

**Article Type:**

Research Paper

**Original Title of Article:**

Investigation of pre-service elementary mathematics teachers' problem posing situations in dynamic geometry environment

**Turkish Title of Article:**

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı ile desteklenmiş ortamda problem kurma durumlarının incelenmesi

**Author(s):**

Birnaz KANBUR TEKEREK , Ziya ARGÜN

**For Cite in:**

Kanbur Tekerek, B. Argün, Z. (2019). Investigation of pre-service elementary mathematics teachers' problem posing situations in dynamic geometry environment. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 9(1), 125-148, <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2019.005>

**Makale Türü:**

Özgün Makale

**Orijinal Makale Başlığı:**

Investigation of pre-service elementary mathematics teachers' problem posing situations in dynamic geometry environment

**Makalenin Türkçe Başlığı:**

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı ile desteklenmiş ortamda problem kurma durumlarının incelenmesi

**Yazar(lar):**

Birnaz KANBUR TEKEREK , Ziya ARGÜN

**Kaynak Gösterimi İçin:**

Kanbur Tekerek, B. Argün, Z. (2019). Investigation of pre-service elementary mathematics teachers' problem posing situations in dynamic geometry environment. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 9(1), 125-148, <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2019.005>

## Investigation of pre-service elementary mathematics teachers' problem posing situations in dynamic geometry environment

Birnaz KANBUR TEKEREK <sup>\*a</sup>, Ziya ARGÜN <sup>\*\*a</sup>

<sup>a</sup> Gazi University, Education Faculty, Ankara/Turkey



### Article Info

DOI: 10.14527/pegegog.2019.005

#### Article History:

Received 24 January 2018  
Revised 09 June 2018  
Accepted 16 June 2018  
Online 09 October 2018

#### Keywords:

Problem posing,  
Geometric concepts,  
Dynamic geometry software.

#### Article Type:

Research paper

### Abstract

This study examined problem posing situations of pre-service elementary mathematics teachers in dynamic geometry environment by using problem posing strategies. The qualitative method of multiple case study was applied and geometric concepts that participants used for each type of problem posing are examined. Eight participants from 3rd grade pre-service mathematics teachers voluntarily participated in the study in 2015-2016 fall semester had previously received Computer Aided Mathematics course in the 2014-2015 spring semester. During six weeks' data collection period, participants tried to pose new problems via dynamic geometry software by using given problem posing situations and their studies were recorded by screen saving program. The relationship between the problems that given to them and the concepts in the new problems were examined through screen recordings. Findings show new problems are established in parallel with the shape or problem statement in the problem posing situations given to them. Compared with other types of problem posing situations, it is seen the concepts are more diversified in the free problem posing. Participants develop their problem posing skills during the process so it is suggested these topics should be included in mathematics education undergraduate program in order for future students to gain these skills.

## İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı ile desteklenmiş ortamda problem kurma durumlarının incelenmesi

### Makale Bilgisi

DOI: 10.14527/pegegog.2019.005

#### Makale Geçmişi:

Geliş 24 Ocak 2018  
Düzeltilme 09 Haziran 2018  
Kabul 16 Haziran 2018  
Çevrimiçi 09 Ekim 2018

#### Anahtar Kelimeler:

Problem kurma,  
Geometri kavramları,  
Dinamik geometri yazılımı.

#### Makale Türü:

Özgün makale

### Öz

Bu çalışmada, problem kurma stratejileri kullanılarak ilköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı ortamında problem kurma durumları araştırılmıştır. Bu amaçla çoklu durum çalışması kullanılmış ve katılımcıların her problem kurma türü için kullandıkları geometrik kavramlar incelenmiştir. Çalışmaya 2015-2016 güz döneminde gönüllü olarak katılan 3.sınıf öğretmen adaylarından 8 katılımcı 2014-2015 bahar döneminde Bilgisayar Destekli Matematik Eğitimi dersini almışlardır. 6 hafta süren veri toplama sürecinde, katılımcılar onlara verilen yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve serbest problem kurma durumlarını kullanarak dinamik geometri yazılımı ortamında yeni problemler kurmaya çalışmışlardır. Bilgisayar üzerinde yapılan bütün çalışmalar ekran kaydetme programı aracılığıyla kaydedilmiştir. Katılımcıların kurdukları problemler ile onlara verilen problemler arasındaki ilişki ve kullanılan geometri kavramları ekran kayıtları aracılığıyla incelenmiştir. Bulgular, verilen problem kurma türlerinde bulunan geometrik şekle veya problem cümlesine paralel olarak yeni problemler kurulduğunu göstermiştir. Diğer problem kurma türleri ile karşılaştırıldığında serbest problem kurma türünde kurulan problemlerde kullanılan kavramların daha fazla çeşitlendirildiği görülmüştür. Katılımcıların süreç boyunca problem kurma becerilerini geliştirdikleri görülmüş ve öğrencilerine bu becerileri kazandırabilmeleri için matematik eğitimi lisans programında bu konuların bulunması önerilmiştir.

\* Author: brnz617@gmail.com

\*\* Author: zyargun@gmail.com

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-5263-1339>

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8101-7215>

## Introduction

Developments in mathematics education highlighted to train of individuals, who criticize, question and know how to produce and use their own knowledge. Students are expected to support their existing knowledge with their own learning by following technological developments. Based on this, the aim is that students should experience problem solving process by reasoning and using their own thinking according to Primary and Middle School Mathematics Curriculum (Ministry of National Education [MONE], 2018).

Altun (2012, p. 7) explains that one of the main objectives of mathematics education is to gain mathematical knowledge and skills used in daily life, to develop problem solving skills and to be able to approach problems in problem solving attitude. An individual who can solve a problem has the ability of understanding the problem and the relationships among data. The need for empowerment of problem solving skills in individuals has been emphasized by researchers and has been particularly noted in curricula. As stated in the Middle School Mathematics Curriculum, learning mathematics requires solving problems and relating them to real life (MONE, 2013). Hence, it is essential that problems are chosen carefully. Problems which are posed meticulously provide students to improve positive thinking about mathematics and use problem solving skills by relating with daily life (Kırnap Dönmez, 2014, p.3).

Silver (1994), one of the pioneers of problem posing, defines problem posing as “generating new problems or reorganizing the given problem”. Stoyanova and Ellerton (1996) interpreted the problem posing as building mathematical experiences, constructing personal interpretations of concrete situations, and using them to form meaningful mathematical problems. Researchers have pointed out that problem posing has central importance in the mathematical discipline and nature of mathematical thinking (Silver, Mamona-Downs, Leung, & Kenny, 1996). Silver (1994) notes that the creativity and critical thinking skills of students who have created new problems have improved. The relevance of mathematical concepts used in problem posing studies is also indicated by researchers. English (1997) emphasizes that problem posing studies have developed mathematical thinking. In addition, improving geometry knowledge has made it possible for students to relate mathematical concepts and reconstruct previous knowledge (Moses, Bjork, & Goldenberg, 1990, cited in: Rosli, Copraro, & Copraro, 2014). Hashimoto (1986) emphasizes that problem posing exercises are a mirror that allows students to perceive and develop mathematical concepts. Since teachers are expected that students gain these skills, it is essential that pre-service teachers are educated with this conscious. Işık, Kar, Yalçın, and Zehir (2011) stated that problems posed by teachers are efficient for students to develop mathematical thinking skills and comprehend mathematical concepts. Also they (2011) determined that individuals who evaluate problems posed by students and guide students are definitely pre-service teachers. Studies that aim to develop problem posing skills of pre-service teachers revealed that they comprehend relationships between mathematical concepts very well while they experience problem posing process with different problem posing strategies (Xie, 2016). Therefore, it is significant that the university education should provide pre-service teachers to think and work independently in the problem solving and problem posing environment (Polya, 1957, cited in: Aydın (2014, p. 27)).

Teachers are expected to provide this learning environment for their students by using technology. Van Voorst (1999) indicated that technology ensures students to be more active about reasoning, discovering, problem solving and asking new questions. Yevdokimov (2005) expressed that technology is one of the important factors for students to understand the process of problem posing and observed that students using dynamic geometry software have deep understanding between their drawings and given problems. Hence, MONE (2013, p.7) stated that the effective use of dynamic geometry software in the Geometry Learning Area in the Middle School Mathematics Curriculum is necessary for mathematics education and teaching and has given its achievements. Also, Baki (2004) focused attention on that mathematics pre-service teachers should experience problem posing according to new approaches in curriculums so that they can prepare problem posing environments for their students in the future. Hence, it is essential that mathematics teachers who are expected to provide good education for students have knowledge about problem posing, mathematical concepts and educational technology.

Because of this, it is expected that there are more studies about that, but studies (Cai & Hwang, 2002; English, 1998; Silver & Cai, 1996) were generally related to elementary students and benefits (problem solving, creativity, positive attitude toward mathematics) of problem posing on students. However, contribution of studies conducted with pre-service teachers and whether there is essential and necessary education for pre-service teachers in education faculties and mathematics education undergraduate curriculums needs to be clarified. In addition, the international literature states that Walter and Brown (2013) have tried to put problem posing skills on centre of the mathematics since the end of 1960s. Despite the fact that the problem posing ability has been given before in the Mathematics Curriculum in our country, it has been emphasized for the first time consciously and systematically in the 2005 curriculum. According to these objectives in the curriculum, students are expected to pose problems by using mathematics and in daily life conditions (MONE, 2005, p.13). Although problem posing is included in the curriculum, teachers focused on that they do not have enough time to implement and they do not have knowledge about problem posing due not to given necessary education (Kılıç, 2013). So, in our country, teacher education institutions and teachers do not have enough knowledge and experience about what problem posing is, how problem posing work contributes to mathematics education, how problem posing activities are designed and used in classrooms. Therefore, studies about problem posing are needed in Turkey.

The aim of this study is to clarify problem posing situations of pre-service mathematics teachers in dynamic geometry environment. It will also try to determine which concepts and topics pre-service teachers tend to use while posing new problems.

