



Factors Associated with Prospective Teachers' Achievement in Quadrilateral Definitions: An Exploration of Background Characteristics

Ramazan AVCU^{a*}

^aAksaray University, Education Faculty, Mathematics and Science Education Department



Article Info

DOI: 10.14812/cuefd.373324

Article history:

Received 16.01.2018

Revised 27.07.2018

Accepted 30.07.2018

Keywords:

Special quadrilaterals,
Background variables,
Prospective mathematics teachers.

Abstract

This study investigated the relationships among prospective middle school mathematics teachers' background variables and their achievement in defining special quadrilaterals. The participants of the study were 184 prospective teachers (49 males and 135 females) from four intact classes (38 freshmen, 50 sophomores, 49 juniors, and 47 seniors). The Background Characteristics Questionnaire, the Special Quadrilaterals Test, and the Utley Geometry Attitude Questionnaire were used to gather data. The results showed that participants had low level of achievement in defining special quadrilaterals. No significant difference was found in their achievement with respect to gender, enrolment in an elective geometry course, and enrolment in a teaching practicum course. On the other hand, their achievement scores differentiated significantly in terms of their year levels. The multiple regression correlation results showed that prospective teachers' geometry course scores were a significant predictor of their achievement, while cumulative grade point averages (CGPAs) and geometry attitude scores were not.

Öğretmen Adaylarının Dörtgenleri Tanımlama Başarılarıyla İlişkili Faktörler: Arka Plan Özelliklerinin Araştırılması

Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cuefd.373324

Makale Geçmişi:

Geliş 16.01.2018

Düzeltilme 27.07.2018

Kabul 30.07.2018

Anahtar Kelimeler:

Özel dörtgenler,
Arka plan özellikleri,
Matematik öğretmeni adayları.

Öz

Bu çalışmada ortaokul matematik öğretmeni adaylarının özel dörtgenleri tanımlamadaki başarılarıyla arka plan özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmaya dört farklı sınıf düzeyinde öğrenim gören (38 birinci sınıf öğrencisi, 50 ikinci sınıf öğrencisi, 49 üçüncü sınıf öğrencisi ve 47 son sınıf öğrencisi) toplamda 184 öğretmen adayı (49 erkek ve 135 kız) katılmıştır. Verilerin toplanmasında Arka Plan Özellikleri Anketi, Özel Dörtgenler Testi ve Utley Geometri Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Araştırmanın bulguları öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlamadaki başarı düzeylerinin düşük olduğunu göstermiştir. Öğretmen adaylarının dörtgenleri tanımlama başarıları cinsiyete, seçmeli geometri derslerine katılıma ve öğretmenlik uygulaması dersine katılıma göre anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Öte yandan, farklı sınıf düzeylerinde öğrenim gören öğretmen adaylarının dörtgenleri tanımlama başarılarının birbirlerinden anlamlı olarak farklılaştığı ortaya çıkmıştır. Çoklu regresyon analizi sonuçları, öğretmen adaylarının geometri dersi notlarının dörtgenleri tanımlama başarılarını anlamlı olarak yordadığını, ağırlıklı genel not ortalamalarının ve geometriye yönelik tutum puanlarının ise anlamlı olarak yordamadığını göstermiştir.

*Author: ramazanavcu@aksaray.edu.tr

Introduction

Definitions play a crucial role in mathematics education (Vinner, 2002; Zaslavsky & Shir, 2005; Zazkis & Leikin, 2008). However, there is a distinction between mathematical definitions and everyday language definitions (Edwards & Ward, 2008). Everyday language definitions represent objects that are already existing in the world whereas mathematical definitions create concepts (Selden & Selden, 2008). Everyday language definitions are ill-specified descriptions while mathematical definitions are succinctly formulated statements that delineate explicitly the boundaries of concepts (Selden & Selden, 2008).

Mathematical definitions have several roles in the teaching and learning of mathematics. Zaslavsky and Shir (2005) explained these roles in the following way: (i) introducing components of a theory and determining the critical attributes of a concept, (ii) constituting a fundamental part of concept acquisition, (iii) forming a foundation for understanding and solving mathematical proofs and problems, and (iv) building consensus among mathematicians, mathematics educators, and learners on the meanings of mathematical concepts and thus paving the way for effective communication of mathematical ideas.

The ability to generate correct mathematical definitions is one of the essential components of teachers' mathematical knowledge (Leikin & Winicki-Landman, 2000). To analyze teachers' knowledge for teaching geometric definitions, Levenson, Tirosh and Tsamir (2012) proposed a framework that combined Tall and Vinner's (1981) concept image/concept definition theory with Shulman's (1986) theory of knowledge for teaching. According to this combined framework, GMK-Definition refers to teachers' general knowledge of geometric definitions. It involves knowing that definitions tend to comply with the minimality criterion (i.e., mentioning only the properties that are necessary to establish a concept) (Van Dormolen & Zaslavsky, 2003). It also includes knowing that this criterion holds not only for 2D geometric shapes but also for non-geometric mathematical concepts. TMK-Definition refers to teachers' topic-specific knowledge associated with definitions of geometric concepts. It involves knowing one or more definitions of a geometric concept. Namely, it involves being aware of the fact that definitions are arbitrary, and consequently that it is possible, for a specific concept, to generate a number of geometric definitions which are either equivalent or non-equivalent (Usiskin & Griffin, 2008). KCS-Definition refers to teachers' knowledge of students and definitions of concepts. That is, it involves knowing that choosing minimal definitions for young students may not be good from a didactical point of view in that these students may not be able to develop relationships between the properties of geometric objects (Van de Walle, Karp, & Bay-Williams, 2016). Finally, KCT-Definition refers to teachers' knowledge of teaching and definitions of concepts. It involves paying attention to using appropriate mathematical language, terminology, and notation when teaching geometric concepts to students. For instance, mentioning the term "corner" instead of "vertex" when talking about the properties of a triangle violates precision and appropriate terminology use. Knowing which examples and non-examples of a concept support the development of students' mathematical or geometric thinking and which ones promote the use of concept definitions is also an indicator of teachers' KCT-Definition.

Despite playing a crucial role in mathematics and despite being one of the key components of teacher knowledge, past research has shown that not only students but also pre-service and in-service teachers have difficulty with the meta-mathematical concept of a definition (e.g., Leikin & Winicki-Landman, 2000; Linchevsky, Vinner, & Karsenty, 1992; Movshovitz-Hadar, Zaslavsky, & Inbar, 1987; Zazkis & Leikin, 2008). For instance, Movshovitz-Hadar et al. (1987) reported that many of the mathematical errors made by the secondary school students emanated from their distortion of mathematical definitions. Linchevsky et al. (1992) found out that prospective teachers were not able to understand the nature of mathematical definitions. Edwards and Ward (2008) revealed that undergraduate students could not use mathematical definitions appropriately when solving problems and proving theorems. Similarly, Usiskin and Griffin (2008) claimed that many teachers and students were not cognizant of the fact that there is a choice of definitions for mathematical concepts (i.e., there may exist many alternative definitions for one specific concept).

Rumberger and Palardy (2004) pointed out that students' background characteristics, classroom characteristics, and school characteristics have impact on their educational achievement. Besides, they proposed a multi-level model to explain the factors that are associated with students' educational achievement (see Figure 1).

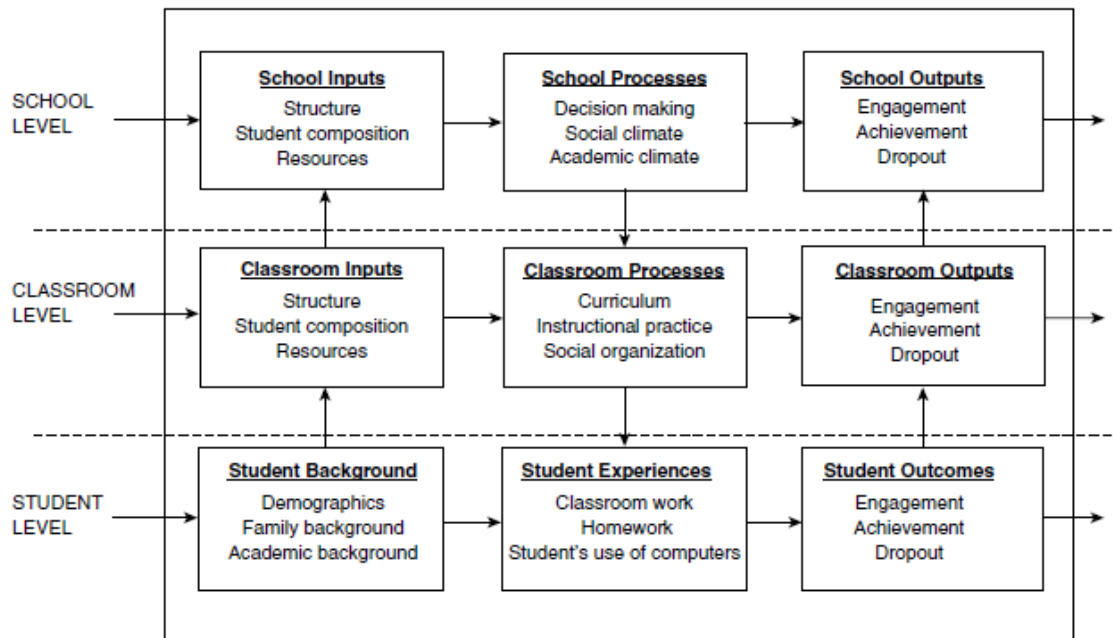


Figure 1. Rumberger and Palardy's (2004) multilevel model of education system (p. 9)

As can be seen in Figure 1, student-, classroom-, and school-level variables have some contributions to students' educational achievement. However, Teddlie and Reynolds (2000) argue that students' background characteristics (e.g., gender, prior knowledge, age, educational aspirations, and so forth) explain about eighty percent or more of their achievement compared to their classroom and school level characteristics. More specifically, students' background characteristics seem to be a more consistent predictor of their achievement in mathematics (Wilkins, Zembylas, & Travers, 2002). Thus, the motivation for this study is grounded in the perspective that to improve prospective middle school mathematics teachers' (PMSMTs) understanding of geometry, it may be uncovered which background characteristics are strongly associated with their achievement in defining special quadrilaterals. Besides, it appears from an extensive literature review that studies exploring the relationships among learners' definition performance and their background characteristics are non-existent. With these motivations in mind, in this study the focus was on exploring whether there are relationships among achievement in special quadrilateral definitions, gender, year level, enrolment in an elective geometry course, enrolment in a teaching practicum course, cumulative grade point averages (CGPAs), geometry course scores, and geometry attitude scores. Thereby, this study sought to answer the following research questions:

1. What is the level of PMSMTs' achievement in special quadrilateral definitions?
2. Does PMSMTs' achievement in special quadrilateral definitions differentiate in accordance with gender, year level, enrolment in an elective geometry course, and enrolment in a teaching practicum course?
3. Do PMSMTs' CGPAs, geometry course scores, and geometry attitude scores predict their achievement in special quadrilateral definitions?

Methodology

Research Design

The three basic non-experimental research designs as cross sectional survey design, correlational design, and natural manipulation research design (Christensen, Johnson, & Turner, 2013) were used to answer the research questions of the current study. In cross sectional surveys, researchers describe some characteristics of participants (e.g., beliefs, attitudes, and knowledge) through collecting data during a single and short period of time (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2014). Thus, cross sectional survey design was used to describe pre-service middle school mathematics teachers' level of achievement in special quadrilateral definitions. In correlational research designs, researchers predict scores and explain the degree of relationship(s) among two or more variables (Creswell, 2012). Therefore, correlational research design was used to explore whether pre-service teachers' CGPAs, geometry course scores, and geometry attitude scores predict their achievement in special quadrilateral definitions or not. In natural manipulation research design, researchers investigate possible causes of differences among participants and the selected independent variables are usually non-manipulatable (Christensen et al., 2013). Hence, natural manipulation research design was used to determine whether pre-service teachers' achievement in special quadrilateral definitions differentiates with respect to their gender, year level, enrolment in an elective geometry course, and enrolment in a teaching practicum course or not.

Participants and the Context

The participants of the study were 184 prospective middle school mathematics teachers (49 males and 135 females) from four intact classes (38 freshmen, 50 sophomores, 49 juniors, and 47 seniors). They were enrolled in a teacher education program at a public university located in the inner region of Turkey and were selected based on convenience sampling strategy. The sample of the study included participants from all year levels. Namely, freshmen, sophomore, junior, and senior students took part in the study. The data of the study were collected towards the end of the spring semester and just before the final exams. Thus, the seniors took all courses offered by the mathematics teacher education program.

In Turkey, students must take a high-stakes examination administered by ÖSYM (Student Selection and Placement Center) just before earning their high school degree. The students get placed in the university programs they wish to study based on their examination scores. The program in which the study participants are enrolled are preferred less frequently by the high school graduates compared to the other middle school mathematics teacher education programs in Turkey. Consequently, the participants can be considered as low level students based on their university entrance examination scores. However, their examination scores are similar to each other and they have similar backgrounds in this respect.

The courses that prospective teachers must qualify in order to graduate from teacher education programs are specified by the Turkish Higher Education Council (THEC). According to the current program being implemented in middle school teacher education programs (THEC, 2006), prospective teachers take three types of courses as mathematics (e.g., Geometry, Linear Algebra, and Differential Equations) mathematics education (e.g., Methods of Teaching Mathematics), and general education courses (e.g., Educational Psychology and Classroom Management). Prospective teachers mainly take mathematics courses in their first and second years, mathematics education courses in their third and fourth years, and general education courses in all four years.

The participating prospective teachers had some exposure to the topic of special quadrilaterals in the following courses offered by the mathematics teacher education program: Geometry, Geometry Instruction (GI), Concept Definitions (CD), and Teaching Practicum (TP). Geometry is a compulsory course which is offered to the prospective teachers in their first year. The instructor's explanations and the course syllabus revealed that the topic of special quadrilaterals (e.g., trapezoids, parallelograms, rhombi, rectangles, squares, and kite) are covered comprehensively for several weeks and that specific

time is allocated to the teaching of theorems, proofs, definitions, and applications of these quadrilaterals. Besides, GI and CD are offered to them in their third year as elective courses. An inspection of the GI course syllabus shows that this course mainly involves developing students' geometric thinking through the Van Hiele model. Thus, it deals with the relationships among special quadrilaterals and the development of their definitions. CD course syllabus shows that this course is related to special quadrilaterals as well. More specifically, this course requires students to deal with various definition criteria (e.g., criterion of equivalence, criterion of minimality) and defining and classifying parallelograms, trapezoids, rectangles, kites, rhombi, squares, and cyclic quadrilaterals. However, note that not all participants take these courses since they are elective courses. TP is a fourth year compulsory course which enables prospective teachers to experience actual classroom practices with the help of a mentor teacher in public schools governed by the Turkish Ministry of National Education. By this course, the prospective teachers become aware of specific mathematics topics taught in each of the grades 5-8 and become able to design and implement activities that may promote the development of these concepts.

The distribution of participants with respect to year level, gender, enrolment in a first year geometry course, enrolment in an elective geometry course, enrolment in a teaching practicum course, CGPA range, and geometry attitude range is presented in Table 1.

Table 1.
The distribution of participants with respect to their background characteristics

Background characteristics		Year level				Total
		Freshmen	Sophomores	Juniors	Seniors	
Gender	Male	13	9	15	12	49
	Female	25	41	34	35	135
Enrolment in a course	Geometry	38	50	49	47	184
	Geometry Instruction	-	4	11	18	33
	Concept Definitions	-	3	11	2	18
	Teaching Practicum	-	-	-	47	47
CGPA range		1.96-3.88	1.36-3.54	1.30-3.66	2.28-3.63	1.30-3.66
Geometry attitude range		64-117	66-125	37-125	68-125	37-125

Instruments

Participants completed the Background Characteristics Questionnaire, The Special Quadrilaterals Test, and The Utley Geometry Attitude Questionnaire, respectively. Prior to the administration of the instruments, the participants were asked to sign a voluntary consent form which outlined the nature and the overall purpose of the current study. These instruments are explained in more detail in the following sections.

The Background Characteristics Questionnaire

Participants were first asked to complete the Background Characteristics Questionnaire as a self-report instrument. The participants completed this questionnaire before the administration of the SQT and there was no time constraint for completing it. After reading all items of this questionnaire, some participants indicated that they could not remember exactly the scores they earned from the courses which they had completed. Thus, the researcher asked the participants to get access to their web-based student information system and check whether their CGPAs, geometry course scores, the status of enrollment in elective and compulsory courses involving special quadrilaterals matched with their self-reports. By doing so, the researcher tried to ascertain the validity and reliability of data generated through the Background Characteristics Questionnaire. See Figure 2 for the English version of the items included in this questionnaire.

1. Full name:
2. Gender:
3. Year level:
4. Cumulative Grade Point Average:
5. Geometry Course Score:
6. Have you ever taken an elective course about geometry instruction? If yes;
 - a) Please write the title of the course:
 - b) Please write the score you earned from this course:
7. Have you ever taken a course about mathematical concept definitions? If yes;
 - a) Please write the title of the course:
 - b) Please write the score you earned from this course:
8. Have you taken the Teaching Practicum course?
9. Did you have any teaching experience about special quadrilaterals during your undergraduate years? If yes;
 - a) To whom did you teach?
 - b) To which grader(s) did you teach?
 - c) When did you teach and how often did you teach?
 - d) How much teaching experience do you have about special quadrilaterals? (e.g., roughly 10 hours)

Figure 2. English version of the Background Characteristics Questionnaire

The Special Quadrilaterals Test

The Special Quadrilaterals Test (SQT) comprised 6 open-ended tasks. In each task, the prospective teachers were first asked to define the given specific quadrilateral. Next, they were asked to draw several geometric shapes which are examples of the given specific quadrilateral. See Figure 3 for the English version of an exemplary task included in this test.

