

A PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHER'S
TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE
REGARDING DIFFERENT VIEWS OF 3-D FIGURES IN GEOMETRY

A THESIS SUBMITTED TO
THE GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES
OF
MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY

BY

IPEK SARALAR

IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN
THE DEPARTMENT OF ELEMENTARY SCIENCE AND MATHEMATICS
EDUCATION

APRIL 2016

Approval of the Graduate School of Social Sciences

Prof. Dr. Meliha ALTUNIŐIK
Director

I certify that this thesis satisfies all the requirements as a thesis for the degree of Master of Science.

Prof. Dr. Ceren ÖZTEKİN
Head of Department

This is to certify that we have read this thesis and that in our opinion it is fully adequate, in scope and quality, as a thesis for the degree of Master of Science.

Assoc. Prof. Dr. Didem Akyüz
Co-Supervisor

Assoc. Prof. Dr. Mine IŞıksal-Bostan
Supervisor

Examining Committee Members

Prof. Dr. Erdiń akırođlu	(METU, ELE)	_____
Assoc. Prof. Dr. Mine IŞıksal-Bostan	(METU, ELE)	_____
Assoc. Prof. Dr. Didem Akyüz	(METU, ELE)	_____
Assist. Prof. Dr. Elif Yetkin-Özdemir	(Hacettepe Un, ELE)	_____
Assist. Prof. Dr. H. Özlen Demircan	(METU, ELE)	_____

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Name, Last Name : Ipek SARALAR

Signature :

ABSTRACT

A PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHER'S TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE REGARDING DIFFERENT VIEWS OF 3-D FIGURES IN GEOMETRY

Saralar, Ipek

M. S., Department of Elementary Science and Mathematics Education

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mine Işıksal Bostan

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Didem Akyüz

April 2016, 184 pages

This study attempted to investigate a pre-service mathematics teacher's Technological Pedagogical Content Knowledge regarding different views of 3-D figures in geometry. Data were collected from a pre-service teacher, enrolled in one of the large public universities in Ankara while she was teaching different views of 3-D figures in seventh-grade level in one of the private schools. Interviews, observations, field notes, GeoGebra files, and lesson plans were the data collection tools used in the study.

Data analysis revealed that the participant's TPACK level increased during school experience course. State differently, there was a development in the pre-service teacher's TPACK level. While there was just a slight increase in technology integration to the curriculum and access of students to technology levels, there was a significant rise in teaching and learning with technology levels of the participant during school experience course.

Findings of the study show that there is a need for complementary technology courses during school experience course in teacher education programs because teacher candidates need necessary competencies in using technology like selection and usage of appropriate technology to provide effective teaching in mathematics classes.

Keywords: Pre-service Middle School Mathematics Teacher, Technological Pedagogical Content Knowledge, Different Views of 3-D Figures

ÖZ

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYININ GEOMETRİDE CİSİMLERİN FARKLI YÖNLERDEN GÖRÜNÜMLERİ KONUSUNDA TEKNOLOJİK PEDAGOJİK ALAN BİLGİSİ

Saralar, Ipek

Yüksek Lisans, İlköğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Mine Işıksal-Bostan

Ortak Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Didem Akyüz

Nisan 2016, 184 sayfa

Bu çalışma, bir ilköğretim matematik öğretmen adayının, öğretmenlik uygulaması dersi sırasında, geometride üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden görünümüleri konusunu anlatırken Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi'ndeki değişimi incelemek için yapılmıştır. Örneklem bir öğretmen adayı olarak Ankara'daki büyük üniversitelerden birinden seçilmiş, katılımcı anlaşmalı özel okulda stajını yaparken gözlemlenmiştir. Çalışmada kullanılan veri toplama araçları görüşmeler, gözlemler, alan notları, GeoGebra dosyaları ve ders planlarıdır.

Araştırmanın sonucu düşünüldüğünde, ilköğretim matematik öğretmen adayının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi'nde (TPAB) öğretmenlik uygulaması dersi boyunca bir gelişim olduğu görülmektedir. Müfredatı teknoloji ile birleştirme ve öğrencilerin teknolojiye erişimini sağlama konusundaki gelişim küçük olsa da, teknoloji aracılığıyla öğretme ve öğrencilerin öğrenmelerini sağlama konusunda öğretmen adayının TPAB seviyesinde önemli bir artış gözlemlenmiştir.

Sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, öğretmen eğitimi programlarında öğretmenlik uygulaması dersi sırasında öğretmen adaylarını destekleyici teknoloji derslerinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır çünkü matematik sınıflarında etkili bir öğrenme ortamı sağlanabilmesi için öğretmen adaylarının gerekli temel becerilere sahip olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: İlköğretim Matematik Öğretmen Adayları, Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi, Üç Boyutlu Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri

To My Family

ACKNOWLEDGMENTS

This thesis is the result of guidance and support from many knowledgeable individuals. First of all, I wish to express my deepest gratitude to my supervisor Assoc. Prof. Dr. Mine Işıksal Bostan for her valuable guidance, advice, and criticism. I would like to thank her for her encouragements and insight throughout the research, too. You have set an example of excellence as a researcher, an instructor, and a role model. Thank you for always having your door open. I would also like to thank my co-supervisor Assoc. Prof. Dr. Didem Akyüz for guiding and supporting me and for her intellectual contributions to my development as a researcher.

I would like to thank my mother Nilgün Saralar, my father Enver Saralar, my sister Hande Saralar for their support, suggestions, and comments. I would also like to thank my friends Utku Buğra Aras and Ulviyya Guliyeva for their support and help. Your love, kindness, and endless support are cherished more than you will ever know.

I would like to thank all of the faculty members of the Elementary Education. Each of you has contributed greatly to my knowledge of education, and research throughout my program.

I would also like to thank my committee members Prof. Dr. Erdinç Çakıroğlu, Assist. Prof. Dr. Elif Yetkin Özdemir and Assist. Prof. Dr. Hasibe Özlen Demircan for their feedback, contributions and suggestions for my study.

The technical assistance of Deniz Mehmetlioğlu and Ayşenur Kubar are gratefully acknowledged. I also thank the school administrations who give me permission to study in their school and, mathematics teacher Buğra Akgül for his willingness to open his classroom for teacher candidates and me.

Finally, I would like to thank talented and dedicated teacher candidates who participated in my study. Your cooperation, effort, faith, thoughts, participation and sharing your time are the very essence of this study and they are greatly appreciated.

TABLE OF CONTENTS

PLAGIARISM.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖZ.....	v
DEDICATION.....	vii
ACKNOWLEDGMENTS.....	viii
TABLE OF CONTENTS.....	ix
LIST OF TABLES.....	xii
LIST OF FIGURES/ILLUSTRATIONS/SCHEMES.....	xiii
LIST OF SYMBOLS/ABBREVIATIONS.....	xiv
CHAPTER	
1. INTRODUCTION.....	1
1.1. Purpose of the Study.....	4
1.2. My Motivation to Conduct this Study.....	4
1.3. Statement of the Research Problem.....	5
1.4. Definitions of Important Terms.....	5
1.5. Significance of the Study.....	9
2. LITERATURE REVIEW.....	13
2.1. Theoretical Background of TPACK.....	13
2.2. TPACK Framework.....	16
2.3. Research Studies related to TPACK.....	19
2.3.1. Research Studies in Turkey.....	22
2.4. Dynamic Geometry Usage in Mathematics Education.....	23
2.5. Studies on 3-D Figures.....	26
2.6. Summary for the Literature Review.....	28

3. METHODOLOGY	30
3.1. Research Design	30
3.2. Context of the Study	31
3.3. Participants	32
3.3.1. Elif- Pilot Study	33
3.3.2. Deniz.....	34
3.4. Data Collection Tools.....	34
3.4.1. Interviews	36
3.4.2. Observation.....	39
3.4.3. Documentation	40
3.5. Data Analyses	40
3.6. Trustworthiness of the Study.....	43
3.7. Quality and Ethical Issues	45
3.7.1. Researcher Role.....	46
3.8. Limitations and Assumptions of the Study	46
3.8.1. Limitations of the Study	46
3.8.2. Assumptions of the Study.....	47
4. FINDINGS OF THE STUDY	48
4.1. Pre-service Teacher’s Implementations.....	48
4.1.1. 1 st lesson implementation of Deniz:	48
4.1.2. 2 nd lesson implementation of Deniz:	53
4.1.3. 3 rd lesson implementation of Deniz:.....	62
4.1.4. 4 th lesson implementation of Deniz:.....	68
4.2. Summary of Findings	75
5. DISCUSSION AND CONCLUSION	78
5.1. Discussion of Findings.....	78
5.2. Implications and Recommendations for Further Research.....	81
REFERENCES	84
APPENDICES	93
APPENDIX A. RUBRIC ADAPTED FROM NIESS ET AL. (2009).....	93

APPENDIX B. SAPMLE LESSON PLAN	103
APPENDIX C. SAMPLE ACTIVITY SHEET 1	106
APPENDIX D. SAMPLE ACTIVITY SHEET 2	112
APPENDIX E. PARTICIPANT’S ANSWERS AND ISOMETRIC PAPER	115
APPENDIX F. PRE-INTERVIEW QUESTIONS	117
APPENDIX G. POST-INTERVIEW QUESTIONS 1	120
APPENDIX H. POST-INTERVIEW QUESTIONS 2.....	124
APPENDIX I. TRANSCRIPT OF THE PILOT PRE-INTERVIEW	128
APPENDIX J. TRANSCRIPT OF THE PILOT POST-INTERVIEW.....	141
APPENDIX K. INFORMED CONSENT FORM.....	174
APPENDIX L. TURKISH SUMMARY.....	175
APPENDIX M. TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	184

LIST OF TABLES

TABLES

Table 1. Data Collection Procedures of the Study.....	36
Table 2. Example Question for TPACK Components	38
Table 3. Descriptors for Major Themes in the Mathematics Teacher TPACK Development Model (Niess, 2008)	42

LIST OF FIGURES

FIGURES

Figure 1. Technological Pedagogical Content Knowledge Framework	17
Figure 2. Implementation Photo 1	55
Figure 3. Implementation Photo 2	56
Figure 4. Implementation Photo 3	56
Figure 5. Implementation Photo 4	57
Figure 6. Example Drawing Question 1	59
Figure 7. Implementation Photo 5	60
Figure 8. Example Drawing Question 2	62
Figure 9. Implementation Photo 6	63
Figure 10. Implementation Photo 7	63
Figure 11. Implementation Photo 8	65
Figure 12. Example Drawing Question 3	66
Figure 13. Implementation Photo 9	69
Figure 14. Implementation Photo 10	72
Figure 15. Implementation Photo 11	72
Figure 16. Implementation Photo 12	74
Figure 17. Deniz's TPACK Development Bar Chart	75
Figure 18. Deniz's TPACK Development Line Graph	76

LIST OF ABBREVIATIONS

CK	Content Knowledge
MoNE	Ministry of National Education
OSYM	Student Selection and Placement Center
PK	Pedagogical Knowledge
PCK	Pedagogical Content Knowledge
TK	Technology Knowledge
TCK	Technological Content Knowledge
TPK	Technological Pedagogical Knowledge
TPACK	Technological Pedagogical Content Knowledge
YEGITEK	General Directorate of Innovation and Educational Technology (Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü)

CHAPTER 1

INTRODUCTION

National Research Council (1996) says that teacher is the most significant factor which affects the learning of students with their teaching. The teaching requires comprehension and reasoning, as transformation and reflection (Shulman, 1986) because teaching is an interactive act between the students and the teacher. Therefore, most people would agree that teachers have the most important role in students' learning. Teacher knowledge is one of the characteristics which affects students' learning (Grossman, 1990). To extend the understanding of the knowledge of teachers, researchers needed to divide teachers' knowledge into parts as pedagogical knowledge (PK) and content knowledge (CK) (Ball and Cohen, 1996; Shulman, 1986).

According to Shulman, pedagogical knowledge is 'what is known from how to teach the concept' (1986, p.6). He states that pedagogical knowledge consists of teachers' decisions on what to teach, teachers' representations, their student assessment types and their ways to deal with problems of misunderstanding. On the other hand, he sees content knowledge as the knowledge of the content of the lessons taught or the knowledge of subject matter. He explains that content knowledge consists of the questions asked and explanations offered on a subject matter.

Analyzes (1986, 1987) of Shulman's work show that content knowledge and pedagogical knowledge of teachers were the focus of researchers up to 21st century. Then, as the interaction of PK and CK, pedagogical content knowledge (PCK) is defined by researchers (Ball and Cohen, 1996; Grossman, 1990; Grossman, 1992; Mishra and Koehler, 2006; Shulman, 1986, 1987). Shulman emphasized that content and pedagogy are the indistinguishable bodies of understanding knowledge. Then, he defined pedagogical content knowledge (PCK) as "the content knowledge that deals with the teaching process, including the ways of representing and formulating the subject that make it comprehensible to others"

(Shulman, 1986, p.9). Mishra and Koehler (2006) also defined PCK as the manner in which subject matter is transformed for teaching. They said that this transformation happens when the teacher commentates the subject matter, makes inferences, and discovers different illustrations and representations of it to make it easy to understand for students. Moreover, Shulman (1986) represented PCK “as a special kind of technical knowledge key to the profession of teaching” (as cited in Ball, Thames and Phelps; 2008, p.390).

Currently, teaching with technology is an important issue. Mid-Pacific Information and Communication Technology Centre (2015) explains the importance of technology emphasizing information and communication technology (ICT) as a need of being good students, citizens and workers. The center includes that technology is significant to be successful in academic and work careers, and also to efficiently participate in modern technical society. This society made upon a new generation of students and their perspectives, therefore, ICT education should not be ignored (MICT, 2015). In his companion papers, Prensky (2011) defines a new generation of students as the ‘Digital Natives’. By saying digital natives, he emphasizes that today’s children are not learning technology in time, they are being born into the new technology. It’s said in his article that today’s students think and process information different than their ancestors, therefore, their views about technology are different than their predecessors. The difference from the past is that today, those technologies like typewriters started to be seen as transparent (Bruce & Hogan, 1998 as cited in Mishra & Koehler, 2006) and they were not regarded as technologies by a new generation of students and their teachers. Instead of those, computer software (educational games, educational programs like GeoGebra, Cabri II Plus, Geometer’s Sketch Pad, and Cabri 3-D), Smart Board software (ActivInspire, Hitachi and A-migo Clasus Board etc.) and the Internet are seen as technology in classrooms (Mishra & Koehler, 2006). New technologies known by ‘digital natives’ (Prensky, 2011) have altered the technology perspective of teachers and the nature of the classrooms (Mishra & Koehler, 2006). Therefore, the use of these technologies in the classroom is important for students’ learning.

Mishra and Koehler (2006) considered that teachers may wise to the basic working principles of the technology or they may use technology in their daily lives. However, using technology in their daily lives does not enough for them to use this technology effectively into the classrooms (Report of E-twinning Conference,

2010). In order to provide effective technology usage in educational settings, they should be aware of their technology knowledge which will be used in classrooms to provide students with effective teaching. If they know what they can afford to teach, they can better reach their students while they are teaching (Report of E-Twinning Conference, 2010).

Even though Shulman (1986) did not mention the word technology and its link to content knowledge and pedagogy knowledge, he discussed accessibility which implies technology (Mishra and Koehler, 2006). It's known that even in traditional classrooms, teachers use many technologies to make content accessible for students such as head projectors and typewriters (Mishra and Koehler, 2006). With the needs of the new generation and the new nature of the classrooms, teachers' knowledge of technology is needed more to be investigated in addition to their pedagogical content knowledge. According to the Report of E-twinning Conference, education has to change to respond to the requirements of the society. It's said that teachers need to take future competence needs about technology into account. The report shows that enhancing teachers' professional development and promoting educational innovation are important to catch the needs of the new generation. It says that it is important to enable all teachers to be confident with technologies. Indeed, to promote teachers' professional development, it is needed to know teachers' existing competencies for technology integration (Report of E-Twinning Conference, 2010).

Researchers started to develop frameworks for technology integration into teaching. Technological pedagogical content knowledge (TPCK, TPACK) by Mishra and Koehler is one of these frameworks, which investigates teachers' PCK with the integration of technology. According to Mishra and Koehler (2006), "It may be inappropriate to see knowledge of technology as being isolated from the knowledge of pedagogy and content" (p.1025). Mishra and Koehler (2006) defined TPACK as the combination of pedagogical knowledge (PK), content knowledge (CK) and technological knowledge (TK). Indeed, TPACK is more than just the combination of PCK and technology knowledge, it is the interconnection between these three knowledge components (Graham, 2011). In this study, in general, participant's TPACK including all these components will be in consideration.

