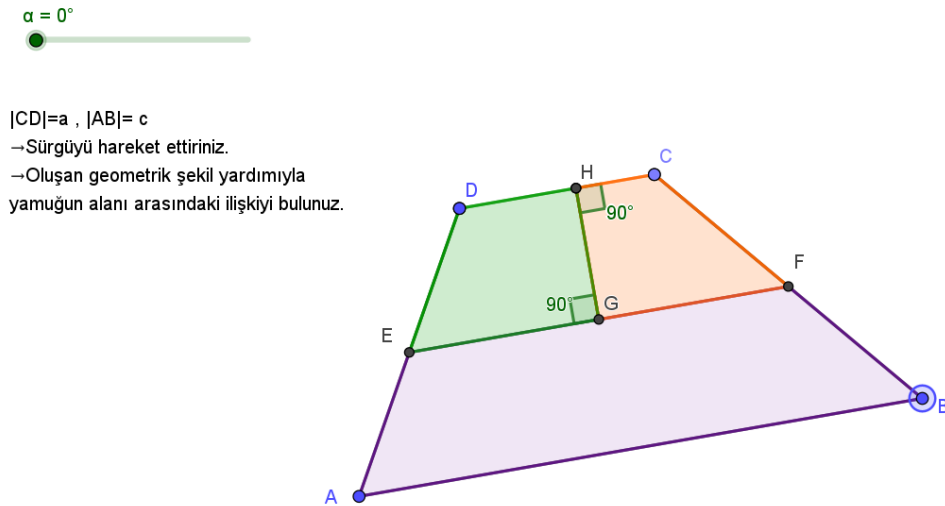


Figure 3. Sample content related to the learning outcome "Explains the angle, side, diagonal, and area properties of special quadrilaterals and solves problems"

The course materials prepared by the researchers were determined in accordance with the Ministry of National Education’s (MoNE) secondary school mathematics curriculum (Table 2). Expert opinions were sought

to ensure that the designed course materials aligned with the learning outcomes; these experts included an associate professor from the mathematics education department and two mathematics teachers working at a high school affiliated with MoNE. Based on their feedback, necessary revisions were made and the final version of the materials was established. At the end of the six-week period, the self-efficacy scale for geometry, which had been administered as a pre-test, was also administered as a post-test to the students, and it was examined whether there was a difference between the self-efficacy scores obtained from the two measurements.

Table 2. The intended learning outcomes of the teaching process

Objective no	Objective
10.5.1.1	Explains the concept of polygons and performs related operations.
10.5.2.1	Explains the basic elements and properties of quadrilaterals and solves problems
10.5.3.1	Explains the angle, side, diagonal, and area properties of special quadrilaterals and solves problems

2.2. Study Group

The study group of the research consists of 10th grade students from a public school in the Araklı district of Trabzon province during the second semester of the 2023–2024 academic year. The study group comprises a total of 72 students, 26 of whom are male and 46 are female. In determining the study group, the convenience sampling method, one of the purposive sampling techniques, was used. The primary reason for choosing this method is the researcher's easy access to the school in question, which allows for efficient data collection in terms of both time and cost. Convenience sampling is considered a suitable choice for field studies, as it provides practicality during the research process (Yıldırım & Şimşek, 2022).

2.3. Data Collection Instruments

As a data collection instrument in the study, the “Self-Efficacy Scale for Geometry” developed by Cantürk-Günhan and Başer (2007) was used. The scale consists of 25 items and includes three sub-dimensions: Positive Self-Efficacy Beliefs (12 items), Use of Geometric Knowledge (6 items), and Negative Self-Efficacy Beliefs (7 items). According to Cantürk-Günhan and Başer (2007), the Cronbach's alpha values for the sub-dimensions of the scale are 0.88, 0.70, and 0.70, respectively, while the overall Cronbach's alpha reliability coefficient for the scale was calculated as 0.90.

The “Undecided” option in the measurement tool may lead participants to avoid expressing a clear attitude and may prevent them from reflecting their true opinions. Removing the “Undecided” option, which does not clearly indicate agreement or disagreement, is considered more beneficial and practical for measurement purposes (Boone et al., 2014; Çekmez et al., 2023). For this reason, the frequency descriptors in the scale, originally “Never, Sometimes, Undecided, Often, Always,” were modified to “Never, Rarely, Sometimes, Often, Always.” This adjustment may enable the researcher to obtain clearer and more reliable results. The items in the Self-Efficacy Scale for Geometry are rated as follows: “1. Never, 2. Rarely, 3. Sometimes, 4. Often, 5. Always.” When scoring, responses to negatively worded items were reverse-coded.

2.4. Data Analysis

After data collection, the data were tabulated using Microsoft Excel to prepare them for analysis. Rasch analysis was conducted using Winsteps software to analyze person-item maps of the tabulated data. To determine whether there was a significant difference between students' pre-test and post-test self-efficacy scores for geometry, a paired samples t-test was used. The reason for using this test is that it compares two measurements obtained from the same group of students. Additionally, to examine whether students' self-efficacy in geometry differed according to gender, an independent samples t-test was employed. This test was chosen to determine whether the difference between the mean scores of two independent groups (female and male students) is statistically significant.

2.5. Validity and Reliability

The values obtained regarding the validity and reliability of the measurements conducted before and after the instructional process to determine students' self-efficacy within the scope of the research are presented in Table 3.

Table 3. The calculated values related to validity and reliability

Measurement(KR-20)	Person reliability coefficient	Item reliability coefficient	Item discrimination index	Person discrimination index	Range of item fit indices	
Pre-test	.89	.87	.95	4.24	2.61	(0.45-1.47)
Post-test	.92	.91	.95	4.18	3.11	(0.41-1.45)

As shown in Table 3, in both measurements, the reliability coefficients calculated for both raw scores and the measures obtained from the Rasch analysis are greater than the recommended lower threshold of .70. Additionally, the item fit indices indicate that the items do not behave in a way that would distort the measurement (Linacre, 2002). The discrimination index corresponds to the ratio of the standard deviation of the true scores to the standard deviation of the errors (Linacre, 2022). The classification of individuals according to the extent to which they possess a particular characteristic is determined by the person separation index (Bond et al., 2021). A low person separation index indicates that the measurement tool is not sufficiently able to distinguish between individuals who do and do not possess the characteristic in question. A person separation index of 1.5 is considered acceptable, a value of 2 is considered good, and a value of 3 or higher is regarded as excellent (Duncan et al., 2003). For the item separation index, it is recommended that the value be at least 2.5 for individual analyses and at least 1.5 for group-based analyses (Boone et al., 2014). In this study, the person and item separation indices obtained from the pre-test and post-test are presented in Table 3. Based on these data, it can be seen that both the person and item separation indices are within the appropriate ranges.

2.6. Research Ethics

This research was conducted under ethical guidelines and was approved by the Trabzon University Social and Human Sciences Scientific Research and Publication Ethics Committee on February 4, 2025, with the approval number E-81614018-050.04-2500006535.

3. Findings

3.1. Findings Regarding Students' Self-Efficacy in Terms of Gender Before and After the Intervention

In order to determine whether students' self-efficacy in geometry differed according to gender before the intervention, an independent samples t-test was conducted on the person measures obtained from the Rasch analysis. The findings are presented in Table 4.

Table 4. Findings on self-efficacy by gender before the intervention

Gender	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>SD</i>	Mean difference	%95 <i>CI</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Female	46	0.17	0.64	0.08	(-0.26, 0.41)	70	0.45	.65
Male	26	0.09	0.75					

As seen in Table 4, before the intervention, the mean self-efficacy measure for female students ($M = 0.17$, $SD = 0.64$) is greater than the mean self-efficacy measure for male students ($M = 0.09$, $SD = 0.75$); however, this difference is not statistically significant ($t(70) = 0.45$, $p = .65$).

To determine whether students' self-efficacy in geometry differed according to gender after the intervention, an independent samples t-test was conducted on the person measures obtained from the Rasch analysis. The findings are presented in Table 5.

Table 5. Findings on self-efficacy by gender after the intervention

Gender	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>SD</i>	Mean difference	%95 <i>CI</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Female	46	0.38	0.75	0.35	(-0.04, 0.75)	70	1.77	.08
Male	26	0.03	0.91					

As shown in Table 5, after the intervention, the mean self-efficacy measure for female students ($M = 0.38$, $SD = 0.75$) is higher than that of male students ($M = 0.03$, $SD = 0.91$). Although the difference between the means of the two groups is not statistically significant, the obtained p-value is quite close to the significance threshold ($t(70) = 1.77$, $p = .08$).

3.2. Findings Regarding Changes in Students' Self-Efficacy Before and After the Intervention

To determine whether the instructional process had an effect on students' self-efficacy in geometry, a paired samples t-test was conducted on the Rasch measures calculated for the pre-test and post-test. The findings are presented in Table 6.

Table 6. Results of the paired samples t-test conducted on pre-test and post-test measures

Measurement	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>SD</i>	Mean difference	%95 <i>CI</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Pre-test	72	0.14	0.68	-0.12	(-0.30, 0.08)	71	-1.19	.24
Post-test	72	0.26	0.82					

As seen in Table 6, the mean self-efficacy measure for students after the intervention ($M = 0.26$, $SD = 0.82$) is slightly smaller than the mean self-efficacy before the intervention ($M = 0.14$, $SD = 0.68$); however, the difference is not statistically significant ($t(71) = -1.19$, $p = 0.24$).