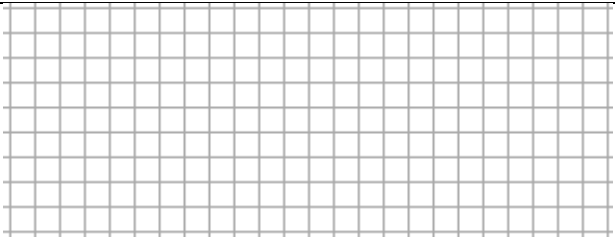
Define the following special quadrilaterals.	Draw at least three shapes for each special quadrilateral.
Parallelogram:	

Figure 3. English version of the parallelogram task

It is worthy of note that the participants had to draw their shapes on a given grid. By doing so, the researcher aimed at better interpreting the statements they generated for the special quadrilaterals. However, their drawings were not given scores and only the responses given for the definitions of special quadrilaterals (i.e., for the definitions of a trapezoid, parallelogram, rectangle, rhombus, kite, and square) were analyzed. No time constraint was imposed on the participants. However, it took them about 30-40 minutes to complete the SQT. The internal consistency of scores measured by Cronbach's alpha for the SQT was found to be 0.70. The difficulty level of the parallelogram task, rhombus task, rectangle task, trapezoid task, square task, and kite task were 0.81, 0.76, 0.69, 0.68, 0.67, and 0.22, respectively.

The Utley Geometry Attitude Questionnaire

UGAS-TR (Avcu & Avcu, 2015), which is the adapted version of the questionnaire developed by Utley (2007), was used to measure prospective middle school mathematics teachers' attitudes towards geometry. This questionnaire includes 25 items and each item is rated on a 5-point Likert type scale ranging from 5 (strongly agree) to 1 (strongly disagree). Possible student scores on the UGAS-TR range

from 25 to 125. Higher scores on the UGAS-TR indicate more favorable attitudes towards geometry. There are 10 negatively worded items in the scale and reverse coding was applied for these items when measuring participants' overall geometry attitude scores. The UGAS-TR has a four-factor structure consisting of confidence, enjoyment, future use, and everyday use. The Cronbach's alpha coefficients for the 'confidence', 'enjoyment', 'everyday use' and 'future use' factors and for the overall instrument are 0.89, 0.91, 0.76, 0.81, and 0.94, respectively. This indicates that the internal consistency of the UGAS-TR is excellent.

Items representing confidence reflect students' difficulties in solving geometry problems, their feelings about the ability to solve geometry problems, their anxieties about geometry problems, and their confidence about studying geometry. Items representing enjoyment reflect student characterizations of geometry in terms of its boringness, enjoyableness, interestingness, worthiness, and appealingness. Items representing future use reflect participants' perceived usefulness of geometry in their future work. Items representing everyday use reflect participants' perceived usefulness of geometry in their daily lives. Some examples of items related to confidence factor are "I often have trouble solving geometry problems", "I feel sure of myself when doing geometry problems", and "Geometry problems often scare me". Sample items related to enjoyment factor are "Geometry problems are boring", "Geometry is an interesting subject to study", and "Geometry is not worthwhile to study". Exemplary items for the future use factor are "I believe that I will need geometry for my future", "I will need a firm understanding of geometry in my future work", and "I do not expect to use geometry when I get out of school". Some items that illustrate everyday use factor are "I can see ways of using geometry concepts to solve everyday problems", "I often see geometry in everyday things", and "Geometry is a practical subject to study".

Scoring and Analysis of Data

To determine correctness of participants' responses to the tasks included in the SQT, the coding framework proposed by Zazkis and Leikin (2008) was used. According to this framework, statements with necessary and sufficient conditions (properties) were regarded as totally correct responses and thus their use as definitions were considered legitimate. Statements with necessary but not sufficient conditions and statements with sufficient but not necessary conditions were regarded as partially correct responses and their use as definitions were considered illegitimate. Finally, statements with neither necessary nor sufficient conditions were regarded as totally incorrect responses and their use as definitions were considered illegitimate as well. Prospective teachers' totally correct responses were marked with 2, partially correct responses were marked with 1, and totally incorrect responses were marked with 0. Participants can get maximum 12 points from the SQT as there are altogether 6 tasks in it.

First, the researcher scored participants' responses to the whole tasks included in the SQT. Next, a mathematics educator with a doctoral degree scored participants' responses to the same tasks independently. Later, the two raters met in a session to check all the scoring together and resolve possible conflicts between themselves. Finally, the scoring took its last form when the two raters completed the scoring process in full consensus. See Table 2 for an example scoring of statements related to special quadrilaterals.

In this study, data were analyzed quantitatively and multiple data analysis techniques including descriptive statistics, independent samples *t*-test, one way analysis of variance (ANOVA), and multiple regression correlation (MRC) were used. Descriptive statistics, mean and standard deviation, were used to analyze participants' level of achievement in special quadrilateral definitions. Four independent samples *t*-tests were conducted to compare differences in participants' mean special quadrilateral definition scores related to gender, enrolment in an elective geometry course, and enrolment in a teaching practicum course (i.e., for independent variables with two categories). A one way ANOVA was conducted to compare differences in participants' mean special quadrilateral definition scores related to

year level (i.e., for independent variables with three or more categories). MRC was conducted to explore the predictive ability of participants' CGPAs, prior knowledge in geometry (geometry course scores), and geometry attitude scores on their achievement in special quadrilateral definitions. All assumptions for independent samples *t*-test, one way ANOVA, and MRC were met (i.e., independence of observations, normality, and homogeneity of variance for *t*-test and ANOVA and sample size, multicollinearity, singularity, outliers, normality, linearity, homoscedasticity, and independence of residuals for MRC).

Table 2.
Example scoring related to special quadrilateral statements

Statements	Conditions	Correctness	Score
A square is two congruent isosceles right triangles sharing a common hypotenuse	Neither necessary nor sufficient	Totally incorrect	0
A rectangle is a geometric solid with congruent opposite sites and 90° angles	Necessary but not sufficient	Partially correct	1
A kite is a quadrilateral with perpendicular diagonals	Sufficient but not necessary		
A rhombus is a quadrilateral with congruent sides and angles	Necessary and sufficient	Totally correct	2
A rectangle is a quadrilateral with congruent diagonals that are perpendicular bisectors of each other			
A square is a rectangle with all sides congruent			
A parallelogram is a quadrilateral with opposite sides parallel			

Results

In this section, the results are presented based on the research questions. In this study, 'achievement in special quadrilateral definitions' is defined as prospective teachers' total scores in the Special Quadrilaterals Test. First, prospective teachers' level of achievement in special quadrilateral definitions is presented. Second, the differences among prospective teachers' achievement in defining special quadrilaterals with regards to their gender, year level, enrolment in an elective geometry course, and enrolment in a teaching practicum course were determined. Finally, the extent of prediction that prospective teachers' CGPAs, geometry course scores, and geometry attitude scores had on their achievement in special quadrilateral definitions was presented.

Prospective Teachers' Level of Achievement in Special Quadrilateral Definitions

In this subsection, descriptive analysis was conducted to determine participants' level of achievement in special quadrilateral definitions. The means in Table 3 range between 0 and 2. Participants' total achievement scores were divided by 6 (i.e., by the total number of tasks included in the SQT) in order for them to range between 0 and 2 as well.

As shown in Table 3, participants' mean achievement in all quadrilateral tasks was just over 60% ($M = 1.27, sd = 0.47$). While they displayed the least mean achievement in the kite task (22%, $M = 0.45, sd = 0.69$), they had the highest achievement in the parallelogram task (81%, $M = 1.62, sd = 0.63$). Their mean achievement in the rhombus task (76%, $M = 1.52, sd = 0.74$) was slightly less than their achievement in the parallelogram task. Besides, it appeared that their mean achievement in the trapezoid task (68%, $M = 1.36, sd = 0.83$) was almost the same as their mean achievement in the rectangle task (69%, $M = 1.38, sd = 0.76$) and the square task (67%, $M = 1.34, sd = 0.81$). However, it is important to note that participants' mean achievement in the trapezoid, parallelogram, rectangle, square, and rhombus task was higher than their overall mean achievement in all tasks. Thus, their mean achievement in the kite task had notably lowered their overall mean achievement.

Table 3.
The means and standard deviations of participants' special quadrilateral definition scores

Quadrilaterals	Freshmen (n = 38)		Sophomores (n = 50)		Juniors (n = 49)		Seniors (n = 47)		All participants (n = 184)	
	M	sd	M	sd	M	sd	M	sd	M	sd
Trapezoid	1.37	0.88	1.46	0.78	1.29	0.84	1.34	0.84	1.36	0.83
Parallelogram	1.79	0.47	1.66	0.59	1.37	0.75	1.72	0.57	1.62	0.63
Rectangle	1.71	0.61	1.40	0.78	1.18	0.75	1.30	0.80	1.38	0.76
Square	1.66	0.66	1.30	0.88	1.20	0.81	1.28	0.80	1.34	0.81
Kite	0.82	0.89	0.34	0.47	0.45	0.73	0.26	0.53	0.45	0.69
Rhombus	1.74	0.60	1.60	0.70	1.33	0.82	1.47	0.77	1.52	0.74
All quadrilaterals	1.51	0.49	1.29	0.40	1.13	0.52	1.22	0.40	1.27	0.47

When participants' achievement in quadrilateral definitions were examined with respect to their year levels, it was seen that their achievement decreased gradually from freshmen to juniors and then increased to some extent from juniors to seniors for the whole tasks ($M_{fr} = 1.51$, $M_{so} = 1.29$, $M_{jr} = 1.13$, and $M_{sr} = 1.22$), the parallelogram task ($M_{fr} = 1.79$, $M_{so} = 1.66$, $M_{jr} = 1.37$, and $M_{sr} = 1.72$), the rectangle task ($M_{fr} = 1.71$, $M_{so} = 1.40$, $M_{jr} = 1.18$, and $M_{sr} = 1.30$), the square task ($M_{fr} = 1.66$, $M_{so} = 1.30$, $M_{jr} = 1.20$, and $M_{sr} = 1.28$), and the rhombus task ($M_{fr} = 1.74$, $M_{so} = 1.60$, $M_{jr} = 1.33$, and $M_{sr} = 1.47$). However, the gradual change in participants' achievement in the trapezoid and kite task was different from that of the whole tasks and the parallelogram, rectangle, square and rhombus task. Namely, in the trapezoid task, their achievement increased slightly from freshmen to sophomores, decreased slightly from sophomores to juniors, and increased slightly from juniors to seniors ($M_{fr} = 1.37$, $M_{so} = 1.46$, $M_{jr} = 1.29$, and $M_{sr} = 1.34$). Meanwhile, in the kite task, their achievement decreased sharply from freshmen to sophomores, increased slightly from sophomores to juniors, and decreased considerably from juniors to seniors ($M_{fr} = 0.82$, $M_{so} = 0.34$, $M_{jr} = 0.45$, and $M_{sr} = 0.26$).

The Differences in Achievement with respect to Background Variables

In this subsection, the results of independent samples *t*-test and one way ANOVA are presented to determine the achievement differences among prospective teachers with regards to their gender, year level, enrolment in elective geometry courses, and enrolment in a teaching practicum course. The independent samples *t*-test results regarding gender are presented in Table 4.

Table 4.
Independent samples t-test results regarding gender

Task title	Gender				<i>t</i> value	<i>p</i> value	Effect size (Cohen's <i>d</i>)
	Male (n = 49)		Female (n = 135)				
	M	sd	M	sd			
Trapezoid task	1.18	0.88	1.43	0.80	-1.78	0.07	0.29
Parallelogram task	1.65	0.59	1.61	0.64	0.36	0.71	0.06
Rectangle task	1.57	0.70	1.31	0.77	2.05	0.04*	0.35
Square task	1.53	0.71	1.27	0.84	1.90	0.06	0.33
Kite task	0.51	0.68	0.42	0.69	0.78	0.76	0.44
Rhombus task	1.65	0.66	1.47	0.77	1.44	0.15	0.25
All tasks	1.35	0.47	1.25	0.47	1.22	0.22	0.21

**p* < 0.05

As shown in Table 4, an independent samples *t*-test regarding gender showed that there was a significant difference between males and females in terms of rectangle task scores ($t(182) = 2.05$, $p = 0.04$) with a medium effect size ($d = 0.35$). On the other hand, there was no significant difference

between males and females in terms of total task scores ($t(182) = 1.22, p = 0.22, d = 0.21$), trapezoid task scores ($t(182) = -1.78, p = 0.07, d = 0.29$), parallelogram task scores ($t(182) = 0.36, p = 0.71, d = 0.06$), square task scores ($t(182) = 1.90, p = 0.06, d = 0.33$), kite task scores ($t(182) = 0.78, p = 0.76, d = 0.44$), and rhombus task scores ($t(182) = 1.44, p = 0.15, d = 0.25$). The one way ANOVA results regarding prospective teachers' year level are presented in Table 5.

Table 5.
The one way ANOVA results regarding prospective teachers' year level

Task title	Year level								F value	p value	Effect size (Eta squared)
	Freshmen (n = 38)		Sophomores (n = 50)		Juniors (n = 49)		Seniors (n = 47)				
	M	sd	M	sd	M	sd	M	sd			
Trapezoid task	1.37	0.88	1.46	0.78	1.29	0.84	1.34	0.84	0.37	0.77	0.00
Parallelogram task	1.79	0.47	1.66	0.59	1.37	0.75	1.72	0.57	4.21	0.00*	0.06
Rectangle task	1.71	0.61	1.40	0.78	1.18	0.75	1.30	0.80	3.78	0.01*	0.06
Square task	1.66	0.66	1.30	0.88	1.20	0.81	1.28	0.80	2.58	0.06	0.04
Kite task	0.82	0.89	0.34	0.47	0.45	0.73	0.26	0.53	5.60	0.00*	0.08
Rhombus task	1.74	0.60	1.60	0.70	1.33	0.82	1.47	0.77	2.49	0.06	0.04
All tasks	1.51	0.49	1.29	0.40	1.13	0.52	1.22	0.40	5.13	0.00*	0.07

* $p < 0.05$

As shown in Table 5, a one-way between-groups ANOVA was conducted to explore whether freshman, sophomore, junior, and senior prospective teachers differentiate significantly in terms of their individual and total task scores related to special quadrilaterals. The results showed that these groups had statistically significant differences in total task scores ($F(3, 180) = 5.13, p = 0.00$) with a medium effect size ($\eta^2 = 0.07$), parallelogram task scores ($F(3, 180) = 4.21, p = 0.00$) with a medium effect size ($\eta^2 = 0.06$), rectangle task scores ($F(3, 180) = 3.78, p = 0.01$) with a medium effect size ($\eta^2 = 0.06$), and kite task scores ($F(3, 180) = 5.60, p = 0.00$) with a medium effect size ($\eta^2 = 0.08$). Post hoc comparisons using the Scheffe test indicated that the overall mean task score for freshmen ($M = 1.51, sd = 0.49$) was significantly different from juniors ($M = 1.13, sd = 0.52$) and seniors ($M = 1.22, sd = 0.40$) but not from sophomores ($M = 1.29, sd = 0.40$). The parallelogram mean task score for freshmen ($M = 1.79, sd = 0.47$) was significantly different from juniors ($M = 1.37, sd = 0.75$) but not from sophomores ($M = 1.66, sd = 0.59$) and seniors ($M = 1.72, sd = 0.57$). Similarly, the rectangle mean task score for freshmen ($M = 1.71, sd = 0.61$) was significantly different from juniors ($M = 1.18, sd = 0.75$) but not from sophomores ($M = 1.40, sd = 0.78$) and seniors ($M = 1.30, sd = 0.80$). Finally, the kite mean task score for freshmen ($M = 0.82, sd = 0.89$) was significantly different from sophomores ($M = 0.34, sd = 0.47$) and seniors ($M = 0.26, sd = 0.53$) but not from juniors ($M = 0.45, sd = 0.73$). On the other hand, the groups did not have significant differences in trapezoid task scores ($F(3, 180) = 0.37, p = 0.77, \eta^2 = 0.00$), square task scores ($F(3, 180) = 2.58, p = 0.06, \eta^2 = 0.04$), and rhombus task scores ($F(3, 180) = 2.49, p = 0.06, \eta^2 = 0.04$). The independent samples *t*-test results regarding juniors' and seniors' enrolment in an elective geometry course are presented in Table 6.

As presented in Table 6, an independent samples *t*-test regarding enrolment in an elective course showed that there was a significant difference between attendees and non-attendees in terms of kite task scores ($t(94) = -1.99, p = 0.04$) with a medium effect size ($d = 0.41$). On the other hand, there was no significant difference between attendees and non-attendees in terms of total task scores ($t(94) = -0.36, p = 0.71, d = 0.08$), trapezoid task scores ($t(94) = 1.07, p = 0.28, d = 0.24$), parallelogram task scores ($t(94) = 0.22, p = 0.82, d = 0.04$), rectangle task scores ($t(94) = -0.29, p = 0.76, d = 0.07$), square task scores ($t(94) = -0.01, p = 0.98, d = 0.00$), and rhombus task scores ($t(94) = -0.69, p = 0.48, d = 0.15$).

Table 6.