1.1. Purpose of the Study

Current studies show that technology integration into classes is an important issue (Mishra and Koehler, 2006). Pre-service teachers need new competencies in order to integrate technology into their classes effectively (Niess et al., 2009). Indeed, Niess (2005) states that pre-service teachers should be challenged to learn fundamental concepts and skills needed to use educational technology in their lessons. She suggests to teacher education programs to provide numerous technology integration experiences during internship for engaging pre-service teachers with new educational technologies. It is also important for pre-service teachers to have those technological skills for understanding the needs of new generation. Therefore, it is needed to give a chance to pre-service teachers to think, plan and implement technology-based classes to see whether these experiences improve their skills and therefore increase their TPACK level.

The purpose of this study is to investigate a pre-service middle school mathematics teacher's technological pedagogical content knowledge (TPACK) regarding different views of 3-D figures in geometry while she is doing her internship in the cooperating school of her university. In other words, how a middle school pre-service mathematics teacher integrated her technological pedagogical content knowledge into her class while she was doing her internship is tried to be investigated. Moreover, the interaction between the components of TPACK of a pre-service teacher examined using Mishra and Koehler's Framework (2006) and the instrument of Niess and her colleagues (2009).

1.2. My Motivation to Conduct this Study

In middle school, my interaction with the technology was little. While doing my internship in a middle school during School Experience course, I realized that this student-technology interaction might be related to my own technological pedagogical content knowledge as a middle school pre-service mathematics teacher. Then, I took a course named Technology in Elementary Education during my master education. In this course, I have conducted a small case study as an assignment and I have learnt that pre-service mathematics teachers' technological pedagogical content knowledge is mostly at the middle level and their knowledge might change during School Experience course. Indeed, I thought that practicum

(Peker, 2009; Ozgun-Koca et al., 2010; Dogan, 2012; Balgalmış, 2013) and reflection on someone's own experience might affect a pre-service teacher's technological pedagogical content knowledge (Dewey, 1933; Dietz & Davis, 2009; Niess, 2011). Moreover, planning technology activities and implementing and reflection on them might affect their TPACK. Different than these, participant of the current study will prepare and implement four technology-based lessons. I consider time spend on technology-based activities and thinking about them might change a pre-service teacher's technological pedagogical content knowledge. Then I decided to conduct the current study. Also, in addition to interviews, an in-depth investigation of a pre-service teacher's lesson implementations could give an explanation of her TPACK change. Therefore, I decided to investigate a pre-service teacher's TPACK giving specific evidence about all TPACK themes during school experience course.

1.3. Statement of the Research Problem

In the light of current literature, the central question guiding this study emerged.

- How does a pre-service middle school mathematics teacher's technological pedagogical content knowledge themes (curriculum and assessment, learning, teaching and access) change during school experience course, while teaching the concept of different views of 3-D figures in technology-based classrooms?

1.4. Definitions of Important Terms

Pre-service middle school mathematics teacher: A pre-service middle school mathematics teacher is the teacher who is at the senior grade of the Elementary Mathematics Education program, registered to school experience course and doing internship in practice schools.

Technology-based classroom: Technology-based classroom is a classroom in which some of the digital technology resources -computers, mobile devices like smartphones and tablets, digital cameras, social media platforms and networks, software applications, the Internet, etc. are used to enhance teaching and students' learning (Starr, 2011). In the current study, technologies used by the participant

during lesson implementations in the technology-based classroom are Office tools, GeoGebra 3-D, virtual manipulative, and interactive white board.

TPACK Components: TPACK components include content knowledge, pedagogical knowledge, pedagogical content knowledge, technological knowledge, technological content knowledge and technological pedagogical knowledge.

Content Knowledge (CK): Content knowledge is defined as “subject matter knowledge of a teacher to be learned or taught” (Koehler & Mishra, 2009, p.63). Ball (1996) described content knowledge as the subject matter to teach. That is, also, knowledge of a teacher that can be used to understand the structures of subject matter (Shulman, 1986). In the study, content knowledge refers to the pre-service teachers’ knowledge of Different Views of 3-D Figures.

Pedagogical Knowledge (PK): Pedagogical knowledge is defined as “teachers’ knowledge about the processes and practices or methods of teaching and learning” (Koehler & Mishra, 2009, p.64). In the current study, pedagogical knowledge refers to pre-service middle school mathematics teachers’ classroom management skills, teaching strategies, development of lesson plans and understanding and assessing students’ learning.

Pedagogical Content Knowledge (PCK): Pedagogical content knowledge is defined as “the content knowledge that deals with the teaching process, including the ways of representing and formulating the subject that make it comprehensible to others” (Shulman, 1986, p.9) It is derived from a combination of pedagogical knowledge and content knowledge (Shulman, 1986; 1987). In this study, pedagogical content knowledge refers to how pre-service teachers use their pedagogical knowledge, while teaching the concept of Different Views of 3-D figures. Indeed, it refers to participants’ representations of the concept to the students with manipulatives and GeoGebra 3-D.

Technological Knowledge (TK): Technological knowledge is defined as

“...the knowledge about standard technologies, such as books, chalk and blackboard, and more advanced technologies, such as the Internet and digital video. In the case of digital technologies, this includes knowledge of operating systems and computer hardware, and the ability to use standard

sets of software tools such as word processors, spreadsheets, browsers, and e-mail” (Mishra and Koehler, 2006, p. 1027).

In this study, technological knowledge refers to the pre-service teachers’ use of Office tools, and smart boards in addition to their daily internet use.

Technological Pedagogical Knowledge (TPK): Technological pedagogical knowledge (TPK) is defined as “the knowledge of the existence, components, and capabilities of various technologies as they are used in teaching and learning settings, and conversely, knowing how teaching might change as the result of using particular technologies” (Mishra & Koehler, 2006, p.1028). More specifically, in the current study, it refers to pre-service teachers’ ability to choose an appropriate tool (solid figures such as unit cubes and linking cubes, GeoGebra or virtual manipulative) for a particular tasks designed by them, their strategies of using that tool (preparing notes before implementation, practice etc.) and their ability to apply those strategies during implementation.

Technological Content Knowledge (TCK): Technological content knowledge is defined as “the knowledge about the manner in which technology and content are reciprocally related” (Mishra & Koehler, 2006, p.1028). In this study, technological pedagogical content knowledge refers to teachers’ total package of all knowledge components defined above. More specifically, in this study, it consists of effective use of tools, classroom management skills, assessments of students’ learning and curriculum knowledge.

TPACK Themes: TPACK themes include curriculum and assessment, learning, teaching and access (Niess, 2005).

Curriculum and Assessment: It is the knowledge of curriculum and curriculum materials that teachers need to know to integrate technology to enhance learning. In other words, that is the knowledge of curriculum which enhances learning and provides opportunities for teachers to use technology for more and better learning. It covers the mathematics program knowledge and material knowledge and usage of teachers which will help them for their teaching. It also includes the knowledge of technology to assess students’ learning. This theme covers the content

knowledge and technological content knowledge components of TPACK (Niess, 2008).

Learning: It is the knowledge of students' misconceptions, thinking, understandings, and learning with technology. Learning can be seen as "increase in knowledge (with assessments), as memorization, as the acquisition of facts, procedures, etc. that can be retained, as the abstraction of meaning and as an interpretive process aimed at the understanding of reality" (Saljö, 1979 as cited in Purdie & Hattie, 2002, p. 17). Learning theme covers teachers' understanding and awareness of students' learning. Moreover, learning theme of Niess (2005) includes the representations of a particular subject matter via technology. This theme covers pedagogical knowledge, pedagogical content knowledge and technological pedagogical knowledge components of TPACK (Niess, 2008).

Teaching: It is an overarching conception and understanding of what it means to teach a particular subject using technology to facilitate student learning. That is the knowledge of teaching a particular subject matter using technology to make it easy to learn for the students. It gives importance to the number of technology usage and the effectiveness of the usage of these technologies for students' learning in a teaching environment. This theme covers content knowledge, pedagogical knowledge, pedagogical content knowledge and technological pedagogical knowledge components of TPACK (Niess, 2008).

Access: It is the knowledge of instructional strategies and representations for teaching particular topics with technology. According to Niess (2005), it also covers teacher's knowledge on how to provide students' access to the technology. This theme covers technology knowledge, technological pedagogical knowledge and technological content knowledge components of TPACK (Niess, 2008).

Three dimensional figure: A three-dimensional figure, in general, is a solid having length, height and depth. It covers solid cubes, polyhedrons like prisms, cones, cylinders, spheres, and a set of multilinked cubes in mathematics (Gutiérrez, 1992). In this study, three-dimensional figures refer to different combinations of unit cubes.

1.5. Significance of the Study

Ministry of National Education in Turkey is laboring and creating a big budget for technology integration into classes (MoNE, 2011). On the other hand, bringing technology into classes with these projects will also require teachers to have necessary competencies for using that technology. Without well-trained teachers, providing these latest technologies does not satisfy the needs of technology integration (Cakır & Oktay, 2013). Technology integration requires using technology for teaching and learning purposes. To attain to integrate technology into classes, it is needed to know how to use technology effectively. Effective use of technology requires identifying the needs of curriculum, determining the best ways to achieve curriculum objectives and allowing students to achieve those goals by using their technological skills (Mooney & Mausbach, 2008). In addition to curriculum objectives, it is important for teachers to know skills to guide students while they are using technology to fulfill the requirements of technology integration (Turner, 2005). Hereby teachers can ensure that students use technology effectively and purposefully. Thus, to understand whether tomorrow's teachers have those necessary competencies, their technological pedagogical content knowledge is needed to be investigated. Pre-service teachers will need these new technological competencies while teaching. Today's pre-service teachers constitute tomorrow's in-service teachers, thus, to investigate their techno-pedagogical content knowledge is important to be successful in technology integration.

There are some projects of Ministry of National Education (MoNE) about technology integration into classes which are e-twinning, electronic exams of OSYM (Student Selection and Placement Center), telecast, INTEL teacher and INTEL students. However, it could be said that lack of teacher knowledge about the usage of technology in classrooms makes these projects difficult to succeed (MoNE, 2012; Akgul, 2013a; 2013b). Akgul (2013b) supports the idea that, informally, the results of projects are not good because of the problem in teacher training. He says that although projects' pilot studies started at 2011, teacher training started at 2013 and it is too late for teachers to learn and apply what they learn in their classes. To conclude, all of these projects show that teachers are the key factors and they need training and support to improve their knowledge of

technology integration. On the other hand, teachers' knowledge has not been assessed in any part of the projects (Akgul, 2013a). Teacher's knowledge, which could have an important effect on the success of FATİH (Akgul, 2013a), investigated in this study might provide a basis for teacher training of Ministry of National Education.

In the literature, there are quantitative studies conducted with pre-service mathematics teachers about their TPACK (Chai et al., 2010; Kafyulilo, 2010; Chai et al., 2011; Bulut, 2012; Jang & Tsai, 2012; Bate et al., 2013). Also, there are studies about pre-service teachers' TPACK development during a method/school experience course (Peker, 2009; Ozgun-Koca et al., 2010; Dogan, 2012; Balgalmis, 2013; Yigit, 2014). However, as revealed in the literature review, there are limited number of qualitative studies investigating change in the pre-service teachers' TPACK levels during practicum (Baran & Canbazoğlu-Bilici, 2015; Bowers, 2011; Hixon & So, 2009; Mouza & Karchmer-Klein, 2013). Even though there are some TPACK-related studies during some courses, for instance effects of a method course on pre-service teachers' TPACK (Peker, 2009; Kilic, 2010), there are a few studies about implementation of these suggestions in the field while pre-service teachers are teaching at cooperating schools (Baran & Canbazoğlu-Bilici, 2015). However, practicum can be one of the best ways to acquaint pre-service teachers with the field experience and to understand pre-service teachers' development during internship (Munsey, 2012). This study will provide an investigation of a pre-service teacher's TPACK during her practicum. More specifically, a pre-service teacher's curriculum knowledge, assessment of students' learning, teaching abilities and her knowledge related to students' access to technology will be investigated. Thus, this study might help a pre-service teacher to have important hints to apply what she knows theoretically. To investigate the techno-pedagogical content knowledge during practicum might also provide us with a chance to assess the change in pre-service teacher's knowledge levels and the effectiveness of the internship classes in school experience course.

As critically analyzed in the reviews on TPACK, (Baran & Canbazoğlu-Bilici, 2015; Chai et al., 2013) it is said that obviously there is a need for further studies to investigate pre-service teachers' TPACK while they are teaching different concepts in different contexts. In this study, TPACK development of a pre-service mathematics teacher while teaching the concept of different views of 3-

D figures is investigated. The concept three-dimensional figures is important to investigate because one of the goals in the Turkish mathematics curriculum is to provide three-dimensional thinking to students (MoNE, 2013). It is thought that working on three-dimensional figures helps both students and teachers to develop spatial awareness, geometrical intuition and the ability to visualize (Jones et al., 2006). According to Jones (2002), benefits of 3D thinking are not limited but one of them is that it develops an understanding of geometrical properties and theorems. 3-D figures are one of the concepts to understand pre-service teacher's technological pedagogical content knowledge related to 3D thinking goal of MoNE since it requires the use of visuospatial ability, which is composed of several different abilities (Hegarty & Waller, 2005). Thus, conducting such a study seems significant to add detailed information about a pre-service teacher's theoretical and practical knowledge on 3-D figures.

Furthermore, researchers who conducted quantitative studies such as Baran and Canbazoğlu-Bilici (2015) and Bulut (2012) suggest more detailed qualitative studies about specific areas in both mathematics and science. Therefore, it can be said that even though there are some studies, TPACK is still needed to be investigated further in different samples and with different topics. Furthermore, Baran and Bilici (2015) stated that "because TPACK is a multifaceted and complex construct, qualitative research methods and data sources such as observations and design artifacts need to be used in the research" (p.32). They also mentioned that quantitative methods dominate the TPACK research context in Turkey. This qualitative study will also provide an in-depth exploration of a pre-service teacher's technological pedagogical content knowledge on a specific topic which is different views of three dimensional figures.

Pre-service mathematics teachers constitute the mathematics teachers of the future and they will educate the students who will be the future of the country. Learning a pre-service teacher's level of TPACK and adapting the university mathematics education programs according to the pre-service teachers' knowledge development is important for teacher educators who plan/develop the mathematics education programs and for policy makers who approve the designs of programs. Thus, the results of the study might give clues to teacher educators and policy makers about the design of the pedagogy and technology-related courses (e.g. about

effective dynamic geometry, office tools or smartboard usage) in the teacher education programs.

CHAPTER 2

LITERATURE REVIEW

The purpose of this study is to investigate a pre-service middle school mathematics teacher's technological pedagogical content knowledge (TPACK) regarding different views of 3-D figures in geometry while she is doing an internship in the cooperating school of her university. Because this study focuses on a pre-service teacher's TPACK levels, the review will start with the theoretical background of TPACK, and it will continue with the comparison and contrast of the current TPACK studies in the last decade. Then, it will continue with the studies about pre-service mathematics teachers' usage of the Geometry software GeoGebra, virtual manipulative and smart boards in the classrooms. Finally, it will end with the studies related to 3-D figures.

2.1. Theoretical Background of TPACK

In the light of reviewed literature, teacher knowledge is an essential part of teaching process (Ball et al., 2008). There are a number of studies investigating teacher knowledge (Ball and Cohen, 1999; Ball et al, 2008; Grossman, 1992, Shulman, 1986). For example, a teacher's pedagogical knowledge is the combination of necessary skills and strategies for classroom management and systematization of subject matter to teach (Shulman, 1987). Content knowledge is a body of knowledge including subject matter which teachers teach and students expected to learn (Grossman, 1990; Shulman, 1986; 1987).

According to Shulman (1986), teacher knowledge is composed of three knowledge components; propositional knowledge, case knowledge and strategic knowledge. *Propositional knowledge* (Shulman, 1986, pp.11-13) is knowledge of propositions which are short but sometimes not easy to recall if there is a long list to memorize while *case knowledge* is 'knowledge of specific, well-documented, and richly described events (Shuman, 1986, p.11)'. In other words, case knowledge is the knowledge required for teaching a specific topic to a specific learner group.

Lastly, *strategic knowledge* is the knowledge generated to extend understanding beyond principle to the wisdom of practice (Shulman, 1986, p.13)'. It covers the teacher's skills needed during teaching practice.

The next year, Shulman (1987) published another study explaining seven major categories of teacher knowledge. The first category is related to general pedagogical knowledge. It includes the principles and strategies of classroom management and systematization of subject matter to teach. The second category is knowledge of learners and their characteristics. It deals with the learners' previous knowledge and current knowledge and personal differences between learners. The third category is the knowledge of educational contexts. It covers a wide range of topics; which are collaborative working in the classroom, the governance and financing of school districts and the character of communities and cultures. The other (fourth) category is the knowledge of educational ends, purposes and values and their philosophical and historical grounds. The fifth category is content knowledge which is defined as the subject matter knowledge of the teachers. The sixth category is the curriculum knowledge which is the knowledge of programs and materials, which help teachers as trading tools. The final category is the pedagogical content knowledge defined as teachers' special mixture of content knowledge and their own pedagogical strategies; and the interaction between content and pedagogy in teachers' minds. Shulman defined PCK as "a special amalgam of pedagogy and content that is uniquely province teachers, their own special form of professional understanding" (1987, p.8).