3.3. Findings on the Hierarchy of Items in the Geometry Self-Efficacy Scale

Through Rasch analysis, both persons and items are converted to the same measurement unit, making them numerically comparable. This allows for interpretations about the sample based on the content of the items. The tool used for this interpretation is called a person-item map or Wright map. In this study, the person-item map generated from the post-test data is presented in Figure 4. The vertical line in the center of the figure represents an equal-interval scale that depicts the measures of both individuals and items.

In Figure 4, each "X" symbol under the "Persons" heading represents an individual. Moving upward under the "Persons" heading indicates increasing self-efficacy, while moving downward indicates decreasing self-efficacy. Under the "Items" heading, as one moves upward, the total score obtained from the items decreases, meaning that these items are more difficult to endorse. In other words, items located at the top correspond to higher levels of the self-efficacy trait. The letters M (mean), S (one standard deviation), and T (two standard deviations) in the figure represent the statistical distribution of the measures.

One factor that increases the content validity of a test is the inclusion of items that correspond to different levels of the trait the test aims to measure (Boone et al., 2014). If the difficulties of the items in a test are confined to a narrow range, the items will be insufficient in revealing low, medium, and high levels of the trait being measured. When the distribution of items in Figure 4 is examined, it is observed that they are spread over a wide area and there are no excessive gaps between items. This indicates that the items cover different levels of the self-efficacy construct, that the test is sensitive in measuring self-efficacy, and that the test items are successful in distinguishing individuals in terms of the relevant characteristic.

According to Figure 4, since the region where the items are concentrated and the region where the persons are concentrated are aligned, and the mean of the sample and the mean of the items are close to each other, it can be said that the scale is well-targeted to the sample. For a test to produce valid and reliable results, it is expected to be appropriately targeted to the sample to which it is administered. This targeting means that the items in the test are compatible with the ability level of the sample group, i.e., the items are neither too difficult nor too easy

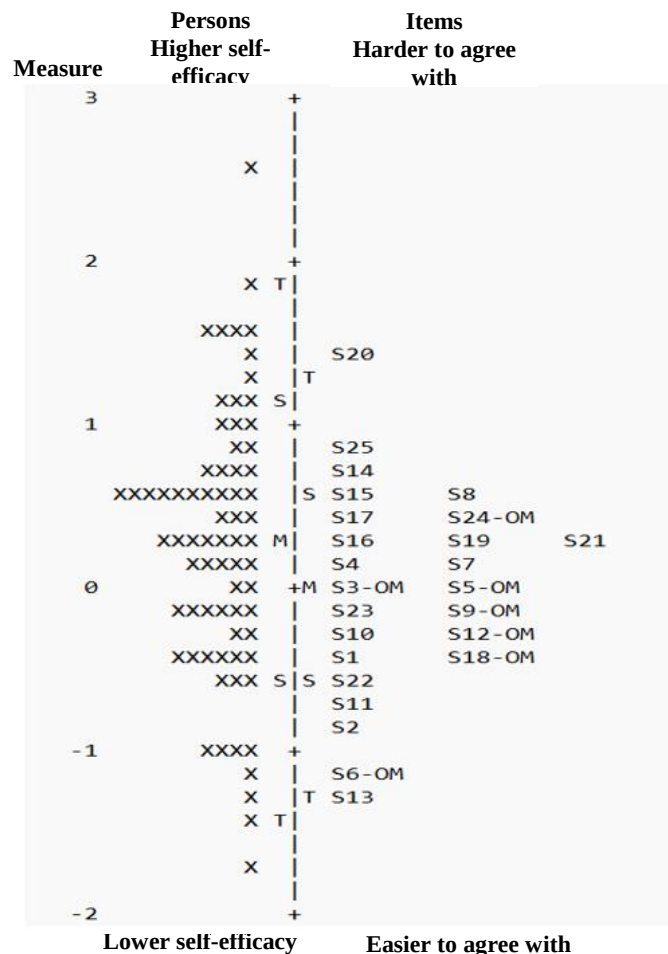


Figure 4. Person-item map for the Geometry Self-Efficacy Scale

for the sample (Boone et al., 2014). According to the person-item map, the most difficult items to endorse are S20 and S25, while the easiest items to endorse are S13 and S6-OM. In other words, the majority of students consider themselves competent in the aspect indicated by item S13. Conversely, many students rated themselves as having low competence in the aspect indicated by item S20. The three items closest to the region where the mean self-efficacy measure of the students is located are S16, S19, and S21. While all students are able to express themselves regarding visualizing geometric shapes, only those with high self-efficacy believe that they can use their geometric knowledge to find their way when they are lost.

4. Discussion and Conclusions

This study examined whether geometry lessons supported by GeoGebra created a gender-based difference in students' geometry self-efficacy. The analyses revealed that the gender variable did not affect students' beliefs in their geometry self-efficacy. In line with the findings of this research, several studies—such as those by Chen and Zimmerman (2007), Ayotola and Adedeji (2009), Özkan (2010), Erdoğan et al. (2011), Yıldırım and Özkan (2013), Çağırgan-Gülten and Soytürk (2013), Erkek and Işıksal-Bostan (2015), and Kaba et al. (2016)—also found no significant difference between female and male students' self-efficacy beliefs regarding geometry. However, some studies in the literature have found that gender may have an effect on self-efficacy. For example, Üredi and Üredi (2005) reported that, among 8th-grade students, boys' mathematics self-efficacy was higher than that of girls. Conversely, Kiamanesh, Hejazi, and Estafani (2004) found that girls' mathematics self-efficacy beliefs were higher than those of boys. The inconsistency in research findings regarding the effect of gender on self-efficacy may be due to the fact that students' self-efficacy varies by gender across different areas of mathematics (Zimmerman, 2000). Another finding from this study is that, when comparing measurements taken at two different times, the average geometry self-efficacy score of female students increased, while that of male students decreased. This suggests that geometry lessons supported by GeoGebra may be more effective for female students.

The study also investigated whether geometry lessons supported by GeoGebra created a difference in students' geometry self-efficacy. The analyses indicated that there was no significant difference in students' geometry self-efficacy. However, a review of the literature shows that instructional methods and techniques other than traditional approaches have a positive effect on students' self-efficacy beliefs. For instance, Yenilmez and Uygan (2010) found that the creative drama method had a significant effect on 7th-grade students' self-efficacy beliefs regarding geometry. In the study by Orçanlı, Orçanlı, and Birgören (2016), computer-assisted instruction using GeoGebra was implemented in the experimental group for the topic of quadrilaterals (squares and rectangles), while the control group received traditional direct instruction. In the experimental group, students worked in pairs at the computer to solve problems through activities, and class discussions were used to resolve points of confusion, with the teacher providing guidance throughout the process. The results showed that computer-assisted geometry instruction had a positive effect on 7th-grade students' self-efficacy perceptions regarding geometry. Similarly, Balcı-Şeker and Erdoğan (2017) found that teaching the topics of circles and disks in a computer-assisted environment using GeoGebra positively affected students' achievement in geometry and their self-efficacy perceptions. The differing results in the present study may be attributed to the lack of school resources, such as the absence of a computer laboratory, and the fact that GeoGebra content was only presented via smartboard, meaning students could not engage in sufficient individual or group practice.

To examine the item hierarchy of the geometry self-efficacy scale, a person-item map was analyzed. The item most difficult for students to endorse was S20, followed by S25. In terms of content, S20 relates to using geometric knowledge to find one's way, and S25 concerns choosing a profession that involves geometric knowledge. Accordingly, it can be inferred that students with high self-efficacy are able to use geometry in daily life, whereas those with low self-efficacy are not. This finding supports Akkuş's (2008) result that there is a significant relationship between pre-service teachers' self-efficacy in mathematics and their ability to connect mathematical concepts to daily life. Furthermore, the fact that the most difficult items to endorse are related to daily life suggests that most students struggle to use geometric knowledge in their everyday lives. Similarly, Gerez-Cantimer (2024) reported that students had difficulty relating algebra topics to daily life. Another study by Özgen (2013) indicated that pre-service teachers' ability to relate mathematics within itself was adequately developed, but their ability to relate it to other disciplines and daily life was quite low. Özgen's (2013) findings support the result in this study that students have difficulty using geometric knowledge in other subjects, as indicated by the challenging S8 item.

According to the research findings, the item with the highest level of agreement among students was S13, which states that they can visualize geometric shapes in their minds. This suggests that students have developed the ability to form mental images during geometric thinking processes and can use this skill in a noticeable way. Similarly, another highly endorsed item was S2, which refers to the ability to liken objects encountered in daily life to geometric shapes. This result indicates that students are able to make sense of abstract mathematical concepts in the context of daily life and relate these concepts to real-world objects. On the other hand, among the less frequently endorsed items was S4, which states, "When I see a geometric shape, I can recall its properties."

This finding suggests that while students have a certain level of proficiency in recognizing geometric shapes, they experience difficulties in recalling and using the properties of these shapes. In line with these findings, Aydın (2021) concluded that students tend to examine geometric shapes visually rather than by their geometric properties when defining them. This indicates that knowledge of shapes and knowledge of their properties should be considered as independent skills, and that both should be supported separately in the instructional process. Overall, the findings show that students' visual and mental imagery skills and their ability to relate geometric shapes to objects in daily life are high, whereas their ability to recall the properties of shapes and use this knowledge actively is relatively lower. Therefore, it is recommended that activities aimed at reinforcing knowledge of the properties of geometric concepts be increased in the instructional process.