## Method

### Research Design

The multiple case study of qualitative method has been approved for this study. Qualitative research provide knowledge about people's lifestyles, behaviours or social changes (Strauss & Corbin, 1998). Yin (2003, p. 13) described case study as scientific research which investigates current events in daily life. There is more than one condition to be interpreted in the holistic multiple case study. Each condition is interpreted within itself and compared with each other (Yıldırım & Şimşek, 2013). Therefore, in this study, structured, semi-structured and free problem posing situations that are suggested by Stoyanova and Ellerton (1996) are investigated within itself and compared with each other. Hence, the holistic multiple case study is approved for this study.

### Study Group

Criterion sampling that is purposeful sampling method was used in this study. Patton (1990) express that criterion sampling is conditions that already ensure specific criterion. Criteria in the sampling are that pre-service teachers took Geometry, Analysis I-II, Linear Algebra I-II and Computer Aided Mathematics Education and they are taking Analysis III, Analytic Geometry and Special Teaching Methods currently. Computer Aided Mathematics Education covers GeoGebra which is free, the easiest, the most common and offers variety points of view. Hence, pre service teachers have knowledge about GeoGebra and this software was seen appropriate. Participants who provide these criteria have essential knowledge about mathematics, mathematics education and technology to pose mathematical problems in dynamic geometry environment. According to these criteria, eight participants (six of them are girl and two of them are boy) who are in third grade level of Elementary Mathematics Education Department from a university in Central Anatolia Region attended this study voluntarily.

## Data Collection Tools

Structured, semi-structured and free problem posing situations which are suggested by Stoyanova and Ellerton (1996) were used to examine problem posing conditions of pre-service mathematics teachers. Various problem posing situations for each problem posing types were prepared in dynamic geometry software and the opinions of two mathematics educators who worked on problem posing and on doctoral thesis phase were consulted in terms of validity and reliability. According to opinions problem posing situations in Figure 1, Figure 2 and Figure 3 were presented to pre-service teachers and they were asked to produce their own problems by using given problems. Prepared problem posing situations are examined by two mathematics education specialist. Also, data triangulation is used to provide validity and reliability by using posed problems by participants, screen recording files and sound recordings during lessons. Triangulation is a method for reliability and validity by using more than one data (Yıldırım & Şimşek, 2013).

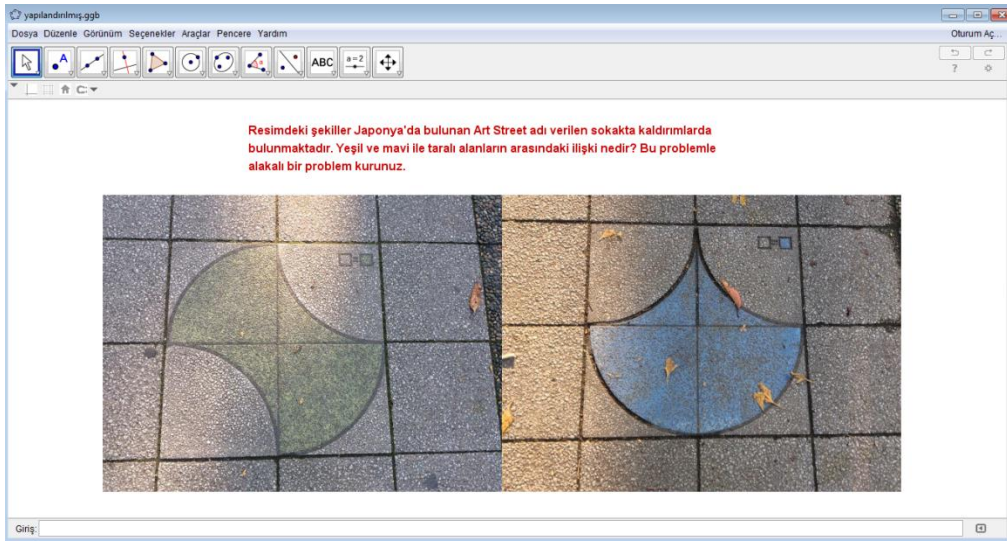


Figure 1. Structured problem posing.

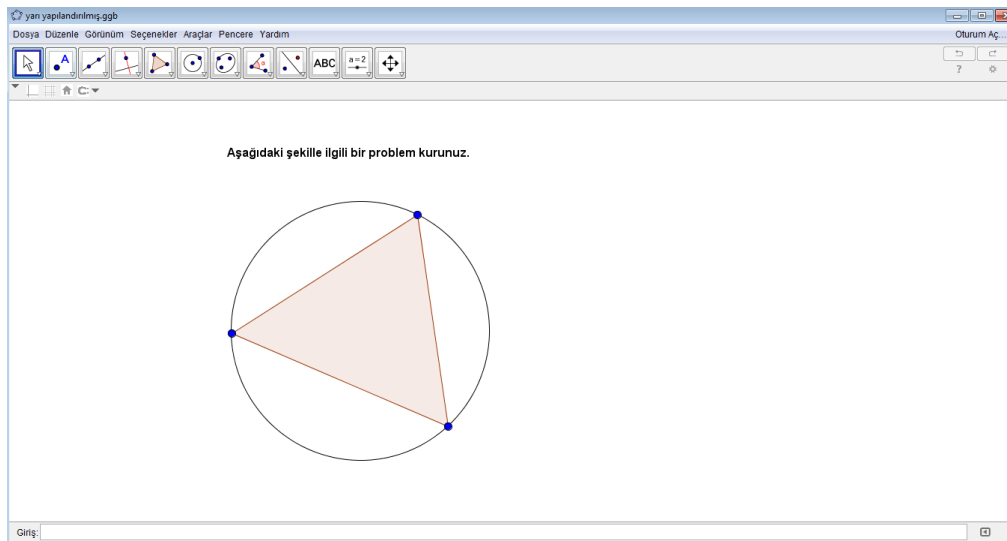


Figure 2. Semi-structured problem posing.

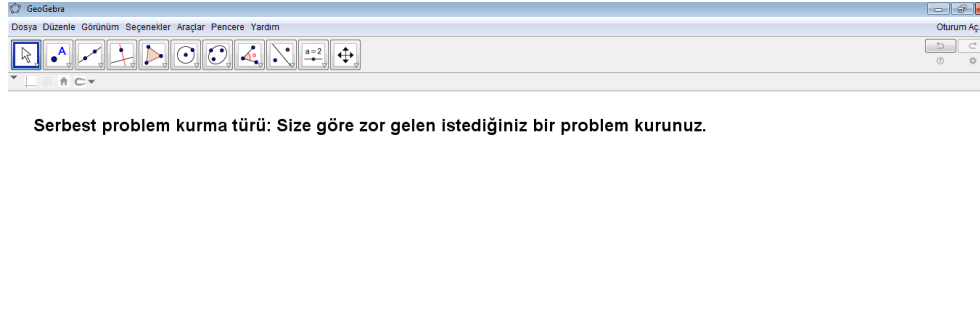


Figure 3. Free problem posing.

### Data Collection

Pre-service teachers studied in a class with projection and their personal computers. It was easy to show problem posing situations and article examples in the class with projection. Data collection took two hours for each six weeks. In the first three weeks of six weeks, participants were informed about what problem posing is and given some articles about problem posing. In the last three weeks, they studied on structured, semi-structured and free problem posing situations prepared by the researcher by using the examples of problem posing situations of Stoyanova and Ellerton (1996). They tried to pose new problems in the dynamic geometry environment by using given problem posing situations about two hours per three weeks. Problems posed by participants were saved by a screen saved program during their studies. Table 1 reveals duration used by pre-service teachers during problem posing. Names in the table are nicknames of the participants.

Table 1.

*Duration of Problem Posing of Pre-service Teachers.*

	Structured	Semi-Structured	Free
Hakan	1 h 8 min 51 s	41 min 6 s	1 h 7 min 47 s
Ramazan	9 min 4 s	40 min 16 s	34 min 34 s
Kevser	40 min 54 s	1 h 4 min 37 s	1 h 10 min 24 s
Tuğba	30 min 30 s	50 min 26 s	1 h 2 min 34 s
Zehra	26 min 35 s	39 min 17 s	1 h 14 min 35 s
Cemre	57 min 52 s	40 min 15 s	54 min 15 s
İpek	23 min 9 s	28 min 4 s	38 min 10 s
Melike	1 h 35 min 20 s	22 min 31 s	44 min 42 s

### Data Analysis

Frame analysis method, which was developed by Karadağ (2009) during his doctoral study, was used to analyse screens including posed new problems by pre-service teachers. According to Karadağ (2009), the first stage is pre-analysis stage including first analysis of data. In this stage, screen records are quickly investigated and necessary and important points are noted for the next stage. The second step is microanalysis stage including detailed review. The aim is to obtain detailed knowledge by examining what each participant did in each frame. At the last stage that is tree-to-forest stage, investigated each detailed data is put together and a general conclusion is obtained. In this study, the screen recordings of the problems posed by the pre-service mathematics teachers were examined in detail and the concepts were analysed. Data were first analysed by the researcher and then by one of the experts interpreted problem posing situations. During the analysis, it was examined whether the concepts in posed problems were related to the concepts given to the participants. In the first stage, the records were looked at quickly and were paid to attention to the existence of different or similar concepts to the

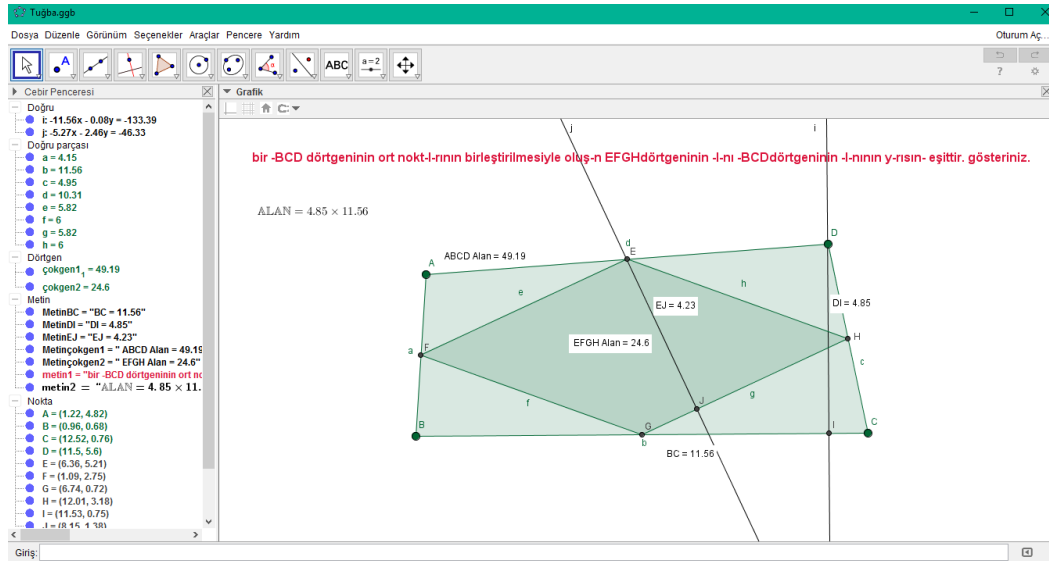
concepts given to them, in the second stage all the moments were examined one by one and which concepts were used respectively. In the last stage, the concepts used and the posed problems are put together and interpreted. As a result of the analysis of the researcher and the expert, it is seen that there is a common decision on the concepts used in each frame.