The independent samples t-test results regarding juniors' and seniors' enrolment in an elective geometry course

Task title	Enrolment in an elective geometry course				t value	p value	Effect size (Cohen's d)
	Yes (n = 29)		No (n = 67)				
	M	sd	M	sd			
Trapezoid task	1.17	0.80	1.37	0.85	1.07	0.28	0.24
Parallelogram task	1.52	0.63	1.55	0.72	0.22	0.82	0.04
Rectangle task	1.28	0.70	1.22	0.81	-0.29	0.76	0.07
Square task	1.24	0.78	1.24	0.81	-0.01	0.98	0.00
Kite task	0.55	0.78	0.27	0.56	-1.99	0.04*	0.41
Rhombus task	1.48	0.68	1.36	0.84	-0.69	0.48	0.15
All tasks	1.20	0.48	1.16	0.46	-0.36	0.71	0.08

* $p < 0.05$

The independent samples *t*-test results regarding juniors' and seniors' enrolment in a teaching practicum course are presented in Table 7.

Table 7.

The independent samples t-test results regarding juniors' and seniors' enrolment in a teaching practicum course

Task title	Enrolment in a teaching practicum course				t value	p value	Effect size (Cohen's d)
	Yes (n = 47)		No (n = 49)				
	M	sd	M	sd			
Trapezoid task	1.34	0.84	1.29	0.84	0.31	0.75	0.05
Parallelogram task	1.72	0.57	1.37	0.75	2.58	0.01*	0.52
Rectangle task	1.30	0.80	1.18	0.75	0.71	0.47	0.15
Square task	1.28	0.80	1.20	0.81	0.44	0.66	0.09
Kite task	0.26	0.53	0.45	0.73	-1.47	0.14	0.29
Rhombus task	1.47	0.77	1.33	0.82	0.86	0.39	0.17
All tasks	1.22	0.40	1.13	0.52	0.95	0.34	0.19

* $p < 0.05$

As seen in Table 7, an independent samples *t*-test regarding enrolment in a teaching practicum course showed that there was a significant difference between attendees and non-attendees in terms of parallelogram task scores ($t(94) = 2.58, p = 0.01$) with a medium effect size ($d = 0.52$). On the other hand, there was no significant difference between attendees and non-attendees in terms of total task scores ($t(94) = 0.95, p = 0.34, d = 0.19$), trapezoid task scores ($t(94) = 0.31, p = 0.75, d = 0.05$), rectangle task scores ($t(94) = 0.71, p = 0.47, d = 0.15$), square task scores ($t(94) = 0.44, p = 0.66, d = 0.09$), kite task scores ($t(94) = -1.47, p = 0.14, d = 0.29$), and rhombus task scores ($t(94) = 0.86, p = 0.39, d = 0.17$).

The Relationships among Achievement and Background Variables

In this subsection, the results of multiple regression correlation are presented to reveal how well prospective teachers' CGPAs, geometry course scores, and geometry attitude scores are able to predict their achievement in special quadrilateral definitions and particularly to identify which background variable is the best predictor of their achievement in special quadrilateral definitions. The *B*s are unstandardized regression coefficients and they refer to the change in the outcome associated with a unit change in the predictor, whereas β s are standardized forms of *B* coefficients where the values for each of the different variables are converted to the same scale to enable comparison (Field, 2013; Pallant, 2016). The standard multiple regression analysis results for total task scores are presented in Table 8.

Table 8.

The standard multiple regression analysis with dependent variable total task scores and independent variables CGPAs, geometry course scores, and geometry attitude scores

Variables	B	SE	β	t	p	R ² (%)
(Constant)	1.075	0.269	-	4.004	0.000*	-
CGPAs	-0.046	0.084	-0.056	-0.550	0.583	0.16
Geometry course scores	0.006	0.003	0.208	2.024	0.045*	2.3
Geometry attitude scores	-0.007	0.058	-0.009	-0.118	0.906	0.008

*p < 0.05

The standard multiple regression analysis results showed that the predictor variables explained only 3.00 % of the variance in overall achievement ($F(3, 172) = 1.785, p > 0.05$). Geometry course scores were a significant predictor of overall achievement ($\beta = 0.208, p = 0.045, R^2 = 2.3\%$), while CGPAs ($\beta = -0.056, p = 0.583, R^2 = 0.16\%$), and geometry attitude scores ($\beta = -0.009, p = 0.906, R^2 = 0.008\%$) were not (See Table 8). Multiple linear regression analyses were also conducted to reveal whether the same pattern of results appeared when individual task scores were used as dependent variables. The standard multiple regression analysis results for trapezoid task scores are presented in Table 9.

Table 9.

The standard multiple regression analysis with dependent variable trapezoid task scores and independent variables CGPAs, geometry course scores, and geometry attitude scores

Variables	B	SE	β	t	p	R ² (%)
(Constant)	0.902	0.471	-	1.914	0.057	-
CGPAs	-0.048	0.148	-0.033	-0.324	0.746	0.057
Geometry course scores	0.010	0.005	0.209	2.045	0.042*	2.3
Geometry attitude scores	-0.010	0.102	-0.008	-0.101	0.920	0.006

*p < 0.05

The standard multiple regression analysis results showed that the predictor variables explained only 3.50% of the variance in trapezoid achievement ($F(3, 172) = 2.092, p > 0.05$). Geometry course scores were a significant predictor of trapezoid achievement ($\beta = .209, p = 0.042, R^2 = 2.3\%$), while CGPAs ($\beta = -0.033, p = 0.746, R^2 = 0.057\%$), and geometry attitude scores ($\beta = -0.008, p = 0.920, R^2 = 0.006\%$) were not (See Table 9). The standard multiple regression analysis results for parallelogram task scores are presented in Table 10.

Table 10.

The standard multiple regression analysis with dependent variable parallelogram task scores and independent variables CGPAs, geometry course scores, and geometry attitude scores

Variables	B	SE	β	t	p	R ² (%)
(Constant)	1.605	0.362	-	4.429	0.000*	-
CGPAs	-0.107	0.114	-0.097	-0.947	0.345	0.51
Geometry course scores	0.006	0.004	0.154	1.487	0.139	1.27
Geometry attitude scores	-0.011	0.078	-0.011	-0.145	0.885	0.01

*p < 0.05

The standard multiple regression analysis results showed that the predictor variables explained only 1.30% of the variance in parallelogram achievement ($F(3, 172) = 0.743, p > 0.05$). None of the independent variables were a significant predictor of parallelogram achievement ($\beta = -0.097, p = 0.345, R^2 = 0.51\%$ for CGPAs; $\beta = 0.154, p = 0.139, R^2 = 1.27\%$ for geometry course scores; and $\beta = -0.011, p = 0.885, R^2 = 0.01\%$ for geometry attitude scores) (see Table 10). The standard multiple regression analysis results for rectangle task scores are presented in Table 11.

Table 11.

The standard multiple regression analysis with dependent variable rectangle task scores and independent variables CGPAs, geometry course scores, and geometry attitude scores

Variables	B	SE	β	t	p	R ² (%)
(Constant)	1.217	0.440	-	2.767	0.006*	-
CGPAs	-.112	0.138	-0.084	-0.816	0.416	0.51
Geometry course scores	0.004	0.005	0.102	0.983	0.327	1.27
Geometry attitude scores	0.048	0.095	0.039	0.501	0.617	0.01

* $p < 0.05$

The standard multiple regression analysis results showed that the predictor variables explained only 0.80% of the variance in rectangle achievement ($F(3, 172) = 0.483, p > 0.05$). None of the independent variables were a significant predictor of rectangle achievement ($\beta = -0.084, p = 0.416, R^2 = 0.51\%$ for CGPAs; $\beta = 0.102, p = 0.327, R^2 = 1.27\%$ for geometry course scores; and $\beta = 0.039, p = 0.617, R^2 = 0.01\%$ for geometry attitude scores) (see Table 11). The standard multiple regression analysis results for square task scores are presented in Table 12.

Table 12.

The standard multiple regression analysis with dependent variable square task scores and independent variables CGPAs, geometry course scores, and geometry attitude scores

Variables	B	SE	β	t	p	R ² (%)
(Constant)	1.385	0.468	-	2.962	0.003*	-
CGPAs	-0.048	0.146	-0.033	-0.324	0.746	0.06
Geometry course scores	0.005	0.005	0.116	1.118	0.265	0.72
Geometry attitude scores	-0.067	0.101	-0.051	-0.663	0.508	0.25

* $p < 0.05$

The standard multiple regression analysis results showed that the predictor variables explained only 1.00% of the variance in square achievement ($F(3, 172) = 0.589, p > 0.05$). None of the independent variables were a significant predictor of square achievement ($\beta = -0.033, p = 0.746, R^2 = 0.06\%$ for CGPAs; $\beta = 0.116, p = 0.265, R^2 = 0.72\%$ for geometry course scores; and $\beta = -0.051, p = 0.508, R^2 = 0.25\%$ for geometry attitude scores) (see Table 12). The standard multiple regression analysis results for kite task scores are presented in Table 13.

Table 13.

The standard multiple regression analysis with dependent variable kite task scores and independent variables CGPAs, geometry course scores, and geometry attitude scores

Variables	B	SE	β	t	p	R ² (%)
(Constant)	0.140	0.394	-	0.357	0.722	-
CGPAs	0.139	0.123	0.115	1.128	0.261	0.72
Geometry course scores	0.002	0.004	0.055	0.539	0.591	0.16
Geometry attitude scores	-0.054	0.085	-0.049	-0.637	0.525	0.23

* $p < 0.05$

The standard multiple regression analysis results showed that the predictor variables explained only 2.50% of the variance in kite achievement ($F(3, 172) = 1.486, p > 0.05$). None of the independent variables were a significant predictor of square achievement ($\beta = 0.115, p = 0.261, R^2 = 0.72\%$ for CGPAs; $\beta = 0.055, p = 0.591, R^2 = 0.16\%$ for geometry course scores; and $\beta = -0.049, p = 0.525, R^2 = 0.23\%$ for geometry attitude scores) (see Table 13). The standard multiple regression analysis results for rhombus task scores are presented in Table 14.

Table 14.

The standard multiple regression analysis with dependent variable rhombus task scores and independent variables CGPAs, geometry course scores, and geometry attitude scores

Variables	<i>B</i>	<i>SE</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>	$R^2(\%)$
(Constant)	1.198	0.427	-	2.805	0.006*	-
CGPAs	-0.104	0.134	-0.079	-0.776	0.439	0.34
Geometry course scores	0.006	0.004	0.145	1.406	0.161	1.12
Geometry attitude scores	0.055	0.092	0.046	0.594	0.553	0.20

* $p < 0.05$

The standard multiple regression analysis results showed that the predictor variables explained only 1.60% of the variance in rhombus achievement ($F(3, 172) = 0.922, p > 0.05$). None of the independent variables were a significant predictor of rhombus achievement ($\beta = -0.079, p = 0.439, R^2 = 0.34\%$ for CGPAs; $\beta = 0.145, p = 0.161, R^2 = 1.12\%$ for geometry course scores; and $\beta = 0.046, p = 0.553, R^2 = 0.20\%$ for geometry attitude scores) (see Table 14).

Discussion and Implications

The purpose of this study was threefold: First, to examine prospective middle school mathematics teachers' level of achievement in generating mathematically correct definitions of special quadrilaterals. Second, to reveal whether there exists any significant difference in participants' definition achievement scores with respect to several background variables as gender, year level, enrolment in an elective geometry course, and enrolment in a teaching practicum course. Finally, to examine the predictor power of several background variables, namely CGPAs, geometry course scores, and geometry attitude scores, on participants' achievement in defining quadrilaterals. As it was not possible to locate any research regarding the relationship between prospective teachers' achievement in defining quadrilaterals and their background characteristics, the findings are discussed in relation to a number of studies that explored the relationship between learners' mathematics/geometry achievement and their demographic characteristics.

The results of this study showed that prospective middle school mathematics teachers' achievement in generating mathematically correct definitions of special quadrilaterals was not at a desired level ($M = 1.27$ over 2.00). This finding is consistent with the findings of many of the previous research studies (e.g., Bal, 2014; Erkek & Işıksal-Bostan, 2015; Oral & İlhan, 2012), indicating that students display low achievement in geometry. The SQT of the current study involved non-contextual tasks which required participants to recall geometric properties of quadrilaterals. Besides, the topic of special quadrilaterals is fairly simple and straightforward that it is introduced to middle school students early in grade 5. Thus, tasks included in the SQT were considered to be cognitively less demanding for prospective teachers. However, the results are discouraging because participants had limited knowledge about definitions of special quadrilaterals. Their inadequate knowledge would likely to limit their capacity to teach special quadrilaterals conceptually in their future career.

The findings showed that there was no significant difference between males and females in terms of achievement in defining special quadrilaterals. This finding is consistent with the findings of recent studies carried out with prospective teachers (e.g., Bal, 2011, 2012; Oral & İlhan, 2012), reporting non-significant gender-associated differences in geometry. However, this pattern of gender differences in geometry is challenged by the results from earlier studies carried out with high school students (e.g., McGraw, Lubienski, & Structchens, 2006; Mogari 2010). More clearly, empirical studies have revealed that females begin to fall behind males during the high school years (e.g., Battista, 1990; Ekstrom, 1994; Ma, 1995; McGraw et al., 2006; Mogari 2010). It seems that gender differences in geometry achievement are not distributed uniformly across different levels of schooling. The study of Leder (1992) confirms this argument in that she found out that gender differences are dependent upon the age of participating students. Apart from this, the topic of special quadrilaterals itself might have given rise to

the non-significant difference between males and females in terms of achievement due to the fact that gender gap in geometry seems to be area or topic dependent (Ma, 1995).

The findings revealed that prospective teachers' achievement in defining special quadrilaterals differed significantly in terms of their year levels. The post hoc test indicated that definition achievement scores of freshmen were significantly different from that of juniors and seniors but not from sophomores. To put it more simply, participants' definition achievement decreased gradually from freshmen to juniors and increased slightly from juniors to seniors. One possible explanation about the change in participants' defining achievement is that their knowledge of geometry in general and special quadrilaterals in particular became weaker as the year level in teacher education program advanced. Because, they were exposed to the definitions of special quadrilaterals in their first year of the teacher education program and this program did not offer any compulsory geometry courses to them in the remaining three years. In contrast to the first three years, the prospective teachers' defining achievement increased in their fourth year. It is very likely that school experience and teaching practicum courses offered by the program supported and improved their knowledge of special quadrilateral definitions.

It was found that the prospective teachers who attended an elective geometry course (i.e., Geometry Instruction or Concept Definitions) had higher achievement scores ($M = 1.20$) than the ones who did not attend ($M = 1.16$). However, this difference was not found to be a significant factor in participants' achievement. The non-significance can be in part attributed to the small size of attendees ($n = 29$) in elective geometry courses and consequently to the low power of statistical analysis. Besides, it is not known to what extent elective geometry course instructors pay attention to the definitions of special quadrilaterals in their lessons. Namely, there may be some discrepancies between course instructors' actual classroom practices and the written curriculum (i.e., the course syllabus). Thus, it is possible that the prospective teachers might have had limited experiences with formal definitions of special quadrilaterals during aforementioned elective geometry courses.

Similarly, teaching practicum course was not found as an important factor in prospective teachers' achievement in defining special quadrilaterals. Although senior prospective teachers' achievement in defining ($M = 1.22$) was higher than that of junior prospective teachers ($M = 1.13$), this difference was non-significant. The non-significance may also be in part attributed to the small sample of attendees in teaching practicum course ($n = 47$) and consequent low power. In addition, it is likely that the prospective teachers might not have practiced teaching special quadrilaterals to the students during their engagement in the teaching practicum course. Simply put, the Turkish middle school mathematics curriculum (MoNE, 2013) specified that the topic of quadrilaterals should be taught to students in grade 5 and grade 7. Thus, seniors whose mentor teachers did not teach 5th and 7th grades in public schools, may not have been provided opportunities to practice and develop mastery in special quadrilateral definitions.

The results of multiple regression correlation showed that geometry course scores were a significant predictor of prospective teachers' achievement in defining special quadrilaterals. The first year geometry course structures and shapes prospective middle school mathematics teachers' prior knowledge of geometric definitions due to the fact that theorems, axioms, and definitions of geometric concepts are covered intensely in this course. Given that participants' geometry course scores represent their prior knowledge of definitions, the significant association between geometry course scores and achievement in defining special quadrilaterals is not unexpected. Indeed, almost all educational researchers have acknowledged the role and significance of prior knowledge as a key predictor of student achievement (e.g., Hailikari, Nevgi, & Komulainen, 2008; Harackiewicz, Barron, Tauer & Elliot, 2002). Knowledge that is already possessed by the students regarding a specific subject affects formation of new knowledge and all phases of information processing (Dochy, De Ridjt, & Dyck, 2002). Thus, it appears that the knowledge prospective teachers gained about special quadrilaterals during the

first year geometry course influenced their ability to generate definitions of special quadrilaterals in the subsequent years.

On the other hand, participants' academic standings (as measured by their CGPAs) were a not a significant predictor of participants' achievement in defining special quadrilaterals. A possible reason for this non-significant result may be the nature and variety of courses in the teacher education program that make up their CGPAs. Scores obtained from these courses were possibly not explanatory to their achievement in defining special quadrilaterals due to the minority of courses related to geometry and geometric definitions.