5. Recommendations

This study investigated whether geometry lessons supported by GeoGebra led to differences in students' geometry self-efficacy and whether these differences varied by gender. The research was limited to the use of smartboards in the instructional environment. A similar study could be conducted by addressing the limitations of school resources, for example, by enabling students to download the GeoGebra application onto their own technological devices (such as phones, tablets, or computers) and providing them with access to the content, thereby examining their geometry self-efficacy in this context. Additionally, this research was limited to the geometry self-efficacy beliefs of 10th-grade students. Future studies could investigate whether geometry self-efficacy beliefs differ across various grade levels in secondary education. Furthermore, research could be conducted to determine whether lessons taught with GeoGebra in computer-assisted environments, as opposed to smartboard-based instruction, create differences in students' geometry self-efficacy beliefs.

Author's Note: This study is the extended and revised version of the paper that was orally presented at the National Congress of Science and Mathematics Education (UFBMEK-2024), held between September 4–7, 2024.

Ethics declaration: With the decision dated 04.02.2025 and numbered E-81614018-050.04-2500006535, the Scientific Research and Publication Ethics Committee of Social and Human Sciences at Trabzon University approved this study as ethically appropriate.

Funding: No funding was reported for this study.

Declaration of interest: The author declares no conflict of interest.

Dinamik Geometri Yazılımıyla Geometri Öğretiminin 10.Sınıf Öğrencilerinin Geometriye Yönelik Öz-Yeterlik Algılarına Etkisi

1. Giriş

Matematik eğitiminin önemli bileşeni ve okul matematiğinin ayrılmaz bir parçası olan geometri, insanlara yaşadığı evreni tanıma ve evrendeki olguları kavrama imkânı sağlamaktadır (Güven ve Karpuz, 2016; Özkeleş Çağlayan, 2010). Evrende yer alan eşya ve varlıkların çoğu bir şekle sahiptir. İnsanların çevredeki geometrik şekil ve cisimleri içeren varlıklardan en iyi şekilde yararlanabilmesi için geometrik şeklin özellikleri ile varlık arasındaki ilişkiyi kavraması gerekmektedir. Bu sebeple geometrik şekil ve yapılar ile bunların özelliklerini ve birbiriyle ilişkilerini içeren geometrinin eğitimdeki yerinin oldukça önemli olduğu söylenebilir (Kurt, 2019). Geçmişten günümüze kadar insanların yaşamında önemli bir yere sahip olan geometri; eşyaların uzunluklarının ölçümünde, arazi ölçümlerinde, mimari yapılarda ve bunun gibi birçok alanda kullanılmıştır. Yapılan araştırmalar incelendiğinde öğrencilerin geometri alanında pek çok zorlukla karşılaştığı ve zorluklarından birisinin öğrencilerin geometriyi öğrenmeye yönelik sahip olduğu olumsuz duyuşsal özellikler olduğu görülmektedir. Bu duyuşsal özelliklerden biri öz-yeterlik inancıdır (Uygun ve Yenilmez, 2010).

Öz-yeterlik; Bandura (1997) tarafından “bireyin belli bir performansı ortaya koyabilmesi için gerekli etkinlikleri organize edip, başarılı olarak yapma kapasitesi hakkında kendine yönelik yargısı” olarak tanımlanmıştır. Kişinin kendini ne kadar yetkin hissettiğine bağlı bir kavram olan öz-yeterlik inancı yükseldikçe, kişiler daha yüksek hedefler koymak ve daha yüksek eğitim seviyelerine ulaşmak için içsel bir motivasyona sahip olacaktır (Özkeleş Çağlayan, 2010). Bu bağlamda öz-yeterlik inancı bireylerin bir işin üstesinden gelmek için göstereceği çabayı önemli ölçüde etkilemektedir. Yüksek öz-yeterlik düzeyine sahip bireyler bir işi başarmak için üst düzey çaba harcayarak olumsuz bir durumla karşılaştıklarında sabırlı ve kararlı bir şekilde üstesinden gelmeye çalışırken, bunun tersi durumda olan bireyler kolayca pes eder ve vazgeçerler (Aşkar ve Umay, 2001; Kurt, 2019). Eğitim – öğretim ortamlarında kolayca pes eden veya azimli ve kararlı olan öğrencilerle karşılaşılmaktadır. Bu sebepten dolayı öz-yeterliğin eğitim alanında ele alınması gereken bir kavram olduğu düşünülmektedir. İlgili alan yazın incelendiğinde birçok araştırmada öğrencilerin öz-yeterlik inançları araştırılmıştır ve öz-yeterlik ile akademik başarı arasında anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır (Özkan, 2010; Özkeleş Çağlayan, 2010; Yılmaz, 2011; Kurt, 2019). Dolayısıyla öğrencilerin geometri başarıları ile öz-yeterlikleri arasında da anlamlı bir ilişki olduğu söylenebilir (Kaba, Özdişçi ve Soylu, 2017). Öğrencinin akademik başarısının artmasında ve olumlu öz-yeterlik algısının oluşturulmasında derste kullanılan öğretim yöntemlerinin ve materyallerin önemli bir etkisi vardır (Usher, 2008). Tüm derslerin anlatımında olduğu gibi geometrinin anlatımında da öğrencinin ilgisini ve dikkatini çekecek şekilde anlatılmalıdır. Bu doğrultuda öğrencilerin geometri dersine karşı ilgi ve motivasyonunu artırmak ve etkin bir öğretim için bilgisayar destekli öğretim yapılmasının öz-yeterlik inancını artıracığı düşünülmektedir.

Bilgisayar destekli öğretim kapsamında geometri derslerinde kullanılan öğretim araçlarından biri dinamik geometri yazılımlarıdır. Dinamik geometri yazılımları geometriyi kağıt-kalemin hâkim olduğu statik ortamdan kurtarıp geometrik yapıların hareket ettirilerek birbiriyle ilişkilerinin keşfedilmesine olanak sağlayan dinamik bir ortama geçişi sağlamaktadır (İçel, 2011). Dinamik geometri yazılımlarının matematik ve geometri derslerinde etkin ve doğru kullanımı hem geometrik yapılar arasındaki ilişkilerin keşfedilmesine hem de soyut yapıların somutlaştırılmasına yardımcı olacağından öğrencilerin üst düzey zihinsel becerilerinin gelişimine ve dolayısıyla öğrencilerin akademik başarılarının artmasına katkı sağlayabilir (Güven ve Karataş, 2005; Balcı-Şeker, 2014).

Dinamik geometri yazılımlarından biri olan GeoGebra hem geometri ve cebiri birleştirmesi hem kullanıcı arayüzü ve yardım menüsünün Türkçe 'ye çevrilmiş olması hem de kullanımının kolay olması sebebiyle okullarımızda etkin olarak kullanıma potansiyeline sahiptir (Kutluca ve Zengin, 2011). Matematik öğretim programında kazanım açıklamalarında bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanılmasına önemle vurgu yapıldığından (MEB, 2018) öğretmenler derslerinde önemli bir aktör olarak GeoGebra yazılımına yer vermelidir (Baltacı, Yıldız ve Kösa, 2015).

Matematik eğitiminde GeoGebra gibi dinamik geometri yazılımlarının kullanımı, öğrencilerin derse yönelik tutumları ve motivasyonları üzerinde önemli olumlu etkiler göstermektedir (Masri vd., 2016). Aynı zamanda GeoGebra'nın ders süreçlerine entegre edilmesinin öğrencilerin hem derse ilgilerini hem de matematiksel öz-yeterlik algılarını anlamlı düzeyde artırmaktadır (Shadaan ve Leong, 2013). Gençoğlu (2013) tarafından yapılan araştırmada, 6. sınıf geometrik cisimlerin yüzey alanları ve hacimleri konusunda dinamik matematik yazılımları kullanılarak sınıf ortamında akıllı tahta destekli öğretim ile laboratuvar ortamında yapılan öğretim sonucunda öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarının aynı düzeyde olumlu etkilendiği bulunmuştur. Çetin (2007) tarafından ARCS motivasyon modeli stratejilerine uygun olarak geliştirilen bilgisayar destekli öğretim yazılımının, öğrencilerin derse olan ilgilerini ve akademik başarılarını artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca, yapılan deneysel çalışma sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin öz-yeterlik algılarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür. Orçanlı, Orçanlı ve Birgören 'in (2016) “Bilgisayar Destekli Geometri Öğretiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Başarısına ve Özyeterlilik Algısına Etkisi” adlı çalışmasının

sonucunda ders başarısı ve geometri özyeterlilikleri açısından deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Benzer şekilde, Balcı-Şeker ve Erdoğan (2017), GeoGebra yazılımı ile bilgisayar destekli öğretimin geometri ders başarısını ve öz-yeterliği artırdığını bulmuştur. Kul (2020) tarafından 11.sınıf fonksiyon dönüşümleri konusunda GeoGebra kullanımının başarı, kalıcılık ve motivasyon açısından deney grubu lehinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, dinamik yazılımların matematik eğitiminde yalnızca akademik başarıyı değil, aynı zamanda öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimlerini de desteklediğini göstermektedir.