## Results

The aim is to reveal the relationship between posed problems by pre-service teachers and the given problem posing situations, which concepts were used and the variety of concepts in terms of problem posing situations. According to methodology, each condition was evaluated within itself and compared with each other.

### Structured Problem Posing

The main concepts in structured problem posing situation in Figure 1 are polygon, circular sector and area. It was observed that 15 different geometric concepts were used in the new posed problems for the structured problem posing situation. The most used concept was the point concept with 26.50%. Then, the concepts of polygon with 17.95% and circular sector with 8.55% are among the most used concepts. Pre-service teachers also used area, circle and arc concepts. There were pre-service teachers used “what if not?” strategy developed by Brown and Walter (1969). It was observed that they used hexagon instead of square or circle instead of circular sector. Also, they posed different problems by using question root. An example from posed problems is given in Figure 4.



**Figure 4.** Show that the area of the EFGH quadrilateral formed by joining the midpoints of an ABCD quadrilateral is equal to half of the area of the ABCD quadrilateral.

According to Figure 4, the participant posed a problem included the ratio between the areas of quadratic regions. Given problem contains a ratio between square and circular sector and posed problem contains ratio between the areas of quadratic regions. Also Table 2 shows concepts that pre-service teachers used while posing problems.

According to the Table 2, the pre-service teachers mostly posed problems by using the concepts of the problem given to them. However, there are also participants who tend to use different concepts from these concepts.

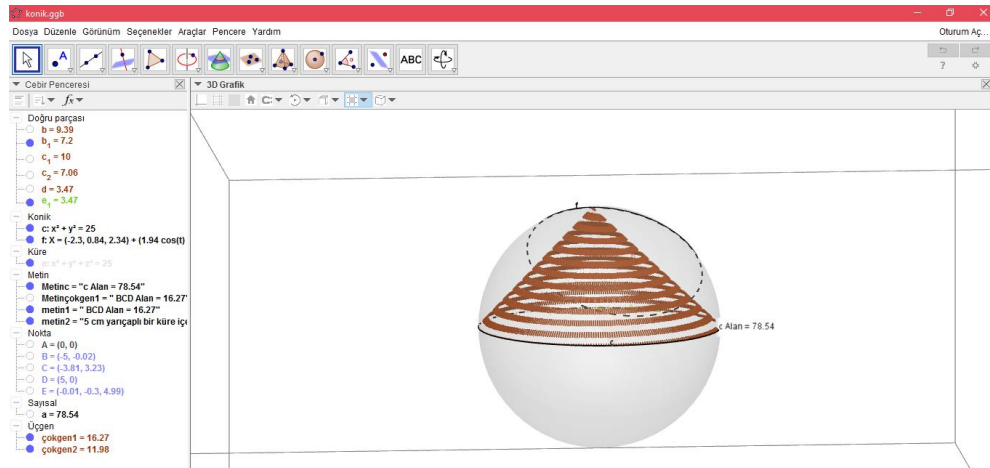
**Table 2.**  
*Concepts in Structured Problem Posing.*

Concepts	Frequency	Percent
Point	31	26.50
Polygon	21	17.95
Circle sector	10	8.55
Segment	8	6.84
Circle	7	5.98
Perpendicular line	7	5.98
Area	6	5.13
Intersect	6	5.13
Tangent line	5	4.27
Line	4	3.42
Vector	4	3.42
Arc	4	3.42
Reflection	2	1.71
Angle	1	.85
Length	1	.85
Total	117	100.00

### Semi-Structured Problem Posing

The main concepts in semi-structured problem posing situation in Figure 2 are polygon and circle. It was observed that 16 different geometric concepts were used in the new posed problems for the semi-structured problem posing situation. The most used concept was circle concept with 14,49%. This was followed by 13.08% point, 12.15% segment, 11.21% angle and 10.28% polygon concepts. Also, participants used ellipse, conic and bisector concepts while posing their problems. Pre-service teachers identified that there are not many limitations for this problem posing situation in class. There is a problem posed by a participant in Figure 5.

“I was more relaxed in semi-structured problem posing when compared to others since structured problem posing is more restricted. It was like a complete question and that the thing to change was very limited.”



**Figure 5.** Plot two circles intersecting each other at two points within a 5 cm Radius sphere. Then, draw two triangles belong to two circles so that the line segment passing through two intersecting points will be common. Please comment the area and the volume of the shape which will be formed when one of the triangles is rotated around the other circle.



According to Figure 5, the participant tried to pose a problem on 3D plane by using circle and triangle on given problem posing situation. Table 3 shows concepts that pre-service teachers used while posing problems.

**Table 3.**  
*Concepts in Semi-Structured Problem Posing.*

Concepts	Frequency	Percent
Circle	31	14.49
Point	28	13.08
Segment	26	12.15
Angle	24	11.21
Polygon	22	10.28
Intersect	13	6.07
Length	12	5.61
Parallel line	11	5.14
Arc	11	5.14
Ellipse	9	4.21
Bisector	8	3.74
Perpendicular line	7	3.27
Area	6	2.80
Perpendicular bisector	4	1.87
Line	1	.47
Conic	1	.47
Total	214	100.00

According to Table 3, pre-service teachers can use variety of concepts and tend to use concepts in 3D plane.

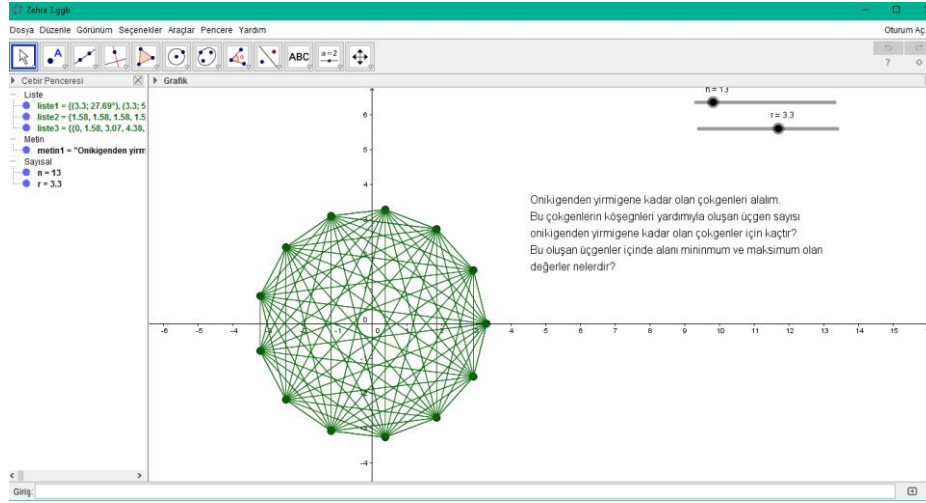
### Free Problem Posing

There is no restriction in free problem posing situation in Figure 3 and pre-service teachers were asked to pose any problem they desire. It was observed that 28 different geometric concepts were used in the new posed problems for the free problem posing situation. The most used concept was segment with 15.60%. The other concepts frequently used are point with 15.20%, polygon with 10.40% and intersect concepts with 9.20%. Participants also used sequence, plane, curve, function, volume, hyperbola, prism and pyramid concepts in their problems. Pre-service teachers suggested that dynamic geometry software facilitates thinking on 3D shapes. There is a problem posed by a participant in Figure 6.

“Dynamic Geometry Software can show 3D problems very easily. It can make us feel more comfortable and think about 3D shapes.”

According to Figure 6, the participant used the advantage of dynamic geometry software and posed a problem by generating many polygons in a circle. Table 4 shows concepts that pre-service teachers used while posing problems.

According to Table 4, variety of concepts was increased more. Pre-service teachers realized that they can pose problems independently from 2D plane and they started to work more on 3D plane.



**Figure 6.** Take polygons from dodecagon to twentygon. What is the number of triangles which is formed by diagonal of these polygons? What are the minimum and maximum values of the area of these triangles?

**Table 4.**  
*Concepts in Free Problem Posing.*

Concepts	Frequency	Percent
Segment	39	15.60
Point	38	15.20
Polygon	26	10.40
Intersect	23	9.20
Conic	15	6.00
Line	13	5.20
Area	12	4.80
Function	8	3.20
Length	8	3.20
Perpendicular line	7	2.80
Volume	7	2.80
Sequence	6	2.40
Rotation	5	2.00
Parallel line	5	2.00
Hyperbola	4	1.60
Parabol	4	1.60
Prism	4	1.60
Arc	4	1.60
Angle	3	1.20
Bisector	3	1.20
Cone	3	1.20
Pyramid	3	1.20
Tangent Line	3	1.20
Plane	2	.80
Ellipse	2	.80
Curve	1	.40
Hyperbolic paraboloid	1	.40
Cone	1	.40
Total	250	100.00

### Discussion, Conclusion & Implementation

The aim of this study is to investigate problem posing situations of pre-service mathematics teachers in dynamic geometry environment. For this purpose, participants were given structured, semi-structured and free problem posing situations in dynamic geometry environment. Works of participants were recorded via screen saving program and concepts in problems posed by pre-service teachers were examined by screens.