By Shulman (1986), Pedagogical Content Knowledge (PCK) is defined as "the content knowledge that deals with the teaching process, including the ways of representing and formulating the subject that make it comprehensible to others" (Shulman, 1986, p.9). He also included

"an understanding of what makes the learning of specific topics easy or difficult: the conceptions and preconceptions that students of different ages and backgrounds bring with them to the learning of those most frequently taught topics and lessons (p.9)"

to PCK.

Grossman (1990) defined four main components of PCK. Those components were (1) conception of teaching purposes, (2) knowledge of students, including students' understanding of subject matter; (3) curricular knowledge; and (4) knowledge of instructional strategies and representations. The difference between Shuman (1986; 1987) and Grossman is that Grossman's PCK has one more component which is 'knowledge of conceptions of teaching purposes which is related to teaching subject matter' while Shulman's (1987) PCK has three main components which are (1) knowledge of topics/concepts, (2) knowledge of structuring and representing the topics, and (3) knowledge of students' understanding of the topics, including difficulties and misconceptions.

After two decades, Ball and her colleagues (2008) reminded that PCK is underdeveloped and still continued its survival with the needs of current descriptions and clear definitions. They said that

“Throughout the past 20 years ... researchers have used pedagogical content knowledge to refer to a wide range of aspects of subject matter knowledge and the teaching of subject matter and, indeed, have used it differently across—and even within—subject areas” (p.389).

They said that it needs theoretical developments and empirical test, too. Therefore, they needed clarification while doing their research about pre-service mathematics teachers' TPACK and they wrote their own definition combining the previous researchers' definitions of PCK to make their research clear and understandable. The difference between Shulman's (1986; 1987) and Ball, Thames and Phelps's (2008) studies is that Shulman's definition of knowledge is a general teacher knowledge while Ball's knowledge components are specifically deals with the mathematics teachers. According to Ball, Thames and Phelps (2008) PCK is seen

“as a concept, pedagogical content knowledge, with its focus on representations and conceptions/misconceptions, broadened ideas about how knowledge might matter to teaching, suggesting that it is not only knowledge of content, on the one hand, and knowledge of pedagogy, on the other hand, but also a kind of amalgam of knowledge of content and pedagogy that is central to the knowledge needed for teaching” (p.392).

It is to say, pedagogical content knowledge is a mixture of content knowledge and pedagogical knowledge, and it includes content and pedagogy and also their intermixture covering the concepts like representations, mis/conceptions and knowledge of teaching (Ball et al., 2008).

After Shulman (1986) and Ball, Thames and Phelps (2008), researchers who would like to investigate teachers' knowledge in more detail defined PCK and then used their own definitions to define new frameworks about teacher knowledge. For example, Cox and Graham (2009) described PCK as the important feature of teaching. They explained the idea that PCK is a mixture of content knowledge and pedagogical knowledge which are used to make the subject matter more understandable by students. Moreover, Koehler and Mishra (2006, p. 1021) described PCK as "the intersection of content and pedagogy, thus, it goes beyond a simple consideration of content and pedagogy in isolation from one another." To sum up, even though researchers defined PCK different from each other, they all agreed that PCK has two main components: content knowledge and pedagogy knowledge (knowledge of representation and knowledge of assessment—mainly related to students' understandings and difficulties).

2.2. TPACK Framework

Until the 21st century, technology integration to the teachers' knowledge pack was not discussed so much. After that time, researchers started to integrate technology into teachers' knowledge packages. Niess (2005), Mishra and Koehler (2005), Koehler and Mishra (2006) and Cox and Graham (2009) explained the need for technology knowledge while teaching. Niess (2005) defined technological pedagogical content knowledge (TPCK) as a technology extension of PCK. After Niess (2005), technological pedagogical content knowledge is defined as a distinct body of knowledge by Mishra and Koehler (2006). In 2007, Thompson and Mishra published a paper and updated the name of the framework, from TPCK to TPACK.

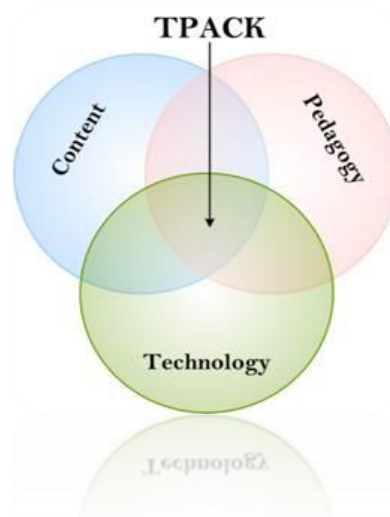


Figure 1. Technological Pedagogical Content Knowledge Framework (Graham, 2011, p. 1954)

TPACK is more than a simple totaling of technological, pedagogical and mathematical knowledge. In Figure 1 Technological Pedagogical Content Knowledge Framework from Graham's Study is given.

As seen in Figure 1, there are three more interaction other than TPACK. TPACK also consists of other components derived from basic three components, which are content knowledge (CK), pedagogical knowledge (PK) and technological knowledge (TK). Namely those types are Technological Pedagogical Knowledge (TPK), Technological Content Knowledge (TCK), and Pedagogical Content Knowledge (PCK). These components are derived because of the relations between main components (CK, PK, TK). For example, because of the relation between content knowledge which is the subject matter (Shulman, 1986) and pedagogical knowledge which is the knowledge of teaching, PCK is derived as their combination. Similarly, the relation between CK and TK caused the derivation of TCK. Finally, the intersection of the pedagogical knowledge and technological knowledge is defined as TPK.

Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK or TPACK): Technological pedagogical content knowledge is the combination or connection of aforementioned three components technological knowledge, pedagogical knowledge and content knowledge TPACK is defined by Koehler and Mishra (2009) as

the basis for effective teaching with technology, requiring an understanding of the representation of concepts using technologies, pedagogical techniques that use technologies in constructive ways to teach content, knowledge of what makes concepts difficult or easy to learn and how technology can help redress some of the problems that students face, knowledge of students' prior knowledge and theories of epistemology, and knowledge of how technologies can be used to build on existing knowledge to develop new epistemologies or strengthen old one (p.16).

As Niess (2005, p.510) defined

TPCK ... is the integration of the development of knowledge of subject matter with the development of technology and of knowledge of teaching and learning. And it is this integration of the different domains that supports teachers in teaching their subject matter with technology.

As Niess (2005) indicated there are four themes of TPACK that help researchers assess teacher candidates' TPACK; curriculum and assessment, learning, teaching and access. Those themes are combinations of 7 sub-components of Mishra and Koehler's TPACK (2009) which are defined previously. With a focus on the intersection of the three components of TPACK; namely, technology, content, and pedagogy, Niess (2005) described four different themes that comprise teachers' TPACK: curriculum and assessment, learning, teaching and access.

To sum up, these four themes are closely related to teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) combining different sub-components of it. They are explaining the teachers' levels of the intermixture of content knowledge, technology knowledge and pedagogy knowledge in four different themes to come up with a level showing total package of subgroups as the name of TPACK.

After Koehler and Mishra's (2005) clear definition of TPACK and its components, Niess et al. (2009) published mathematics teacher standards and created mathematics teacher TPACK development model. Niess et al. (2009) emphasized the strategies to build up pre-service mathematics teachers' TPACK

development. They aimed to increase mathematics teachers' and mathematics teacher educators' usage of technology in teaching from kindergarten to 12th grade. They asserted that these standards could be used to identify teachers' TPACK. Niess (2011) also stated that their new standards might provide a framework to assess pre-service mathematics teachers' TPACK levels and their career development. It could be advantageous to use their framework to understand how mathematics teacher candidates develop their TPACK knowledge. Moreover, Niess et al.'s (2009) TPACK model might allow the researcher to investigate not only the total development in the TPACK levels of teacher candidates but also the development of the components of TPACK (curriculum and assessment, learning, teaching and access). This study attempted to use the Niess et al.'s (2009) mathematics teacher TPACK standards and development model as a framework for measuring TPACK development of a pre-service middle school mathematics teacher.

2.3. Research Studies related to TPACK

Currently, teaching with technology is an important issue to investigate. Kaput and Thompson (1994) indicates that in 25 years, it will continue its popularity in different ways and still the need for this investigation will remain the same. To evaluate the effectiveness of teaching with technology, it is needed to know teachers' TPACK levels (Mishra & Koehler, 2009). Being aware of this, there are some TPACK studies conducted all around the world to investigate teachers' and teacher candidates' TPACK levels.

Koehler and Mishra (2005) tried to investigate TPACK perceptions of graduate students and instructors. They tried to investigate participants TPACK levels using a course called 'Learning Technology by Design'. In their quantitative study, they investigated TPACK development of the participants and they found significant development in their TPACK levels during the course. At the end of the study, they mentioned that all of the components of the TPACK are affecting participants' TPACK independently. Beside Koehler and Mishra (2005), Niess's (2005) study is important to assess pre-service teachers' TPACK development. Niess offered three courses to 22 pre-service science and mathematics teachers. Courses were about technology, pedagogy and micro-teaching. Assignments were given and their classes were observed during these courses. Participants' TPACK

levels assessed at the end of each course and at the end of the study. As a result of the study, it is seen a significant development at the TPCK levels of more than half of the participants. They recommended that teacher education programs should involve technology-integrated courses so that teacher candidates who learn with technology may show more attempt to use technology while teaching a specific subject into their classes (Niess, 2005).

Furthermore, other researchers conducted studies using the TPACK framework of Mishra and Koehler (2005) and Niess (2005). To illustrate, a mail-survey developed by Archambault and Crippen (2009) to measure teachers' perceptions of their TPACK. Those teachers were chosen from a group of teachers who theoretically had knowledge of content, technology and pedagogy components of TPACK. Indeed, they would like to investigate online distance educators' knowledge levels using the TPACK model of Mishra and Koehler (2005) as a framework. About 600 teachers participated in this study by filling their mail surveys which have likert-type questions in it. Results of the study showed that even though online distance educators had relatively high levels of pedagogy, content and pedagogical content knowledge when technology knowledge added to these knowledge components (TCK, TPK, TPACK), they were failed to have high levels of knowledge. Therefore, it can be said that online distance educators' knowledge components related to the technology needed to be improved.

Lee and Hollebrands (2008) designed an education program that combines mathematical content, pedagogy and technology to assess pre-service mathematics teachers' knowledge of technology integration. The program is called as Preparing to Teach Mathematics with Technology (PTMT) Project. Their aim was to find methods to teach how to use appropriate technologies while teaching mathematical concepts in classes. According to the aim of the project, Lee and Hollebrands (2008) prepared a course for a typical class having a size between 13 and 20. Participants were observed during the courses of the program in three semesters and they were videotaped during the courses. To reach their goal, they used Niess (2005)'s and Mishra and Koehler's (2006) definitions of sub-components of the TPACK and they developed an assessment tool to understand pre-service mathematics teachers' TPACK levels. As a result of their study, it has found that the mixture teaching of mathematical content, pedagogy and technology could help teacher candidates to improve their TPACK reasoning.

Graham et al. (2009) developed an instrument to assess in-service teachers' TPACK before and after an intensive professional development experience to understand their TPACK confidence. They said that they piloted their instrument in four of the seven types of the TPACK components which have the technology knowledge in them, TK, TCK, TPK and TPACK, to measure a small sample of teachers' (almost 20 participants) confidence. Scholars thought that the data they gathered from the pilot study of their survey might provide information to program coordinators to help teachers develop technology-related knowledge confidence. Another instrument developed in the same year belongs to Schmidt, Baran, Thompson and their friends (2009). While the instrument of Graham et al. (2009) is developed for assessing in-service teachers' TPACK; the instrument of Schmidt et al. (2009) is developed for assessing pre-service teachers' TPACK. The aim of their survey was to investigate pre-service teachers' self-assessment of their own TPACK. Namely, it was Assessment Instrument for Pre-service Teachers. While other instruments were related to in-service teachers and their TPACK, this instrument focused on investigating the pre-service teachers' TPACK. In addition to these instruments, after two years, Chai et al. (2011) examined the construct validity of a TPACK survey. The results of the survey show that Singaporean primary school pre-service teachers' TPACK could develop in a 12-week ICT course designed with the help of TPACK framework.

In 2012, as three scholars Larkin, Jamieson-Proctor and Finger conducted a study aiming to overcome some problems that teacher educators faced while helping pre-service mathematics teachers' TPACK development. Instead of face-to-face courses, they prepared an online course using the content of the existing course emphasizing that they are integrating information and communication technology into their courses. They taught mathematical concepts in an online setting to improve pre-service teachers TPACK. The results of their study showed that online teaching is effective to develop pre-service mathematics teachers' TPACK levels. In addition to these, some TPACK studies were conducted in Turkey. In the following section studies that are conducted in Turkey will be mentioned.

2.3.1. Research Studies in Turkey

In the previous studies in Turkey, it is tended to design courses and measure pre-service teachers' TPACK using surveys with likert-type questions. Ozgun-Koca et al. (2010) used the TPACK Framework to examine how pre-service mathematics teachers' TPACK emerged during a method course. They planned activities, each of which was about one of the sub-components of the TPACK Framework. To illustrate, some of the activities were preparing lesson plans, creating mathematical activities using technology, and solving mathematical problems. Participants were observed during the method course, their assignments were collected and they were asked to fill a survey designed to examine their TPACK levels. According to the data collected, the conclusion of the study revealed that technology integrated course is effective for development of TPACK and understanding pre-service mathematics teachers' perspective of their future teaching.

In addition to these, a course designed to understand TPACK development of the pre-service mathematics teachers belongs to Ozmantar, Akkoc, Bingolbali, Demir, and Ergene (2010). Basically, they planned a program to understand pre-service mathematics teachers' different usage of multiple representations in a technology integrated course of mathematics. Their study revealed that teaching with technology may help pre-service mathematics teachers develop their knowledge of multiple representations, which might cause an increase in their TPACK.

Bulut (2012) developed an instrument, namely Perceived TPACK regarding Geometry to investigate pre-service elementary mathematics teachers' TPACK regarding geometry. Seven hundred and eighty pre-service mathematics teachers of seven public universities attended to the study. Participants' demographics as descriptive information used while determining their levels of TPACK. The MANOVA results of the study showed that pre-service elementary mathematics teachers have significantly different knowledge of TK, TPK, and TPACK with respect to gender. Males had a higher level in these sub-components of TPACK than females. However, for both males' and females' perceptions regarding geometry were found higher than moderate. Another result of this quantitative study is that teacher candidates taught themselves' the most powerful knowledge as

content and the least powerful knowledge as technology knowledge. At the end of his study, Bulut (2012) suggested more qualitative studies on specific areas in mathematics to investigate the reasons for the results of his study in detail.

Under the TPACK Framework, Yigit (2014) reviewed 12 studies conducted between 2005 and 2012 using the keywords about TPACK and pre-service teachers and eliminating the theoretical studies. In the review, it is said that some researchers try to investigate pre-service mathematics teachers' TPACK development during a course or a lesson that is aimed to improve their TPACK levels. Yigit (2014) concludes from studies she reviewed (Larkin, Jamieson-Proctor, and Finger, 2012; Lee & Hollebrands, 2008; Ozgun-Koca et al., 2010) that designing courses might support pre-service teachers' knowledge of technology integration and help assessing their TPACK. The results of this review show that a lesson or a technology integrated course is significantly effective for pre-service mathematics teachers' development of TPACK.

Even though studies mentioned above do not include the use of dynamic geometry, some of the technology-related studies may include the usage of dynamic geometry. The following section summarizes a list of those studies.

2.4. Dynamic Geometry Usage in Mathematics Education

TPACK consists of three components which are technology, content and pedagogy. Dynamic geometry is a technology in the center of this TPACK study. In this section, studies about the teachers' usage of dynamic and interactive mathematics learning environments were reviewed.