Yukarıda özetlenen çalışmaların ortaya koyduğu sonuçlardan hareketle, öğretim ortamlarında akıllı tahta aracılığıyla dinamik geometri yazılımlarının kullanımının geometri dersinin anlaşılabilirliğini, öğrencinin geometri dersine karşı ilgi ve motivasyonunu artırarak olumlu öz-yeterlik inancı oluşturacağı düşünülmektedir. Ayrıca alan yazın taramasında matematik eğitiminde GeoGebra kullanımının 10. sınıf öğrencilerinin Çokgenler ve Dörtgenler alt öğrenme alanına yönelik çalışmaya rastlanmamıştır. Bütün bu açıklamalar ışığında bu araştırmanın amacı, 10. sınıf geometri dersi müfredatında yer alan “Dörtgenler ve Çokgenler” öğrenme alanında, dinamik bir yazılım olan GeoGebra’nın akıllı tahta destekli kullanımıyla yürütülen derslerin öğrencilerin geometriye yönelik öz-yeterlik inançlarına etkisini ortaya koymaktır. Ayrıca bu çalışma matematik öğretmenlerine “dörtgenler ve çokgenler” öğrenme alanı ile ilgili olarak öğretimde kullanılacak yöntem, teknik ve stratejilere yeni bir bakış açısı kazandırması yönüyle de önem arz etmektedir. Bu kapsam doğrultusunda araştırmada cevap aranan problemler aşağıda sunulmuştur.

- GeoGebra ile desteklenen geometri derslerinde öğrencilerin geometriye ilişkin öz-yeterlilikleri nasıl değişmektedir?
- Cinsiyet değişkeni GeoGebra ile desteklenen geometri derslerinde, öğrencilerin geometriye yönelik öz-yeterliliklerinde bir farklılığa neden olmaktadır?
- Ölçekteki maddelerin belirlediği hiyerarşi öğrencilerin geometri öz-yeterliliklerine yönelik ne söylemektedir?

2. Yöntem

Çalışmada, ön test ve son test kullanılarak yapılan tek gruplu deneme öncesi model kullanılmıştır. Rastgele seçilmiş bir gruba bağımsız değişken uygulamasının öncesinde ve sonrasında bağımlı değişkenin ölçülmesi, tek gruplu ön test - son test modeli olarak tanımlanır (Karasar, 2012). Bu modelin tercih edilmesinin nedeni, araştırma sürecinde kontrol grubu oluşturmanın mümkün olmaması ve GeoGebra kullanımının geometriye yönelik öz-yeterlilik inancı üzerindeki etkisini aynı grup üzerinde karşılaştırmalı olarak incelenmesi için pratik ve kolay uygulanabilir olmasıdır. Ayrıca mevcut şartlarda ve doğal bir sınıf ortamında sınıfların bütünlüğünü bozmadan etik ilkeleri göz önünde bulundurarak öğrencilere herhangi bir dezavantaj yaşatmadan veri toplanmasına imkan sağladığı için bu model tercih edilmiştir.

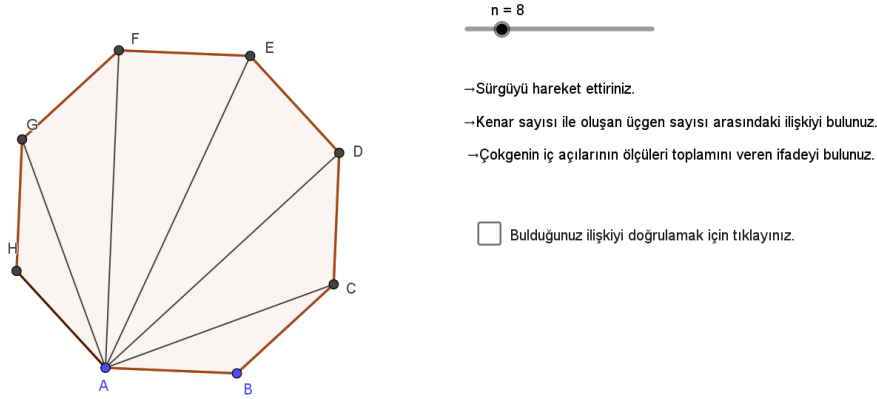
2.1. Tasarlanan Öğretim Süreci ve Uygulama Aşamaları

10. sınıf müfredatında yer alan dörtgenler ve çokgenler öğrenme alanı ile ilgili öğretim sürecine başlamadan önce öğrencilere “Geometriye Yönelik Öz-yeterlilik Ölçeği” ön-test olarak uygulanmıştır. Ardından öğrencilere 6 hafta süresince haftada 2 saat olmak üzere toplam 12 saat dörtgenler ve çokgenler öğrenme alanına yönelik araştırmacı tarafından GeoGebra yazılımı ile hazırlanan içeriklerle öğretim yapılmıştır. Hazırlanan içeriklerin haftalara göre dağılımı Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. İçeriklerin Haftalara göre Dağılımı

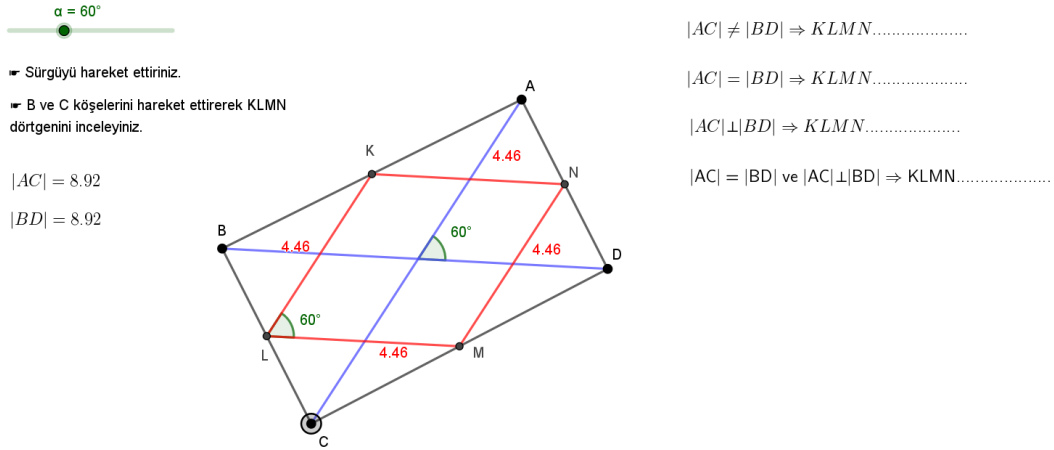
Haftalar	Süre (dk)	Uygulamanın İçeriği
1. Hafta	40 + 40	• Bir çokgenin dış açılarının ölçüleri toplamı • Bir çokgenin iç açılarının ölçüleri toplamı • Düzgün çokgenin bir iç açısının ve dış açısının ölçüsü
2. Hafta	40 + 40	• Dörtgenin iç açıları ile ilgili özellikler • Dörtgenin ardışık kenarlarının orta noktalarının birleştirilmesiyle oluşan geometrik şeklin çevresi • Yamukta açı özellikleri
3. Hafta	40 + 40	• Yamukta orta taban uzunluğu • İkizkenar yamuk ile ilgili özellikler • Yamukta yükseklik çizme • Yamuğun alanını dikdörtgen ile ilişkilendirme
4. Hafta	40 + 40	• Paralelkenarda açı özellikleri • Paralelkenarda kenarların eşliği • Paralelkenarda köşegenlerin oluşturduğu üçgenler arasındaki ilişki • Paralelkenarın alanını dikdörtgen ile ilişkilendirme
5. Hafta	40 + 40	• Eşkenar dörtgende köşegenleri özellikleri • Eşkenar dörtgende köşegenlerin oluşturduğu üçgenler arasındaki ilişki
6. Hafta	40 + 40	• Paralelkenar, eşkenar dörtgen, dikdörtgen ve kare arasındaki ilişkiler

Öğrencilerin dörtgenler ve çokgenler öğrenme alanına ilişkin konu ile ilgili belirli özelliklerini keşfetmelerini sağlayacak şekilde yapılandırılmış öğrenme içerikleri tasarlanmıştır. Bu içerikler tasarlanma ve uygulanma aşamasında öğretim programındaki kazanımlar ve konunun temel kavramları ile MEB müfredatının hiyerarşisi dikkate alınmış, GeoGebra'nın etkileşimli ve görselleştirme imkanlarıyla ahenkli bir süreç izlenmiştir. Öğrencilerin içeriklerde hedeflenen özelliği aktif bir şekilde keşfetmelerine imkan tanınması için yönlendirici adımlara yer verilmiştir. Böylece içerikler, yapılandırmacı öğrenme anlayışıyla uyumlu bir biçimde tasarlanmıştır. İçerikler sınıf ortamında kullanılırken istekli olan öğrencilerden biri tahtaya alınmış ve akıllı tahtaya yüklenen GeoGebra içeriğindeki yönergeleri takip etmesi istenmiştir. Ardından katılım sağlayan öğrencilerle birlikte sınıf tartışmalarının sonucunda ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Öğrencinin keşfinin ardından özellik ifade edilerek örnek soru çözümlerine yer verilmiştir. Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te dörtgenler ve çokgenler öğrenme alanı ile ilgili hazırlanan GeoGebra içeriklerinden örneklerle yer verilmiştir.