In the structured problem posing situation, pre-service teachers used polygon and circular sector mostly while posing new problems. The reason is that given problem included these concepts and it is thought given problem posing situation was guided so that they made relationship between problems and the concepts.

Moreover, they used the “what if not?” strategy developed by Brown and Walter (1969) that reveals they focused on the problem itself instead of the solution of the problem. This conclusion supports that WIN strategy provides to think about the problem and focus the meaning of the problem instead of the solution by focusing on different ideas (Brown & Walter, 2005).

In the semi-structured problem posing situation, the circle concepts which were used mostly, is related with that the given problem includes circle and its properties. Also, more using of segment, angle and polygon concepts is related with the given problem. It was observed that different concepts were used such as ellipse, conic and bisector in semi-structured problem posing when compared to structured problem posing. This shows that pre-service teachers can vary concepts while posing problems. In fact, pre-service teachers said that there was no much limitation in the semi-structured problem posing during dialogues in the class.

Pre-service teachers diversify concepts they used in free problem posing when compared to others. For example, they used sequence, plane, curve, function, volume, hyperbola, prism and pyramid while posing problems. Also, there is special attention on that they lean on 3D geometric shapes. Argün, Arıkan, Bulut, and Halicioğlu (2014, p. 199) said studies in 3D space are very significant and students generally have trouble with this, therefore computer software is useful to generate these concepts.

As it is seen, pre-service teachers used the most various concepts in free problem posing situation. When limitations in problem posing situations decrease, participants can think about different concepts on a broader perspective.

The point concept is used frequently in every problem posing situation. The reason of this is any geometric shape is generated from points. Güven and Karataş (2005) identified that basic conditions related with geometry start with the point and it expands to line, segment, curve and 3D shapes.

From structured problem posing to free-problem posing situation, participants posed problems by using different concepts without depending on given problems. In the literature review, it is seen that research supports this conclusion. Leung and Silver (1997) emphasized that problems posed by pre-service teachers can improve mathematical concepts and pose more rational and multi-step problems. Also, teaching in dynamic geometry software provides increasing of different geometric concepts and enrichment of geometry by students who use different properties of geometric concepts (Gomes & Vergnaud, 2004).

Moreover, studies about problem posing have focused only one of these problem posing situations. On the other hand, this research provides different findings about comparisons of used concepts and multiple case study between three problem posing situations. Therefore, a broader interpretation can be made about concepts in three problem posing situations as it was seen from broader perspective. In addition, unlike other research, there was no topic restriction so mathematical thinking ability of pre-service teachers was not limited. Even when they were given problem posing situations included certain concepts, they could think about problems in different contexts and pose problems in 3D plane thanks to no topic restriction.

The literature shows that pre-service teachers should be educated well to educate students who have problem posing skills. Thus, it is essential that problem posing lessons are given importance besides problem solving lessons. That these lessons are compulsory courses instead of elective is useful for not only people taking these courses but also all pre-service teachers. Academicians who give these courses should also have enough knowledge about this. In addition, in this research only strategies of Stoyanova and Ellerton (1996) were used. Hence, process of problem posing of pre-service teachers can be traced with different approaches..

## Türkçe Sürüm

### Giriş

Matematik eğitimindeki gelişmeler; eleştiren, sorgulayan ve kendi bilgisini üretip kullanmayı bilen bireylerin yetiştirilmesinin gerekliliğine dikkat çekmektedir. Öğrencilerden teknolojik gelişmelerden haberdar olarak bilgilerini kendi öğrenmeleriyle desteklemeleri beklenmektedir. Buna dayanarak Matematik Dersi Öğretim Programında öğrencilerin akıl yürüterek ve kendi düşüncelerini kullanarak problem çözme süreçlerini tecrübe etmeleri gerektiği amaçlanmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018).

Matematik öğretiminin temel amaçları arasında bireylere günlük hayatta kullanılan matematiksel bilgi ve becerileri kazandırmak, problem çözme becerisini geliştirmek ve sorunlara problem çözme yaklaşımı içinde yaklaşma becerisini edindirmek yer almaktadır (Altun, 2012, p. 7). Problem çözebilen kişi problemi anlama yeteneğine sahip ve veriler arasında ilişki kurabilen bir bireydir. Problem çözme becerisinin bireylerde güçlendirilmesi gerekliliği araştırmacılar tarafından vurgulanmış ve öğretim programlarında da özellikle dikkat çekilmiştir. Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programında belirtildiği gibi Matematik öğrenmek problem çözme ve bunu gerçek hayatla ilişkilendirmeyi gerektirir (MEB, 2013). Bunun için ise özenle seçilmiş problemlere ihtiyaç vardır. Özenle kurulan problemler öğrencilerin Matematiğe karşı olumlu düşünceler geliştirmelerini ve problem çözme becerilerini günlük hayatla da ilişkilendirerek kullanabilmelerini sağlayacaktır (Kırnap Dönmez, 2014, p. 3).

Problem kurmanın öncülerinden olan Silver (1994) problem kurmayı “verilen problemde yeni problemler üretmek veya verilen problemi yeniden düzenlemek” şeklinde tanımlamaktadır. Stoyanova ve Ellerton (1996) ise problem kurmayı, matematiksel deneyimler temelinde, somut durumların kişisel yorumlarının inşa edilmesi ve bunları kullanarak anlamlı matematiksel problemler oluşturulması olarak yorumlamışlardır. Araştırmacılar problem kurmanın Matematik disiplini ve matematiksel düşüncenin doğasında merkezi bir öneme sahip olduğunu belirtmişlerdir (Silver, Mamona-Downs, Leung & Kenney, 1996). Silver (1994) yeni problemler kuran öğrencilerin yaratıcılıkları ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştiğini belirtmiştir. Problem kurma çalışmalarının kullanılan matematiksel kavramlar ile ilişkisi de araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. English (1997), problem kurma çalışmalarının matematiksel düşünmeyi geliştirdiğinin üzerinde durmuştur. Ayrıca geometri bilgisini geliştirmeyi, öğrencilerin matematiksel kavramlar arasında ilişkiler kurabilmelerini ve önceki bilgilerini yeniden yapılandırarak kullanmalarını sağladığı ortadadır (Moses, Bjork, & Goldenberg, 1990, cited in: Rosli, Copraro & Copraro, 2014). Hashimoto (1986), problem kurma çalışmalarının öğrencilerin matematiksel kavramları algılamalarını ve geliştirmelerini sağlayan bir ayna olduğunu vurgulamıştır. Öğrencilerin bu becerileri kazanmalarını sağlayacak olan kişiler de öğretmenler olduğundan öğretmen adaylarının bu bilinçle yetiştirilmesi gerekmektedir. Işık, Kar, Yalçın ve Zehir (2011), öğretmenler tarafından kurulan problemlerin öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerinde ve matematiksel kavramları anlamalarında etkili olduğunu ifade etmekle birlikte, öğrencilerin kurduğu problemleri değerlendirecek ve yol gösterici olması beklenen kişilerin de öğretmen adayları olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının da problem kurma becerilerini geliştirmek amacıyla yapılan çalışmaların, onların farklı stratejiler kullanarak problem kurma süreçleri yaşamaları, matematiksel kavramlar arasındaki ilişkileri daha iyi anlamalarını sağladığı ortaya konulmuştur (Xie, 2016). Dolayısıyla öğretmen eğitiminin problem çözme ve kurma gibi çeşitli öğrenme ortamlarında, öğretmen adaylarının bağımsız şekilde düşünebilecekleri ve yaratıcı çalışmalar ortaya koyabilecekleri şekilde olmasının önemli olduğu araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Polya, 1957, cited in: Aydın (2014, p. 27).

Öğretmenlerden öğrenciler için günümüz teknolojisinin getirdiği olanaklardan da faydalanarak bu öğrenme ortamlarını sağlamaları beklenmektedir. Teknoloji, öğrencilerin muhakeme, keşfetme, problem çözme ve yeni sorular sorma yetenekleri konusunda daha aktif olmalarını sağlamaktadır (Van Voorst,

1999). Yevdokimov (2005), teknolojinin öğrencilerin problem kurma sürecini anlamalarında önemli faktörlerden biri olduğunu belirterek dinamik geometri yazılımı kullanan öğrencilerin çizimleri ile verilen sorular arasında derin bir anlayış içine girdiklerini gözlemlemiştir. MEB (2013, p. 7), Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programında Geometri Öğrenme Alanında dinamik geometri yazılımlarının etkin kullanımının da Matematik eğitimi ve öğretimi için gerekli olduğunu belirtmiş ve buna yönelik kazanımlara yer vermiştir. Baki (2004) de Matematik öğretmen adaylarının, gelecekteki öğrencilerine problem kurma ortamları hazırlamaları için öğretim programlarındaki yeni yaklaşımlarla uyumlu problem kurma deneyimlerini tecrübe etmeleri gerektiğini vurgulamıştır. Dolayısıyla öğrencilere gelecekte iyi bir Matematik eğitimi sağlamaları beklenen Matematik öğretmen adaylarının, problem kurma, gerekli matematiksel kavram bilgisi ve teknolojiyi kullanma becerileri hakkında yeterli bilgi birikimine sahip olmaları gerektiği ortadadır. Yapılan çalışmalar (Cai & Hwang, 2002; English, 1998; Silver & Cai, 1996) çoğu zaman ilköğretim düzeyinde bulunan öğrencilerle yapılmış ve bu çalışmalarda problem kurma çalışmalarının öğrenciler üzerinde meydana getirdiği faydalar (problem çözme, yaratıcılık, matematiğe karşı olumlu tutum geliştirme) ortaya konulmuştur. Ancak, öğretmen adaylarıyla yapılacak çalışmaların getireceği katkılar, eğitim fakültelerinde, Matematik eğitimi lisans programlarında adı geçen problem kurma çalışmalarını yürütebilecek öğretmen adayları için yeterli ve gerekli eğitimin verilip verilmediğini ortaya çıkaracaktır. Bunun yanı sıra uluslararası literatür, Walter ve Brown'ın (2013, p. 9) 1960'ların sonundan beri problem kurma becerisini Matematiğin merkezine koyma çabası içinde olduklarını ifade etmektedir. Ancak, ülkemizde Matematik Dersi Öğretim Programı'nda problem kurma becerisine daha önce yer verilmesine rağmen ilk kez bilinçli ve sistematik olarak 2005 yılı öğretim programında özellikle vurgulanmaya başlanmıştır. Bu kazanımlara göre öğrencilerden Matematik ve günlük yaşam durumlarını kullanarak problem kurmaları beklenmektedir (MEB, 2005, p. 13). Problem kurma her ne kadar programa dahil edilse de, öğretmenler uygulanması için yeterli zamanlarının olmadığından ve nasıl uygulanacağı konusunda gerekli eğitimin verilmediğinden bu konuda yeterince bilgi sahibi olmadıklarını vurgulamışlardır (Kılıç, 2013). Dolayısıyla ülkemizde, öğretmen yetiştiren kurumlar ile öğretmenler problem kurmanın ne olduğuna, problem kurma çalışmalarının Matematik eğitimine ne ölçüde katkı sağladığına, problem kurma etkinliklerinin nasıl tasarlandığına ve sınıflarda nasıl kullandığına yönelik yeterince bilgi ve deneyime sahip değildir. Bundan dolayı, bu çalışma ile bu alana bir nebze de olsa katkı sağlanacağı umulmaktadır.