The term dynamic in mathematics refers to the ideas of motion and change. Dynamic geometry is a term coined in response to the new software packages such as Sketchpad and Cabri which use motion and change in digital settings.¹ It was found that dynamic geometry software has an effect on teaching settings (Oldknow & Tetlow, 2008). Specifically, NCTM's Principles and Standards for School Mathematics (2000) indicate that teachers' usage of interactive and dynamic geometry software can enhance students' learning. Studies show that using dynamic geometry software is vital in students' conceptual learning (Hollebrands, 2007). GeoGebra is one of the most common dynamic geometry software used in the last

¹ Definitions of dynamic and dynamic geometry is retrieved from <http://mtl.math.uiuc.edu/node/16>.

decade. Pre-service teachers started to take elective GeoGebra courses and fresh teachers have started to use GeoGebra in their classes. With the help of smart boards and tablets, students have started to follow the steps of the teachers while they were using GeoGebra (MoNE, 2011). This software enables teachers to create, drag and move the figures virtually with its three representation menus; graphics, algebra and spreadsheet (Hohenwarter and Hohenwarter, 2008). These three menus are related to each other, and they are vital to show multiple representations to students for providing effective learning (Hohenwarter and Hohenwarter, 2008). Studies were conducted to investigate the effective usage of the dynamic geometry software programs in mathematics teaching.

To illustrate, Akkaya et al.'s (2011), Battista's (2002), and Shadaan and Kwan Eu's (2013) studies were about effective usage of dynamic geometry software on students' understanding of learning shapes. The authors, Akkaya et al. (2011) and Shadaan and Kwan Eu (2013), concluded that GeoGebra is an effective tool for teachers and students to achieve goals of constructivist learning. They (Akkaya et al., 2011; Shadaan and Kwan Eu, 2013) recommended teachers to use dynamic geometry software GeoGebra in mathematics education. The authors of the studies also suggested a replication of their study to see whether the usage of GeoGebra is really effective for students to learn mathematical concepts. While most of the researchers preferred to use GeoGebra, Battista (2002) used Shape Makers' MicroWorld Software which enables students to move the vertices of a parallelogram on the screen. The author concluded that this software helped students to improve their geometrical thinking skills. Battista (2002) claimed that students actively learned the mathematical concepts with the help of interactive software.

Furthermore, Balgalimis (2013) investigated pre-service elementary mathematics teachers' development of TPACK in geometry and algebra in her case-study. Her participants were three student teachers from elementary mathematics education program of the education faculties. Participants were prepared three technology-based lessons using the geometry software GeoGebra. Participants were interviewed before and after of the each lesson, and their TPACK levels determined accordingly. The data which collected through interviews, observations, videotaped classes and documents were analyzed using the rubric of Lyublinskaya and Tournaki (2011). The results of Balgalimis (2013) study show that pre-service

teachers' TPACK is developing during their teaching experience. Interviews of the study revealed that pre-service teachers are feeling more confident while using technology after some experience in the classroom, which affects to the improvement in their techno-pedagogical content knowledge. Balgalmis (2013) suggested more qualitative studies in more specific areas in mathematics to discover the TPACK development of pre-service teachers, or to indicate their TPACK levels.

Different than Balgalmis (2013), Dogan (2012) did not choose a specific area of the mathematics education. He preferred to investigate views of primary school mathematics teachers about the usage of computer in mathematics education using perceived TPACK survey. Survey was applied to more than three hundred and fifty pre-service teachers. The results of the survey showed that prospective teachers' views about the usage of computer in mathematics classes are generally positive. Therefore, it can be said that prospective teachers have positive views about using computers in mathematics class. However, they are not feeling confident about their ability to use computers while teaching mathematics. That is, they are not sure about their technological pedagogical knowledge.

Martinovic and Karadag (2011, 2012) investigated dynamic and interactive mathematics learning environments, such as Cabri, GeoGebra, Geometer Sketchpad, Fathom and the like, in the case of teaching the limit concept. Their study supported the idea that software like Cabri and GeoGebra provides many opportunities for pre-service teachers in their future teaching. As Karadağ and Aktümen (2013) indicated dynamic and interactive learning environments like Cabri and GeoGebra might provide interactivity and dynamism for learners. These technologies could help teacher candidates to enhance their understanding of the students' learning and their knowledge of mathematical concepts. They also pointed out that there is more than one technological tool to represent mathematical concepts, and teachers' job is to find the effective one which makes the learning process easier for the students.

While they are dealing with the limit concept in their case study, Shivelya and Yerrick (2014) examined pre-service science teachers' preparation for inquiry teaching with technology in their case-study. They asserted that previous learning experiences and teaching placements support the idea that there is insufficient preparation for effective technology usage, therefore, more practices in real learning and teaching settings are needed (Shivelya and Yerrick, 2014). Pre-service

teachers should be aware of the usage of effective technological tools for their classes either by watching their teachers' use or by practicing them during the internship. The authors claimed that watching or practicing the use of technology in learning settings might improve teacher candidates' technological knowledge. Koehler and Mishra (2011) indicates that with the help of factors like culture, demographics, grade levels, individual teachers, and school-specific factors, we could be ensure that each learning and teaching situation are unique and so there is not just one single combination of technology, pedagogy and content which is applicable to every teaching setting. Therefore, qualitative studies needed to investigate different cases in different situations (Koehler and Mishra, 2011).

In addition, Erbas and Yenmez (2011) tried to understand the effects of using dynamic geometry software on students' achievement. To reach their goal, authors prepared an experimental research design with two groups. While one of the groups taught with dynamic geometry software, other group taught with direct teaching. As a result of their study, they found that experimental group was significantly high achievement scores. In this way, they supported the idea that using dynamic geometry software programs has an important positive effect on students' achievement in mathematics.

Moreover, Hähkiöniemi and Leppäaho (2012) investigated pre-service mathematics teachers' assessments of their students' learning and reasoning while they were using GeoGebra in their classes. Their study revealed that pre-service mathematics teachers have difficulty to use software program GeoGebra while trial and showing solutions. Hähkiöniemi and Leppäaho (2012) suggested pre-service mathematics teachers take courses related to effective technology use in classrooms. The authors of the study also proposed that micro-teaching or teaching experience during internship may help pre-service teachers to improve their technological pedagogical content knowledge. They thought that dynamic geometry usage of pre-service mathematics teachers affects students' success (Hähkiöniemi and Leppäaho, 2012).

2.5. Studies on 3-D Figures

As explained earlier, TPACK includes technology, content and pedagogy; and the main technologies focused in the study are dynamic geometry and virtual learning environments. There are different studies conducted to understand the pre-

service teachers' understanding of 3-D figures, and students' success in the concept of 3-D figures. In this section, those studies were summarized.

Ural (2011) created a scale of information in order to determine pedagogical content knowledge in three-dimensional objects. Then, he investigated pre-service mathematics teachers' criteria of dimension (length, width, height). His aim was to determine 2nd, 3rd, 4th-grade mathematics education students' criteria of dimension. In the study, familiar objects were given to the participants and they were asked to determine dimensions of those 3D objects. The results of his study indicated that pre-service teachers used the criteria of area-volume, the number of axes, length-width-height and plane-space position. The findings of Ural's study also show that none of the participants could establish correct and/or consistent criteria for three-dimensional objects.

Bozkurt and Koc (2012) conducted a study to investigate first-year pre-service elementary mathematics teachers' content knowledge of three-dimensional figures regarding the prism concept. They have found that teacher candidates have difficulty to understand prisms. They included that those pre-service mathematics teachers do not have sufficient knowledge to use mathematical language and so they are not good enough to define three-dimensional figures (Bozkurt and Koc, 2012).

Altaylı, Konyalıoğlu, Hızarcı and Kaplan (2014) investigated pre-service elementary mathematics teachers' pedagogical content knowledge regarding three-dimensional objects without adding technology theme of TPACK. The results of their study supported the idea that pre-service mathematics teachers feel partially sufficient regarding the concept of three-dimensional objects. Moreover, during the study, it was investigated that those teacher candidates have misconceptions on prism, pyramid and cone and they are not aware of some types of cone and pyramid, like truncated cone and truncated pyramid (Altaylı et al., 2014).

Another research related to 3D figures is Cakmak, Konyalıoğlu and Isık's (2014) recognition of geometric shapes. They tried to understand pre-service elementary mathematics teachers' content knowledge regarding three-dimensional objects taking drawing, defining, exemplifying, recognizing and spatial thinking sub-concepts of 3D figures into consideration. As a result, they found that pre-service mathematics teachers have difficulties to define and recognize geometric shapes at their content of three-dimensional objects. They claimed that pre-service

teachers are giving general descriptions and visual answers rather than clear definitions of 3D figures (Cakmak et al., 2014).

Gokkurt, Sahin, Soylu and Dogan (2015) examined pre-service mathematics teachers' pedagogical content knowledge regarding students' mistakes on the subject of geometric shapes. Their aim was to understand participants PCK taking three-dimensional figures as content. The findings of their study showed that pre-service teachers have difficulty to find students' mistakes of their verbal statements. Moreover, solutions suggested by pre-service teachers to eliminate those misconceptions are also not sufficient enough for eliminating students' difficulties of the concept geometrical shapes like prisms, cylinders, and undetermined 3D figures made up on unit cubes (Gokkurt et al., 2015).

2.6. Summary for the Literature Review

Over the last decade, technology has an important role while teaching geometrical concepts in mathematics (Graham et al., 2009; Koehler and Mishra, 2009). Tablets, computers and smart boards with Geometry software such as GeoGebra and Geometer's Sketch Pad exist almost in every classroom (Ceratto-Pargman & Milrad, 2016; Johnson et al., 2014). The important point is teachers' knowledge of using new technology in their classes (Balgalmis, 2013, Dogan, 2012, Bulut, 2012; Shivelya and Yerrick, 2014). Therefore, researchers started to try to find effective ways to use technology in classrooms (Lim, 2007; Richards, 2005; Richards, 2006; Wang & Woo, 2007). Do teachers have enough knowledge to teach with technology is still a question needed to be answered.

There are some studies focus on pre-service teachers' knowledge components (Bulut, 2012; Gokkurt, Sahin, Soylu & Dogan, 2015). However, they were mostly quantitative studies and their data collected at one time. Because of this, there is no implication of the process of the pre-service teachers knowledge change. Therefore, there is a need for the current trend study in which the data were not collected at one time. Thus, the findings of this study will add important implications about a pre-service teacher's technological pedagogical content knowledge development.

Even though there are studies about effectiveness of using Geometers' Sketch Pad (Bennet, 1999; Oztoprakçı, 2014), GeoGebra (Bakar et al., 2010; Akkaya et al., 2011) while teaching 2-D figures and using Cabri (Eryiğit, 2010;

Simsek and Yucekaya, 2014) and also while teaching 3-D figures, the focus of this study is not only about dynamic geometry tool as they did before but also about investigating TPACK change while teaching three-dimensional figures. In this study, a pre-service teacher's curriculum knowledge about three-dimensional figures, the instructional strategies used in classrooms-pedagogy knowledge- and the technologies she used during the teaching process -technology knowledge-, and their combination technological pedagogical content knowledge are investigated under Niess et al. (2009)'s four themes (curriculum and assessment, learning, teaching and access).

Currently, there are rapid improvements in technology. Today's pre-service teachers will be tomorrow's teachers and they should be taught about these improvements to be successful in their jobs (HEC, 2006). There are some technology courses taken by pre-service teachers while they are undergraduate students (HEC, 2006). There are also quantitative studies about pre-service teachers' development of TPACK; and their assessments of their own TPACKs, mentioned above. However, quantitative studies are not enough for explaining situations and processes in learning settings while teachers are teaching a concept. As they are mentioned above, there are also some qualitative studies and reviews (Balgalmis, 2013, Baran & Canbazoglu-Bilici, 2015) and they are suggesting more qualitative studies in different cases since qualitative studies explore naturally occurring phenomenon without an experimental invention (Yin, 2003) and focus on the particular case, not the general (Willig, 2008). Thus, there is a need for the current qualitative study to investigate a pre-service teacher's TPACK development process.

Other than these, investigating a pre-service teacher's technological pedagogical content knowledge will help teacher educators about the preparation of undergraduate and training programs. It also contributes to the literature on the technology integration of pre-service teachers in real classroom contexts. To sum up, there is a gap in the literature in connection with research focusing on the pre-service teachers' process of TPACK development during practicum and their teaching of three-dimensional figures. The result of such a work would contribute to the literature in order to observe the development of a pre-service teacher's technological pedagogical content knowledge.

CHAPTER 3

METHODOLOGY

In this chapter, the method of inquiry will be explained in detail. The methodology chapter of this study has nine sub-titles, namely, research design, the context of the study, participants, data collection, data analysis, role of the researcher, trustworthiness and credibility, quality and ethical issues, and lastly the limitations and assumptions of the study.

3.1. Research Design

The current study is a case study. A case study is an in-depth study of a particular situation and a method used to narrow down a very broad field of research into one easily researchable topic (Shuttleworth, 2008). It constitutes “an approach to the study of single entities, which may involve the use of a wide range of diverse methods of data collection and analyzes” (Willig, 2008, p.74). Creswell (2009) stated that a case study involves an up-close, in-depth, and detailed examination of the natural case, as well as its related contextual conditions. One of the benefits of using case study is that it can be pragmatic in approach exploring the context and generating data to inductively reveal understanding about how something is occurring in general. There is no manipulation or interruption, instead, the natural environment is observed. Another benefit of case study design is that different than quantitative methods, in case studies the context is important. It is suggested that the context of the case studies should be written clearly and in detail (Denscombe, 2003).

A descriptive case study attempts to explain unique nature of the case. Because the current study attempts to understand the case of a pre-service teacher in the practicum without making any manipulation, the descriptive case was selected as the design of the study. Case studies focus on a specific concept to reach an in-depth exploration of the specific cases (Yin, 2003), as the current study had. The study involves the observation of a pre-service teacher while she was teaching

the concept of different views of 3-D figures. Using descriptive case study techniques allows the researcher to study on the implementation process itself. Therefore, the researcher has a chance to observe the participant during practicum and to triangulate the observation notes with the interviews. Furthermore, the design seeks to develop a deep understanding of the change in a pre-service teacher's TPACK during practicum and it is a theoretical target in the research. It deepens the understanding of the phenomenon under investigation during the practicum (case of a pre-service teacher's TPACK change during the practicum). Because TPACK change is an ongoing process, the design might help pre-service teachers to reflect on their own practice and highlighting the details.

3.2. Context of the Study

In this qualitative case study, the purpose of research is to investigate how a pre-service middle school mathematics teacher utilizes her technological pedagogical content knowledge in real learning settings and how her TPACK changes during the internship.

The context of the study is Elementary Mathematics Education program of the Middle East Technical University and the collaborative middle schools of this program. The education language in the Middle East Technical University (METU) is English. Students had to pass one of these exams (IELTS, TOEFL, and METU Proficiency Test) to start their four-year education at the Elementary Mathematics Education (EME) program of the Education Faculty. The program has nine mathematics courses, seven mathematics and science teaching courses, three technology courses, five pedagogy related courses, and also six elective courses. These three technology courses are IS 100, CEIT 100, and ELE 329. IS 100 (Introduction to Information Technologies and Applications) is a must course that students have to take in the first year of their undergraduate education (METU General Catalogue, 2014). The IS 100 course aims to introduce the basic information technology concepts (expected to be used during their undergraduate studies in their respective disciplines, as well as during their professional lives) and, applications to all METU students and make all students both computer and information literate (Graduate School of Informatics, 2015). CEIT100 is a must course aims to teach Office tools and their applications. While students have the option of passing the exam and not taking the course for IS 100, all students have

to take the other courses in classrooms. Lastly, ELE 329 is the course related to “Instructional Technology and Material Development”. The course has two sessions, theory and laboratory classes. In the theory course, students learn the theories and relevant information that they can use in their projects. In the laboratory session, they plan PowerPoint projects and Excel projects, and they are getting used to using some programs like GIMP, those can be useful in their daily life (METU General Catalogue, 2014).

In addition to these technology courses, students might also support their technology usage by preparing PowerPoint and Excel presentations in the pedagogy and mathematics teaching courses like ELE 341 (Methods of Teaching Mathematics I), and ELE 342 (Methods of Teaching Mathematics II). Other than their own department, they also have the option to choose their elective courses from one of the technology or technology related courses from the departments of the Computer Education and Instructional Technology (CEIT), and the Secondary Science and Mathematics Education (SSME). Participant of the current study is a pre-service mathematics teacher who enrolls in this EME program and chose ELE 430 (Exploring Geometry with dynamic Geometry Applications) as an elective course. ELE 430 course aims to introduce GeoGebra software program to students. At the middle and at the end of the course, students were required to prepare GeoGebra projects in order to use either elementary or secondary mathematics education. The students enrolled in the course generally prepared projects those can be useful in their future job (METU General Catalogue, 2014).

3.3. Participants

This part of the study starts with the sampling procedure and general information about participants. It continues with the detailed information about the participant of the pilot and the main study, one by one.

According to Frankel and Wallen (2006), choosing a certain group of people who are available for study according to the needs of the study is a purposeful sampling. Furthermore, according to Creswell (2007) and Patton (2002), to get more information about the research question, it is important to select participants purposefully. In descriptive case studies, it is needed to describe the case without any manipulation. It was important for the current study to find a middle school in which students were familiar with the technology usage in the mathematics

classroom. Therefore, the participant was selected from pre-service middle school teachers who were doing the internship in the cooperating schools whose teachers and students were familiar with technology. Moreover, the participant of the study was selected from pre-service teachers who took elective technology courses so it was assumed that the participant has theoretical knowledge of technology integration. Thus, the researcher preferred to use purposeful sampling method in this study.