In their meta-analysis study, Ma and Kishor (1997) revealed that the research literature has failed to provide consistent findings regarding the relationship between attitude towards mathematics and achievement in mathematics. It seems likely that this inconsistency still exists. For instance, Parsons (1993) found a strong correlation between teachers' beliefs about geometry and knowledge of geometry. Similarly, in a more recent study conducted by Duatepe Paksu (2013), it was found that pre-service elementary teachers' van Hiele geometric thinking levels, their geometry self-efficacy, and attitudes towards geometry predicted their knowledge of geometry significantly. However, in the current study, participants' attitude towards geometry was not found as a significant predictor of their achievement in defining special quadrilaterals. This result revealed a gap between prospective middle school mathematics teachers' attitudes towards geometry ($M = 3.92$ on a 5-point scale) and their knowledge of geometry needed for defining special quadrilaterals ($M = 1.18$ on a 2-point scale). It seems that prospective teachers' positive perceptions about geometry are likely built upon their inadequate knowledge of geometry as in the case of special quadrilateral definitions. This confirms Thompson's (1992) argument that teacher beliefs and perceptions are distinct from their knowledge.

In summary, the results of this study suggested that prospective middle school mathematics teachers had low level of achievement in defining special quadrilaterals. No significant difference was found in their achievement with respect to gender, enrolment in an elective geometry course, and enrolment in a teaching practicum course. On the other hand, their achievement scores differentiated significantly in terms of their year levels. The multiple regression correlation results showed that prospective teachers' geometry course scores were a significant predictor of their achievement, while CGPAs and geometry attitude scores were not. However, it is important to note that the results of this study are not generalizable to a wider population. The study sample consisted of prospective middle school mathematics teachers in a non-prestigious university that accepts lower level students based on university examination scores. Therefore, the results of this study can only be generalized to a population that possesses similar characteristics.

The findings of this study have some implications for the education and preparation of prospective middle school mathematics teachers. They inform course instructors and mathematics teacher educators about student background characteristics that may affect achievement in defining special quadrilaterals. By this way, instructors and educators may modify their current classroom practices so as to maximize learning and consequently improve prospective teachers' understanding of special quadrilaterals and their definitions.

Ultimately, this study raises the need for further studies: Are there any other student-level characteristics associated with prospective teachers' achievement in defining quadrilaterals? Are there any significant relationships between classroom-level or school level characteristics and achievement in defining? Are prospective teachers' background characteristics correlated to their achievement in other mathematical or geometrical topics? Much more research is needed to clarify the factors that are associated with learners' geometry achievement in general and defining achievement in particular.

Türkçe Sürümü

Giriş

Tanımlar matematik eğitiminde çok önemli bir rol oynamaktadır (Vinner, 2002; Zaslavsky ve Shir, 2005; Zazkis ve Leikin, 2008). Bununla birlikte, matematiksel tanımlar ve günlük dil tanımları arasında bir ayrım vardır (Edwards ve Ward, 2008). Günlük dil tanımları hâlihazırda var olan nesnelere temsil ederken matematiksel tanımlar kavramların oluşmasını sağlar (Selden ve Selden, 2008). Günlük dil tanımları tam olarak açıklanmamış ve eksik tarifler olmalarına rağmen matematiksel tanımlar kavramların sınırlarını açık ve kesin bir şekilde tarif eden ifadelerdir (Selden ve Selden, 2008).

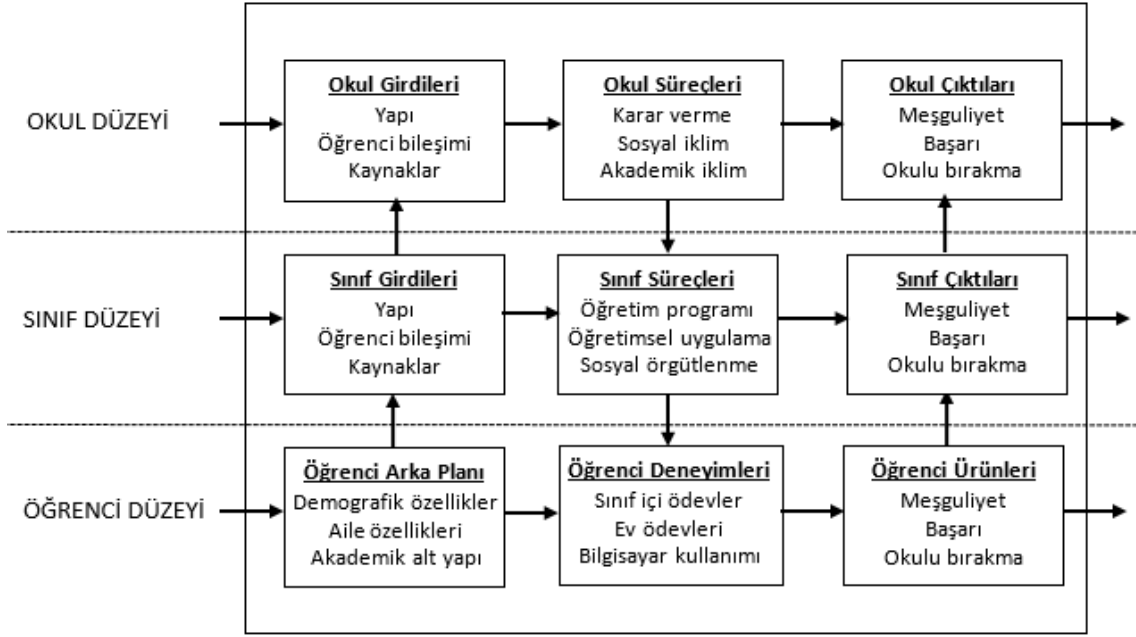
Matematiksel tanımlar, matematiğin öğretilmesinde ve öğrenilmesinde çeşitli rollere sahiptir. Zaslavsky ve Shir'e (2005) göre matematiksel tanımlar şu rollere sahiptir: (i) bir teoremin bileşenlerini tanıtmak ve bir kavramın kritik özelliklerini belirlemek, (ii) kavram ediniminin temel bir parçasını oluşturmak, (iii) matematiksel ispat ve problemleri anlamak ve çözmek için bir temel oluşturmak ve (iv) matematikçiler, matematik eğitimcileri ve öğrenciler arasında matematiksel kavramların anlamları üzerine fikir birliği oluşturmak ve böylece matematiksel fikirlerin etkili olarak iletilmesinin önünü açmak.

Matematiksel tanımları doğru bir şekilde üretebilme becerisi, öğretmenlerin matematik bilgisinin temel bileşenlerinden biridir (Leikin ve Winicki-Landman, 2000). Öğretmenlerin geometrik tanımları öğretme konusundaki bilgilerini analiz etmek için Levenson, Tirosh ve Tsamir (2012), Tall ve Vinner'in (1981) kavram imgesi/kavram tanımı teorisini Shulman'ın (1986) öğretim bilgisi teorisini ile birleştiren bir çerçeve önermişlerdir. Bu çerçeveye göre Genel Matematik Bilgisi–Tanım kategorisi öğretmenlerin geometrik tanımlarla ilgili genel alan bilgisine karşılık gelmektedir. Bu kategori tanımların minimallik kriterine (bir kavramın oluşturulabilmesinde yalnızca gerekli olan özellikleri ifade etmek) uyma eğiliminde olduğunu bilmeyi gerektirir (Van Dormolen ve Zaslavsky, 2003). Bu kategori ayrıca minimallik kriterinin yalnızca iki boyutlu geometrik şekiller için değil, geometrik olmayan matematiksel kavramlar için de geçerli olduğunu bilmeyi içerir. Konuya Özgü Matematiksel Bilgi–Tanım kategorisi öğretmenlerin geometrik kavramların tanımları ile ilgili özel alan bilgilerini ifade eder. Bu kategori bir geometrik kavramın bir veya daha fazla tanımını bilmekle ilgilidir. Diğer bir ifadeyle, bu kategori tanımların keyfi olduğunu ve dolayısıyla belirli bir kavram için birbirine eşdeğer olan veya olmayan birçok geometrik tanımın üretilmesinin mümkün olduğunun bilincinde olmayı gerektirir (Usiskin ve Griffin, 2008). İçerik ve Öğrenci Bilgisi–Tanım kategorisi öğretmenlerin öğrenciler hakkındaki bilgilerini ve kavramların tanımlarını ifade eder. Yani bu kategori, erken yaştaki öğrenciler geometrik nesnelere özellikleri arasında ilişkileri kuramayabileceğinden minimal tanımların bu öğrencilere sunulmasının öğretimsel açıdan uygun olmayabileceğini bilmeyi gerektirir (Van de Walle, Karp ve Bay-Williams, 2016). Son olarak, İçerik ve Öğretim Bilgisi–Tanım kategorisi öğretmenlerin öğretme bilgisini ve kavram tanımlarıyla ilgili bilgisine karşılık gelir. Bu kategori, geometrik kavramların öğrencilere öğretilmesi esnasında uygun matematiksel dil, terminoloji ve notasyonun kullanılmasına dikkat edilmesiyle ilgilidir. Örneğin, bir üçgenin özellikleri hakkında konuşurken “vertex” terimi yerine “corner” terimini kullanmak hassas ve uygun terminoloji kullanımını ihlal eder. Bir kavramın hangi örneklerinin ve örnek olmayanlarının öğrencilerin matematiksel veya geometrik düşünme becerilerini geliştirdiğini ve bunlardan hangilerinin kavram tanımlarının kullanımını teşvik ettiğini bilmek öğretmenlerin İçerik ve Öğretim Bilgisi–Tanım kategorisine yönelik bilgilerinin bir göstergesidir.

Tanım kavramı matematikte çok önemli bir rol oynamasına ve öğretmen bilgisinin anahtar bileşenlerinden biri olmasına rağmen, geçmiş araştırmalar öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin tanımlarla ilgili oldukça güçlük çektiklerini ortaya koymuştur (örneğin, Leikin ve Winicki-Landman, 2000; Linchevsky, Vinner ve Karsenty, 1992; Movshovitz-Hadar, Zaslavsky ve Inbar, 1987; Zazkis ve Leikin, 2008). Örneğin, Movshovitz-Hadar ve diğerleri (1987) lise öğrencilerinin yaptıkları matematiksel hataların çoğunun matematiksel tanımları çarpıtmalarından kaynaklandığını ortaya

koymuşlardır. Ayrıca, Linchevsky ve diğerleri (1992) öğretmen adaylarının matematiksel tanımların doğasını anlayamadıklarını belirtmişlerdir. Edwards ve Ward (2008) lisans öğrencilerinin problemleri çözerken ve teoremleri ispatlarken matematiksel tanımları uygun şekilde kullanamadıklarını ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Usiskin ve Griffin (2008) birçok öğretmen ve öğrencinin matematiksel kavramların tanımlarının tercihen seçildiği gerçeğinin (yani, belirli bir kavram için birçok alternatif tanım olduğunun) farkında olmadıklarını ifade etmişlerdir.

Rumberger ve Palardy (2004) öğrencilerin arka plan özelliklerinin, sınıf özelliklerinin ve okul özelliklerinin eğitim başarılarını etkilediğine dikkat çekmişlerdir. Ayrıca, öğrencilerin eğitim başarıları ile ilişkili faktörleri açıklamak için çok düzeyli bir model önermişlerdir (Şekil 1'e bakınız).



Şekil 1. Rumberger ve Palardy'nin (2004) çok düzeyli eğitim sistemi modeli (s. 9)

Şekil 1'de görüldüğü üzere, öğrenci, sınıf ve okul düzeyi değişkenleri öğrencilerin eğitimsel başarılarına bazı katkılarda bulunmaktadır. Bununla birlikte, Teddlie ve Reynolds (2000) arka plan özelliklerinin (cinsiyet, ön bilgi ve yaş gibi) öğrencilerin başarılarının yaklaşık %80'ini veya daha fazlasını açıkladığını ileri sürmüşlerdir. Özel olarak, arka plan özelliklerinin öğrencilerin matematikteki başarılarının daha tutarlı bir yordayıcısı olduğu görülmektedir (Wilkins, Zembylas ve Travers, 2002). Bu bulgulardan hareketle, ortaokul matematik öğretmeni adaylarının geometriye yönelik başarıları ile arka plan özellikleri arasında da bir ilişki olabileceği düşünülmüş ve bu çalışmada öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarıyla ilişkili arka plan özelliklerinin ortaya çıkarılmasına odaklanılmıştır. Ayrıca, kapsamlı bir alan yazın taraması sonrasında öğrencilerin tanım performansı ile arka plan özellikleri arasındaki ilişkileri araştıran çalışmaların mevcut olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, bu çalışmada ortaokul matematik öğretmeni adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarıyla cinsiyet, sınıf seviyesi, seçmeli geometri dersi almış olma, öğretmenlik uygulaması dersini almış olma, ağırlıklı genel not ortalaması (AGNO), geometri dersi notları ve geometriye yönelik tutum puanları arasında herhangi bir ilişkinin olup olmadığının ortaya çıkarılmasına odaklanılmıştır. Bu amaçla bu çalışmada aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

1. Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarıları ne düzeydedir?
2. Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarıları cinsiyet, sınıf seviyesi, seçmeli geometri dersi almış olma ve öğretmenlik uygulaması dersini almış olma açısından farklılık göstermekte midir?

3. Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının ağırlıklı genel not ortalamaları, geometri dersi notları ve geometriye yönelik tutum puanları özel dörtgenleri tanımlama başarılarını yordamakta mıdır?

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Araştırma sorularına cevap aramak için bu çalışmada deneysel olmayan temel araştırma desenlerinden kesitsel tarama, korelasyonel araştırma ve doğal müdahale araştırması deseni (Christensen, Johnson ve Turner, 2013) kullanılmıştır. Kesitsel tarama çalışmalarında araştırmacılar katılımcıların bazı özelliklerini (örneğin, inançlarını, tutumlarını ve bilgilerini) tek ve nispeten kısa bir zaman diliminde veri toplayarak betimlerler (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2014). Böylece, ortaokul matematik öğretmeni adaylarının özel dörtgenleri tanımlamayla ilgili başarı düzeylerinin belirlenmesinde kesitsel tarama deseni kullanılmıştır. Korelasyonel çalışmalarda, araştırmacılar puan tahmininde bulunurlar ve iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkinin derecesi hakkında bilgi verirler (Creswell, 2012). Buradan hareketle, ortaokul matematik öğretmeni adaylarının ağırlıklı genel not ortalamalarının, geometri dersi notlarının ve geometriye yönelik tutum puanlarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarını yordayıp yordamadığını belirlemek için bu çalışmada korelasyonel araştırma deseni kullanılmıştır. Doğal müdahale çalışmalarında araştırmacılar katılımcılar arasındaki farklılıkların olası nedenlerini incelerler ve seçilen bağımsız değişkenler genelde değiştirilemezler (Christensen ve diğerleri, 2013). Bu nedenle, öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarının cinsiyet, sınıf düzeyi, seçmeli geometri dersini almış olma ve öğretmenlik uygulaması dersini almış olma açısından farklılaşmış faklılaşmadığını belirlemek için bu çalışmada doğal müdahale araştırması deseni kullanılmıştır.

Katılımcılar

Çalışmaya dört farklı sınıf düzeyinde öğrenim gören (38 birinci sınıf, 50 ikinci sınıf, 49 üçüncü sınıf ve 47 son sınıf öğretmen adayı) toplamda 184 öğretmen adayı (49 erkek ve 135 kız) katılmıştır. Katılımcılar çalışma esnasında İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan bir devlet üniversitesinin ilköğretim matematik öğretmenliği programına kayıtlıdır ve uygun örnekleme yöntemi kullanılarak seçilmişlerdir. Çalışmanın verileri bahar döneminin sonuna doğru final sınavlarının hemen öncesinde toplandığı için son sınıf öğrencileri ilköğretim matematik öğretmenliği programında belirtilen tüm dersleri almış durumdadır.

Türkiye'de, liseden mezun olan öğrenciler yükseköğretim programlarına kayıt yaptırabilmek için Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) tarafından düzenlenen sınavlara girmek zorundadır. Öğrenciler tercih ettikleri lisans programlarına bu sınavlardan aldıkları puanlara göre yerleştirilmektedir. Lise mezunları, bu çalışmanın katılımcılarının kayıtlı olduğu ilköğretim matematik öğretmenliği programını Türkiye'deki diğer ilköğretim matematik öğretmenliği programlarına göre daha az tercih etmektedir. Bu araştırmanın katılımcılarının üniversite giriş puanları nispeten daha düşük olduğu için bu katılımcılar düşük başarılı olarak nitelendirilebilir. Fakat katılımcıların üniversite giriş puanları birbirine çok yakın olduğu için kendi aralarında benzer bir alt yapıya sahip oldukları söylenebilir.

Öğretmen adaylarının öğretmen yetiştirme programlarından mezun olabilmeleri için almaları gereken dersler Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından belirlenir. İlköğretim matematik öğretmenliği programlarında uygulanmakta olan mevcut müfredata göre (YÖK, 2006), öğretmen adayları matematik (örneğin, Geometri, Lineer Cebir ve Diferansiyel Denklemler) matematik eğitimi (örneğin, Özel Öğretim Yöntemleri) ve genel eğitim dersleri (örneğin, Eğitim Psikolojisi ve Sınıf Yönetimi) olmak üzere üç tür ders almaktadır. Öğretmen adayları temel olarak birinci ve ikinci yıllarında matematik dersleri, üçüncü ve dördüncü sınıfta matematik eğitimi dersleri ve dört yılda genel eğitim derslerini almaktadırlar. Öğretmen adayları matematik derslerini çoğunlukla birinci ve ikinci yıllarında, matematik eğitimi derslerini üçüncü ve dördüncü yıllarında ve genel eğitim derslerini tüm yıllarda almaktadır.