Buna göre, bu araştırmanın amacı Matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı ortamında problem kurma becerilerini ortaya çıkarmaktır. Ayrıca öğretmen adaylarının problem kurarken hangi kavram ve konuları kullanmaya meyilli oldukları belirlenmeye çalışılacaktır.

## Yöntem

### Araştırmanın Deseni

Bu çalışmada, nitel araştırma yöntemleri içinde yer alan çoklu durum çalışması kullanılmıştır. Nitel araştırmalar insanların yaşam tarzları, davranışları veya toplumsal değişimleri hakkında bilgi sahibi olmayı sağlar (Strauss & Corbin, 1998). Yin (2003, p.13), durum çalışmasını günlük hayattaki güncel olguları inceleyen bilimsel bir araştırma olarak ifade etmiştir. Bütüncül çoklu durum çalışmasında ise birden fazla kendi içinde yorumlanacak durum söz konusudur. Her durum kendi içinde bütüncül olarak ele alınır ve daha sonra birbirleri ile karşılaştırılır (Yıldırım & Şimşek, 2013). Bu çalışmada da Stoyanova ve Ellerton (1996) tarafından ortaya atılan yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve serbest problem kurma durumları öncelikle kendi içinde ele alınmış ve sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Bu nedenle, bu araştırmada bütüncül çoklu durum deseni benimsenmiştir.

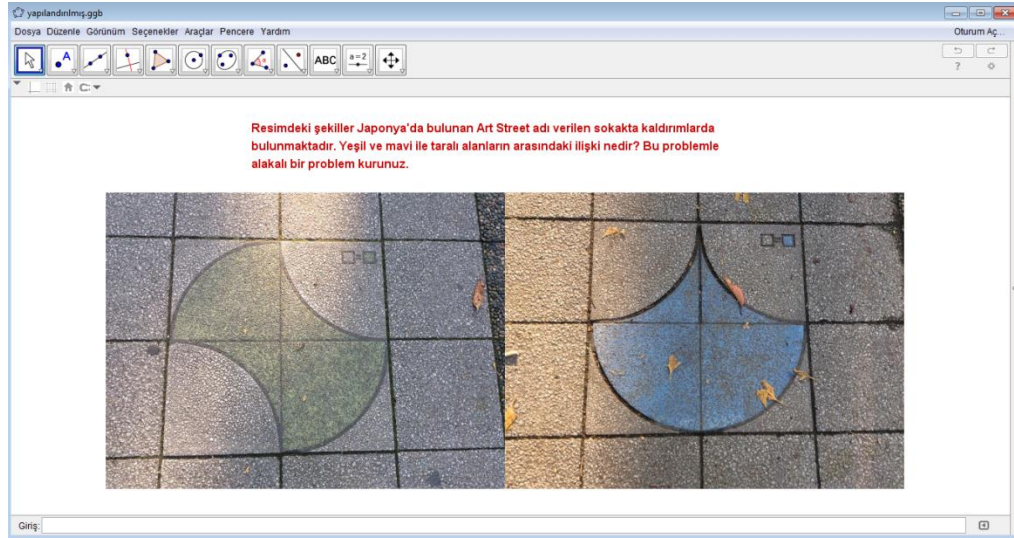
### Çalışma Grubu

Katılımcılar, amaçsal örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Patton (1990) ölçüt örnekleme için belirli kriterleri önceden sağlayan durumlar ifadesini kullanmıştır. Buradaki örnekleme ölçütleri, katılımcıların Geometri, Analiz I-II, Lineer Cebir I-II ve Bilgisayar Destekli

Matematik Eğitimi derslerini almış ve Analiz III, Analitik Geometri ve Özel Öğretim Yöntemleri derslerini alıyor olmalarıdır. Bilgisayar Destekli Matematik Eğitimi dersi GeoGebra'yı kapsamaktadır. Ayrıca GeoGebra ulaşılması en kolay, ücretsiz, en bilinen ve çeşitli arayüzleriyle çok yönlü bakış açısı sunan bir dinamik geometri yazılımıdır. Bu sebeple öğretmen adaylarının GeoGebra bilgisi vardır ve bu yazılımın seçilmesi uygun görülmüştür. Bu ölçütleri sağlayan adayların dinamik geometri yazılımı ortamında problem kurmak için gerekli Matematik, Matematik eğitimi ve teknoloji bilgisine sahip oldukları düşünülmektedir. Bu ölçütlere göre araştırma için gönüllü olan ve İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan bir üniversitenin Eğitim Fakültesi'nde İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı'nda 3. Sınıf düzeyinde öğrenim gören 8 öğretmen adayı (6 kız ve 2 erkek öğrenci) ile çalışılmıştır.

### Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada öğretmen adaylarının problem kurma durumlarını incelemek amacıyla, Stoyanova ve Ellerton (1996) tarafından önerilen yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve serbest problem kurma durumlarından yararlanılmıştır. Dinamik geometri yazılımı ortamında her problem kurma türünden çeşitli problem kurma durumları oluşturulmuş ve geçerlik ve güvenilirlik açısından incelemeleri amacıyla problem kurma hakkında çalışan ve doktora tez aşamasında olan iki matematik eğitimcisinin uzman görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanlar Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te bulunan problem kurma durumlarını yeni problemler üretilmesi için kavramsal olarak daha yol gösterici bularak uygun görmüşlerdir. Bundan dolayı, bu problem kurma durumları öğretmen adaylarına sunulmuş ve bu durumlardan yola çıkarak kendi problemlerini üretmeleri istenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının kurduğu problemler, ekran kayıtları ve çalışma sırasında alınan ses kayıtları aracılığıyla veri üçgenlemesi yapılmıştır. Üçgenleme, birden fazla veri kullanarak geçerlik ve güvenilirliği sağlayan bir yöntemdir (Yıldırım & Şimşek, 2013).

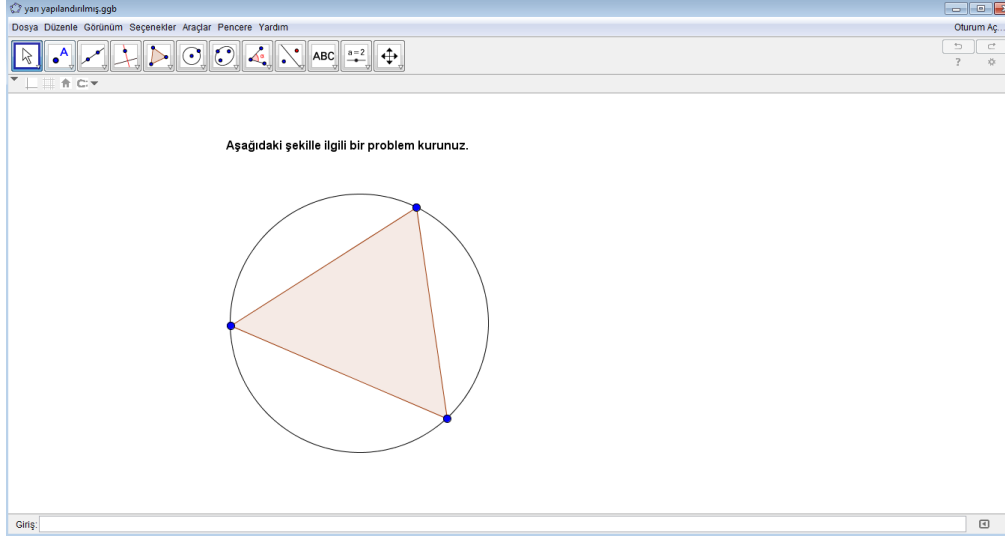


Şekil 1. Yapılandırılmış problem kurma durumu.