The pseudonym name of the participant of the pilot study was Elif, and participant of the main study was Deniz. The following parts of the study give detailed information about Elif and Deniz.

3.3.1. Elif- Pilot Study

Elif was the participant of the pilot study. Cumulative GPA of Elif is 3.07 out of 4.00. Her grade of ELE 329 (Instructional Technology and Material Development) is BA and grade of ELE 430 (Exploring Geometry with Dynamic Geometry Applications-GeoGebra) is AA. She was in one of the public schools in Ankara, during her first-term internship. She also passed IS 100 course successfully. She thought that she had enough technological knowledge that she could use any kind of technology in her classrooms if she had a chance to use. She added that even though she has enough knowledge to use technology herself, she is not totally sure whether she could use in the teaching settings effectively. In the pre-interview, she said she hoped not to face with any problem about technology while teaching. While she was doing her internship, she was preparing for the KPSS Exam of OSYM to be a recruit to a public middle school. Moreover, she was tutoring to middle school students in her free times.

All procedures of the main study applied in pilot study to get experience and to see the direction of the TPACK change if any. Elif prepared lesson plans as the main participant would do. Lesson plans of Elif (pilot) have 7 parts; grade level, learning and sub-learning areas, duration, materials, learning objectives, teaching methods, and sequencing of the lesson (before phase of the lesson [be sure task is understood, establish task expectations], during phase of the lesson, and after phase of the lesson). She also attended to the interviews before and after her lesson

implementations, her lessons were observed, and her implementations were recorded.

The pilot study has helped the researcher to review and improve interview questions. It also helped the researcher to improve the observation protocol. Moreover, the researcher has got the experience of using interviews and observation before the main study. It contributed to researcher's ability conduct the main study. The pilot study also provided some evidence of the TPACK change during school experience course.

3.3.2. Deniz

Deniz was the main participant in the study. Cumulative GPA of Deniz is 3.58 out of 4.00. Her grade of ELE 329 (Instructional Technology and Material Development) is BA and grade of ELE 430 (Exploring Geometry with Dynamic Geometry Applications-GeoGebra) is AA. She was in one of the public schools in Ankara, during her first-term internship. In her opinion, she could use Office Tools such as PowerPoint and Office Word effectively because of her experience during the courses she took in her academic life. However, she added that because she used Excel very seldom, she needs more experience on excel to use it in her classroom. She also considered the usage of virtual manipulative and dynamic and interactive software in her classes to enhance students' learning. She was tutoring to four students from the grades 5-8 during her university education. She was planning to work in a private middle school after graduation. Furthermore, she applied to the graduate program in the same program.

3.4. Data Collection Tools

The data were collected in the Spring Semester of the academic year of 2014- 2015 with two pre-service teachers. They were taught all objectives of the different views of three-dimensional figures to one seventh grade class, in which there are about twenty-five students. They preferred to teach this topic in the curriculum, which is the next topic at that time, in order not to affect teaching and learning plans of the school they were doing their internship.

Researcher met with the participants of the pilot and main studies and informed them about the aim of the study. The only thing they knew about the study is that they are required to plan four technology-based classes and implement those

in the cooperating school of their university while they were observed and video-recorded. Pre and post interviews with the pilot participant and observations of her implementations were to get experience as a novice researcher.

Two weeks before the main study, the researcher went to classes in which data will be collected, met with students and mathematics teacher, and observed the classes about two weeks. Lesson plans prepared by participant up to the third meeting. Pre-interview was held at the beginning of the study. After each implementation in class, the researcher met with the participant to learn more detailed information about her experience and TPACK level. Post interviews were conducted after each implementation. The last interview was held at the end of the study. The last meeting with the participant for member-checking to get informant feedback as respondent validation. While coding and getting themes, it helped to validate the data. Finally, two raters (researcher and the second rater) decided on the participant's TPACK levels independently and then they met to compare their findings and decide on TPACK levels.

Table 1 on the next page shows the summary of data collection procedures of this study.

Table 1. Data Collection Procedures of the Study

Data Collection Procedures	Implications
Pilot study	<ul style="list-style-type: none">- Meeting with the participant- Conducting pre and post interviews- Observing 4-hour lesson implementations
Meeting with the main participant	<ul style="list-style-type: none">- Getting to know each other- Informing about the aim of the study- Signing of Informed Consent Forms- Planning for the next meeting
Meeting with students	<ul style="list-style-type: none">- Observing the natural learning setting
Meeting with the participant	<ul style="list-style-type: none">- Checking lesson plans- Conducting the pre-interview
Video-recording & Observation	<ul style="list-style-type: none">- Video-recording of four implementations- Taking field notes during observation- Conducting post-interviews after each lesson
Last meeting with the participant:	<ul style="list-style-type: none">- Conducting post-interview at the end of the study- Member-checking to get informant feedback
Meeting with the second rater:	<ul style="list-style-type: none">- Determining the TPACK levels

The data of the study were collected through the different resources; interview, observation, and lesson plan.

3.4.1. Interviews

An interview is an interactional relationship, both informant and interviewer are engaged in (Kvale, 1996). Interviewer's intent is to understand informants on their own terms and how they make meaning of their own lives, experiences, and cognitive processes (Brenner, 2006). In the current study, semi-structured interviews were used to identify a pre-service teacher's TPACK in more detail. There were two types of interviews with the pre-service teacher. *The first interview* was semi-structured and conducted prior to the beginning of classroom

observations to investigate the pre-service teacher's TPACK level at the beginning of the study. It focussed on the different components of TPACK. There were questions covering all seven components of TPACK (CK, PK, TK, PCK, TCK, TPK and TPCK). During the interview, 4-5 questions dealing with each of the components of TPACK asked to investigate participant's TPACK. Also, the participant talked about her plan for the classroom implementations while answering the questions. Table 2 shows some example questions from pre-interviews, about all components of technological pedagogical content knowledge. The combination of these components creates TPACK themes of Niess (2005). As it was explained in definitions of the important terms, the combination of the content knowledge and technological content knowledge components of TPACK creates curriculum and assessment theme; the combination of pedagogical knowledge, pedagogical content knowledge and technological pedagogical knowledge components of TPACK creates learning dimension, the combination of content knowledge, pedagogical knowledge, technology knowledge, pedagogical content knowledge and technological pedagogical knowledge components of TPACK creates teaching dimension, and, finally, the combination of technology knowledge, technological pedagogical knowledge and technological content knowledge components of TPACK creates access theme. Table 2 shows example questions for TPACK components.

Table 2. Example Questions for TPACK Components

TPACK Component	Example Question
CK	What are the objectives of the concept different views of 3D figures at the middle school mathematics curriculum? (mathematical content knowledge)
PK	How do you plan to evaluate/assess students' learning levels during the courses? How do you organize your lesson plans for students at different learning levels?
TK	What challenges do you face while learning and applying new technologies (hardware, software) you encounter? How do you cope with these challenges?
PCK	What could be the misconceptions of students in the concept different views of 3D figures? What methods do you plan to use for eliminating these misconceptions which students might encounter?
TCK	Which technologies (dynamic software, applications, virtual manipulative) do you plan to use while teaching different views of 3D figures? Why do you think these technologies are effective?
TPK	How do you decide on the technology which makes your teaching method more effective? How adequate do you see yourself in the selection of this technology? Why?
TPACK	What are the benefits of using technology, on the topic of different views of 3D figures, in your teaching experience and students' learning?

The second interview type was again semi-structured and conducted at the end of the participant's teaching experience to investigate the change in the TPACK level at the end of the study. Before each post interview, the participant watched her related experience. After watching her own experience, the pre-service

mathematics teacher was asked to comment on her own implementations, her teaching, and students' learning. She was asked to comment on the reasoning and thinking of her behaviors and her feelings in their technology-based classrooms. Furthermore, quotes from her pre-interviews were read and the interviewee's perceptions about whether she achieved her goals for teaching the concept and her usage of technology were asked (Appendix F and Appendix G).

All interviews were face-to-face and semi-structured and they were conducted consistent with the participant's lesson program. Interviews were conducted in the Faculty of Education in which the participant was studying. Extended wait time was observed and guiding questions and hints were avoided during interviews. Questions were repeated when necessary. All interviews were audio-recorded and then transcribed for analysis. The duration of interviews were about 90 minutes.

3.4.2. Observation

Observation is a research method in which the researcher directly observes and interprets behaviors rather than relying on what people say they did. It is often used as a method of case study research and allows the exploration of naturally occurring phenomena (Yin, 2014). The aim of the observations in the current study is going into in-depth analyzes of the TPACK dimensions of the participant to investigate how effective they are used in the classes. The participant was observed during the practicum and her actions were recorded as field observation notes. She taught all objectives of the different views of 3-D figures to the same class. Lesson plans were used as check-list during observation. Moreover, as Creswell (2007) suggested observation protocol with two parts (descriptive and reflective) were used. In the descriptive part, notes related to the classroom environment, pre-service teacher's purpose of technology usage, reactions of students and problems related to technology were noted. In the reflective part, reflective field notes were taken related to researcher's reflections on participant's use of technology and his/her TPACK change. Then, the observation protocol piloted in the same setting and necessary improvements were done. After the revision, the final version of the observation protocol was formed. Furthermore, there was another observer during the lesson implementations for validity and reliability purposes.

3.4.3. Documentation

In addition to interviews and observation, a pre-service teacher was asked to prepare 4-hour lesson plans, and activity sheets to teach the concept different views of 3-D figures in geometry primarily with GeoGebra 3-D. Participant of the study also prepared GeoGebra activities and chose online mathematics software pages that could be useful to teach the concept of different views of 3-D figures. Participant's lesson plans and activity sheets were based on the Turkish Elementary Mathematics Program. Two objectives of the same concept chosen by her; and she prepared lesson plans and activities accordingly.

Lesson plans of Deniz include 8 parts, grade level, learning and sub-learning areas, duration, materials, learning objectives, teaching methods, pre-requisite knowledge, and sequencing of the lesson (starting, middle and ending). In addition, Deniz wanted to add pre-requisite knowledge of the students to her lesson plan template.

Participant of the study also required preparing activity sheets to support their GeoGebra activities. She included descriptive information of activity and questions planned to be solved using GeoGebra file. During the implementation, the participant has distributed activity sheets to the students and students are expected to answer them to the given isometric or squared papers. The pre-service teacher's answer sheets, students' answers, lesson plans and activity sheets, and GeoGebra files were collected as documents (Appendix B, Appendix C, Appendix D and Appendix E).

3.5. Data Analyses

Data were analyzed using qualitative methods. Data sources of the current study were interview transcriptions, videotape recordings of the implementations, observation field notes and documents compiled from the participant. In this section, data analysis of the current study was clarified.

The first data source of the current study was an interview. In order to analyze interview data, open coding was used. Interviews were transcribed and read several times. Then, they were translated into English. Important sentences were identified to be used for further explanation. Coding and sorting were used to analyze the data collected through interviews. The data organized according to four

themes, which were curriculum and assessment, learning, teaching, and access. Pre-service teacher's comments on her own implementations (interview transcriptions) were read and actions of the participant supported by her own wordings.

Videotapes, as the second data source, were watched numerous times and participant's actions in each classroom implementation were noted. Then, participant's actions in the videotape recordings -noted by the researcher- compared with the descriptors in the Niess et al. (2009)'s mathematics teacher TPACK standards and development model rubric. This rubric was used to evaluate participant's performances in classroom implementations. The same procedure was done independently by two raters. The second rater was the mathematics teacher of the cooperating school having Ph.D. in the same program with the researcher. He also rated the classroom implementations of the participant.

The third data source of the current study was documentation. Lesson plans, activity sheets, and GeoGebra files were the documents used in document analysis. Parts of the participant's lesson plans were explained in the data collection section. Lesson plans, activity sheets, and GeoGebra files used to triangulate data gathered from interviews for the participant's each classroom experience. They were used as checklists to determine how much of the goals achieved by the participant. These data were also used to prepare post-interview questions. Content analysis procedures were used to provide evidence with TPACK dimensions.

As it was mentioned in the literature review, to analyze data, Niess et al. (2009)'s TPACK development model (TPACK Framework) was used. In other words, TPACK Levels Rubric of Niess was used for the data analysis of the current study (see Appendix A). Recognizing, accepting, adapting, exploring and advancing were five levels of that can be used to assess the pre-service mathematics teacher's TPACK. The model's usage of descriptors and examples for each of the levels helped the researcher to decide on the levels of the participant in different lesson implementations. The data collected from interviews, documentation and observation were compared with the descriptors and examples, and then, the level of the participant was decided. This framework allowed the researcher to identify the dimensions of the teachers' knowledge according to four themes (curriculum and assessment, learning, teaching and access) and descriptors related to those themes. The Table 3 below shows these four themes and related descriptors.

Table 3. Descriptors for Major Themes in the Mathematics Teacher TPACK Development Model (Niess, 2008)

Theme	Descriptors
Curriculum and Assessment	<ul style="list-style-type: none"> • Curriculum, the treatment of the subject matter • Assessment, assessing the students' understandings
Learning	<ul style="list-style-type: none"> • Focus on subject matter (i.e., learning of mathematics topics) • Demonstration of conceptions of how students learn (i.e., development of students' thinking skills)
Teaching	<ul style="list-style-type: none"> • Focus on subject matter (i.e., learning of mathematics topics) • Instructional approaches • Classroom environment • Professional development
Access	<ul style="list-style-type: none"> • Usage (whether or not students are allowed to use technology) • Barriers (how teachers address barriers to technology integration) • Availability (how technology makes higher levels and more mathematics available for investigation for greater numbers of more and more diverse students.

According to the aim of the study, the participant of the study prepared 4-hour lesson plans to teach the concept different views of 3-D figures in geometry. It is aimed to understand the difference, if any, in the TPACK levels of a pre-service mathematics teacher during the implementation of these 4 hours lessons and to investigate the development of a pre-service middle school mathematics teacher's TPACK during the practicum.

3.6. Trustworthiness of the Study

There are many frameworks to evaluate the trustworthiness of qualitative data (Guba, 1981, Lincoln & Guba, 1985). Credibility, transferability, confirmability, and dependability are main indicators of trustworthiness for a qualitative study (Guba, 1981). Writing down the strategies to establish extensive understanding is important for case studies (Baxter & Jack, 2008). The strategies of this study for establishing these indicators explained below in detail.

Credibility: Credibility is the internal validity of qualitative studies. It involves the answer to the question, how credible or believable the results of the qualitative research are (Trochim, 2006). While interpreting the results, the researcher should obviate the biases. There are numerous ways of establishing the credibility of the data. To deal with credibility peer examination, prolonged involvement of the participant, member checks, and triangulation techniques were used in this study.

The first strategy used in the study was peer evaluation. The researcher worked with two associate professors to discuss the analysis of the study. Interview transcripts and video recordings were evaluated with the associate professors. They listened to the opinions and the evaluations of the researcher. The second strategy used to ensure credibility was prolonged involvement of the participant. The participant of the current study had been doing their internship in the schools for three months. She was familiar with the students and the teaching environment in the classroom. Before the current study, she taught and covered different topics in the same school. Then, she commented on her own teaching and she wrote reflections in a school experience course. The third strategy used for credibility was member-checks. Member-checking is another technique for establishing the internal validity of an account in case studies. This is (Merriam, 1998) “taking data and tentative interpretations back to the people from whom they were derived and asking them if results are plausible continuously throughout the study” (p. 204). As Cohen and Crabtree (2006) pointed out that all data, interpretations, and conclusions are being tested with the participant of the study from whom the data were gathered. It is thought that the participants are the best judges of the credibility of the results (Trochim, 2006). Member-checking used in this study to get informant feedback as respondent validation after writing transcriptions of the interviews while interpreting data. Lastly, triangulation techniques used to increase the credibility of

the data. According to Merriam (1998), one of the six strategies to enhance internal validity is called as triangulation. In the current study, two types of triangulation were used. During the investigations (classroom implementations of the participant), there was also another researcher for observation in order to decrease researcher's intrinsic bias. This specific type of strategy is called as investigator triangulation. In addition to investigator triangulation, as Patton (2002) suggested data triangulation strategies were also used in this study. To answer the research questions, multiple sources of data were reviewed. Interviews, video-recordings, field notes and documentation (lesson plan and activity sheets) were used to decide on pre-service teacher's TPACK levels in different implementations. Interpretations were made from multiple different sources.