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının tamamı zorunlu Geometri dersini almıştır ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarının tamamı Öğretmenlik Uygulaması dersini almıştır. Bununla birlikte, Kavram Tanımları dersi ve Geometri Öğretimi Dersi ilköğretim matematik öğretmenliği programı tarafından

sunulan seçmeli dersler olduğu için bu dersleri katılımcıların yalnızca bir kısmı almıştır. Geometri dersi öğretmen adaylarına birinci yılda sunulmaktadır. Bu derse giren öğretim üyesinin açıklamalarına ve ders içeriğine göre, özel dörtgenler konusu (yamuk, paralelkenar, eşkenar dörtgen, dikdörtgen, kare ve deltoid) birkaç hafta boyunca kapsamlı bir şekilde ele alınmaktadır ve özel dörtgenlerle ilgili teoremlere, ispatlara, tanımlara ve bunların uygulamalarına özellikle vakit ayrılmaktadır. Geometri Öğretimi ve Kavram Tanımları dersi öğretmen adaylarına üçüncü yılda sunulmaktadır. Geometri Öğretimi dersinin ders içeriği incelendiğinde bu dersin Van Hiele Modeli yardımıyla öğretmen adaylarının geometrik düşünme becerilerini artırmaya odaklandığı söylenebilir. Bu nedenle, bu ders özel dörtgenler arasındaki ilişkileri ve bu dörtgenlerin tanımlarını üretmeyle ilgilidir. Kavram Tanımları dersinin ders içeriği incelendiğinde bu dersin de özel dörtgenlerle ilgili olduğu görülmektedir. Daha özel olarak, bu ders öğretmen adaylarının birtakım tanım olma kriterlerini (örneğin, denklik kriteri, minimal olma kriteri ve benzeri) bilmeyi ve paralelkenarları, yamukları, dikdörtgenleri, deltoidleri, eşkenar dörtgenleri, kareleri ve kırılgan dörtgenlerini tanımlamayı/sınıflandırmayı gerektirir. Öğretmenlik Uygulaması dersi öğretmen adaylarına dördüncü yılda verilmektedir. Bu ders, öğretmen adaylarının Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı devlet okullarında bir danışman öğretmen gözetiminde gerçek sınıf içi uygulamaları deneyimlemelerine olanak sağlamaktadır. Böylece, bu dersi alan öğretmen adayları 5-8. sınıflarda öğretilen matematik kavramlarının farkına varırlar ve bu kavramların gelişimini teşvik edebilecek etkinlikleri tasarlayıp uygular hale gelirler.

Katılımcı öğretmen adaylarının sınıf seviyesine, seçmeli geometri dersi almış olmaya, öğretmenlik uygulaması dersini almış olmaya, ağırlıklı genel not ortalamalarının ve geometriye yönelik tutum puanlarının aralığına göre dağılımları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1.
Katılımcıların arka plan özelliklerine göre dağılımı

Arka plan özellikleri		Sınıf seviyesi				Toplam
		I. sınıflar	II. sınıflar	III. sınıflar	IV. sınıflar	
Cinsiyet	Erkek	13	9	15	12	49
	Kız	25	41	34	35	135
Dersi almış olma	Geometri	38	50	49	47	184
	Geometri Öğretimi	-	4	11	18	33
	Kavram Tanımları	-	3	11	2	18
	Öğretmenlik Uygulaması	-	-	-	47	47
Ağırlıklı genel not ortalaması aralığı		1.96-3.88	1.36-3.54	1.30-3.66	2.28-3.63	1.30-3.66
Geometriye yönelik tutum puanı aralığı		64-117	66-125	37-125	68-125	37-125

Veri Toplama Araçları

Katılımcılar sırasıyla Arka Plan Özellikleri Anketi'ni, Özel Dörtgenler Testi'ni ve Utley Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği'ni doldurmuşlardır. Veri toplama araçlarını uygulamadan önce, katılımcılara araştırmanın doğasını ve genel amacını özetleyen bir gönüllü katılım formu sunulmuş ve onlardan bu formu imzalamaları istenmiştir. Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçları aşağıdaki kısımlarda daha ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Arka Plan Özellikleri Anketi

Katılımcılardan öncelikle bir öz bildirim aracı olan Arka Plan Özellikleri Anketi'ni doldurmaları istenmiştir. Katılımcılar bu anketi Özel Dörtgenler Testi'ni tamamlamadan önce doldurmuşlardır ve katılımcıların bu anketi tamamlamaları için herhangi bir süre kısıtlamasına gidilmemiştir. Ankette yer alan maddelerin tamamının okunması sonrasında bazı katılımcılar zorunlu veya seçmeli derslerden aldıkları notları tam olarak hatırlamadıklarını belirtmişlerdir. Bu nedenle, bu araştırmanın yürütücüsü katılımcılardan internet üzerinden öğrenci bilgi sistemine erişmelerini ve ağırlıklı genel not


ortalamalarını, geometri dersi notlarını, dörtgenlerle ilgili aldıkları zorunlu veya seçmeli dersleri kontrol etmelerini istemiştir. Bu sayede araştırmacı Arka Plan Özellikleri Anketi ile elde edilen verilerin geçerliğini ve güvenilirliğini garanti altına almak istemiştir. Arka Plan Özellikleri Anketi'nde yer alan maddeler Şekil 2'de sunulmuştur.

1. Adı ve soyadı:
2. Cinsiyeti:
3. Sınıfı:
4. Ağırlıklı genel ortalaması:
5. Geometri dersi not Ortalaması:
6. Geometri öğretimiyle ilgili herhangi bir seçmeli ders aldınız mı? Eğer aldıysanız;
 - a) Dersin adını yazınız:
 - b) Ders not ortalamanızı yazınız:
7. Matematiksel kavram tanımlarıyla ilgili herhangi bir ders aldınız mı? Eğer aldıysanız;
 - a) Dersin adını yazınız:
 - b) Ders not ortalamanızı yazınız:
8. Öğretmenlik Uygulaması dersini aldınız mı?
9. Üniversite öğreniminiz boyunca dörtgenlerle ilgili ders anlatma deneyiminiz oldu mu? Eğer olduysa;
 - a) Dersi verdiğiniz kişinin ya da kişilerin yakınlık derecesi nedir?
 - b) Dersi verdiğiniz kişi veya kişiler kaçınıcı sınıfa devam etmektedir?
 - c) Dersi ne zaman ve ne sıklıkla verdiniz?
 - d) Dörtgenlerin anlatımıyla ilgili deneyiminiz toplamda (yaklaşık) kaç saattir?

Şekil 2. Arka Plan Özellikleri Anketi'nin maddeleri

Özel Dörtgenler Testi

Özel Dörtgenler Testi'nde açık uçlu 6 soru yer almaktadır. Her bir soruda, öğretmen adaylarından öncelikle verilen özel dörtgeni tanımları istenmiştir. Daha sonra, öğretmen adaylarından bu dörtgenlere örnek birkaç şekil çizmeleri istenmiştir. Bu testte yer alan paralelkenar sorusu Şekil 3'te verilmiştir.

Aşağıdaki özel dörtgenleri tanımlayınız.	Her bir özel dörtgen için en az 3 farklı şekil çiziniz.
Paralelkenar:	

Şekil 3. Özel Dörtgenler Testi'nde yer alan paralelkenar sorusu

Katılımcılardan özel dörtgenlerle ilgili şekilleri kareli kâğıt üzerinde çizmeleri istenmiştir. Fakat çizilen şekiller puanlandırılmamış öğretmen adaylarının sadece özel dörtgenlerle ilgili tanımları analiz edilmiştir. Araştırmacı dörtgenlerle ilgili üretilen ifadeleri daha iyi yorumlamayı amaçladığı için öğretmen adaylarından yazılı ifadelere ek olarak şekil çizmelerini istemiştir. Katılımcıların Özel Dörtgenler Testi'ni tamamlamaları için herhangi bir süre kısıtlamasına gidilmemiştir. Her ne kadar süre kısıtlaması olmasa da katılımcılar bu testi yaklaşık 30-40 dakikada tamamlamışlardır. Özel Dörtgenler Testi'nin Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı 0.70 olarak bulunmuştur. Paralelkenar, eşkenar dörtgen, dikdörtgen, yamuk, kare ve deltoid sorularının madde güçlük indeksleri sırasıyla 0.81, 0.76, 0.69, 0.68, 0.67 ve 0.22 olarak bulunmuştur.

Utlely Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği

Ortaokul matematik öğretmenlerinin geometriye yönelik tutumlarını ölçmek için Utley (2007) tarafından geliştirilen ölçeğin uyarlanmış hâli olan UGAS-TR ölçeği (Avcu ve Avcu, 2015) kullanılmıştır. Bu ölçek 25 maddeden oluşmaktadır ve her bir maddesi 5 (kesinlikle katılıyorum) ile 1 (kesinlikle katılmıyorum) arasında değiştiği için 5'li Likert tipindedir. Öğretmen adayları bu ölçekten minimum 25, maksimum 125 puan alabilmektedir. Ölçekten alınan yüksek puanlar geometriye yönelik daha olumlu tutuma karşılık gelirken düşük puanlar daha olumsuz tutuma karşılık gelmektedir. Ölçekteki olumsuz madde sayısı 10'dur ve katılımcıların geometriye yönelik toplam tutum puanları hesaplanırken bu maddelerin her biri tersinden kodlanmıştır. UGAS-TR ölçeği güven, eğlenme, gelecekte kullanım ve günlük hayatta kullanım şeklinde dört faktörlü bir yapıya sahiptir. Güven, eğlenme, gelecekte kullanım, günlük hayatta kullanım faktörleri için ve UGAS-TR ölçeğinin bütünü için Cronbach alfa güvenilirlik katsayıları sırasıyla 0.89, 0.91, 0.76, 0.81 ve 0.94 olarak bulunmuştur. Bu değerler, UGAS-TR'nin iç tutarlılığının mükemmel olduğunu göstermektedir.

UGAS-TR ölçeğinin güven faktörüne ait maddeler öğretmen adaylarının geometri problemlerini çözmekteki yaşadıkları güçlükleri, geometri problemlerini çözebilme yetenekleriyle ilgili hislerini, geometri problemlerine ilgili kaygılarını ve geometri dersine çalışırken kendilerine duydukları güveni temsil etmektedir. UGAS-TR ölçeğinin eğlenme faktöründe öğretmen adaylarının geometriyi sıkıcı, zevkli, ilgi çekici ve değerli olarak nitelendirmeleriyle ilgili maddeler yer almaktadır. UGAS-TR ölçeğinin gelecekte kullanım faktöründe öğretmen adaylarının geometrinin gelecek hayatta kullanımına yönelik algılarıyla ilgili maddeler yer almaktadır. UGAS-TR ölçeğinin günlük hayatta kullanım faktöründe öğretmen adaylarının geometrinin günlük hayatta kullanımına yönelik algılarıyla ilgili maddeler yer almaktadır. UGAS-TR ölçeğinin güven faktöründe yer alan bazı örnek maddeler şunlardır: "Geometri sorularını çözerken çoğu kez sıkıntı yaşarım", "Geometri sorularını kendimden emin bir şekilde çözerim" ve "Geometri soruları beni çoğu zaman korkutur". UGAS-TR ölçeğinin eğlenme faktöründe yer alan bazı örnek maddeler şunlardır: "Geometri soruları sıkıcıdır", "Geometri ilgi çekici bir derstir" ve "Geometri çalışmaya değer". UGAS-TR ölçeğinin gelecekte kullanım faktöründe yer alan bazı örnek maddeler şunlardır: "Gelecekte geometriye ihtiyacım olacağına inanıyorum", "İş hayatına atıldığımda çok iyi bir geometri bilgisine ihtiyacım olacak", "Üniversiteden mezun olunca geometriden yararlanacağımı sanmıyorum". UGAS-TR ölçeğinin günlük hayatta kullanım faktöründe yer alan bazı örnek maddeler şunlardır: "Günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde geometri kavramlarının nasıl kullanılabileceğini biliyorum", "Günlük işlerde geometrinin sık sık kullanıldığını görüyorum" ve "Geometri günlük yaşam için gerekli bir derstir".

Puanlama ve Verilerin Analizi

Katılımcıların Özel Dörtgenler Testi'nde yer alan sorulara verdikleri cevapların doğruluğunu belirlemede Zazkis ve Leikin (2008) tarafından üretilen kodlama çerçevesi kullanılmıştır. Bu çerçeveye göre gerekli ve yeterli koşulların (özelliklerin) bulunduğu ifadeler tamamen doğru olarak kabul edilmiş ve bu ifadelerin tanım olarak kullanılmaları uygun görülmüştür. Gerekli fakat yetersiz koşulların ve yeterli fakat gereksiz koşulların bulunduğu ifadeler kısmen doğru olarak kabul edilmiş ve bu ifadelerin tanım olarak kullanılmaları uygun görülmemiştir. Son olarak, hem gereksiz hem de yetersiz koşulların bulunduğu ifadeler tamamen yanlış kabul edilmiş ve bu ifadelerin tanım olarak kullanılmaları uygun görülmemiştir. Öğretmen adaylarının tamamen doğru cevaplarına 2 puan, kısmen doğru cevaplarına 1 puan ve tamamen yanlış cevaplarına 0 puan verilmiştir. Özel Dörtgenler Testi'nde toplamda 6 soru bulunduğu için öğretmen adayları bu testten en fazla 12 puan alabilmektedir.

Katılımcıların Özel Dörtgenler Testi'nde yer alan sorulara verdikleri cevaplar öncelikle araştırmacı tarafından puanlanmıştır. Daha sonra, katılımcıların cevapları doktora derecesine sahip başka bir matematik eğitimcisi tarafından bağımsız olarak puanlanmıştır. Bir sonraki aşamada, iki puanlayıcı bir araya gelerek tüm puanlamaları birlikte kontrol etmişler ve var olan uyumsuzlukları gidermeye çalışmışlardır. Son olarak, iki puanlayıcı puanlama sürecini tam bir fikir birliği içerisinde tamamladığında

puanlama son şeklini almıştır. Özel dörtgenler için üretilen ifadelerin örnek puanlaması Tablo 2’de verilmiştir.

Bu çalışmada veriler nicel olarak analiz edilmiştir ve betimsel istatistik, bağımsız örneklem *t*-testi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve çoklu regresyon analizini içeren çoklu veri analiz teknikleri kullanılmıştır. Katılımcıların özel dörtgenleri tanımlamayla ilgili başarı düzeylerinin belirlenmesinde betimsel istatistik türlerinden ortalama ve standart sapma kullanılmıştır. Katılımcıların cinsiyet, seçmeli geometri dersi almış olma ve öğretmenlik uygulaması dersini almış olma açısından ortalama tanım başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için bağımsız örneklem *t*-testleri kullanılmıştır. Katılımcıların sınıf düzeyleri açısından ortalama tanım başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için tek yönlü ANOVA kullanılmıştır. Katılımcıların ağırlıklı genel not ortalamalarının, geometri dersinden aldıkları notların ve geometriye yönelik tutum puanlarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarını anlamlı olarak yordayıp yordamadığını belirlemek için çoklu regresyon analizi kullanılmıştır. Bağımsız örneklem *t*-testi, tek yönlü ANOVA ve çoklu regresyon analizleri için gerekli olan tüm varsayımlar sağlanmıştır (bağımsız örneklem *t*-testi ve tek yönlü ANOVA için gözlemlerin bağımsızlığı, normallik ve varyansların homojenliği; çoklu regresyon analizi için örneklem büyüklüğü, çoklu bağlantılılık, tekillik, aykırı değerler, normallik, doğrusallık, eş varyanslık ve artıkların bağımsızlığıdır).

Tablo 2.

Özel dörtgenler için üretilen ifadelerin örnek puanlaması

İfadeler	Koşullar	Doğruluk	Puan
Hipotenüsleri çakışık olan birbirine eş iki ikizkenar dik üçgene kare denir. Karşılıklı kenarları birbirine eş olan ve açıları 90° olan katı cisme dikdörtgen denir.	Ne gerekli ne de yeterli	Tamamen yanlış	0
Karşılıklı kenarları birbirine paralel olan dörtgene dikdörtgen denir. Köşegenleri birbirine dik olan dörtgene deltoid denir.	Gerekli fakat yetersiz	Kısmen doğru	1
Kenarları ve açıları birbirine eş olan dörtgene eşkenar dörtgen denir. Birbirine eş iki köşegeni olan ve köşegenleri birbirinin orta dikmesi olan dörtgene dikdörtgen denir.	Yeterli fakat gereksiz	Tamamen doğru	2
Tüm kenarları birbirine eş olan dikdörtgene kare denir. Karşılıklı kenarları birbirine paralel olan dörtgene paralelkenar denir.	Gerekli ve yeterli	Tamamen doğru	2

Bulgular

Bu bölümde, bulgular araştırma sorularına dayalı olarak sunulmuştur. Bu çalışmada öğretmen adaylarının Özel Dörtgenler Testi’nden aldıkları toplam puanlar ‘özel dörtgenleri tanımlamadaki başarı’ bağımlı değişkenine karşılık gelmektedir. Öncelikle, öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlamayla ilgili başarı düzeyleri rapor edilmiştir. İkinci olarak, arka plan özellikleri açısından öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarındaki farklılıklar rapor edilmiştir. Son olarak, öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarını anlamlı olarak yordayan ve yordamayan arka plan özellikleri ortaya çıkarılmıştır.

Öğretmen Adaylarının Özel Dörtgenleri Tanımlamayla İlgili Başarı Düzeyleri

Katılımcıların özel dörtgenleri tanımlamayla ilgili başarı düzeylerini belirlemek için betimsel istatistik (ortalama ve standart sapma) kullanılmıştır. Tablo 3’te verilen ortalamalar 0 ile 2 arasında değişmektedir. Katılımcıların toplam başarı puanlarının da 0 ile 2 arasında değişmesi için toplam başarı puanları Özel Dörtgenler Testi’nde yer alan soru sayısına, yani 6’ya bölünmüştür.