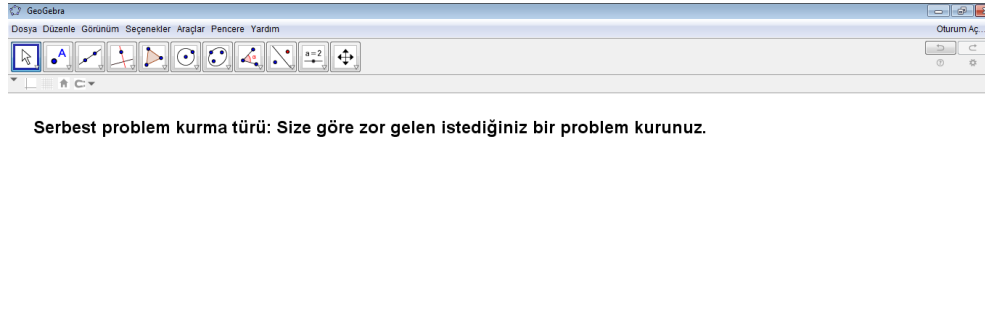
### Verilerin Toplanması

Öğretmen adayları, projeksiyonu olan bir sınıfta kişisel bilgisayarları ile çalışmışlardır. Projeksiyonun olması uygulama boyunca onlara sunulan problem kurma durumlarının ve örnek makalelerin verilmesinde kolaylık sağlamıştır. 6 hafta boyunca ikişer saat süren uygulamanın ilk üç haftası boyunca öğretmen adaylarına problem kurmanın ne olduğu aktarılmış ve örnek makaleler verilmiştir. Sonraki üç haftada öğretmen adaylarına Stoyanova ve Ellerton (1996) tarafından sunulan yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve serbest problem kurma durumlarından yararlanılarak hazırlanan problem kurma

durumları verilmiş ve kendi problemlerini kurmaları istenmiştir. Katılımcılar üç haftanın her birinde her hafta yaklaşık iki saat boyunca çalışmışlar ve dinamik geometri yazılımı üzerinde kendi problemlerini üretmişlerdir. Öğretmen adaylarının problem kurma çalışmaları, ekran kaydetme programı vasıtasıyla anlık olarak kaydedilmiştir. Tablo 1’de öğretmen adaylarının problem kurarken kullandıkları süreler verilmiştir. Bu tabloda adaylar için takma isimler kullanılmıştır.



Şekil 2. Yarı yapılandırılmış problem kurma durumu.



Şekil 3. Serbest problem kurma durumu.

**Tablo 1.**  
*Öğretmen Adaylarının Problem Kurarken Kullandıkları Süreler.*

	<b>Yapılandırılmış</b>	<b>Yarı yapılandırılmış</b>	<b>Serbest</b>
Hakan	1 sa. 8 dk. 51 sn.	41 dk. 6 sn.	1 sa. 7 dk. 47 sn.
Ramazan	9 dk. 4 sn.	40 dk. 16 sn.	34 dk. 34 sn.
Kevser	40 dk. 54 sn.	1 sa. 4 dk. 37 sn.	1 sa. 10 dk. 24 sn.
Tuğba	30 dk. 30 sn.	50 dk. 26 sn.	1 sa. 2 dk. 34 sn.
Zehra	26 dk. 35 sn.	39 dk. 17 sn.	1 sa. 14 dk. 35 sn.
Cemre	57 dk. 52 sn.	40 dk. 15 sn.	54 dk. 15 sn.
İpek	23 dk. 9 sn.	28 dk. 4 sn.	38 dk. 10 sn.
Melike	1 sa. 35 dk. 20 sn.	22 dk. 31 sn.	44 dk. 42 sn.



## Verilerin Analizi

Öğretmen adayları tarafından kurulan problemleri içeren ekran kayıtlarının analizi için Karadağ'ın (2009) doktora çalışması sırasında geliştirdiği kare inceleme metodu kullanılmıştır. Karadağ'a (2009) göre ilk aşamada, ekran kaydetme verilerinin ön analizi (pre-analysis stage) yapılır. Bu sırada ekran kayıtlarına hızlı bir şekilde göz atılır. Bir sonraki adım için gerekli ve önemli görülen yerler not alınır. İkinci aşamada, ekran kayıtları ayrıntılı şekilde incelenir (microanalysis stage). Bunun için kare kare detaylı bir inceleme yapılır. Her katılımcının her karede ne yaptığı ayrıntılı şekilde incelenerek olabildiğince ayrıntılı bilgi elde etmek amaçlanır. Son aşamada ise detaylı incelenen veriler toparlanır (tree-to-forest stage). Bu araştırmada da öğretmen adayları tarafından kurulan problemlerin ekran kayıtları bu yöntemle incelenmiş ve kullandıkları kavramlar analiz edilmiştir. Veriler önce araştırmayı yürüten kişi, daha sonra problem kurma durumları için görüş alınan uzmanlardan biri tarafından analiz edilmiştir. Analiz boyunca problem kurma çalışmalarına özgü olarak her problem kurma türünde kullanılan kavramların adaylara verilen durumlardaki kavramlarla ilişkili olup olmadığına bakılmıştır. Birinci aşamada kayıtlara hızlıca göz atılmış ve onlara verilen durumlardaki kavramlara benzer ya da farklı kavramların varlığına, ikinci aşamada bütün anlar tek tek incelenip sırasıyla hangi kavramların kullanıldığına dikkat edilmiştir. Son aşamada ise kullanılan kavramlar ve ortaya konan problemler bir araya getirilmiş ve yorumlanmıştır. Araştırmacı ve uzmanın analizi sonucunda her karede kullanılan kavramlar konusunda ortak karara vardığı görülmüştür.

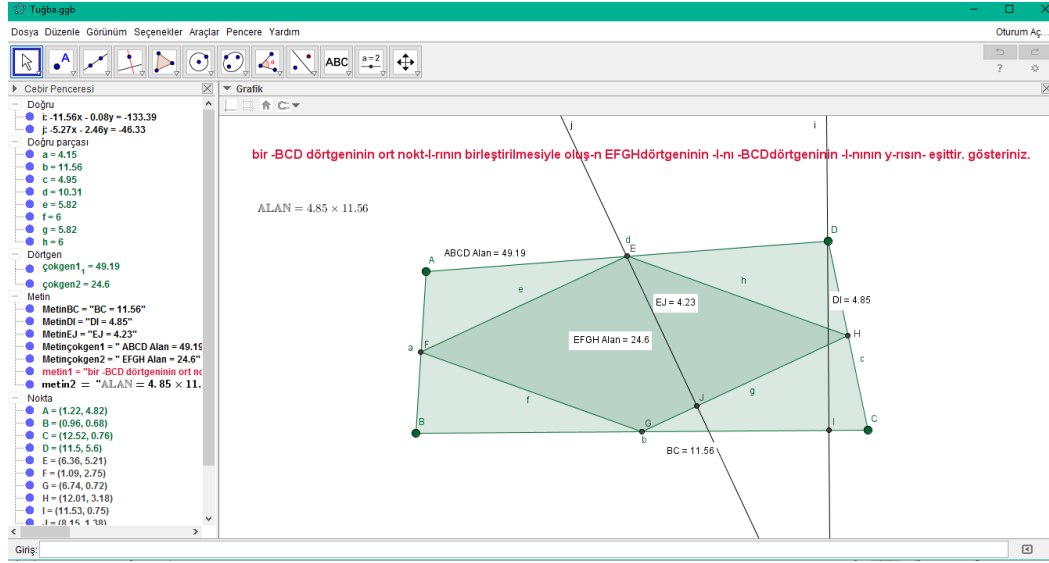
## Bulgular

Bu çalışmada öğretmen adaylarının kurdukları problemler ile onlara verilen problem kurma durumları arasında kullanılan kavramlar açısından bir ilişki olup olmadığını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Araştırmanın yöntemine uygun olarak her durum kendi içinde değerlendirilmiş ve birbirleri ile karşılaştırmalar yapılmıştır.

### Yapılandırılmış Problem Kurma

Öğretmen adaylarına Şekil 1'de verilen yapılandırılmış problem kurma türünde başlıca çokgen, dairesel dilim ve alan gibi kavramlar yer almaktadır. Öğretmen adaylarının yapılandırılmış problem kurma türü için kurdukları problemlerde 15 farklı kavram kullandıkları görülmüştür. En fazla kullanılan kavram, % 26.50 oranla nokta kavramıdır. Arkasından % 17.95 oranla çokgen ve % 8.55 oranla daire dilimi kavramları en çok kullanılan diğer kavramlardır. Ayrıca öğretmen adayları alan, çember ve yay kavramlarını da kullanmışlardır. Öğretmen adaylarından Brown ve Walter (1969) tarafından geliştirilen "what if not?" (WIN, ya öyle değilse?) stratejisini kullananlar olmuştur. Yapılandırılmış problem kurma türünde onlara verilen problemde kare yerine altıgen veya dairesel dilim yerine çember kullandıkları ya da soru kökünden yola çıkarak başka problemler kurdukları görülmüştür. Buna örnek teşkil eden bir problem Şekil 4'te verilmiştir.

Şekil 4'e göre öğretmen adayı dörtgenel bölgelerin alanları arasındaki oranın kullanıldığı bir problem kurmuştur. Onlara verilen yapılandırılmış problem kurma durumunda kare ve dairesel dilimlerin alanları arasında bir oran varken bu problemde de dörtgenlerin alanları arasındaki oran söz konusudur. Tablo 2' de ise adayların problem kurarken kullandıkları kavramlar verilmiştir.



**Şekil 4.** Bir ABCD dörtgeninin orta noktalarının birleştirilmesiyle oluşan EFGH dörtgeninin alanı ABCD dörtgeninin alanının yarısına eşittir. Gösteriniz.

**Tablo 2.**

*Yapılandırılmış Problem Kurma Türünde Kullanılan Kavramlar.*

Kullanılan Kavramlar	Frekans	Yüzde
Nokta	31	26.50
Çokgen	21	17.95
Daire dilimi	10	8.55
Doğru parçası	8	6.84
Çember	7	5.98
Dik doğru	7	5.98
Alan	6	5.13
Kesişim	6	5.13
Teğet	5	4.27
Doğru	4	3.42
Vektör	4	3.42
Yay	4	3.42
Yansıma	2	1.71
Açı	1	.85
Uzunluk	1	.85
Toplam	117	100.00

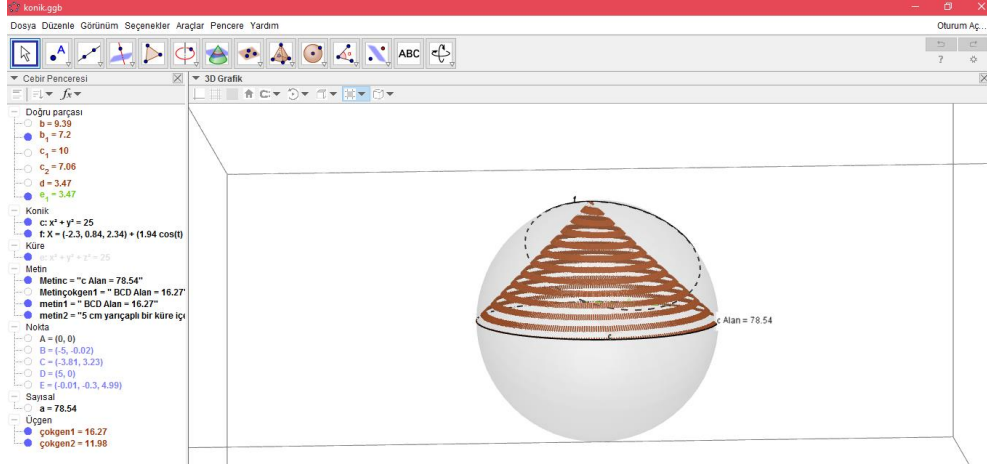
Tablo 2'ye göre öğretmen adayları çoğunlukla onlara verilen problem kurma durumundaki kavramları kullanarak problem kurmuşlardır. Ancak, durumdaki kavramlardan farklı kavramlara yönelen adaylar da vardır.