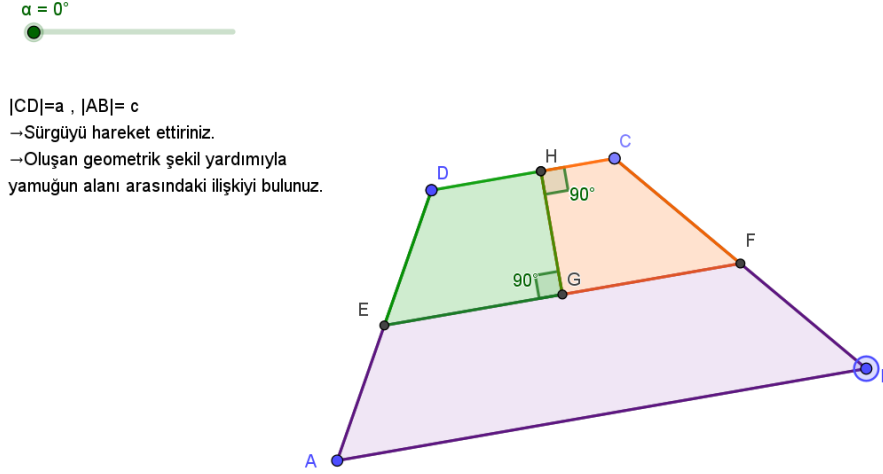
Şekil 1. “Çokgen kavramını açıklayarak işlemler yapar.” kazanımına yönelik örnek içerik

Şekil 1’deki etkinlikte öğrencilerden sürgüyü hareket ettirerek çokgenin kenar sayısı ile çokgenin herhangi bir köşesinden çizilen köşegenlerin oluşturduğu üçgen sayısı arasındaki ilişkiyi fark etmesini ardından ise üçgenin iç açıları toplamını kullanarak çokgenin iç açılar toplamını veren ifadeyi bulması beklenmektedir.



Şekil 2. “Dörtgenlerin temel elemanlarını ve özelliklerini açıklayarak problemler çözer.” kazanımına yönelik örnek içerik

Şekil 2’de verilen etkinlikte bir dörtgenin ardışık kenarlarının orta noktalarının birleştirilmesiyle elde edilen dörtgenin hangi durumlarda hangi özel dörtgenlere dönüştüğünün keşfedilmesi amaçlanmaktadır. Şekil 3’te ise [EF] orta taban olmak üzere sürgünün hareket ettirilerek bir dikdörtgen oluştuğunun görülmesi ardından ise yamuğun alan formülünün keşfettirilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 3. “Özel dörtgenlerin açı, kenar, köşegen ve alan özelliklerini açıklayarak problemler çözer.” kazanımına yönelik örnek içerik

Araştırmacılar tarafından hazırlanan ders içerikleri MEB’in ortaöğretim matematik dersi öğretim programı doğrultusunda belirlenmiştir (Tablo 2). Tasarlanan ders içeriklerinin kazanımlara uygun olup olmadığına yönelik uzman görüşleri (matematik eğitimi bölümünde görev yapan bir doçent, MEB’e bağlı bir lisede görev yapan iki matematik öğretmeni) alınarak gerekli düzenlemeler yapılmış ve içeriklerin son hali oluşturulmuştur. 6 hafta sonunda öğrencilere ön test olarak uygulanan geometriye yönelik öz-yeterlik ölçeği son-test olarak uygulanmış ve iki ölçmede elde edilen öz-yeterlik puanları arasında bir fark olup olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 2. Öğretim sürecinin hedeflediği kazanımlar

Kazanım no	Kazanım
10.5.1.1	Çokgen kavramını açıklayarak işlemler yapar.
10.5.2.1	Dörtgenlerin temel elemanlarını ve özelliklerini açıklayarak problemler çözer.
10.5.3.1	Özel dörtgenlerin açı, kenar, köşegen ve alan özelliklerini açıklayarak problemler çözer.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2023–2024 öğretim yılının ikinci döneminde Trabzon ilinin Araklı ilçesindeki bir devlet okulundaki 10. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışma grubu 26’sı erkek ve 46’sı kız olmak üzere toplam 72 öğrencidir. Çalışma grubu belirlenirken amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir örneklem yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin tercih edilmesinin temel nedeni, araştırmacının söz konusu okula erişiminin kolay olması ve verilerin zaman ve maliyet açısından etkin bir şekilde toplanabilmesidir. Kolay ulaşılabilir örneklem, araştırma sürecinde pratiklik sağlaması bakımından özellikle saha çalışmaları için uygun bir seçim olarak görülmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2022).

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak Cantürk-Günhan ve Başer (2007) tarafından geliştirilen “Geometriye Yönelik Öz-yeterlik Ölçeği” kullanılmıştır. 25 maddeden oluşan ölçek için 3 alt boyut belirlenmiştir: Olumlu Öz-yeterlik İnançları (12 madde), Geometri Bilgisinin Kullanılması (6 madde) ve Olumsuz Öz-yeterlik İnançları (7 madde). Cantürk-Günhan ve Başer (2007) tarafından ölçeğin alt boyutlarına ait Cronbach Alpha değerleri sırasıyla 0,88; 0,70 ve 0,70 olup ölçeğin geneline ait Cronbach Alpha Güvenirlik Katsayısı 0,90 olarak hesaplanmıştır.

Ölçme aracında yer alan “Kararsızım” seçeneği, katılımcıların net bir tutum sergilemekten kaçınmalarına yol açabilir ve gerçek düşüncelerini yansıtmalarını engelleyebilir. Katılıyorum veya katılmıyorum gibi açıkça bir taraf belli etmeyen “Kararsızım” seçeneğinin ölçekten kaldırılması ölçme açısından daha yararlı ve kullanışlı olacaktır (Boone vd., 2014; Çekmez vd., 2023). Bu sebeple; ölçekte yer alan “Hiçbir zaman, Ara Sıra, Kararsızım, Çoğu Zaman, Her Zaman” şeklindeki sıklık zarfları “Hiçbir zaman, Nadiren, Ara Sıra, Çoğu Zaman, Her Zaman” şeklinde değiştirilerek kullanılmıştır. Yapılan bu düzenleme araştırmacının daha net ve güvenilir sonuçlara ulaşmasını sağlayabilir. Geometriye Yönelik Öz-yeterlik Ölçeğinde yer alan maddeler “1. Hiçbir zaman, 2. Nadiren, 3. Ara Sıra, 4. Çoğu Zaman, 5. Her zaman” biçiminde derecelendirilmiştir. Puanlama yapılırken olumsuz ifadeler verilen cevaplar ters çevrilerek puanlanmıştır.

2.4. Verilerin Analizi

Veriler toplandıktan sonra, veri analizine hazırlanmak için Microsoft Excel kullanılarak tablo haline getirilmiştir. Tablo haline getirilen verilere ait kişi madde haritalarını analiz etmek için Winsteps yazılımı

kullanılarak Rasch analizi gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin geometriye yönelik öz-yeterlik ön-test ve son-test puanlarının farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla bağımlı grup t-testi kullanılmıştır. Bu testin kullanılmasının sebebi, aynı öğrenci grubundan elde edilen iki ölçümün karşılaştırılmasıdır. Ayrıca öğrencilerin geometriye yönelik öz-yeterliklerinin cinsiyet değişkenine göre farklılık gösterip göstermediğini incelemek için bağımsız grup t-testi kullanılmıştır. Bu test, birbirinden bağımsız iki grubun (kız ve erkek öğrenciler) ortalama puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için tercih edilmiştir.

2.5. Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırma çerçevesinde yürütülen öğretim sürecinin öncesinde ve sonrasında öğrencilerin öz-yeterliklerini belirlemek için gerçekleştirilen ölçümlerin geçerlik ve güvenirliliğine ilişkin elde edilen değerler Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Geçerlik ve güvenirliliğe ilişkin hesaplanan değerler

Ölçüm	(KR-20)	Kişi güvenirlilik katsayı	Madde güvenirlilik katsayısı	Madde ayırt edicilik katsayısı	Kişi ayırt edicilik katsayısı	Madde uyum indeksleri aralığı
Ön-test	.89	.87	.95	4.24	2.61	(0.45-1.47)
Son-test	.92	.91	.95	4.18	3.11	(0.41-1.45)

Tablo 3’de görüleceği üzere her iki ölçümde hem ham puanlar hem de Rasch analizi sonucunda elde edilen ölçüler üzerinde hesaplanan güvenirlilik katsayıları önerilen alt eşik olan .70’den büyüktür. Bununla birlikte maddelerin uyum indeksleri, maddelerin ölçümü bozar nitelikte davranmadığını göstermektedir (Linacre, 2002).

Ayırt edicilik indeksi; gerçek puanların standart sapması ile hataların standart sapmasının oranına karşılık gelmektedir (Linacre, 2022). Bireylerin belirli bir özelliği ne derece taşıdıklarına göre sınıflandırılması, kişisel ayırt etme gücü indeksi ile belirlenir (Bond vd., 2021). Kişisel ayırt edicilik indeksinin düşük olması, ölçüm aracının bireyleri söz konusu özelliğe sahip olup olmadıklarına göre yeterince ayıramadığı anlamına gelmektedir. Kişi ayırt edicilik indeksinin 1,5 seviyesinde olması kabul edilebilir bir düzeyde değerlendirilirken, 2 olduğunda iyi, 3 veya daha yüksek olduğunda ise mükemmel olarak kabul edilmektedir (Duncan vd., 2003). Madde ayırt edicilik indeksinin ise bireysel analizler için en az 2.5, grup bazlı analizler için ise en az 1.5 olması gerektiği belirtilmektedir (Boone vd., 2014). Bu çalışmada ön-test ve son-testten elde edilen kişi ayırt edicilik indeksi ile madde ayırt edicilik indeksleri Tablo 3’te verilmiştir. Bu veriler doğrultusunda kişi ayırt edicilik indeksi ve madde ayırt edicilik indeksinin verilen aralıklar için uygun olduğu görülmektedir.