Transferability: Transferability is the external validity of qualitative studies. It involves the answer to the question, to what extent the results of the study can be generalized (Trochim, 2006). First of all, the aim of this qualitative study is not a generalization of results. On the other hand, member check-bucks were used for transferability. They are important in qualitative studies to improve transferability and to provide an opportunity to summarize and assess findings of the data collected. Furthermore, detailed information about the context and the assumptions were explained so that one can compare this study with other studies. Because it is known that the qualitative researcher can improve transferability by doing a thorough job of describing the context and the assumptions that were central to the research context and the assumptions that were central to the research (Trochim, 2006). If other researchers would like to transfer the results of this study to a different context, it is their responsibility to make the judgment of how sensible the transfer is.

Confirmability: Confirmability is the objectivity of qualitative studies. It involves the answer to the question, how objectively the study findings were supported by data (Merriam, 1998). It is tended to assume that each researcher brings a unique perspective to the study, in qualitative research. Confirmability is important in qualitative studies to enhance objectivity and to minimize researcher bias (Trochim, 2006). The role of the researcher for this study is explained in detail to decrease the effect of researcher bias. The aim is to make readers agree with the conclusion of the study. There should not be any contradiction or uncertainty about the findings

of the study. For this purpose, a pre-service teacher's TPACK levels decided based on the TPACK levels rubric, namely, Mathematics Teacher TPACK Standards and Development Model, developed by Niess and her colleagues in 2009.

Dependability: Dependability is the reliability of qualitative studies. It involves the answer to the question how researchers can repeat the study, in other words, whether we would obtain the same results if we could observe the same thing twice. It aims to minimize errors in data collection and data analyzes of the study and it helps researchers to replicate the study. For this purpose, data collection and implementation methods explained in detail for the current study. Interview dates and lesson implementation dates were recorded in the researchers' daily journals. Demographic information of the participant, daily observation notes and informal conversations with the participant were recorded in the journal. Furthermore, lesson implementations were videotaped and videos were watched numerous times to evaluate the TPACK level of the participant objectively. Interviews were audio-taped and they were transcribed by the researcher.

3.7. Quality and Ethical Issues

The researcher applied to the Research Center for Applied Ethics at the Middle East Technical University to obtain required permission. After getting permission from the university, the researcher applied to Turkish Ministry of National Education ethical committee to obtain permission for the research in one of the private schools in Ankara. According to both of the committees, there are no known risks of this study on the participant by mentally or physically. After the all necessary permissions, the researcher started to collect data.

Some procedures were prepared in the study to protect rights of informants. Informed consent forms, which were prepared to inform subjects of the study, were signed by the participant and the researcher. The participant voluntarily attended to the study knowing that anytime she could quit the study. For this purpose, the document (Informed Consent Form, see Appendix K) was used. The participant was guaranteed about her anonymity. At the end of the study, the pseudonym name of the participant was used for anonymity, which was guaranteed at the beginning of the study (Creswell, 2007). The information gathered via interviews and

observations was used only for the research purposes and data they provided kept as confidential.

3.7.1. Researcher Role

According to Merriam (1998), it is important to give information about researcher's role in qualitative studies. The researcher tried to be objective about the usage of technology in classes to minimize researcher bias. The researcher met with students and attended their courses starting from two weeks before the observations began so that students would not be affected from the researcher during the observation and video recording. The camera was at the back side of the students, again, so that students were not affected and behave as usual. The researcher introduced herself and explained the aim of the study to the students. She also explained that the data will not be collected from students, and students will not be evaluated at any part of the study.

Furthermore, usage of researcher's personal ideas on dynamic geometry integration in classrooms was avoided while data collection and data analysis. All of the lesson implementations were video-recorded and all interviews were audio-recorded to minimize researcher bias. It is important to say that the researcher was in continuous contact with the participant during the study. She observed the participant and took field notes during classroom implementation of the participant as non-participant observer. She also conducted interviews with the participant before and after the classroom implementations. Finally, it could be said that informal discussions prior to and following an observation were helped the researcher to understand participant's beliefs and feelings.

3.8. Limitations and Assumptions of the Study

3.8.1. Limitations of the Study

According to Frankel and Wallen (2006), using non-random sampling method limits the generalizability of research. However, the aim of the case studies is not to generalize but to explain the case in more detail than the quantitative studies. The participant of this descriptive case study selected from the senior pre-service teachers of the elementary mathematics education program in one of the large public universities in Ankara and purposeful sampling method is used to choose the sample according to the needs of the study. This study requires

classrooms those have the technology of smart-boards and related software packages of smart boards, Internet access and licensed GeoGebra 3-D. For this purpose, the participant doing an internship in one of the middle schools having required technology was chosen. Therefore, the data is limited with this school.

There was not any interaction between participants and researcher. The researcher tried to be objective throughout the study. Even though it is tried to be objective, it might possible to see researcher bias because the researcher was coordinator and facilitator of the study. Moreover, the technology was limited with dynamic geometry (GeoGebra and virtual manipulatives). Office tools and smart board were used as assistive devices to use GeoGebra and virtual manipulatives. The content was limited with the different views of 3D figures in the seventh grade. Furthermore, 4-hour lesson implementations were observed for the study so time could be seen as a limitation. The participant did not have enough time to practice more. Lastly, the participant of the study was limited to a pre-service mathematics teacher. Therefore, it is suggested to replicate the study in different contexts with more participants.

The content was limited with the different views of 3D figures in the seventh grade. It might be said that the concept could be seen as more appropriate to use various technologies than some other concepts in mathematics. Thus, it is a limitation and a replication of this study with different contents might be suggested.

3.8.2. Assumptions of the Study

It is assumed that Koehler and Mishra's (2006) Framework with Niess et al.'s Mathematics Standards Model (2009) is explanatory framework/model for TPACK change, therefore, this study will use their sub-components of TPACK to better analyze the pre-service teacher's TPACK. It is also assumed that private schools have better facilities about technology having smart boards and computer in each class than public schools. This is the reason for choosing one of the private schools in Ankara. Lastly, it is assumed that the participant of the study is not affected from the researcher during both in classroom implementations – observations- and in interviews.

CHAPTER 4

FINDINGS OF THE STUDY

4.1. Pre-service Teacher's Implementations

In this section findings of the case of Deniz is presented. Each lesson implementation of Deniz explained according to four themes of Niess et al. (2009). At the end of the chapter, findings of the study were summarized. She taught the concept different views of three-dimensional figures to a seventh-grade class with twenty-three students. Change in the TPACK level of Deniz during the 4-hour implementation process is explained using four themes of TPACK (curriculum and assessment, learning, teaching and access) in detail.

4.1.1. 1st lesson implementation of Deniz:

Curriculum and Assessment:

In this lesson, even though she taught the objective *students will be able to draw two-dimensional views of three-dimensional figures*, she did not explicitly stated objective of the lesson for her 1st implementation to the class. Deniz used a power-point presentation at the beginning of the class to encourage students to discover different views of 3-D figures which she prepared before coming to the classroom. Then, she used office word, to convert different views to the 2-D dimension by asking questions to the students. As she mentioned in the interview, she was feeling confident while she was using office tools in her implementation. The reason for this confidence with her words is that as she used office tools in her undergraduate courses, she was experienced to use them. Deniz added in the interview that

I am using technological tools in my courses carefully because I am not a digital native who was born into the technology. However, I do not feel I have a lack of knowledge about using

technology in my classrooms. I think that some middle school students are learning better with technology. In one of my projects, I realized that even some university students are learning better with the help of technology. In my opinion, the effect of using technology on students' learning in middle schools is more than the effect of using technology on students' learning in universities.

To illustrate, in her first lesson implementation, she used the smartboard to show word-document she prepared for classroom implementation and concrete materials to teach the concept. At the post-interview after 1st implementation, she said that she found it useful to use unit cubes for students to understand the 3D figures if we integrate technology into concrete material like showing virtual manipulatives using office word documents. She added that

At the beginning, I was planning to use GeoGebra, however, at the class I realized that students liked the concrete material and smart board interaction. ... I wanted to see all students' constructions with unit cubes. After all, students showed their answers, I used office document to show the correct answer and then, continued to the next question. When I think about whether we used technology in class effectively, we really did. Giving unit cubes and showing prepared office word document related to questions made all students work on the problem and all students constructed the figures which I wanted at that time.

Therefore, her performance was consistent with the third level which is adapting level for the curriculum descriptor, which is one of two descriptors of the curriculum and assessment theme. In the adapting level of the Niess' rubric, it is expected from pre-service teachers to *understand the benefits of the technologies as tools for teaching and learning the mathematics curriculum*. In her case, Deniz explains that she is aware of the benefits of using office tools and interactive white board in the class.

The second descriptor is about assessment. In her first implementation, she asked students to solve problems on the smart board to see whether they understand

the problems. She helped them to draw figures by asking guiding questions. Her questions were in a sequential order, from the easiest to the hardest. She also prepared her questions in a way that students could answer them using unit cubes. She allowed students to use unit cubes while drawing figures to their papers. She showed all of the answers on the smart board. She did not feel any hesitation to show answers of the questions on smart board using office tools as technologies while students were answering the questions (by drawing figures to their papers) which will be graded by her after the classroom session. Hence, as the framework indicates, her performance was consistent with the adapting level for the assessment descriptor.

Learning:

In the rubric of Niess et al. (2009), there were two descriptors in this theme. The first descriptor is about mathematics learning. In the first class, Deniz preferred to use Office tools (PowerPoint Presentation and Office Word) in her implementation. She used PowerPoint Presentation herself to take students' attention to the lesson at the beginning of the lesson. Then, she asked students to solve questions prepared by her in the Office word document. Students came to the smartboard and they solved the questions by drawing the answers to the Office word document. The only tool she used in her first implementation is the office tools, specifically PowerPoint presentation and Office word document. It can be said that she started making students explore the topic of 3-D figures in mathematics using one technology. Through the first classroom implementation, the performance of Deniz was consistent with the adapting level. As Niess et al. (2009) indicates, in the adapting level, pre-service teachers *"begins to explore, experiment and practice integrating technologies as mathematics learning tools. For example, students explore some mathematics topics using technology"* (p.21).

The second descriptor is about the conception of students' thinking. During implementation, she asked from students to answer the questions on the smart board. To assess student thinking, she used activity sheets having the same questions which she showed on the smartboard to solve. She checked students' answers on the activity sheets. She reminded students that activity sheets of the students will be collected at the end of the class and she collected them to assess students' performance. As Niess et al. (2009) stated, in the adapting level of learning theme, pre-service teachers *"begin developing appropriate mathematical*

thinking skills when technology is used as a tool for learning. To illustrate, although students use technology for most topics, assessing student thinking remains mostly technology-free” (p.21). Deniz used technology while teaching; however, the assessment was paper-based and technology free. Therefore, Deniz’s performance for this conception of students’ thinking descriptor of the learning theme was consistent with the adapting level.

Teaching:

There were four descriptors in the theme of teaching; mathematics learning, instruction, environment and professional development. Teaching theme is mainly related to instructional strategies used in the technology enhanced classroom and the professional development of the pre-service teachers. The performance of Deniz was consistent with the adapting level. As Niess et al. (2009) stated, in the adapting level of teaching theme, *“pre-service teachers use technology to enhance or reinforce mathematics ideas that students have learned previously and they mimic the simplest professional development activities with the technologies but attempts to adapt lessons for his/her mathematics classes”* (p.22). As it is mentioned, she used only office tools in her first classroom implementation. After starting with a PowerPoint presentation, she continued with the questions which are prepared by her in Office word document. At the interview, she said that *“Actually I planned to use GeoGebra in the first implementation. However, during class, I thought that using unit cubes are more appropriate than using dynamic geometry because I thought students like concrete manipulative.”* As she mentioned she preferred not to use one more technology (in addition to office tools-power point and office word) to continue her classroom. She taught that using concrete material and using office tools -power point and office word- were enough engaging for them to learn necessary learning objectives. As the example in the adapting level of the Niess et al.’s rubric (2009), she *“continued to learn and explore ideas for teaching and learning mathematics using only one type of technology”* (p.22).

Furthermore, even if she asked help for students to solve problems on the smart board, her implementation was mainly teacher directed in order not to lose the control of the classroom. In the pre-interview before her implementation, she commented on this. She said that:

If I were their real mathematics teacher, instead of a pre-service mathematics teacher doing internship in their school, I would feel that I could control the classroom more easily. I am feeling scared to lose the control of the classroom the most, I hope I could handle this problem.

She also added that:

However, after graduation, while being class's own teacher, there will also be cases which I may live difficulty to teach. For example, there might be hyperactive students. I faced with such a case during my practicum last term and I realized that class's mathematics teacher was ignoring those students' misbehaviors in order to continue his teaching.

According to Niess et al. (2009), "*instructional strategies with technologies are primarily deductive, teacher-directed in order to maintain control of the how the activity progresses*", in the adapting level (p.22). That is, the pre-service teacher has the control of technology to provide effective classroom management. Therefore, Deniz's performance for this descriptor is consistent with the adapting level in her first implementation.

Access:

There were three descriptors in the theme of access; barrier descriptor, availability descriptor and usage descriptor.

Barrier descriptor is mainly related to how teachers address barriers to technology integration. Deniz thought that linking cubes are the most appropriate tool for her particular tasks designed by her for the first classroom implementation. Students constructed the figures using linking cubes. She prepared activities using office tools and showed those using the interactive whiteboard to take students' attention to the tools she distributed. As Niess et al. (2009) stated, "*Concepts are taught differently since technology provides access to connections formerly out of reach*" in the adapting level of barrier descriptor of the adapting level (p.24). Therefore, this is an evidence for her being in adapting level.

Availability in the rubric means how technology helps students reach higher levels and provides more mathematics available. Deniz assessed students' learning by giving one by one immediate feedback to their constructions saying

either correct or please, try again. She asked students to put their hands up and to show their constructions for each question. She engaged students to actively attend to the classroom activities. As Niess mentioned, in the adapting level of the rubric (2009), “*concepts learned with technology are not assessed with technology*” (p.24) in Deniz’s classroom implementation.

Usage descriptor covers whether or not teacher allowed students to use technology in the classroom. Deniz used the technology of PowerPoint presentation herself to introduce the concept of 3-D figures. After exploring the main points of the concept with the students, she allowed students to answer the questions on the smartboard -using the technology-. In other words, she preferred to teach the concept herself at the beginning the classroom, then she gave a chance to students to answer the questions using the technology. Therefore, her implementation was consistent with the adapting level. Niess indicated in adapting level that pre-service teachers “*permit students to use technology in specifically designed units. Access to and use of technology is available for exploration of new topics*” (p.24). To state differently, pre-service teachers allow students to use technology in some parts of the lesson, e.g. at the beginning or at the end.

4.1.2. 2nd lesson implementation of Deniz:

Curriculum and Assessment:

In her lesson plan, Deniz explained curriculum objectives of her second implementation as *students will be able to draw two-dimensional views of given three-dimensional figures.*

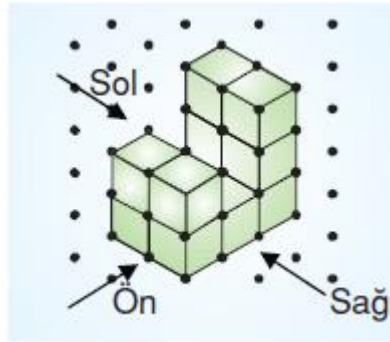
In the second lesson implementation, she used GeoGebra as a technological tool for learning to enhance students’ learning of the concept different views of three-dimensional figures. She constructed 3D figures, which she had prepared a plane representation of them using Office word document. Then, she rotated the figures which she constructed in GeoGebra during the class to make students visualize and to enhance their 3D thinking. In the post interview after 2nd implementation, she explained her opinions about using GeoGebra and her aim with these words:

GeoGebra was really useful in this class. I drew the figures, and I rotate the figures which I drew. GeoGebra gave me a chance to rotate my drawings. Therefore, I had a chance to help students' investigation of three-dimensional figures by rotating them.

In addition to the plane representation of solids which were on the paper and simultaneously on the smartboard, Deniz preferred to use 3D illustrations of a dynamic geometry software to reach the goal of Turkish Mathematics Curriculum which she wrote to her lesson plan. Therefore, Deniz's performance for curriculum descriptor was consistent with the exploring level. Deniz's level for curriculum descriptor increased from adapting level to exploring the level. Niess et al. (2009) declares that pre-service teachers "*investigate the use of topics in own curriculum for including technology as a tool for learning; seeks ideas and strategies for implementing technology in a more integral role in the development of the mathematics that students are learning*" (p.20-21), in the exploring level of the curriculum descriptor of curriculum and assessment theme. That is, Deniz clearly stated curriculum objectives and integrated technology (GeoGebra and Office tools) to teach drawings of given three-dimensional figures' two-dimensional views.