#### Yarı Yapılandırılmış Problem Kurma

Öğretmen adaylarına Şekil 2'de verilen yarı yapılandırılmış problem kurma türünde başlıca bulunan kavramlar çokgen ve çemberdir. Öğretmen adaylarının yarı yapılandırılmış problem kurma türü için kurdukları problemlerde 16 farklı kavram kullandıkları görülmüştür. % 14.49 oranla çember kavramı en çok kullanılan kavramdır. Bunu % 13.08 oranla nokta, % 12.15 oranla doğru parçası, % 11.21 oranla açı

ve % 10.28 oranla çokgen kavramları izlemiştir. Ayrıca, öğretmen adayları elips, konik ve açıortay gibi çeşitli kavramları kullanarak da problem kurmuşlardır. Öğretmen adayları sınıf içi konuşmalarda ise bu problem kurma türünde fazla sınırlama olmadığını ifade etmişlerdir. Şekil 5’te kurulan problemlerden bir örnek verilmiştir.

“Yarı yapılandırılmışta ben en rahat ettim. Çünkü yapılandırılmış böyle çok sınırlıydı zaten. Hani soru gibi bir şeydi hani üzerinde oynayacak şey çok sınırlıydı.”



**Şekil 5.** 5 cm yarıçaplı bir küre içerisinde birbirini iki noktada kesişecek iki adet çember çizelim. Kesişen iki noktadan geçen doğru parçası ortak olacak şekilde iki çembere ait iki üçgen çizelim. Bu üçgenlerden birini diğer çember etrafında döndürülünce oluşacak şekil ve bu şeklin alanı ve hacmi hakkında yorumda bulununuz.

Şekil 5’e göre öğretmen adayı verilen problem kurma durumundaki çember ve üçgenden yola çıkarak üç boyutlu düzlemde bir problem kurmaya çalışmıştır. Tablo 3’te ise adayların problem kurarken kullandıkları kavramlar verilmiştir.

**Tablo 3.**  
*Yarı Yapılandırılmış Problem Kurma Türünde Kullanılan Kavramlar.*

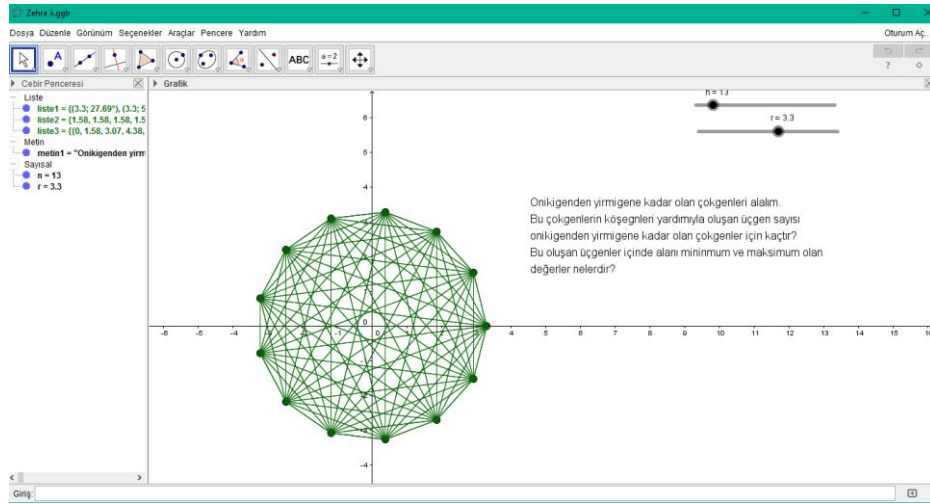
Kullanılan Kavramlar	Frekans	Yüzde
Çember	31	14.49
Nokta	28	13.08
Doğru parçası	26	12.15
Açı	24	11.21
Çokgen	22	10.28
Kesişim	13	6.07
Uzunluk	12	5.61
Paralel doğru	11	5.14
Yay	11	5.14
Elips	9	4.21
Açıortay	8	3.74
Dik doğru	7	3.27
Alan	6	2.80
Orta dikme	4	1.87
Doğru	1	.47
Konik	1	.47
Toplam	214	100.00

Tablo 3'e göre kullanılan kavramların çeşitlendirilmesiyle birlikte öğretmen adayları verilen kavramlar dışına çıkabilmiş ve hatta üç boyutlu kavramlara da eğilim göstermişlerdir.

### Serbest Problem Kurma

Öğretmen adaylarından Şekil 3'te verilen serbest problem kurma türünde herhangi bir sınırlama olmaksızın istedikleri bir problem kurmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının serbest problem kurma türü için kurdukları problemlerde 28 farklı kavram kullandıkları görülmüştür. En çok kullanılan kavram % 15.60 oranla doğru parçasıdır. % 15.20 oranla nokta, % 10.40 oranla çokgen ve % 9.20 oranla kesikim kavramları sık kullanılan diğer kavramlardır. Katılımcılar dizi, düzlem, eğri, fonksiyon, hacim, hiperbol, prizma ve piramit gibi kavramları da problem kurarken kullanmışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarından dinamik geometri yazılımının üç boyutlu şekiller üzerinde düşünmeyi kolaylaştırdığını ifade edenler olmuştur. Şekil 6'da kurulan problemlerden bir örnek verilmiştir.

“GeoGebra 3 boyutlu problemleri çok rahat gösterebiliyor. Hani onları daha rahat algılamamızı sağlayabilir. 3 boyutluda düşünmeyi.”



**Şekil 6.** Onikigenden yirmigene kadar olan çokgenleri alalım. Bu çokgenlerin köşegenleri yardımıyla oluşan üçgen sayısı onikigenden yirmigene kadar olan çokgenler için kaçtır? Bu oluşan üçgenler içinde alanı minimum ve maksimum olan değerler nelerdir?

Şekil 6'ya göre öğretmen adayı dinamik geometri yazılımının avantajını kullanarak bir çemberin içinde çok sayıda çokgenler oluşturarak problem kurmuştur. Tablo 4'te ise kullanılan diğer kavramlar verilmiştir. Tablo 4'e göre kavram çeşitliliğinin daha da arttığı görülmüştür. Ayrıca adaylar iki boyutlu düzleme bağlı kalmadan da problem kurabileceklerini fark etmişler ve üç boyutlu düzlemde daha çok çalışmalar yapmaya başlamışlardır.

### Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı ortamında problem kurma durumlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öğretmen adaylarına yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve serbest problem kurma durumları verilmiştir. Katılımcıların çalışmaları ekran kaydetme programı ile kayda alınmış ve görüntüler ayrıntılı şekilde incelenerek öğretmen adaylarının problem kurarken kullandıkları kavramlar araştırılmıştır.

**Tablo 4.**  
*Serbest Problem Kurma Türünde Kullanılan Kavramlar.*

<b>Kullanılan Kavramlar</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Doğru parçası	39	15.60
Nokta	38	15.20
Çokgen	26	10.40
Kesişim	23	9.20
Çember	15	6.00
Doğru	13	5.20
Alan	12	4.80
Fonksiyon	8	3.20
Uzunluk	8	3.20
Dik doğru	7	2.80
Hacim	7	2.80
Dizi	6	2.40
Döndürme	5	2.00
Paralel doğru	5	2.00
Hiperbol	4	1.60
Parabol	4	1.60
Prizma	4	1.60
Yay	4	1.60
Açı	3	1.20
Açıortay	3	1.20
Konik	3	1.20
Piramit	3	1.20
Teğet	3	1.20
Düzlem	2	.80
Elips	2	.80
Eğri	1	.40
Hiperbolik parabolit	1	.40
Koni	1	.40
Toplam	250	100.00

Yapılandırılmış problem kurma türünde, öğretmen adaylarının problem kurarken en çok çokgen, dairesel dilim gibi kavramları kullanmaları, onlara verilen problem bu kavramları içerdiğinden problem durumunun yol gösterici olduğu düşünülmüştür.

Öğretmen adaylarının Brown ve Walter (1969) tarafından geliştirilen “what if not?” (WIN, ya öyle değilse?) stratejisini kullanmaları problemin çözümüne değil kendisine odaklandıklarını göstermektedir. Bu da Brown ve Walter (2005) tarafından vurgulanan, problem üzerinde düşünmeyi sağlayan ve daha farklı fikirler üzerinde yoğunlaşarak problemin çözümünden ziyade problemin anlamına odaklanmayı sağlayan WIN stratejisini desteklemektedir.

Yarı yapılandırılmış problem kurma türünde, en sık kullanılan çember kavramı, öğretmen adaylarına sunulan problem kurma durumunun çember ve özellikleri ile ilgili olmasıyla ilişkili olduğu görülmüştür. Yine nokta kavramı da en sık kullanılan kavramlardan biridir. Doğru parçası, açı ve çokgen kavramlarının da en çok kullanılması, öğretmen adaylarına verilen problem kurma durumu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Elips, konik ve açıortay kavramlarının da kullanılması; öğretmen adaylarının yarı yapılandırılmış problem kurma türünde yapılandırılmış problem kurma türüne göre kullandıkları kavramları daha çok çeşitlendirebildiklerini göstermektedir. Bununla ilgili olarak, ders sırasında geçen konuşmalarda, öğretmen adayları bu türde sınırlama daha az olduğu için başka kavramları da kullandıklarını ifade etmişlerdir.