2.6. Araştırma Etiği

Bu araştırmanın etik kurallara uygun bir şekilde yapıldığı, Trabzon Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu tarafından 4 Şubat 2025 tarihinde E-81614018-050.04-2500006535 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

3. Bulgular

3.1. Uygulama öncesi ve sonrasında cinsiyet değişkeni açısından öğrencilerin öz-yeterliklerine ilişkin elde edilen bulgular

Uygulama öncesinde öğrencilerin geometriye yönelik öz-yeterliklerinin cinsiyet değişkeni açısından farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için Rasch analizi sonucunda elde edilen kişi ölçüleri üzerinde bağımsız-gruplar t-testi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Uygulama öncesi cinsiyet açısından öz-yeterliliğe ilişkin bulgular

Cinsiyet	n	$\bar{x}$	SS	Ortalamalar farkı	%95 Güven aralığı	sd	t	p
Kız	46	0.17	0.64	0.08	(-0.26, 0.41)	70	0.45	.65
Erkek	26	0.09	0.75					

Tablo 4’ten görüldüğü üzere uygulama öncesinde kız öğrencilerin öz-yeterlik ölçülerinin ortalaması (M=0.17, SS=0.64) erkek öğrencilerin öz-yeterlik ölçülerinin ortalamasından (M=0.09, SS=0.75) büyük olmakla birlikte bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (t(70)=0.45, p=.65).

Uygulama sonrasında öğrencilerin geometriye yönelik öz-yeterliklerinin cinsiyet değişkeni açısından farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için Rasch analizi sonucunda elde edilen kişi ölçüleri üzerinde bağımsız-gruplar t-testi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5. Uygulama sonrası cinsiyet açısından öz-yeterliliğe ilişkin bulgular

Cinsiyet	n	$\bar{x}$	SS	Ortalamalar farkı	%95 Güven aralığı	sd	t	p
Kız	46	0.38	0.75	0.35	(-0.04, 0.75)	70	1.77	.08
Erkek	26	0.03	0.91					

Tablo 5'ten anlaşıldığı üzere uygulama öncesinden kız öğrencilerin öz-yeterlik ölçülerinin ortalaması ($M=0.38$, $SS=0.75$) erkek öğrencilerin öz-yeterlik ölçülerinin ortalamasından ($M=0.03$, $SS=0.91$) büyüktür. İki grubun ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte elde edilen olasılık değeri anlamlılık sınırına oldukça yakındır ($t(70)=1.77$, $p=.08$).

3.2. Uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin öz-yeterliklerindeki değişime ilişkin bulgular

Gerçekleştirilen öğretim sürecinin öğrencilerin geometriye ilişkin öz-yeterliklerine etki edip etmediğini belirlemek için öğrencilerin ön ve son test için hesaplanan Rasch ölçüleri üzerinde bağımlı-gruplar t-testi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Ön ve son test ölçüleri üzerinde gerçekleştirilen bağımlı-gruplar t-testi sonuçları

Test	n	M	SS	Ortalamalar farkı	%95 Güven aralığı	sd	t	p
Ön	72	0.14	0.68	-0.12	(-0.30, 0.08)	71	-1.19	.24
Son	72	0.26	0.82					

Tablo 6'dan görüleceği üzere öğrencilerin uygulama sonrasında öz-yeterlik ölçüleri ortalaması ($M=0.26$, $SS=0.82$) uygulama öncesindeki öz-yeterlik ortalamasından ($M=0.14$, $SS=0.68$) küçük olmakla birlikte aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($t(71)=-1.19$, $p=0.24$).

3.3. Geometri Öz-yeterlik Ölçeğindeki Maddelerin Hiyerarşisine İlişkin Bulgular

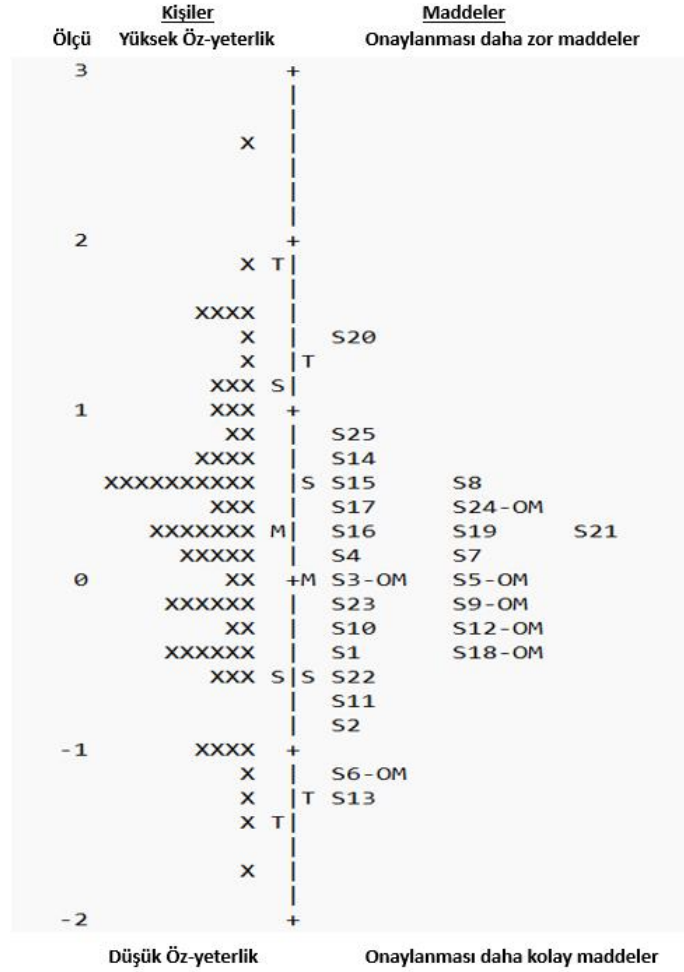
Rasch analizi ile kişiler ve maddeler aynı ölçü birimine dönüştürülerek sayısal olarak karşılaştırılabilir hale getirilmektedir. Bu durum, maddelerin içeriğinden yola çıkarak belirlenen örneklem hakkında yorum yapılmasını sağlar. Bu yorumlamada kullanılan araç ise kişi-madde haritası veya Wright haritası olarak isimlendirilir. Bu araştırmada son test verilerinden elde edilmiş kişi-madde haritası Şekil 4'de verilmiştir. Şeklin merkezinde konumlanan dikey doğru parçası, bireylerin ve maddelerin ölçümlerinin betimlendiği eşit aralıklı ölçeği temsil etmektedir.

Şekil 4'de, kişiler başlığının altında her "X" sembolü bir kişiyi temsil etmektedir. Kişiler başlığı altında yukarı doğru gidildikçe öz yeterlik artmakta, aşağı doğru gidildikçe ise azalmaktadır. Maddeler başlığı altında ise yukarı doğru gidildikçe maddelerden elde edilen toplam puan azalmakta yani maddelerin onaylanması zorlaşmaktadır. Başka bir ifadeyle üst sıralarda yer alan maddeler, öz-yeterlik niteliğinin daha yüksek düzeyine karşılık gelmektedir. Şekilde yer alan M(ortalama), S (bir standart sapma) ve T (iki standart sapma) harfleri ölçümlerin istatistiksel dağılımını temsil etmektedir.

Bir testin kapsam geçerliliğini artıran faktörlerden biri test içerisinde testin ölçmeyi amaçladığı niteliğin farklı seviyelerine karşılık gelen maddelerin yer almasıdır (Boone vd., 2014). Eğer bir test içerisinde yer alan maddelerin güçlükleri dar bir aralık içerisine hapsolmuş ise maddeler ölçülecek niteliğin düşük, orta ve yüksek seviyelerini ortaya çıkartmada yetersiz kalacaktır. Şekil 4'deki maddelerin dağılımı incelendiğinde, geniş bir alana yayıldığı ve maddeler arasında aşırı boşluklar bulunmadığı gözlemlenmektedir. Bu durum maddelerin öz-yeterlik yapısının farklı seviyelerini kapsadığını, testin öz-yeterlik yapısını ölçme konusunda hassas olduğunu ve test maddelerinin kişileri ilgili özellik açısından ayırt etmede başarılı olduğunu göstermektedir.

Şekil 4'e göre maddelerin yoğunlaştığı bölge ile kişilerin yoğunlaştığı bölge karşılıklı ve örneklem ortalaması ile maddelerin ortalaması birbirine yakın olduğundan ölçeğin örneklemini iyi hedeflediği söylenebilir. Bir testin geçerli ve güvenilir sonuçlar üretmesi için, uygulandığı örneklemini uygun şekilde hedeflemesi beklenir. Bu hedefleme, testteki maddelerin örneklem grubunun yetenek düzeyiyle uyumlu olması, yani maddelerin örneklem için ne aşırı zor ne de aşırı kolay olması anlamına gelir (Boone vd., 2014). Kişi-madde haritasına göre onaylanması en zor maddeler S20 ve S25 iken onaylanması en kolay madde S13 ve S6-OM 'dir. Bir diğer ifadeyle öğrencilerin büyük bir bölümü S13 maddesinin işaret ettiği hususta kendilerini yeterli görmektedir. Aksi tarafta birçok öğrenci ise S20 maddesinin işaret ettiği hususta kendilerini düşük düzeyde yeterli değerlendirmiştir. Öğrencilerin öz-yeterlik ölçüleri ortalamasının yer aldığı bölgede bulunan en yakın 3 madde ise S16, S19 ve S21'dir.

Tüm öğrenciler geometrik şekilleri zihinde canlandırma hususunda kendini ifade ederken yalnızca yüksek öz-yeterliğe sahip öğrenciler kaybolduklarında geometri bilgisini kullanarak yollarını bulabileceklerini düşünmektedirler.