Tablo 3’te görüldüğü üzere, katılımcıların Özel Dörtgenler Testi’nden elde ettiği ortalama başarı puanı %60’ın biraz üzerindedir ($\bar{X} = 1.27$, $ss = 0.47$). Katılımcılar deltoid sorusunda en düşük ortalama başarıyı gösterirken (%22, $\bar{X} = 0.45$, $ss = 0.69$), paralelkenar sorusunda en yüksek ortalama başarıyı elde etmişlerdir (%81, $\bar{X} = 1.62$, $ss = 0.63$). Katılımcıların eşkenar dörtgen sorusundaki ortalama başarıları (%76,

$\bar{X} = 1.52$, $ss = 0.74$), paralelkenar sorusundaki ortalama başarılarından biraz daha düşüktür. Ayrıca, katılımcıların yamuk sorusundan elde ettikleri ortalama başarının (%68, $\bar{X} = 1.36$, $ss = 0.83$), dikdörtgen (%69, $\bar{X} = 1.38$, $ss = 0.76$) ve kare sorusundaki ortalama başarılarıyla (%67, $\bar{X} = 1.34$, $ss = 0.81$) hemen hemen aynı olduğu görülmüştür. Ancak önemle belirtmek gerekirse, katılımcıların yamuk, paralelkenar, dikdörtgen, kare ve eşkenar dörtgen sorusundan elde ettikleri ortalama başarının testin genelinden elde ettikleri ortalama başarıdan daha yüksek olduğu görülmüştür. Katılımcıların deltoid sorusundaki ortalama başarıları genel ortalama başarılarını önemli ölçüde düşürmüştür.

Tablo 3.

Katılımcıların özel dörtgenlerle ilgili tanım puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Dörtgenler	I. sınıflar (n = 38)		II. sınıflar (n = 50)		III. sınıflar (n = 49)		IV. sınıflar (n = 47)		Tüm katılımcılar (n = 184)	
	\bar{X}	ss	\bar{X}	ss	\bar{X}	ss	\bar{X}	ss	\bar{X}	ss
Yamuk	1.37	0.88	1.46	0.78	1.29	0.84	1.34	0.84	1.36	0.83
Paralelkenar	1.79	0.47	1.66	0.59	1.37	0.75	1.72	0.57	1.62	0.63
Dikdörtgen	1.71	0.61	1.40	0.78	1.18	0.75	1.30	0.80	1.38	0.76
Kare	1.66	0.66	1.30	0.88	1.20	0.81	1.28	0.80	1.34	0.81
Deltoid	0.82	0.89	0.34	0.47	0.45	0.73	0.26	0.53	0.45	0.69
Eşkenar dörtgen	1.74	0.60	1.60	0.70	1.33	0.82	1.47	0.77	1.52	0.74
Tüm dörtgenler	1.51	0.49	1.29	0.40	1.13	0.52	1.22	0.40	1.27	0.47

Katılımcıların dörtgenleri tanımlama başarıları sınıf seviyeleri açısından incelendiğinde, dörtgenler testinin genelinden ($\bar{X}_I = 1.51$, $\bar{X}_{II} = 1.29$, $\bar{X}_{III} = 1.13$ ve $\bar{X}_{IV} = 1.22$), paralelkenar sorusundan ($\bar{X}_I = 1.79$, $\bar{X}_{II} = 1.66$, $\bar{X}_{III} = 1.37$ ve $\bar{X}_{IV} = 1.72$), dikdörtgen sorusundan ($\bar{X}_I = 1.71$, $\bar{X}_{II} = 1.40$, $\bar{X}_{III} = 1.18$ ve $\bar{X}_{IV} = 1.30$), kare sorusundan ($\bar{X}_I = 1.66$, $\bar{X}_{II} = 1.30$, $\bar{X}_{III} = 1.20$ ve $\bar{X}_{IV} = 1.28$) ve eşkenar dörtgen sorusundan ($\bar{X}_I = 1.74$, $\bar{X}_{II} = 1.60$, $\bar{X}_{III} = 1.33$ ve $\bar{X}_{IV} = 1.47$) elde ettikleri başarının I. sınıftan III. sınıfa kadar kademeli olarak düşüş gösterdiği ve sonrasında III. sınıftan IV. sınıfa doğru bir miktar artış gösterdiği görülmüştür. Ancak, katılımcıların yamuk ve deltoid tanımlama başarılarında görülen değişim testin genelindeki, paralelkenar sorusundaki, dikdörtgen sorusundaki, kare sorusundaki ve eşkenar dörtgen sorusundaki başarı değişiminden farklı olmuştur. Yani, katılımcıların yamuk sorusundaki başarıları I. sınıftan II. sınıfa doğru biraz artmış, II. sınıftan III. sınıfa doğru biraz azalmış ve III. sınıftan IV. sınıfa doğru biraz daha artmıştır ($\bar{X}_I = 1.37$, $\bar{X}_{II} = 1.46$, $\bar{X}_{III} = 1.29$ ve $\bar{X}_{IV} = 1.34$). Bununla birlikte, katılımcıların deltoid sorusundaki başarıları I. sınıftan II. sınıfa doğru keskin bir şekilde düşmüş, II. sınıftan III. sınıfa doğru biraz artmış ve III. sınıftan IV. sınıfa doğru önemli ölçüde azalmıştır ($\bar{X}_I = 0.82$, $\bar{X}_{II} = 0.34$, $\bar{X}_{III} = 0.45$ ve $\bar{X}_{IV} = 0.26$).

Arka Plan Özellikleri Açısından Öğretmen Adaylarının Tanımlama Başarılarındaki Farklılıklar

Bu alt bölümde, öğretmen adaylarının cinsiyet, sınıf seviyesi, seçmeli geometri dersi almış olma ve öğretmenlik uygulamasını almış olma açısından dörtgenleri tanımlama başarılarında herhangi bir anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için bağımsız örneklem *t*-testi ve tek yönlü ANOVA sonuçları sunulmuştur. Cinsiyete ilişkin bağımsız örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4.

Katılımcıların cinsiyetine ilişkin bağımsız örneklem t-testi sonuçları

Dörtgenler	Cinsiyet				<i>t</i> değeri	<i>p</i> değeri	Etki büyüklüğü (Cohen's <i>d</i>)
	Erkek (n = 49)		Kız (n = 135)				
	\bar{X}	ss	\bar{X}	ss			
Yamuk	1.18	0.88	1.43	0.80	-1.78	0.07	0.29
Paralelkenar	1.65	0.59	1.61	0.64	0.36	0.71	0.06
Dikdörtgen	1.57	0.70	1.31	0.77	2.05	0.04*	0.35
Kare	1.53	0.71	1.27	0.84	1.90	0.06	0.33

Deltoid	0.51	0.68	0.42	0.69	0.78	0.76	0.44
Eşkenar dörtgen	1.65	0.66	1.47	0.77	1.44	0.15	0.25
Tüm dörtgenler	1.35	0.47	1.25	0.47	1.22	0.22	0.21

* $p < 0.05$

Tablo 4'te görüldüğü üzere, bağımsız örneklem t -testi sonuçlarına göre erkekler ile kızların dikdörtgeni tanımlama başarıları arasında anlamlı bir farklılık vardır ($t(182) = 2.05, p = 0.04$) ve bu farklılığın etki büyüklüğü orta düzeydedir ($d = 0.35$). Öte yandan, erkekler ile kızların tüm dörtgenleri ($t(182) = 1.22, p = 0.22, d = 0.21$), yamuğu ($t(182) = -1.78, p = 0.07, d = 0.29$), paralelkenarı ($t(182) = 0.36, p = 0.71, d = 0.06$), kareyi ($t(182) = 1.90, p = 0.06, d = 0.33$), deltoidi ($t(182) = 0.78, p = 0.76, d = 0.44$) ve eşkenar dörtgeni ($t(182) = 1.44, p = 0.15, d = 0.25$) tanımlama başarıları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Öğretmen adaylarının sınıf seviyelerine ilişkin tek yönlü ANOVA sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5.
Katılımcıların sınıf seviyelerine ilişkin tek yönlü ANOVA sonuçları

Dörtgenler	Sınıf seviyeleri								F değeri	p değeri	Etki büyüklüğü (Eta kare)
	I. sınıflar (n = 38)		II. sınıflar (n = 50)		III. sınıflar (n = 49)		IV. sınıflar (n = 47)				
	\bar{X}	ss	\bar{X}	ss	\bar{X}	ss	\bar{X}	ss			
Yamuk	1.37	0.88	1.46	0.78	1.29	0.84	1.34	0.84	0.37	0.77	0.00
Paralelkenar	1.79	0.47	1.66	0.59	1.37	0.75	1.72	0.57	4.21	0.00*	0.06
Dikdörtgen	1.71	0.61	1.40	0.78	1.18	0.75	1.30	0.80	3.78	0.01*	0.06
Kare	1.66	0.66	1.30	0.88	1.20	0.81	1.28	0.80	2.58	0.06	0.04
Deltoid	0.82	0.89	0.34	0.47	0.45	0.73	0.26	0.53	5.60	0.00*	0.08
Eşkenar dörtgen	1.74	0.60	1.60	0.70	1.33	0.82	1.47	0.77	2.49	0.06	0.04
Tüm dörtgenler	1.51	0.49	1.29	0.40	1.13	0.52	1.22	0.40	5.13	0.00*	0.07

* $p < 0.05$

Öğretmen adaylarının her bir dörtgeni tanımlama başarılarının ve genel tanımlama başarılarının sınıf seviyesine göre anlamlı olarak farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü ANOVA'lar kullanılmıştır. Tablo 5'te görüldüğü üzere, katılımcıların genel tanımlama başarıları ($F(3, 180) = 5.13, p = 0.00$), paralelkenarı tanımlama başarıları ($F(3, 180) = 4.21, p = 0.00$), dikdörtgeni tanımlama başarıları ($F(3, 180) = 3.78, p = 0.01$) ve deltoidi tanımlama başarıları ($F(3, 180) = 5.60, p = 0.00$) sınıf seviyesine göre anlamlı bir farklılık göstermiştir ve etki büyüklükleri orta düzeydedir (tüm dörtgenler için $\eta^2 = 0.07$, paralelkenar için $\eta^2 = 0.06$, dikdörtgen için $\eta^2 = 0.06$ ve deltoid için $\eta^2 = 0.08$). Başarı farklılıklarının hangi sınıflar arasındaki olduğunu belirlemek için Post Hoc Scheffe testleri kullanılmıştır. Scheffe testi sonuçlarına göre I. sınıf öğrencilerinin genel tanımlama başarıları ($\bar{X} = 1.51, ss = 0.49$), III. sınıf öğrencilerinin ($\bar{X} = 1.13, ss = 0.52$) ve IV. sınıf öğrencilerinin genel tanımlama başarılarından ($\bar{X} = 1.22, ss = 0.40$) anlamlı farklılık göstermiş fakat II. sınıf öğrencilerinin genel tanımlama başarılarından ($\bar{X} = 1.29, ss = 0.40$) anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Birinci sınıf öğrencilerinin paralelkenarı tanımlama başarıları ($\bar{X} = 1.79, ss = 0.47$), III. sınıf öğrencilerinin paralelkenarı tanımlama başarılarından ($\bar{X} = 1.37, ss = 0.75$) anlamlı olarak farklılaşmış fakat II. sınıf öğrencilerinin ($\bar{X} = 1.66, ss = 0.59$) ve IV. sınıf öğrencilerinin paralelkenarı tanımlama başarılarından ($\bar{X} = 1.72, ss = 0.57$) anlamlı olarak farklılaşmamıştır. Benzer şekilde, birinci sınıf öğrencilerinin dikdörtgeni tanımlama başarıları ($\bar{X} = 1.71, ss = 0.61$), III. sınıf öğrencilerinin dikdörtgeni tanımlama başarılarından ($\bar{X} = 1.18, ss = 0.75$) anlamlı olarak farklılaşmış fakat II. sınıf öğrencilerinin ($\bar{X} = 1.40, ss = 0.78$) ve IV. sınıf öğrencilerinin dikdörtgeni tanımlama başarılarından ($\bar{X} = 1.30, ss = 0.80$) anlamlı olarak farklılaşmamıştır. Son olarak, I. sınıf öğrencilerinin deltoidi tanımlama başarıları ($\bar{X} = 0.82, ss = 0.89$), II. sınıf öğrencilerinin ($\bar{X} = 0.34, ss = 0.47$) ve IV. sınıf öğrencilerinin deltoid

tanımlama başarılarından ($\bar{X} = 0.26$, $ss = 0.53$) anlamlı olarak farklılaşmış fakat III. sınıf öğrencilerinin deltoid tanımlama başarılarından ($\bar{X} = 0.45$, $ss = 0.73$) anlamlı olarak farklılaşmamıştır. Öte yandan, katılımcıların yamuğu ($F(3, 180) = 0.37$, $p = 0.77$, $\eta^2 = 0.00$), kareyi ($F(3, 180) = 2.58$, $p = 0.06$, $\eta^2 = 0.04$) ve eşkenar dörtgeni tanımlama başarıları ($F(3, 180) = 2.49$, $p = 0.06$, $\eta^2 = 0.04$) sınıf seviyesine göre anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinin seçmeli geometri dersi almış olmalarına ilişkin bağımsız örneklem t -testi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6.

Katılımcıların seçmeli geometri dersi almış olmalarına ilişkin bağımsız örneklem t -testi sonuçları

Dörtgenler	Seçmeli geometri dersi almış olma				t değeri	p değeri	Etki büyüklüğü (Cohen's d)
	Evet ($n = 29$)		Hayır ($n = 67$)				
	\bar{X}	ss	\bar{X}	ss			
Yamuk	1.17	0.80	1.37	0.85	1.07	0.28	0.24
Paralelkenar	1.52	0.63	1.55	0.72	0.22	0.82	0.04
Dikdörtgen	1.28	0.70	1.22	0.81	-0.29	0.76	0.07
Kare	1.24	0.78	1.24	0.81	-0.01	0.98	0.00
Deltoid	0.55	0.78	0.27	0.56	-1.99	0.04*	0.41
Eşkenar dörtgen	1.48	0.68	1.36	0.84	-0.69	0.48	0.15
Tüm dörtgenler	1.20	0.48	1.16	0.46	-0.36	0.71	0.08

* $p < 0.05$

Tablo 6'da görüldüğü üzere, bağımsız örneklem t -testi analizi sonuçlarına göre seçmeli geometri dersi almış olan öğretmen adaylarının deltoidi tanımlama başarıları ile seçmeli geometri dersi almamış olan öğretmen adaylarının deltoidi tanımlama başarıları arasında anlamlı bir farklılık vardır ($t(94) = -1.99$, $p = 0.04$) ve bu farklılığın etki büyüklüğü orta düzeydedir ($d = 0.41$). Öte yandan, seçmeli geometrisini almış olan öğretmen adayları ile almamış olan öğretmen adaylarının tüm dörtgenleri tanımlama ($t(94) = -0.36$, $p = 0.71$, $d = 0.08$), yamuğu tanımlama ($t(94) = 1.07$, $p = 0.28$, $d = 0.24$), paralelkenarı tanımlama ($t(94) = 0.22$, $p = 0.82$, $d = 0.04$), dikdörtgeni tanımlama ($t(94) = -0.29$, $p = 0.76$, $d = 0.07$), kareyi tanımlama ($t(94) = -0.01$, $p = 0.98$, $d = 0.00$) ve eşkenar dörtgeni tanımlama başarıları ($t(94) = -0.69$, $p = 0.48$, $d = 0.15$) arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması dersini almış olmalarına ilişkin bağımsız örneklem t -testi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7.

Katılımcıların öğretmenlik uygulaması dersini almış olmalarına ilişkin bağımsız örneklem t -testi sonuçları

Dörtgenler	Öğretmenlik uygulaması dersini almış olma				t değeri	p değeri	Etki büyüklüğü (Cohen's d)
	Evet ($n = 47$)		Hayır ($n = 49$)				
	\bar{X}	ss	\bar{X}	ss			
Yamuk	1.34	0.84	1.29	0.84	0.31	0.75	0.05
Paralelkenar	1.72	0.57	1.37	0.75	2.58	0.01*	0.52
Dikdörtgen	1.30	0.80	1.18	0.75	0.71	0.47	0.15
Kare	1.28	0.80	1.20	0.81	0.44	0.66	0.09
Deltoid	0.26	0.53	0.45	0.73	-1.47	0.14	0.29
Eşkenar dörtgen	1.47	0.77	1.33	0.82	0.86	0.39	0.17
Tüm dörtgenler	1.22	0.40	1.13	0.52	0.95	0.34	0.19

* $p < 0.05$

Tablo 7'de görüldüğü üzere, bağımsız örneklem t -testi analizi sonuçlarına göre öğretmenlik uygulaması dersini almış olan öğretmen adaylarının paralelkenarı tanımlama başarıları ile bu dersi almamış olan öğretmen adaylarının paralelkenarı tanımlama başarıları arasında anlamlı bir farklılık vardır ($t(94) = 2.58$, $p = 0.01$) ve bu farkın etki büyüklüğü orta düzeydedir ($d = 0.52$). Öte yandan, öğretmenlik uygulaması dersini almış olan öğretmen adayları ile almamış olan öğretmen adaylarının tüm dörtgenleri

tanımlama ($t(94) = 0.95, p = 0.34, d = 0.19$), yamuğu tanımlama ($t(94) = 0.31, p = 0.75, d = 0.05$), dikdörtgeni tanımlama ($t(94) = 0.71, p = 0.47, d = 0.15$), kareyi tanımlama ($t(94) = 0.44, p = 0.66, d = 0.09$), deltoidi tanımlama ($t(94) = -1.47, p = 0.14, d = 0.29$) ve eşkenar dörtgeni tanımlama başarıları ($t(94) = 0.86, p = 0.39, d = 0.17$) arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Öğretmen Adaylarının Tanımlama Başarılarıyla Arka Plan Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Bu alt bölümde, öğretmen adaylarının ağırlıklı genel not ortalamalarının, geometri dersi notlarının ve geometriye yönelik tutum puanlarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarını yordama düzeylerini belirlemek amacıyla çoklu regresyon analizi sonuçları rapor edilmiştir. Özel olarak, hangi arka plan değişkeninin öğretmen adaylarının tanımlama başarılarının en iyi yordayıcısı olduğu belirlenmiştir. B katsayısı standartlaştırılmamış regresyon katsayısıdır ve bağımsız değişkende bir birimlik değişim olduğunda bağımlı değişkende meydana gelecek ortalama değişkenlik miktarına karşılık gelir. β katsayısı B katsayısının standartlaştırılmış hâlidir ve farklı değişkenlere ait değerlerin aynı ölçüde dönüştürülmesiyle karşılaştırma yapmaya olanak sağlayan katsayıdır (Field, 2013; Pallant, 2016). Öğretmen adaylarının Özel Dörtgenler Testi'nden elde ettiği genel tanımlama başarılarına ilişkin standart çoklu regresyon analizi sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8.