In her classroom implementation, she asked students to solve the problem on the smartboard to assess their learning. Similar to her first implementation, she asked students to draw figures to their papers (activity sheets distributed by her) which will be graded by her. She chose different web sources to use in her implementation. Before coming to the second implementation, she transferred an SBS (standardized exam for middle school students) question from MoNE web-site to the Office word. She attached the question as an enhancement to her lesson plan.

Specifically, she wrote to her lesson plan that she found an SBS question from the official web-site of Ministry of National Education. The following is the SBS question which she integrated to her class.



Which one of the following is the right view of the figure above?

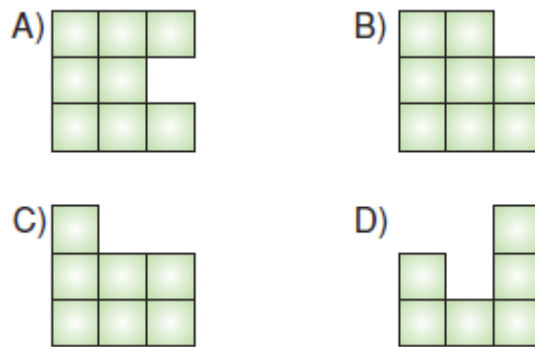


Figure 2. Implementation Photo 1

She asked this question at the end of the class to assess students' learning. Thus, Deniz's performance for assessment descriptor was consistent with the exploring level in the second lesson implementation. Deniz's level for assessment descriptor increased from adapting level to exploring level. In exploring level of assessment descriptor in Niess et al. (2009)'s rubric, it is said that pre-service teachers *actively investigate the use of different types of technology-based assessment items and questions (e.g., technology active, inactive, neutral or passive)* (p.20-21). In this case, the pre-service teacher used some questions from different websites and add them to their natural classroom settings.

Learning:

Through the second classroom implementation, Deniz preferred to use Office word and GeoGebra in her implementation. She used Office word to show questions to students. She also distributed activity sheets which have the same

questions with the word document. She explained the questions and then, she asked students to solve questions prepared by her on the smart board.

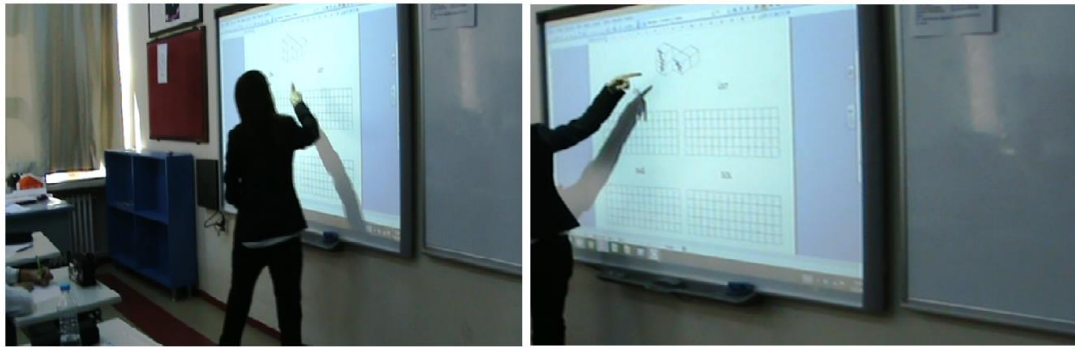


Figure 3. Implementation Photo 2

Students came to the smartboard and they solved the questions by drawing the answers to the Office word document.

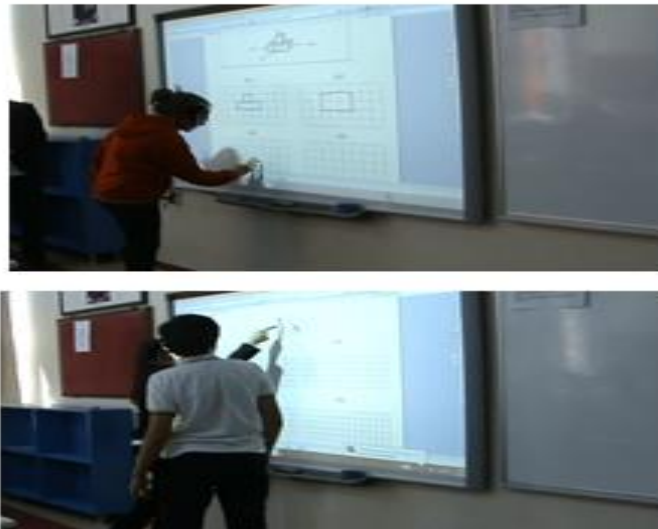


Figure 4. Implementation Photo 3

Furthermore, she practiced integrating GeoGebra to her classroom implementation. She constructed all the figures on the word document using GeoGebra. The photos, below, show some of the GeoGebra constructions of Deniz from her second lesson implementation.



Figure 5. Implementation Photo 4

Thus, in the second classroom implementation, the performance of Deniz was consistent with the adapting level. Deniz's level of learning remained at the adopting level in first learning descriptor of the learning theme, which is about mathematics learning. That is, she was at the same level with her previous implementation. In the adapting level, pre-service teachers start to explore, try to integrate new technologies into their mathematics classes to enhance students' learning.

Throughout her practice, she requested from seventh-grade students to draw the answers of the problems using the smart board. She controlled students' answers on the activity sheets to evaluate their thinking. She reminded students that she will gather activity sheets of them at the last moment of the lesson. She collected the sheets to evaluate students' thinking and to investigate the points misunderstood. Therefore, when we think of the second descriptor in the adapting level, which is about the conception of students' thinking, Deniz's performance for this descriptive was consistent with the adapting level. Niess et al. (2009) maintain that, in the adapting level, pre-service teachers start developing some mathematical strategies to integrate technology into their classes. For example, even though students are allowed to use technology in some parts of the class, they are not assessed by technology at the end.

Teaching:

Teaching theme is mainly related to instructional strategies used (as explained above), which belongs to the technological pedagogical knowledge (TPK) of the pre-service teachers. In detail, it is related to pre-service teachers' ability to choose an appropriate tool for particular tasks designed by them, their strategies of using that tool (preparing notes before implementation, practice etc.) and their ability to apply those strategies during implementation. While Deniz preferred to use only Office tools as a digital technology in her first classroom experience, she used both Office tools and GeoGebra in the second classroom implementation. She did not use concrete materials which she used in her first implementation. She said in the post interview after 2nd implementation that

I was planning to use linking cubes during the second classroom implementation for students to make their own constructions. I prepared my plan accordingly. However, after my first class, I realized that students may play with the cubes instead of using them as learning tools. I assessed their learning looking at their construction with the linking cubes. I saw that their answers are generally correct. Then, at the second implementation, I directly passed to the second technology which is GeoGebra.

Deniz pointed out that GeoGebra is more complex than the concrete materials. Therefore, using data from observation protocol, it could be said that she needed to check students' learning levels before the usage of GeoGebra. Then, she used GeoGebra through her second lesson. Specifically, for example, she showed Figure 6, below, and then the figure was constructed by her using GeoGebra. At the end, students were asked to draw the figure from different directions with and without the cube A.

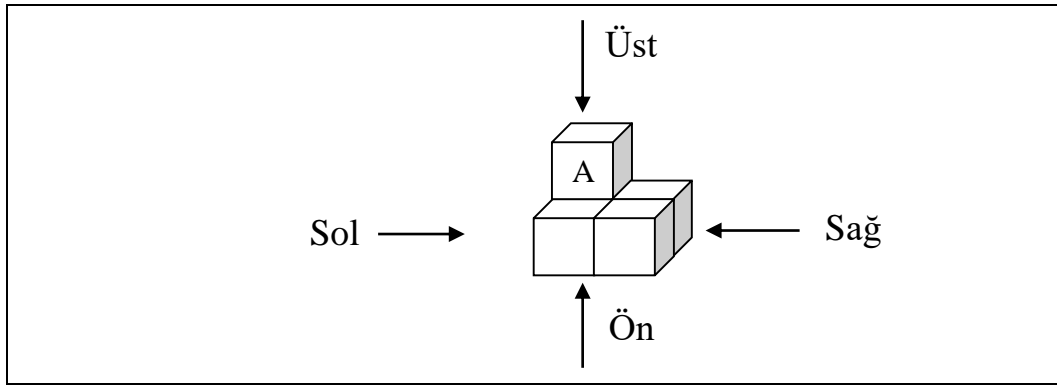


Figure 6. Example Drawing Question 1

The dialogue between Deniz and students:

Deniz: What happens to the views if we remove the cube A?

Student A: The view from up will not change.

Deniz: What about the view from the front?

Students B: Looks like two cubes will be seen.

[Majority of the students discussed the question, there were many voices.]

Deniz: Let me draw this using GeoGebra. [She constructed the figure in 10 seconds.] Do you think the figure you've seen on your papers similar this one?

Student C: Yes, they are the same. [Deniz used rotation tool of GeoGebra and showed different views of Figure 6 to students. Then, she removed the cube A.]

Deniz: Did the view from front change after removing A? [She rotated the figure and showed the front view.]

Students: Yes.

Deniz: What about the view from up? [She rotated figure and showed the upper view.]

Students: No.

Deniz: What happened to view from right?

Students: Remained as the same.

Deniz: From left?

Students: Same again.

In her classroom implementation, she used GeoGebra as an instructional tool after trying concrete material in her first implementation. She also used questioning [e.g. see the dialogue above] as an instructional strategy and asked the answers of the questions to the class to increase students' participation in classroom activities. Thus, Deniz's level for teaching descriptors increased from adapting level to exploring level. The performance of Deniz was consistent with the exploring level. As Niess et al. (2009) stated, in exploring level of the teaching theme, "*pre-service teachers explore various instructional strategies to engage students in thinking about the mathematics*" (p.23).

Access:

Access theme is mainly related to students' and teachers' access to digital technology. The first descriptor of the access theme in the rubric of Niess et al. (2009)'s exploring level is that pre-service teachers "*permit students to use technology for exploring specific mathematical topics*" (p.24). As also indicated in the students' learning theme, students were asked to solve some questions on the smart board.

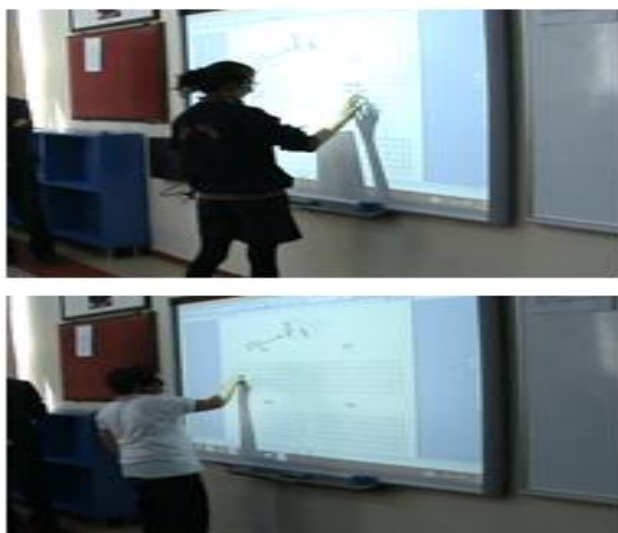


Figure 7. Implementation Photo 5

During implementation, Deniz was more confident to manage the classroom than the previous implementations. She had no hesitation to allow students to draw

figures on the smartboard. However, she did not let students use GeoGebra during the course; instead, she used GeoGebra herself. After implementation, in the interview, she said that

Students did not surprise to use GeoGebra. They knew the name of the software and they used it before; however, the important thing is that they did not attend/ be a part of such an activity like I designed, before. They really wanted to learn how the software is working and asked me to teach them in class and during the break. They enjoyed exploring the topic with GeoGebra as I predicted before.

In the interview about the second implementation of her, Deniz also mentioned that:

Colors are important to take students' attention. Therefore, I planned to use colorful cubes in GeoGebra. However, I realized that for each color, I need/have to create a button during the classroom implementation, which will take about two minutes of the course in each step. Therefore, in the next classes, I planned to use virtual manipulative, which will allow me to change colors of the cubes with just one algebra tool. I will be a click far from the other colors of cubes if I use virtual manipulative.

As she indicated, she was familiar with some challenges of the technology she used in the mathematics classroom. She was aware of the importance of the appropriate technology selection. Thus, her performance was consistent with the exploring level for the descriptor below. In the barrier descriptor of the exploring level, pre-service teachers are expected to *“recognize challenges for teaching mathematics with technologies, but explores strategies and ideas to minimize the impact of those challenges”* (Niess et al., 2009, p.24).

4.1.3. 3rd lesson implementation of Deniz:

Curriculum and Assessment:

In her third lesson plan, she wrote curriculum objective as *students should be able to construct 3-D objects when different views of them are given*. In the third class, Deniz summarized the objectives of the second class by saying that:

At the previous class, we learned how to draw 3D figures from different directions, from up, right and front. In this class, we will learn how to construct 3D figures, whose 2D drawings are given.

Then, she distributed activity sheets to the students. She asked questions to make students draw the figure needed in activity sheets. To illustrate, she opened the following question on the board and students tried to solve the question by drawing figures.

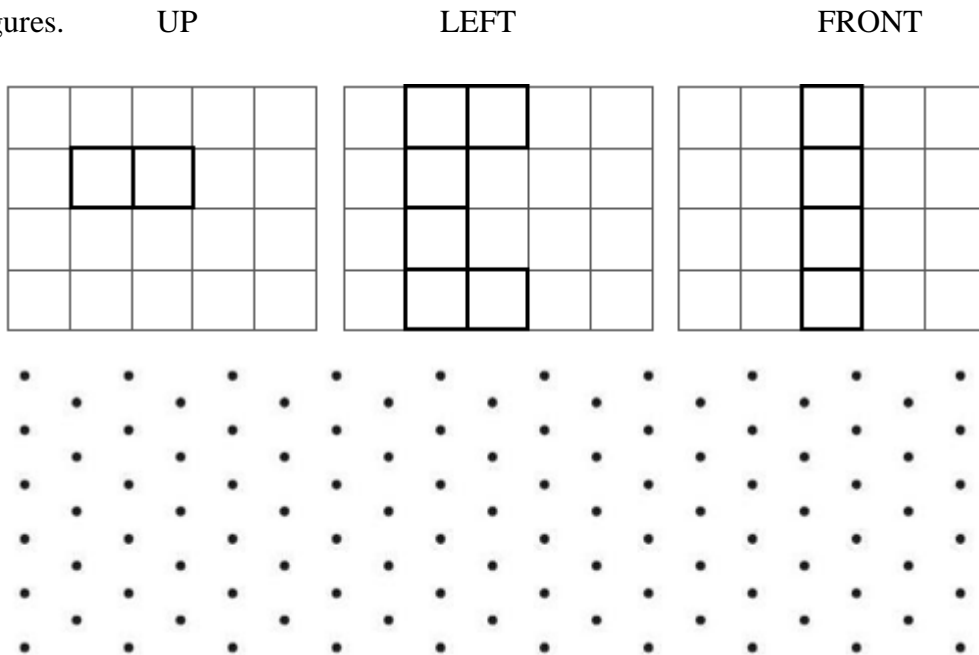


Figure 8. Example Drawing Question 2

While students were dealing with the question, she opened the question on the smartboard, then, she helped students investigate the topic using technology. She drew the answer of the question on the smartboard to be sure that all students have the same figure drawn.

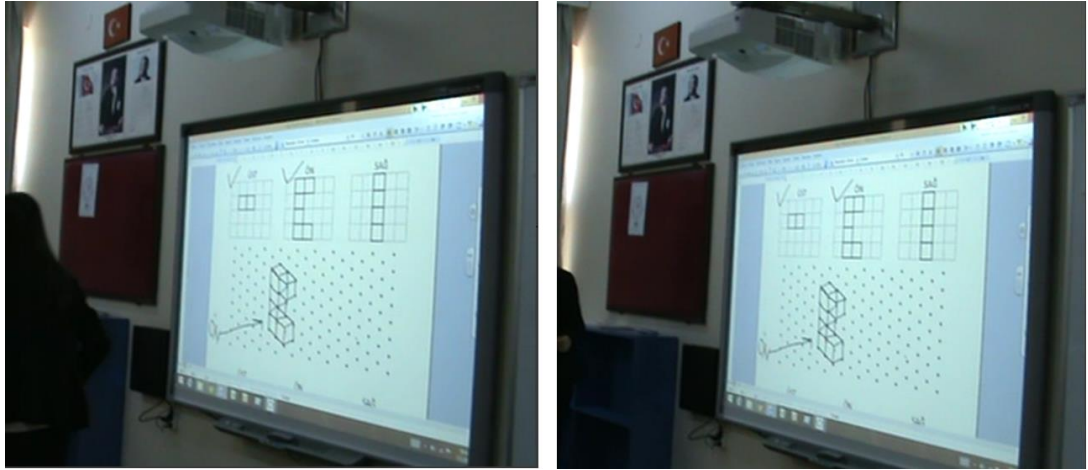


Figure 9. Implementation Photo 6

Moreover, she chose different web sources to use in her implementation as she did in the second implementation. In her lesson plan, she wrote that she used web-sources while preparing questions on the activity sheet. She showed answers to the questions using GeoGebra and showed one question using web-source.