Şekil 4. Geometri Öz-yeterlik ölçeğine yönelik kişi-madde haritası

4. Tartışma ve Sonuç

Araştırmada GeoGebra ile desteklenen geometri derslerinin öğrencilerin geometri öz-yeterliklerinde cinsiyet açısından bir farklılık oluşturup oluşturmadığı incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda cinsiyet değişkeninin öğrencilerin geometri öz-yeterlik inançlarını etkilemediği sonucuna varılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına benzer olarak Chen ve Zimmerman (2007), Ayotola ve Adedeji (2009), Özkan (2010), Erdoğan vd.(2011), Yıldırım ve Özkan (2013), Çağırgan-Gülten ve Soytürk (2013), Erkek ve Işıksal-Bostan (2015), Kaba vd. (2016) çalışmalarında kız ve erkek öğrencilerin geometriye yönelik öz-yeterlik inançları arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır. Literatürdeki bazı çalışmalarda cinsiyetin öz-yeterlik üzerinde etkisi olabileceği bulunmuştur. Örneğin; Üredi ve Üredi (2005) tarafından 8. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada erkeklerin matematik öz-yeterliğinin kızların öz-yeterliğinden fazla olduğu belirtilmiştir. Ancak Kiamanesh, Hejazi ve Estafani (2004) tarafından yapılan çalışmada kızların matematik öz-yeterlik inançlarının erkeklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Cinsiyetin öz-yeterlik üzerindeki etkisi ile ilgili araştırma sonuçlarının tutarlı olmamasının sebebi, öğrencilerin öz-yeterliklerinin cinsiyete göre matematiğin farklı alanlarında farklılık göstermesi olabilir (Zimmerman, 2000). Ayrıca bu çalışmadan elde edilen diğer bir sonuç ise, iki farklı zamanda gerçekleştirilen ölçümler birbiriyle kıyaslandığında kız öğrencilerin geometri öz-yeterlik puan ortalamasının arttığı ancak erkek öğrencilerin geometri öz-yeterlik puan ortalamasının düştüğü görülmüştür. Bu durumda GeoGebra ile desteklenen geometri derslerinin kız öğrenciler açısından daha etkili olduğu söylenebilir.

Araştırmada GeoGebra ile desteklenen geometri derslerinin öğrencilerin geometri öz-yeterliklerinde bir farklılık oluşturup oluşturmadığı incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin geometri öz-yeterliklerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir. Ancak literatür taramasında geleneksel yöntemler haricinde kullanılan öğretim yöntem-tekniklerinin öğrencilerin öz-yeterlik inançlarını olumlu etkilediği görülmüştür. Örneğin; Yenilmez ve Uygan (2010) çalışmasında yaratıcı drama yönteminin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin geometriye yönelik öz-yeterlik inanç düzeylerine anlamlı etkisinin olduğu belirtmiştir. Orçanlı, Orçanlı ve Birgören (2016) çalışmalarında, 7. sınıf öğrencileri ile dörtgenler (kare ve dikdörtgen) konusunda deney grubunda GeoGebra yazılımı kullanılarak bilgisayar destekli öğretim, kontrol grubunda ise

geleneksel düz anlatım yöntemi ile öğretim yapmıştır. Deney grubunda, bilgisayar başında ikili gruplar halinde etkinliklerle soruları çözmeleri istenmiştir. Anlamadıkları noktalarda sınıf tartışmalarıyla sonuca ulaşmaları sağlanmış, bu süreçte öğretmen rehberlik etmiştir. Çalışma sonucunda bilgisayar destekli geometri öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin geometriye yönelik öz-yeterlik algısında olumlu bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Balcı-Şeker ve Erdoğan (2017) tarafından yapılan araştırmada, geometri dersi kapsamında yer alan çember ve daire konusunun GeoGebra yazılımı aracılığıyla bilgisayar destekli ortamda işlenmiştir. Uygulamanın ardından kullanılan yöntemin öğrencilerin geometri dersi başarılarını ve geometri öz-yeterlik algılarını pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonucun farklı olmasının sebebi okul imkanlarının yetersizliği sebebiyle bilgisayar laboratuvarının olmaması, GeoGebra içeriklerinin sadece akıllı tahta üzerinden gösterilmesi yani öğrencinin bireysel ya da grup olarak yeterli uygulamayı yapamaması olabilir.

Geometri öz-yeterlik ölçeğinin madde hiyerarşisini incelemek amacıyla kişi-madde haritası incelenmiştir. Öğrenciler tarafından onaylanması en zor olan madde S20, ardından ise S25 tir. Maddelerin içeriklerine bakıldığında S20 geometri bilgisinin kullanılarak yolunu bulabilme ve S25 geometri bilgisinin kullanıldığı bir meslek seçimi ile ilgilidir. Bu doğrultuda yüksek öz-yeterlik düzeyine sahip öğrenciler geometriyi günlük yaşamda kullanılabildiği ancak düşük öz-yeterlik düzeyine sahip öğrencilerin ise kullanamadığı sonucu çıkarılabilir. Elde edilen bu sonuç Akkuş'un (2008) öğretmen adaylarının matematik konusundaki öz yeterlikleri ile matematiksel kavramları günlük yaşamla bağlantı kurma düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulgusunu desteklemektedir. Ayrıca onaylanması zor maddelerin günlük yaşamla bağlantılı olması, öğrencilerin çoğunluğunun geometri bilgisini günlük hayatlarında kullanmakta güçlük yaşamakta olduğunu göstermektedir. Bu sonuca benzer şekilde, Gerez-Cantimer (2024) araştırmasında öğrencilerin cebir konularını günlük yaşamla ilişkilendirmede zorluk yaşadıklarını rapor etmiştir. Bir diğer araştırmada Özgen (2013), öğretmen adaylarının matematiği kendi içinde ilişkilendirme becerilerinin yeterli düzeyde gelişmediğini, farklı disiplinler ve günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerinin ise oldukça düşük düzeyde olduğunu ifade etmiştir. Özgen'in (2013) çalışması, bu çalışmada onaylanması zor olan S8 maddesine göre öğrencilerin geometri bilgisini diğer derslerde kullanmakta zorlandığı bulgusunu desteklemektedir.

Araştırma bulgularına göre, öğrencilerin en yüksek düzeyde katılım gösterdiği ifade, "Geometrik şekilleri zihinlerinde canlandırabildiklerini" belirten S13 maddesi olmuştur. Bu durum, öğrencilerin geometrik düşünme süreçlerinde zihinsel imgeler oluşturabilme becerilerinin gelişmiş olduğunu ve bu beceriyi fark edilebilir bir biçimde kullanabildiklerini göstermektedir. Benzer şekilde, öğrenciler tarafından yüksek oranda onaylanan bir diğer madde ise, "Günlük yaşamda karşılaşılan nesneleri geometrik şekillere benzetebilme" yeterliliğini belirten S2 maddesidir. Bu sonuç, öğrencilerin soyut matematiksel kavramları günlük yaşam bağlamında anlamlandırabildiklerini ve bu kavramları gerçek yaşam nesneleriyle ilişkilendirebildiklerini göstermektedir. Öte yandan, öğrenciler tarafından daha az onaylanan ifadeler arasında yer alan S4 maddesi, "Bir geometrik şekil gördüğümde onun özelliklerini hatırlayabilirim" biçimindedir. Bu bulgu, öğrencilerin geometrik şekilleri tanıma konusunda belirli bir yeterliliğe sahip olduklarını, ancak bu şekillerin özelliklerini hatırlama ve bu bilgileri kullanma konusunda güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Bu bulgularla benzer olarak, Aydın (2021) çalışmasında öğrencilerin geometrik şekilleri tanımlarken geometrik özelliklerinden çok görsel olarak inceleme yaptıkları sonucuna varmıştır. Bu durum, şekil bilgisi ile şekil özellikleri bilgisinin birbirinden bağımsız beceriler olarak ele alınması gerektiğini ve öğretim sürecinde her iki becerinin ayrı ayrı desteklenmesinin önemini ortaya koymaktadır. Genel olarak bulgular, öğrencilerin görsel ve zihinsel canlandırma becerileri ile geometrik şekilleri günlük yaşamdaki nesnelerle ilişkilendirme düzeylerinin yüksek olduğunu; buna karşın, şekillerin özelliklerini hatırlama ve bu bilgiyi aktif biçimde kullanma becerilerinin görece daha düşük düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, öğretim sürecinde özellikle geometrik kavramlara ilişkin özellik bilgilerinin pekiştirilmesine yönelik etkinliklerin artırılması önerilebilir.

5. Öneriler

Araştırmada GeoGebra ile desteklenen geometri derslerinin öğrencilerin geometri öz-yeterliklerinde ve cinsiyet değişkinine göre geometri öz-yeterliklerinde bir farklılık oluşturup oluşturmadığı incelenmiştir. Bu araştırma öğretim ortamında akıllı tahta kullanımı ile sınırlıdır. Benzer bir çalışma, okul imkansızlıklarını gidermek amacıyla öğrencilerin teknolojik aletlerine (telefon, tablet, bilgisayar vb.) GeoGebra uygulaması indirilerek içerikleri öğrencilerin kullanımına sunularak geometriye yönelik öz-yeterlik incelenerek yapılabilir. Bu araştırma 10.sınıf öğrencilerinin geometri öz-yeterlik inançları ile sınırlıdır. Ortaöğretimin farklı düzeylerinde geometrik öz-yeterlik inançlarının sınıf düzeyine göre farklılık gösterip göstermediği incelenebilir. Ayrıca akıllı tahta ile bilgisayar destekli öğretim ortamında GeoGebra destekli işlenen derslerin öğrencilerin geometri öz-yeterlik inançlarında bir farklılık oluşturup oluşturmadığına yönelik çalışmalar yapılabilir.