Öğretmen adayları diğer problem kurma türlerine göre serbest problem kurma durumunda kullandıkları kavramları çeşitlendirmişlerdir. Dizi, düzlem, eğri, fonksiyon, hacim, hiperbol, prizma ve piramit gibi kavramları da kullanarak diğer iki problem kurma türüne göre daha farklı kavramlara da yer vermişlerdir. Burada özellikle dikkat çeken durum, öğretmen adaylarının üç boyutlu şekiller üzerinde de çalışmış olmalarıdır. Argün, Arıkan, Bulut ve Halıcıoğlu (2014, p. 199) tarafından yapılan araştırmada üç boyutlu uzaydaki çalışmaların çok önemli olduğu, öğrencilerin güçlükler yaşadığı ve bilgisayar yazılımlarının bu kavramların oluşmasında faydalı olduğu ifade edilmiştir.

Görüldüğü gibi öğretmen adaylarına sunulan problem kurma türleri arasında kullanılan kavramların en fazla serbest problem kurma durumunda çeşitlendirildiği ortadadır. Problem kurma durumlarındaki sınırlamalar azaldıkça öğretmen adayları da sadece dar bir alan içinde düşünmek yerine farklı kavramlara yönelmişlerdir.

Her üç problem kurma türünde de nokta kavramının sıkça kullanıldığı görülmüştür. Bunun sebebi, herhangi bir geometrik şeklin noktaların birleşmesinden oluşması şeklinde yorumlanabilir. Dolayısıyla, katılımcılar bir problem kurarken nokta ile işe başlamışlardır. Güven ve Karataş (2005) da geometri ile ilgili en temel durumların nokta ile başladığını, doğru, doğru parçası, eğriler ve üç boyutlu şekillere doğru genişlediğini vurgulamıştır.

Yapılandırılmış problem kurma türünden serbest problem kurma türüne doğru, katılımcılar sadece onlara verilen problemlerdeki kavramlara bağlı kalmayarak daha çeşitli kavramlar kullanarak problem kurmuşlardır. Araştırmalar da bu sonucu destekler niteliktedir. Leung ve Silver (1997) problem kuran öğretmen adaylarının kullandıkları matematiksel kavramların gelişme gösterdiğini, daha mantıklı ve çok adımlı problem kurmalarını sağladığını vurgulamışlardır. Gomes ve Vergnaud (2004) ise dinamik geometri yazılımları ortamında yapılan öğretimin, farklı geometrik kavramların kullanımının arttırdığını ve öğrencilerin geometri kavramlarının farklı özelliklerini kullanmaları ile geometrinin zenginleşmesini sağladığını ifade etmişlerdir.

Ayrıca, problem kurma üzerinde yapılan çalışmalar bu durumlardan sadece birine odaklanmaktadır. Ancak bu araştırma, yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve serbest problem kurma türlerinin birlikte olduğu çoklu durum çalışmasının yapılması ve problem kurma durumları arasında kavramlar arası karşılaştırmanın görülebildiği bir araştırma olması nedeniyle farklı nitelikte bulgular da sağlamıştır. Böylece aynı anda üç problem kurma türü arasında kullanılan kavramların nasıl geliştiği hakkında daha geniş bir perspektiften bakıldığı için daha kapsamlı bir yorum yapılmıştır.

Diğer araştırmalardan farklı olarak konu sınırlaması getirilmemesi de öğretmen adaylarının matematiksel düşünme becerisini kısıtlamamış, onlara belli kavramların olduğu bir problem kurma durumu verilse de problemi istedikleri farklı bağlamlarda düşünmelerini ve hatta üç boyuta varan problemler kurmalarını sağlamıştır.

Bu çalışma, literatür taramasında olduğu gibi problem kurma becerisine sahip öğrenciler yetiştirilebilmesi için geleceğin öğretmenlerinin bu konuda iyi eğitilmesi gerektiğini göstermektedir. Öğretmen eğitimi programlarında Problem Çözme derslerinin yanı sıra Problem Kurma derslerine de gereken önemin verilmesi tavsiye edilmektedir. Bu derslerin seçmeli değil zorunlu olarak verilmesi de sadece dersi alanların değil tüm öğretmen adaylarının faydasına olacaktır. Bu dersleri verecek olan öğretim elemanlarının bu konuda donanımlı olmaları önemlidir.

Bu araştırmada sadece Stoyanova ve Ellerton (1996) tarafından tavsiye edilen problem kurma yaklaşımları ele alınmış olup katılımcıların farklı yaklaşımlar kullanarak problem kurma süreçleri izlenebilir.

Uygulama sırasında öğretmen adayları tarafından dinamik geometri yazılımı ile üç boyutlu şekillerin hayal edilmesinin daha kolay olduğu ifade edilmiştir. Üç boyutlu şekillerin daha iyi algılanmasını sağlamak için dinamik geometri yazılımları daha sık kullanılabilir.

## References

- Altun, M. (2012). *İlköğretim ikinci kademedeki (6., 7. ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi*. İstanbul: Alfa Aktüel.
- Argün, Z., Arıkan, A., Bulut, S., & Halicioğlu, S. (2014). *Temel matematik kavramların künyesi*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Aydın, H. (2014). *Matematik öğretmen adaylarının gerçek hayat durumlarından matematiksel problem yazma ve çözüme becerilerinin incelenmesi*. Unpublished doctorate dissertation, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Baki, A. (2004). Problem solving experiences of students' mathematics teachers through Cabri: A case study. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 23(4), 172-180.
- Brown, S., & Walter, M. (1969). What if not? *Mathematics Teaching*, 46, 38-45.
- Brown, S., & Walter, M. (2005). *The art of problem posing*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Cai, J., & Hwang, S. (2002). Generalized and generative thinking in US and Chinese students' mathematical problem solving and problem posing. *Journal of Mathematical Behavior*, 21, 401-421.
- English, L. D. (1997). The development of fifth-grade children's problem posing abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 34, 183-217.
- English, L. D. (1998). Children's problem posing within formal and informal context. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 83-106.
- Gomes, A. S., & Vergnaud, G. (2004). On the learning of geometric concepts using Dynamic Geometry Software. *Novas Tecnologias na Educação*, 2(1), 1-20.
- Güven, B., & Karataş, İ. (2005). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile oluşturmaya öğrenme ortamı tasarımı: Bir model. *İlköğretim-Online*, 4(1), 62-72.
- Hashimoto, Y. (1986). Classroom practice of problem solving in Japanese elementary schools. In J. Becker & T. Miwa (Eds.), *Paper presented at the Proceedings of the U.S.-Japan Seminar on Mathematical Problem Solving* (pp. 94-119). Carbondale, IL: Southern Illinois University.
- Işık, C., Kar, T., Yalçın, T., & Zehir, K. (2011). Prospective teachers' skills in problem posing with regard to different problem posing models. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 485-489.
- Karadağ, Z. (2009). *Analyzing students' mathematical thinking in technology-supported environments*. Unpublished doctorate dissertation, Toronto.
- Kırnap Dönmez, S. M. (2014). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının problem kurma becerilerinin incelenmesi*. Unpublished master's thesis, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Leung, S. S., & Silver, E. A. (1997). The role of task format, mathematics knowledge, and creative thinking on the arithmetic problem posing of prospective elementary school teachers. *Mathematics Education Research Journal*, 9(1), 5-24.
- MEB (2005). *T.C. Milli eğitim bakanlığı talim ve terbiye kurulu başkanlığı, ilköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEB (2013). *T.C. Milli eğitim bakanlığı talim terbiye kurulu başkanlığı, ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEB (2018). *T.C. Milli eğitim bakanlığı talim terbiye kurulu başkanlığı, matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Patton, M. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Rosli, R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2014). The effects of problem posing on student mathematical learning: A meta-analysis. *International Educational Studies*, 7(13), 227-241.
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19-28.
- Silver, E. A., & Cai, J. (1996). An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(5), 521-539.

- Silver, E. A., Mamona-Downs, J., Leung, S. S., & Kenny, P. A. (1996). Posing mathematical problems: An exploratory study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(3), 293-309.
- Stoyanova, E., & Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into students' problem posing in school mathematics. In P. Clarkson (Ed.), *Paper presented at the Proceedings of the 19th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp.518-525). Melbourne: Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. New Delhi: SAGE.
- Voorst, C. V. (1999). *Technology in mathematics teacher education*. Retrieved March 24, 2016, from [http://www.cimm.ucr.ac.cr/usodetecnologia/Uso%20de%20tecnologia/PDF,%20Viejos%20y%20Nuevos%20\(uso%20de%20tecnologia\)/Van%20Voorst,%20C.pdf](http://www.cimm.ucr.ac.cr/usodetecnologia/Uso%20de%20tecnologia/PDF,%20Viejos%20y%20Nuevos%20(uso%20de%20tecnologia)/Van%20Voorst,%20C.pdf)
- Walter, S. I., & Brown, M. I. (2013). *Problem posing: Reflections and applications*. Retrieved March 24, 2016, from [https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=0GSYAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=problem+posing+reflections+and+applications&ots=I5bFRvEDd4&sig=F-QPqQlx3m5XfEEGaHWQ9HepH60&redir\\_esc=y#v=onepage&q=problem%20posing%20reflections%20and%20applications&f=false](https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=0GSYAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=problem+posing+reflections+and+applications&ots=I5bFRvEDd4&sig=F-QPqQlx3m5XfEEGaHWQ9HepH60&redir_esc=y#v=onepage&q=problem%20posing%20reflections%20and%20applications&f=false)
- Xie, J. (2016). *An investigation of us and Chinese prospective elementary teachers' problem posing when interacting with problem-solving activities*. Unpublished doctorate dissertation, Syracuse University.
- Yevdokimov, O. (2005). On development of students' abilities in problem posing: A case of plane geometry. In A. Gagatsis, F. Spagnolo, Gr. Makrides, & V. Farmaki (Eds.), *Paper presented at the 4th Mediterranean Conference on Mathematics Education* (pp. 255-267). Palermo: University of Palermo.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.