Bağımlı değişkeni genel tanımlama başarı puanları ve bağımsız değişkenleri ağırlıklı genel not ortalamaları, geometri dersi notları ve geometriye yönelik tutum puanları olan çoklu regresyon analizi sonuçları

Değişkenler	B	SH	β	t	p	$R^2(\%)$
(Sabit)	1.075	0.269	-	4.004	0.000*	-
Ağırlıklı genel not ortalamaları	-0.046	0.084	-0.056	-0.550	0.583	0.16
Geometri dersi notları	0.006	0.003	0.208	2.024	0.045*	2.3
Geometriye yönelik tutum puanları	-0.007	0.058	-0.009	-0.118	0.906	0.008

* $p < 0.05$

Standart çoklu regresyon analizi sonuçları, yordayıcı değişkenlerin öğretmen adaylarının genel tanımlama başarılarındaki varyansın sadece %3.00'ünü açıkladığını göstermiştir ($F(3, 172) = 1.785, p > 0.05$). Geometri dersi notları öğretmen adaylarının genel tanımlama başarılarının anlamlı bir yordayıcısıken ($\beta = 0.208, p = 0.045, R^2 = \%2.3$), ağırlıklı genel not ortalamaları ($\beta = -0.056, p = 0.583, R^2 = 0.16\%$) ve geometriye yönelik tutum puanları ($\beta = -0.009, p = 0.906, R^2 = \%0.008$) öğretmen adaylarının genel tanımlama başarılarının anlamlı birer yordayıcısı değildir (Tablo 8'e bakınız).

Öğretmen adaylarının her bir dörtgeni tanımlama başarıları ayrı ayrı bağımlı değişkenler olarak kullanıldığında yukarıdakine benzer bulguların ortaya çıkıp çıkmadığını belirlemek için de standart çoklu regresyon analizleri yapılmıştır. Öğretmen adaylarının yamuğu tanımlama başarılarına ilişkin standart çoklu regresyon analizi sonuçları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9.

Bağımlı değişkeni yamuğu tanımlama başarıları ve bağımsız değişkenleri ağırlıklı genel not ortalamaları, geometri dersi notları ve geometriye yönelik tutum puanları olan çoklu regresyon analizi sonuçları

Değişkenler	B	SH	β	t	p	$R^2(\%)$
(Sabit)	0.902	0.471	-	1.914	0.057	-
Ağırlıklı genel not ortalamaları	-0.048	0.148	-0.033	-0.324	0.746	0.057
Geometri dersi notları	0.010	0.005	0.209	2.045	0.042*	2.3
Geometriye yönelik tutum puanları	-0.010	0.102	-0.008	-0.101	0.920	0.006

* $p < 0.05$

Standart çoklu regresyon analizi sonuçları, yordayıcı değişkenlerin öğretmen adaylarının yamuğu tanımlama başarılarındaki varyansın sadece %3.50'sini açıkladığını göstermiştir ($F(3, 172) = 2.092, p >$

0.05). Geometri ders notları öğretmen adaylarının yamuğu tanımlama başarılarının anlamlı bir yordayıcısıken ($\beta = .209, p = 0.042, R^2 = \%2.3$), ağırlıklı genel not ortalamaları ($\beta = -0.033, p = 0.746, R^2 = \%0.057$) ve geometriye yönelik tutum puanları ($\beta = -0.008, p = 0.920, R^2 = \%0.006$) öğretmen adaylarının yamuğu tanımlama başarılarının anlamlı birer yordayıcısı değildir (Tablo 9'a bakınız). Öğretmen adaylarının paralelkenarı tanımlama başarılarına ilişkin standart çoklu regresyon analizi sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10.

Bağımlı değişkeni paralelkenarı tanımlama başarıları ve bağımsız değişkenleri ağırlıklı genel not ortalamaları, geometri dersi notları ve geometriye yönelik tutum puanları olan çoklu regresyon analizi sonuçları

Değişkenler	B	SH	β	t	p	R ² (%)
(Sabit)	1.605	0.362	-	4.429	0.000*	-
Ağırlıklı genel not ortalamaları	-0.107	0.114	-0.097	-0.947	0.345	0.51
Geometri dersi notları	0.006	0.004	0.154	1.487	0.139	1.27
Geometriye yönelik tutum puanları	-0.011	0.078	-0.011	-0.145	0.885	0.01

* $p < 0.05$

Standart çoklu regresyon analizi sonuçları, yordayıcı değişkenlerin öğretmen adaylarının paralelkenarı tanımlama başarılarındaki varyansın sadece %1.30'unu açıkladığını göstermiştir ($F(3, 172) = 0.743, p > 0.05$). Bağımsız değişkenlerin hiçbirisi öğretmen adaylarının paralelkenarı tanımlama başarılarını anlamlı olarak yordayamamıştır (ağırlıklı genel not ortalamaları için $\beta = -0.097, p = 0.345, R^2 = \%0.51$; geometri dersi notları için $\beta = 0.154, p = 0.139, R^2 = \%1.27$ ve geometriye yönelik tutum puanları için $\beta = -0.011, p = 0.885, R^2 = \%0.01$) (Tablo 10'a bakınız). Öğretmen adaylarının dikdörtgeni tanımlama başarılarına ilişkin standart çoklu regresyon analizi sonuçları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11.

Bağımlı değişkeni dikdörtgeni tanımlama başarıları ve bağımsız değişkenleri ağırlıklı genel not ortalamaları, geometri dersi notları ve geometriye yönelik tutum puanları olan çoklu regresyon analizi sonuçları

Değişkenler	B	SH	β	t	p	R ² (%)
(Sabit)	1.217	0.440	-	2.767	0.006*	-
Ağırlıklı genel not ortalamaları	-.112	0.138	-0.084	-0.816	0.416	0.51
Geometri dersi notları	0.004	0.005	0.102	0.983	0.327	1.27
Geometriye yönelik tutum puanları	0.048	0.095	0.039	0.501	0.617	0.01

* $p < 0.05$

Standart çoklu regresyon analizi sonuçları, yordayıcı değişkenlerin öğretmen adaylarının dikdörtgeni tanımlama başarılarındaki varyansın sadece %0.80'ini açıkladığını göstermiştir ($F(3, 172) = 0.483, p > 0.05$). Bağımsız değişkenlerin hiçbirisi öğretmen adaylarının dikdörtgeni tanımlama başarılarını anlamlı olarak yordayamamıştır (ağırlıklı genel not ortalamaları için $\beta = -0.084, p = 0.416, R^2 = \%0.51$; geometri dersi notları için $\beta = 0.102, p = 0.327, R^2 = \%1.27$ ve geometriye yönelik tutum puanları için $\beta = 0.039, p = 0.617, R^2 = \%0.01$) (Tablo 11'e bakınız). Öğretmen adaylarının kareyi tanımlama başarılarına ilişkin standart çoklu regresyon analizi sonuçları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12.

Bağımlı değişkeni kareyi tanımlama başarıları ve bağımsız değişkenleri ağırlıklı genel not ortalamaları, geometri dersi notları ve geometriye yönelik tutum puanları olan çoklu regresyon analizi sonuçları

Değişkenler	B	SH	β	t	p	R ² (%)
(Sabit)	1.385	0.468	-	2.962	0.003*	-
Ağırlıklı genel not ortalamaları	-0.048	0.146	-0.033	-0.324	0.746	0.06
Geometri dersi notları	0.005	0.005	0.116	1.118	0.265	0.72
Geometriye yönelik tutum puanları	-0.067	0.101	-0.051	-0.663	0.508	0.25

* $p < 0.05$

Standart çoklu regresyon analizi sonuçları, yordayıcı değişkenlerin öğretmen adaylarının kareyi tanımlama başarılarındaki varyansın sadece %1.00'ünü açıkladığını göstermiştir ($F(3, 172) = 0.589, p > 0.05$). Bağımsız değişkenlerin hiçbirisi öğretmen adaylarının kareyi tanımlama başarılarını anlamlı olarak yordayamamıştır (ağırlıklı genel not ortalamaları için $\beta = -0.033, p = 0.746, R^2 = \%0.06$; geometri dersi notları için $\beta = 0.116, p = 0.265, R^2 = \%0.72$ ve geometriye yönelik tutum puanları için $\beta = -0.051, p = 0.508, R^2 = \%0.25$) (Tablo 12'ye bakınız). Öğretmen adaylarının deltoidi tanımlama başarılarına ilişkin standart çoklu regresyon analizi sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13.

Bağımlı değişkeni deltoidi tanımlama başarıları ve bağımsız değişkenleri ağırlıklı genel not ortalamaları, geometri dersi notları ve geometriye yönelik tutum puanları olan çoklu regresyon analizi sonuçları

Değişkenler	B	SH	β	t	p	R ² (%)
(Sabit)	0.140	0.394	-	0.357	0.722	-
Ağırlıklı genel not ortalamaları	0.139	0.123	0.115	1.128	0.261	0.72
Geometri dersi notları	0.002	0.004	0.055	0.539	0.591	0.16
Geometriye yönelik tutum puanları	-0.054	0.085	-0.049	-0.637	0.525	0.23

* $p < 0.05$

Standart çoklu regresyon analizi sonuçları, yordayıcı değişkenlerin öğretmen adaylarının deltoidi tanımlama başarılarındaki varyansın sadece %2.50'sini açıkladığını göstermiştir ($F(3, 172) = 1.486, p > 0.05$). Bağımsız değişkenlerin hiçbirisi öğretmen adaylarının deltoidi tanımlama başarılarını anlamlı olarak yordayamamıştır (ağırlıklı genel not ortalamaları için $\beta = 0.115, p = 0.261, R^2 = \%0.72$; geometri dersi notları için $\beta = 0.055, p = 0.591, R^2 = \%0.16$ ve geometriye yönelik tutum puanları için $\beta = -0.049, p = 0.525, R^2 = \%0.23$) (Tablo 13'e bakınız). Öğretmen adaylarının eşkenar dörtgeni tanımlama başarılarına ilişkin standart çoklu regresyon analizi sonuçları Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14.

Bağımlı değişkeni eşkenar dörtgeni tanımlama başarıları ve bağımsız değişkenleri ağırlıklı genel not ortalamaları, geometri dersi notları ve geometriye yönelik tutum puanları olan çoklu regresyon analizi sonuçları

Değişkenler	B	SH	β	t	p	R ² (%)
(Sabit)	1.198	0.427	-	2.805	0.006*	-
Ağırlıklı genel not ortalamaları	-0.104	0.134	-0.079	-0.776	0.439	0.34
Geometri dersi notları	0.006	0.004	0.145	1.406	0.161	1.12
Geometriye yönelik tutum puanları	0.055	0.092	0.046	0.594	0.553	0.20

* $p < 0.05$

Standart çoklu regresyon analizi sonuçları, yordayıcı değişkenlerin öğretmen adaylarının eşkenar dörtgeni tanımlama başarılarındaki varyansın sadece %1.60'ünü açıkladığını göstermiştir ($F(3, 172) = 0.922, p > 0.05$). Bağımsız değişkenlerin hiçbirisi öğretmen adaylarının eşkenar dörtgeni tanımlama başarılarını anlamlı olarak yordayamamıştır (ağırlıklı genel not ortalamaları için $\beta = -0.079, p = 0.439, R^2 =$

%0.34; geometri dersi notları için $\beta = 0.145$, $p = 0.161$, $R^2 = \%1.12$ ve geometriye yönelik tutum puanları için $\beta = 0.046$, $p = 0.553$, $R^2 = \%0.20$) (Tablo 14'e bakınız).

Tartışma ve Öneriler

Bu çalışmanın üç amacı vardır: Birincisi, ortaokul matematik öğretmen adaylarının özel dörtgenlerin matematiksel olarak doğru tanımlarını üretmedeki başarı düzeylerini incelemek. İkincisi, öğretmen adaylarının arka plan özelliklerinden cinsiyet, sınıf seviyesi, seçmeli geometri dersi almış olma ve öğretmenlik uygulaması dersini almış olmanın özel dörtgenleri tanımlama başarılarında anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmadığını belirlemek. Sonuncusu, öğretmen adaylarının arka plan özelliklerinden ağırlıklı genel not ortalamalarının, geometri dersi notlarının ve geometriye yönelik tutum puanlarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarını ne derece yordadığını ortaya koymaktır. Öğretmen adaylarının dörtgenleri tanımlama başarıları ile arka plan özellikleri arasındaki ilişkileri inceleyen herhangi bir araştırmaya ulaşamadığı için bu çalışmanın bulguları öğrencilerin matematik/geometri başarıları ile demografik özellikleri arasındaki ilişkiyi araştıran birtakım çalışmaların ışığında tartışılmıştır.

Önceki yıllarda yapılmış ilgili araştırmalar öğrencilerin geometride düşük başarı sergilediğini ortaya koymuştur (örneğin, Bal, 2014; Erkek ve Işıksal-Bostan, 2015; Oral ve İlhan, 2012). Bu çalışmanın bulguları da ortaokul matematik öğretmen adaylarının özel dörtgenlerle ilgili matematiksel olarak doğru tanımlar üretme başarılarının istenilen düzeyde olmadığını göstermiştir ($\bar{X} = 1.27/2.00$). Bu nedenle, bu bulgunun önceki yıllarda yapılmış ilgili araştırmaların çoğunun bulguları ile tutarlılık gösterdiği söylenebilir. Çalışmada kullanılan Özel Dörtgenler Testi bağlamsal olmayan sorular içermektedir ve bu sorular katılımcıların özel dörtgenlerin geometrik özelliklerini hatırlamasını gerektirmektedir. Buna ilaveten, özel dörtgenler öğrenmesi oldukça kolay bir konu olduğu için bu konu 5. sınıftan itibaren öğrencilere anlatılmaktadır. Dolayısıyla, Özel Dörtgenler Testi'nde yer alan soruların bilişsel istem düzeylerinin öğretmen adayları için oldukça düşük olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak, öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlamada düşük başarı göstermeleri arzu edilmeyen bir durumdur. Öğretmen adaylarının özel dörtgenlerle ilgili yetersiz bilgi sahibi olmaları, ileriki öğretmenlik hayatlarında özel dörtgenleri kavramsal olarak öğretebilme yeterliklerini kısıtlayacağı muhtemeldir.

Çalışmanın bulguları, özel dörtgenleri tanımlama başarısı açısından erkek öğretmen adaylarıyla kız öğretmen adayları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir. Bu bulgu, son yıllarda öğretmen adayları ile gerçekleştirilen araştırmaların bulguları ile tutarlılık göstermektedir (örneğin, Bal, 2011, 2012; Oral ve İlhan, 2012) ve bu araştırmalarda geometri alanında öğretmen adaylarının başarılarında cinsiyet açısından bir farklılık olmadığı belirtilmiştir. Fakat son yıllarda geometri alanında cinsiyet farklılıklarını belirlemek amacıyla lise öğrencileri ile yürütülmüş çalışmaların bulgularıyla (örneğin, McGraw, Lubienski ve Structchens, 2006; Mogari 2010), öğretmen adaylarıyla yürütülmüş çalışmaların bulguları paralellik göstermemektedir. Bu durum şu şekilde açıklanabilir. Görgül araştırmalar, kızların lise yılları boyunca geometri başarısı açısından erkeklerden geride kaldığını göstermektedir (örneğin, Battista, 1990; Ekstrom, 1994; Ma, 1995; McGraw ve diğerleri, 2006; Mogari 2010). Buradan, öğrencilerin okul kademeleri ilerledikçe (liseden üniversiteye geçiş) cinsiyet açısından geometri başarısındaki farklılaşmanın düzgün bir şekilde devam etmediği görülebilir. Leder'in (1992) çalışması bu iddiayı destekler niteliktedir çünkü Leder (1992) çalışmasında cinsiyet farklılıklarının katılımcı öğrencilerin yaşına bağımlı olduğunu ortaya koymuştur. Bunun dışında, geometride cinsiyetle ilgili farklılıklar geometrinin alt dallarına ya da konularına bağımlı olduğu için (Ma, 1995), bu çalışmada kız öğretmen adayları ile erkek öğretmen adayları arasında tanım başarısı açısından bir farklılığın bulunamamış olması özel dörtgenler konusunun kendisinden kaynaklanmış olabilir.