Yazar Notu: Bu çalışma 04-07 Eylül 2024 tarihleri arasında düzenlenen Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde (UFBMEK-2024) sözlü olarak sunulan bildirinin genişletilmiş ve düzenlenmiş halidir.

Etik Kurulu Raporu: Trabzon Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 04.02.2025 tarih ve E-81614018-050.04-2500006535 sayılı kararıyla bu çalışmanın yapılması etik açıdan uygun bulunmuştur.

Finansman: Bu çalışma için herhangi bir fon bildirilmemiştir.

Çıkar beyanı: Yazar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Kaynaklar / References

- Akkuş, O. (2008). Preservice elementary mathematics teachers' level of relating mathematical concepts in daily life contexts. *Hacettepe University Journal of Education*, 35(35), 1-12.
- Aşkar, P., & Umay, A. (2001). Perceived computer self-efficacy of the students in the elementary mathematics teaching programme. *Hacettepe University Journal of Education*, 21, 1-8.
- Aydın, H. (2021). *Investigation of 7th grade student's level of conceptual understanding in construction studies with dynamic geometry* (Unpublished Master's Thesis). Uludağ University, Bursa.
- Ayotola, A. ve Adedjeji, T. (2009). The relationship between mathematics self-efficacy and achievement in mathematics. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 53-57.
- Balcı Şeker, H. & Erdoğan, A. (2017). The effect of teaching geometry with GeoGebra software on geometry lesson achievement and geometry self-efficacy. *OPUS – International Journal of Society Researches*, 7(12), 82-97.
- Baltacı, S., Yıldız, A., & Kösa, T. (2015). The potential of GeoGebra dynamic mathematics software in teaching analytic geometry: The opinion of pre-service mathematics teachers. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 6(3), 483-505.
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. New York: W. H. Freeman and Company.
- Bond, T. G., Yan, Z., & Heene, M. (2021). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences* (4th ed.). New York: NY: Routledge.
- Boone, W. J., Staver, J. R., & Yale, M. S. (2014). *Rasch analysis in the human sciences*. Dordrecht, Netherlands: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6857-4_4
- Chen, P. ve Zimmerman, B. (2007). A cross-national comparison study on the accuracy of self-efficacy beliefs of middle-school mathematics students. *The Journal of Experimental Education*, 75(3), 221-244.
- Cantürk Günhan, B. & Başer, N. (2007) The development of self-efficacy scale toward geometry. *Hacettepe University Journal of Education*, 33, 68 – 76.
- Çağırğan-Gülten, D. & Soytürk, İ. (2013). The relation between 6th grade elementary school students' self-efficacy beliefs and academic achievement in geometry. *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Education Faculty*, 25, 55-70.
- Çekmez, E., Tuti, G. & Terzi, S. Y. (2023). Investigation of the Psychometric Properties of a Mathematics Anxiety Test for 3rd and 4th Grade Primary School Students. *Anadolu University Journal of Education Faculty (AUJEF)*, 7(4), 819-841.
- Çetin, Ü. (2007). *A comparison of traditional teaching and the computer assisted education software based on arsc motivation model in accordance with students' achievement and permanance of learning* (Unpublished Master's Thesis). Gazi University, Ankara.
- Duncan, P. W., Bode, R. K., Lai, S. M., & Perera, S. (2003). Rasch analysis of a new stroke-specific outcome scale: the stroke impact scale. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(7), 950-963. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(03\)00035-2](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(03)00035-2)
- Erdoğan, A., Baloğlu & Kesici, S. (2011). Gender differences in geometry and mathematics achievement and self-efficacy beliefs in geometry. *Eurasian Journal of Educational Research*, 43, 188-205.
- 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.
- Gençoğlu, T. (2013). *The effect of using computer based teaching and smart board based teaching related with the surface area and volume of geometrical objects on student's academic achievement and attitudes toward mathematics*. (Unpublished Master's Thesis). Gazi University, Ankara.
- Gerez Cantimer, G. (2024). The investigation of middle school 7th and 8th grade students' perceptions of algebra learning domain in the context of associating concepts with daily life. *Western Anatolia Journal of Educational Sciences*, 15(1), 24-56.
- Güven, B., & Karataş, İ. (2005). Design of constructivist learning environment with dynamic geometry software Cabri: A Model. *Elementary Education Online*, 4(1), 62-72.
- Güven, B., & Karpuz, Y., (2016). Geometrik Muhakeme: Bilişsel Perspektifler. *Matematik Eğitiminde Teoriler* (pp.245-263), Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Işıksal, M., & Aşkar, P. (2003). The scales of perceived mathematics and computer self-efficacy for elementary students. *Hacettepe University Journal of Education*, 25, 109-118.

- İçel, R. (2011). *Effects of computer based teaching on students' mathematics achievements: Example of GeoGebra*. (Unpublished Master's Thesis). Selçuk University, Konya.
- Kaba, Y., Boğazlıyan, D. & Daymaz, B. (2016). Middle school students' attitudes and self-efficacy towards geometry. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 52, 335-350.
- Kaba, Y., Özdişi, S., & Soylu, Ş. (2017). The effect of jigsaw-i technique on 7th grade middle school students' attitude and self-efficacy toward geometry. *Turkish Studies International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 12(28), 473-488.
- Karasar, N. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (24th ed.). Ankara: Nobel Yayınevi.
- Kiamanesh, A. R., Hejazi, E., & Esfahani, Z. N. (2004). *The role of math self-efficacy, math self-concept, perceived usefulness of mathematics and math anxiety in math achievement*. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/239579908_The_Role_of_Math_Self-Efficacy_Math_Self-Concept_Perceived_Usefulness_of_Mathematics_and_Math_Anxiety_in_Math_Achievement , on 23.07.2024
- Kul, H. (2020). *The effects of teaching with Geogebra on students' academic achievements, retention of knowledge and motivation in function transformations* (Unpublished Master's Thesis). Atatürk University, Erzurum.
- Kurt, Ö. (2019). *Investigation of the effects of mathematical modeling problems on the attitude of fifth grade students towards academic achievement, geometry self-efficacy and mathematics* (Unpublished Master's Thesis). Fırat University, Elazığ.
- Kutluca, T., & Zengin, Y. (2011). Evaluation of views of students about using geogebra in teaching of mathematics. *Dicle University Journal of Ziya Gokalp Education Faculty*, 17, 160-172.
- Linacre, J. M. (2002). What do infit and outfit, mean-square and standardized mean. *Rasch measurement transactions*, 16(2), 878.
- Linacre, J. M. (2022, 08 20). *A user guide to Winsteps Ministep Rasch model computer programs*. Winteps: <https://www.winsteps.com/a/Winsteps-Manual.pdf>
- Masri, R., Ting, S., Zamzami, Z. & Ma'amor, R. (2016). The effects of using geogebra teaching strategy in malaysian secondary schools: A Case study from sibu, sarawak. *Geografia*, 12(7), 13-25.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). Ortaöğretim matematik (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) dersi öğretim programı. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Orçanlı, H.B., Orçanlı, K., & Birgören, B. (2016). The effects of the computer based geometry teaching on seventh grade students' achievement and self-efficacy. *Kafkas University Journal of the Institute of Social Sciences*, 1, 117 – 141.
- Özgen, K. (2013). Mathematical connection skill in the context of problem solving: the case of pre-service teachers. *Education Sciences*, 8(3), 323-345.
- Özkan, E. (2010). *The relationships between geometry self-efficacy, gender, grade level, parents' education level and geometry achievement* (Unpublished Master's Thesis). Abant İzzet Baysal University, Bolu.
- Özkeleş Çağlayan, S. (2010). *The potential of predictive of the academic achievement points of geometry using the 9th grade students's geometry self-efficacy and geometry attitude* (Unpublished Master's Thesis). Yıldız Teknik University, İstanbul.
- Shadaan, P. & Leong, K. (2013). Effectiveness of using geogebra on students' understanding in learning circles. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 1(4), 1-11.
- Usher, E.L. (2008). Sources of middle school students' self-efficacy in mathematics: A qualitative investigation. *American Educational Research Journal*, 46(1), 275-314.
- Üredi, I., & Üredi, L. (2005). The predictive power of self-regulation strategies and motivational beliefs on mathematics achievement of primary school 8th grade students. *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, 1(2), 250-260.
- Yenilmez, K., & Uyan, C. (2010). The effects of creative drama method on 7th grade students' self-efficacy beliefs on geometry. *Kastamonu Education Journal*, 18(3), 931-942.
- Yıldırım, S., & Özkan, E. (2013). The relationships between geometry achievement, geometry self-efficacy, parents' education level and gender. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences*, 46(2), 249-261.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2022). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (13th ed.). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, Ç. (2011). Investigating relationships among mathematics motivation, anxiety, self-efficacy beliefs, self-concept and attitudes of sixth, seventh and eighth grade students for mathematics course: Şereflikoçhisar sample (Unpublished Master's Thesis). Ankara University, Ankara.
- Zimmerman, B. J. (1995). Self-efficacy and educational development. In A. Bandura, (Ed.), *Self-efficacy in changing societies*. New York: Cambridge University Press.
- Zimmerman, B. J. (2000). Self-Efficacy: An essential to motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 82-91.