Çalışmanın bulguları, öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlamadaki başarılarının sınıf seviyesi açısından anlamlı olarak farklılaştığını ortaya koymuştur. Post hoc testi sonuçları, I. sınıf öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarının III. ve IV. sınıf öğretmen adaylarınınkinden anlamlı olarak farklılaştığını, II. sınıf öğrencilerininkinden anlamlı olarak farklılaşmadığını göstermiştir. Daha basit bir ifadeyle, öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlamaları I. sınıftan III. sınıfa kadar kademeli olarak azalırken III. sınıftan IV. sınıfa doğru bir artış göstermiştir. Öğretmen adaylarının özel dörtgenleri

tanımlama başarılarındaki dalgalanmanın bir nedeni şu olabilir: Sınıf seviyeleri ilerledikçe, öğretmen adaylarının genelde geometri bilgileri ve özde dörtgenleri tanımlama bilgileri zayıflamış olabilir. Çünkü ilköğretim matematik öğretmenliği programı öğretmen adaylarının geometri dersini birinci sınıfta almalarını zorunlu kılmaktadır ve bu programda sonraki üç yıl boyunca almaları gereken zorunlu geometri dersi bulunmamaktadır. Öğretmen adaylarının III. sınıftan IV. sınıfa doğru özel dörtgenleri tanımlama başarılarında artış görülmüştür. Bu artışın şundan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir: Öğretmen adaylarının IV. sınıfta aldıkları okul deneyimi ve öğretmenlik uygulaması dersleri onların özel dörtgenlerin tanımlarıyla ilgili bilgilerini desteklemiş ve artırmış olabilir.

Seçmeli geometri dersi alan öğretmen adaylarının (Geometri Öğretimi Dersini veya Kavram Tanımları dersini) özel dörtgenleri tanımlama başarılarının ($\bar{X} = 1.20$) seçmeli geometri dersi almayanlarınkinden ($\bar{X} = 1.16$) daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak seçmeli geometri dersini almış olma katılımcıların tanımlama başarıları arasında anlamlı bir farka yol açmamıştır. Bu farkın anlamlı olmamasına seçmeli geometri dersini alan öğretmen adayı sayısının oldukça az olması ($n = 29$) ve dolayısıyla istatistiksel analizin gücünün düşük çıkması neden olmuş olabilir. Buna ek olarak, seçmeli geometri derslerinden sorumlu olan öğretim elemanlarının derslerinde özel dörtgenlerin tanımlarına ne kadar yer verdikleri bilinmemektedir. Yani, bu derslerden sorumlu olan öğretim elemanlarının sınıf içi uygulamaları ile yazılı müfredat (ders içerikleri) arasında bazı farklılıklar olabilir. Bu nedenle, öğretmen adayları Geometri Öğretimi veya Kavram Tanımları dersinde özel dörtgenlerin formel tanımlarıyla ilgili yeterli deneyim kazanmamış olabilirler.

Benzer şekilde, öğretmenlik uygulaması dersini almış olma öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarında anlamlı bir farka yol açmamıştır. Dördüncü sınıf öğretmen adaylarının tanım başarıları ($\bar{X} = 1.22$) üçüncü sınıf öğretmen adaylarınınkinden ($\bar{X} = 1.13$) daha yüksek çıkmış olsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu farkın anlamlı olmamasına öğretmenlik uygulamasını almış olan öğretmen adaylarının sayısının az olması ($n = 47$) ve dolayısıyla istatistiksel analizin gücünün düşük çıkması neden olmuş olabilir. Buna ek olarak, öğretmen adayları öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında öğrencilere özel dörtgenler konusunu anlatmamış olabilirler. Basitçe söylemek gerekirse, ortaokul matematik öğretim programına (MEB, 2013) göre dörtgenler konusu yalnızca 5. ve 7. sınıf öğrencilerine öğretilmektedir. Bu nedenle, devlet okullarında danışman öğretmenleri 5. ve 7. sınıf öğrencilerinin dersine girmeyen öğretmen adayları özel dörtgenler konusunda yeterince uygulama yapmamış ve bu konunun öğretiminde kendilerini yeterince geliştirememiş olabilirler.

Çoklu regresyon analizi sonuçları, geometri dersi notlarının öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarını anlamlı olarak yordadığını göstermiştir. Birinci sınıfta verilen zorunlu geometri dersi, öğretmen adaylarının geometrik tanımlarla ilgili ön bilgilerini yapılandırır ve şekillendirir çünkü bu ders kapsamında teoremler, aksiyomlar ve geometrik kavramların tanımları yoğun bir şekilde ele alınır. Katılımcıların geometri dersi notlarının tanımlarla ilgili ön bilgilerini temsil ettiği göz önüne alındığında, geometri ders notları ile özel dörtgenleri tanımlama başarıları arasındaki anlamlı ilişki beklenmedik değildir. Gerçekten de, neredeyse tüm eğitim araştırmacıları ön bilginin önemini ve öğrenci başarısını yordamada önemli bir rol üstlendiğini kabul etmektedirler (örneğin, Hailikari, Nevgi ve Komulainen, 2008; Harackiewicz, Barron, Tauer ve Elliot, 2002). Bir konuyla ilgili öğrencilerin önceden sahip oldukları bilgi, yeni bilginin oluşumunu ve bilgiyi işlemenin tüm aşamalarını etkiler (Dochy, De Ridjt ve Dyck, 2002). Bu nedenle, öğretmen adaylarının birinci sınıftaki zorunlu geometri dersinde özel dörtgenlerle ilgili edindikleri bilgi birikimleri, sonraki yıllarda özel dörtgenlerle ilgili tanım üretme becerilerini etkilediği görülmektedir.

Öte yandan, katılımcıların akademik başarılarının yani ağırlıklı genel not ortalamalarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarının anlamlı bir yordayıcısı olmadığı görülmüştür. Anlamlı bir ilişkinin çıkmamış olmasına ilköğretim matematik öğretmenliği programında yer alan derslerin doğası ve çeşitliliği neden olmuş olabilir. Programda yer alan derslerden alınan notlar, geometriyle ve geometrik tanımlarla ilgili derslerin azlığından dolayı öğretmen adaylarının özel dörtgenlerle ilgili tanım başarılarını açıklamada yetersiz kalmış olabilir.

Ma ve Kishor (1997) matematiğe yönelik tutum ile matematik başarısı arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacı ile yaptığı meta-analiz çalışmasında matematik eğitimi alan yazınının bu iki yapı arasındaki ilişki hakkında tutarlı bulgular sağlayamadığını ortaya koymuştur. Öyle görünüyor ki, bu tutarsızlık hâlâ devam etmektedir. Örneğin, Parsons (1993) öğretmenlerin geometriye yönelik inançları ile geometri bilgileri arasında güçlü bir ilişki bulmuştur. Benzer şekilde, Duatepe Paksu (2013) tarafından yürütülen daha yakın tarihli bir çalışmada, sınıf öğretmeni adaylarının van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin, geometriye yönelik öz yeterliklerinin ve geometriye yönelik tutumlarının geometri bilgilerini anlamlı olarak yordadığı bulunmuştur. Fakat mevcut çalışmada öğretmen adaylarının geometriye yönelik tutumlarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarını anlamlı olarak yordamadığı ortaya çıkmıştır. Bu bulgu, ortaokul matematik öğretmeni adaylarının geometriye yönelik tutumları ($\bar{X} = 3.92/5$) ile özel dörtgenleri tanımlama bilgileri ($\bar{X} = 1.18/2$) arasında belirgin bir fark olduğunu açığa çıkarmıştır. Görünüşe göre, öğretmen adaylarının geometriye yönelik olumlu algıları yetersiz geometri bilgileri üzerine kurulmuştur. Bu durum, Thompson'ın (1992) öğretmenlerin inançlarının ve algılarının bilgilerinden farklı ve ayrı olduğu iddiasını doğrular niteliktedir.

Özet olarak, bu çalışmanın bulguları ortaokul matematik öğretmeni adaylarının özel dörtgenleri tanımlamada düşük başarı düzeyine sahip olduğunu göstermektedir. Cinsiyet, seçmeli geometri dersi almış olma ve öğretmenlik uygulaması dersini almış olma açısından öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarıları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Öte yandan, öğretmen adaylarının dörtgenleri tanımlama başarıları sınıf seviyesi açısından anlamlı bir farklılık göstermiştir. Çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının geometri dersi notları özel dörtgenleri tanımlama başarılarının anlamlı bir yordayıcısıyken ağırlıklı genel not ortalamaları ve geometriye yönelik tutum puanları özel dörtgenleri tanımlama başarılarının anlamlı bir yordayıcısı değildir. Ancak bu çalışmanın bulgularının daha büyük bir kitleye genellenemeyeceğini önemle belirtmek gerekir. Araştırmanın örneklemini, üniversiteye giriş sınavı puanlarına göre alt düzey öğrencileri kabul eden ve çok fazla prestijli olmayan bir üniversitede öğrenim gören ortaokul matematik öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmanın bulguları sadece benzer özelliklere sahip bir kitleye genellenebilir.

Bu araştırmanın bulgularının ortaokul matematik öğretmeni adaylarının eğitimi ve yetiştirilmesi açısından bazı doğurguları vardır. Bulgular, öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarını hangi arkan plan özelliklerinin etkileyebileceğiyle ilgili matematik derslerine giren öğretim elemanlarını ve matematik öğretmeni eğitimcilerini bilgilendirmektedir. Böylece, derse girmekle sorumlu öğretim elemanları ve öğretmen eğitimcileri, öğrenmeyi en üst düzeye çıkarmak ve öğretmen adaylarının özel dörtgenleri ve dörtgenlerin tanımlarını daha iyi anlamalarını sağlamak için öğrencilerin arka plan özelliklerini dikkate alarak sınıf içi uygulamalarında değişikliğe gidebilirler.

Son olarak, bu çalışma öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarıyla ilişkili diğer değişkenlerin açığa çıkarılması gerektiğini ileri sürmektedir. Bu sebeple, ileriki araştırmalarda şu sorulara yanıt aranabilir: Öğretmen adaylarının özel dörtgenleri tanımlama başarılarıyla ilişkili diğer arka plan özellikleri nelerdir? Öğrencilerin sınıflarının veya okullarının özellikleriyle tanım üretme başarıları arasında anlamlı ilişkiler var mıdır? Öğretmen adaylarının arka plan özellikleri ile diğer matematik veya geometri konularındaki başarıları arasında bir ilişki var mıdır? Öğrencilerin geometri başarılarıyla (özel olarak dörtgenleri tanımlama başarılarıyla) ilişkili faktörlerin açıklığa kavuşturulabilmesi için çok daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

References

- Avcu, R., & Avcu, S. (2015). Turkish adaptation of Utley geometry attitude scale: A validity and reliability study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 58, 1-24.
- Bal, A. P. (2014). Predictor variables for primary school students related to van Hiele geometric thinking. *Journal of Theory and Practice in Education*, 10(1), 259-278.
- Bal, A. P. (2011). Geometry thinking levels and attitudes of elementary teacher candidates. *Inönü University Journal of the Faculty of Education*, 12(3), 97-115.
- Bal, A. P. (2012). Öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri ve geometriye yönelik tutumları. *Eğitim Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(1), 17-34.
- Battista, M. T. (1990). Spatial visualization and gender differences in high school geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 47-60.
- Christensen, L. B., Johnson, R. B., & Turner, L. A. (2013). *Research methods: Design and analysis*. Boston: Pearson.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Upper Saddle Creek, NJ: Pearson Education.
- Dochy, F. J. R. C., De Ridjt, C., & Dyck, W. (2002). Cognitive prerequisites and learning: How far have we progressed since Bloom? Implications for educational practice and teaching. *Active Learning in Higher Education*, 3, 265-284.
- Duatepe Paksu, A. (2013). Predicting the geometry knowledge of pre-service elementary teachers. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 2(3), 15-27.
- Edwards, B., & Ward, M. (2008). The role of mathematical definitions in mathematics and in undergraduate mathematics courses. In M. Carlson & C. Rasmussen (Eds.), *Making the connection: Research and teaching in undergraduate mathematics* (pp. 223-232). Washington, DC: Mathematical Association of America.
- Ekstrom, R. B. (1994). *Gender differences in high school grades: An exploratory study*. New York: College Entrance Examination Board.
- Erkek, Ö., & İşiksal-Bostan, M. (2015). The role of spatial anxiety, geometry self-efficacy and gender in predicting geometry achievement. *Elementary Education Online*, 14(1), 164-180.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4th ed.). Los Angeles: Sage Publications.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2014). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). USA: McGraw-Hill.
- Hailikari, T., Nevgi, A., & Komulainen, E. (2008). Academic self-beliefs and prior knowledge as predictors of student achievement in mathematics: A structural model. *Educational Psychology*, 28(1), 59-71.
- Harackiewicz, J. M., Barron, K. E., Tauer, J. M., & Elliot, A. J. (2002). Predicting success in college: A longitudinal study of achievement goals and ability measures as predictors of interest and performance from freshman year through graduation. *Journal of Educational Psychology*, 94, 562-575.
- Higher Education Council. (2006). *Eğitim fakültelerinde uygulanacak yeni programlar hakkında açıklama* [Description of the new teacher education curricula]. Retrieved December 31, 2017, from http://www.yok.gov.tr/documents/10279/49665/aciklama_programlar/aa7bd091-9328-4df7-aafa-2b99edb6872f
- Leder, G. C. (1992). Mathematics and gender: Changing perspectives. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 597-622). New York: Macmillan.

- Leikin, R., & Winicki-Landman, G. (2000). On equivalent and non-equivalent definitions: Part 2. *For the Learning of Mathematics*, 20(2), 24-29.
- Levenson, E., Tirosh, D., & Tsamir, P. (2012). *Preschool geometry: Theory, research and practical perspectives*. Boston: Sense Publishers.
- Linchevsky, L., Vinner, S., & Karsenty, R. (1992). To be or not to be minimal? Student teachers' views about definitions in geometry. In W. Geeslin & K. Graham (Eds.), *Proceedings of the 16th Conference of the International Group for the Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 48-55). Durham, NH: University of New Hampshire.
- Ma, X. (1995). Gender differences in mathematics achievement between Canadian and Asian education systems. *The Journal of Educational Research*, 89(2), 118-127.
- Ma, X., & Kishor, N. (1997). Assessing the relationship between attitude toward mathematics and achievement in mathematics: A meta-analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 26-47.
- McGraw, R., Lubienski, S. T., & Strutchens, M. E. (2006). A closer look at gender in NAEP mathematics achievement and affect data: Intersections with achievement, race/ethnicity, and socioeconomic status. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37(2), 129-150.
- Ministry of National Education. (2013). *Ortaokul matematik dersi 5-8.sınıflar öğretim programı* [Middle school mathematics curriculum: Grades 5-8]. Ankara: Directorate of State Books.
- Mogari, D. (2010). Gender differences in the learners' learning of properties of a rectangle, *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 14(3), 92-109.
- Movshovitz-Hadar, N., Zaslavsky, O., & Inbar, S. (1987). An empirical classification model for errors in high school mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(1), 3-14.
- Oral, B., & İlhan, M. (2012). İlköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(1), 201-219.
- Pallant, J. (2016). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS* (6th ed.). Maidenhead: Open University Press.
- Parsons, R. R. (1993). *Teacher beliefs and content knowledge: Influences on lesson crafting of pre-service teachers during geometry instruction* (Unpublished doctoral dissertation). Washington State University, USA.
- Reynolds, D., & Teddlie, C. (2000). The processes of school effectiveness. In D. Reynolds & C. Teddlie (Eds.), *The international handbook of school effectiveness research* (pp. 134-159). London: Farmer Press.
- Rumberger, R. W., & Palardy, G. J. (2004). Multilevel models for school effectiveness research. In D. Kaplan (Ed.), *The Sage handbook of quantitative methodology for the social sciences*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Selden, A., & Selden, J. (2008). Overcoming students' difficulties in learning to understand and construct proofs. In M. Carlson, & C. Rasmussen (Eds.), *Making the connection: Research and teaching in undergraduate mathematics* (pp. 95-110). Washington, DC: Mathematical Association of America.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12(2), 151-169.
- Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. B. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 127-146). New York: Macmillan.

- Usiskin, Z., & Griffin, J. (2008). *The classification of quadrilaterals: A study of definition*. Information Age Publishing, Inc.
- Utley, J. (2007). Construction and validity of geometry attitude scales. *School Science and Mathematics, 107*(3), 89-93.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2016). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (9th ed.). New York, NY: Pearson Education.
- Van Dormolen, J., & Zaslavsky, O. (2003). The many facets of a definition: The case of periodicity. *The Journal of Mathematical Behavior, 22*(1), 91-106.
- Vinner, S. (2002). The role of definitions in the teaching and learning of mathematics. In D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking* (pp. 65-81). Boston, USA: Kluwer Academic Publishers.
- Wilkins, J. L. M., Zembylas, M., & Travers, K. J. (2002). Investigating correlates in mathematics and science literacy in the final year of secondary school. In D. F. Robitaille & A. E. Beaton (Eds.), *Secondary analysis of the TIMMS data* (pp. 291-316). Boston: Kluwer.
- Zaslavsky, O., & Shir, K. (2005). Students' conceptions of a mathematical definition. *Journal for Research in Mathematics Education, 36*(4), 317-346.
- Zazkis, R., & Leikin, R. (2008). Exemplifying definitions: A case of a square. *Educational Studies in Mathematics, 69*(2), 131-148.