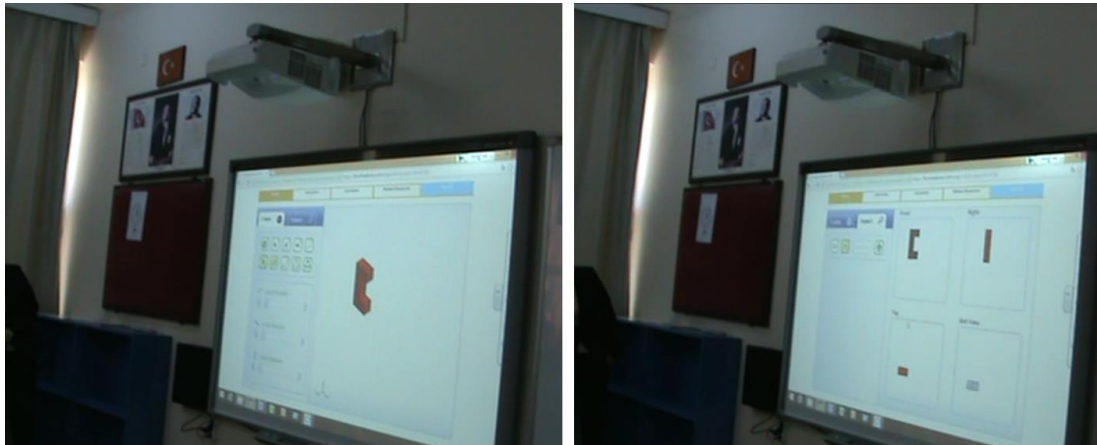


Figure 10. Implementation Photo 7

In the post interview after 3rd implementation she said that:

Technology helped me to teach this concept providing visuals and assess students' knowledge providing extra time. I think this is the best way to teach different views of three-dimensional figures. I could not show the views from right or left etc., and the concept would remain as abstract for students if I would not use technology.

Moreover, with the help of these technologies in math class, I spend my extra time to assess students' learning.

She also changed the type of her questions according to the needs of the subject matter. Instead of giving 3-D figures and asking their 2-D views, she gave different views of 3-D figures and asked them to construct 3-D figures.

Thus, the performance of Deniz's for curriculum and assessment descriptors remained as being in exploring level.

Learning:

Niess stated that, assessing students' thinking is generally technology free at the adapting level of the learning theme. However, in the exploring level of the learning theme, pre-services teachers manage technology-enhanced activities towards directing student engagement and self-direction in learning mathematics.

Deniz started her third class by inviting all students to solve the problem written on the smartboard. She added that "I want to see all students' raised hands, who think that they can solve the problem, even though you do not want to come to the smartboard to solve the problem." During the classroom implementation, all students constructed all 3D figures with the linking cubes (as instructional technology). She wanted to see all students' figures during the lesson implementation. About this, in the post interview after the third implementation, she said that:

I invited all students to solve problems on the smart board. I wanted to see all of the students' hands after asking a question. After watching my video, I realized that I succeeded. Most of the students wanted to come to the smartboard and they solved questions correctly. I also checked students' answers who were not willing to come to solve the question on the board, their answers were also correct. At the end, I was sure that all students understood the concept and they could solve problems about it.

Then, even, it is not required in the curriculum; some of the students came to the smartboard to draw the figure which they constructed (see the photographs, below).

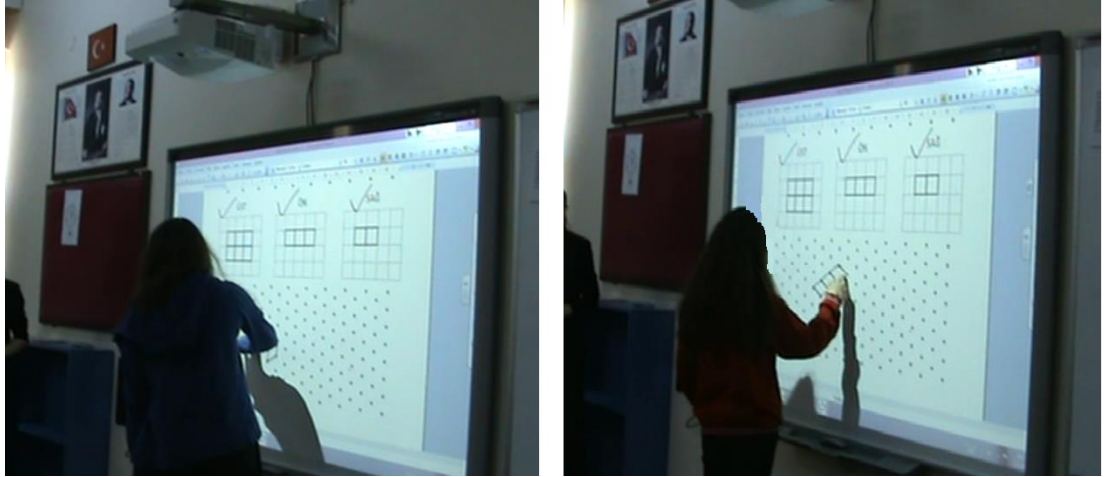


Figure 11. Implementation Photo 8

It could be seen from the examples that Deniz encouraged the students to a higher level thinking, which is an evidence of her teaching performance's being in exploring level. Therefore, for the learning theme, the performance of Deniz in the third lesson implementation was increased from adapting level to the exploring level, and it was consistent with the exploring level.

Teaching:

Deniz started to the third lesson with asking a question about what she taught at the previous class. The question was the following:

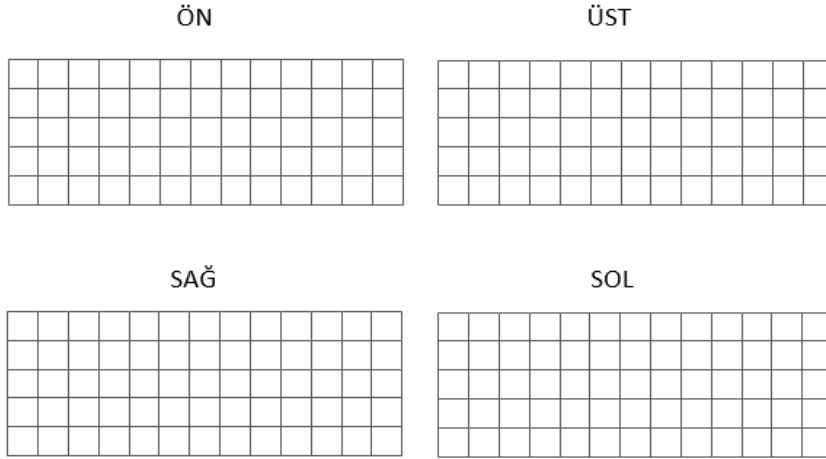
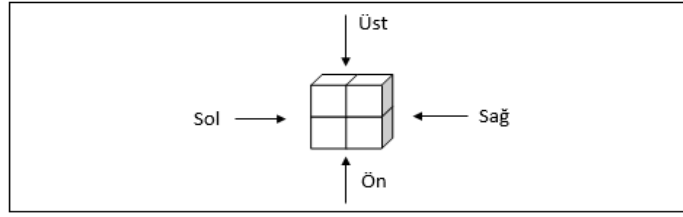


Figure 12. Example Drawing Question 3

Teacher: Who wants to answer the question on the smartboard?

Student: I can do it.

Teacher: Anyone else?

She repeatedly asked this question until she made almost all students raise their hands. Then, one of the students came to the smartboard and answered the first part of the question. She chose 3 more students to answer other parts of the question. After students' answers, she checked and summarized the answers of the question. Also, in the post interview after 3rd implementation, Deniz said that:

To assess students' previous knowledge, I asked a question to the students, "What did you learn in the previous class?" It is important to say this I think, there is a girl who hasn't come to the previous class. I included that 'One of your friends was not in class so I want you to explain what we did at the previous class in detail'. They summarized the aim of the previous course and I included that girl to my class with the help of this kind of assessment. Also, maybe,

it was my lucky day but she was really talented and after her friends' explanations, she solved the problem on the smartboard which is about the previous course.

It can be seen here that Deniz assessed student's previous knowledge using technology. Furthermore, she continued to use Office tools and GeoGebra as she did in the second classroom implementation. During the interview, she said that

When I needed to choose between concrete manipulatives and digital technologies, like geometry software and office word, I preferred to choose digital technologies in my classes. Using those are making me happy because not everyone knows how to use them effectively. Not all teachers know how to integrate technology into their classes. I think knowing this improved my teaching skills. This knowledge makes a difference among teachers; and, even students can see this difference by using technology.

Therefore, similar to her second lesson implementation, the performance of Deniz was consistent with the exploring level because she integrated more than one technology into her mathematics classroom effectively.

Access:

Deniz's level for access theme decreased from exploring level to adapting level in her third lesson implementation. Even though she asked students to answer the questions on the smart board in her second lesson implementation, in her third lesson implementation, she was the one who was answering most of the questions on the smart board, as she did in her first classroom implementation.

She asked some students to solve some problems using technology like she did in her first lesson implementation. However, there was a limited number of students who came to the smartboard to solve the problems. It can be seen here that she was trying to engage students' access to technology, on the other hand, the control of technology in the class was still in her hands.

4.1.4. 4th lesson implementation of Deniz:

Curriculum and Assessment:

This implementation was the last one which will be observed. She wrote the same curriculum objective with her third lesson plan to her fourth lesson plan. Curriculum objective was *students should be able to construct 3-D objects when different views of them are given*. The performance of Deniz remained as exploring level in her last lesson implementation. As she did in her previous class, she started class by asking what students learned in the previous class. Throughout the course, she wanted students to answer all of the questions and she wrote students' answers to the smartboard. She also said in class that students should carefully draw the figures on their activity sheets because those can be used as an assessment tool by their own mathematics teacher if it is needed. Furthermore, she found interesting colorful virtual manipulative as a web-source to use in her implementation, similar to her second and third implementations. It was also mentioned in her lesson plan that she will use one of the virtual manipulatives for assessing students' learning, in her last implementation. The followings are example questions and photos which she solved at her fourth class using virtual manipulative.

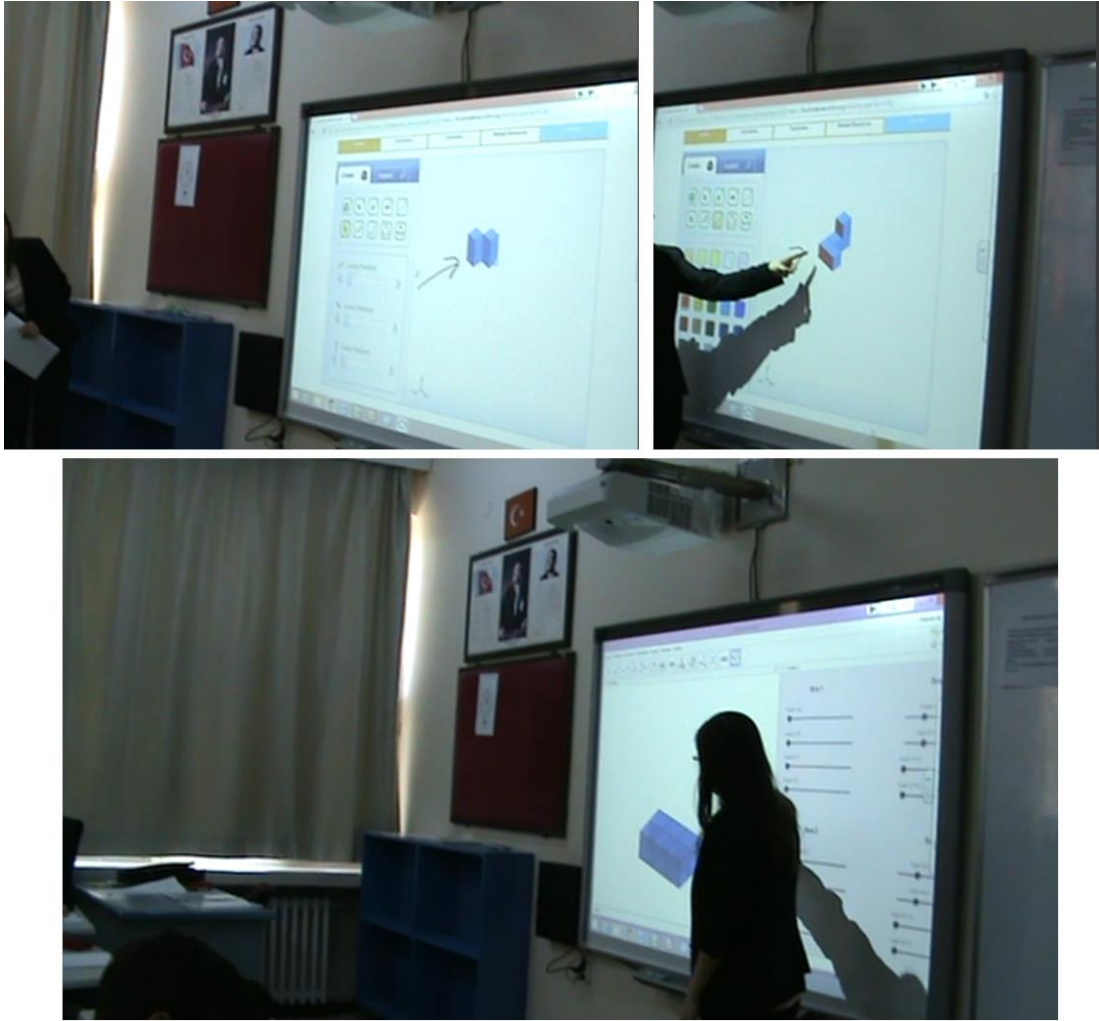


Figure 13. Implementation Photo 9

Learning:

In the last lesson implementation, Deniz used questioning method as a learning strategy (as she mentioned in the lesson plan) to enhance students' engagement. To her improved lesson plan, she wrote that students could easily understand the process if the teacher uses virtual manipulative, and she will use one 'illuminations.nctm.org' which helps students and the teacher construct cubes and gives their front, right and top views (<http://illuminations.nctm.org/Activity.aspx?id=4182>).

She was able to evaluate the technology she used for students' learning, and in the interview she told that:

While drawing figures using virtual manipulative, I asked students to help me. I also asked the color that they wanted me to draw. I heard many different color options. From this, I understood that they were really listening what I am talking about. I applied all the colors they want, one by one. Students found themselves in the technology activity. I think, they felt like I am in this activity so I have to complete my missions by drawing figures to my activity sheet. Therefore, the virtual manipulative helped their learning. The virtual manipulative also has another advantage. After constructing figure in the illuminations.nctm.org, it gives the figures' different views, from up, and right, with just one click. On the other hand, it does not have the option to rotate the original constructed figure as GeoGebra does. Finally, I think that this virtual manipulative is well-designed for students to understand 3D figures.

In other words, she said that her usage of virtual manipulative increased students' engagement. Thus, the performance of Deniz for the learning theme remained as exploring level. As it was mentioned above, according to Niess, teacher candidate manages technology-enhanced activities towards directing student engagement and self-direction in learning mathematics in the exploring level of the learning theme. In this level, a pre-service teacher's plans, implements, and reflects on teaching and learning with concern for guiding students in understanding as Deniz did.

Teaching:

Deniz performance for 4th lesson implementation was consistent with the advancing level. Her performance improved from exploring level to advancing level. She accurately translated mathematical concepts and processes into forms understandable by students by choosing appropriate wordings and questions and she was aware of her teaching skills. This could be supported by examples. The first example will be related to her question type and difficulty. She asked more difficult questions which require higher order thinking. The important point here is that she managed the classroom effectively and maintained students' engagement.

The second example is from the interview. In the post interview after 4th lesson implementation, she watched some parts of her lesson. After watching short

videos of her classroom implementation, to the “What do you think about your own performance?” question, she said that

I did a really good job. I may not be able to do the same if I try again it now. Because I had tried the technology before I implemented it in the class. I had known all the information about the software and the buttons. As I could see from the video, I had not faced with any problem while using technology in this class.

She added that

At the last classroom implementation, I had enough confidence to feel like I am the teacher of this class. Students were really obeying my rules in class and they were respecting me. I think this topic (3D figures) is the topic I can trust my teaching the most. I am also thinking that I can teach the other concepts in a similar way, anyhow, this topic is the one which I can teach in the best way. And, I am really feeling that I am good at my job. I did it.

The quote above shows that the pre-service teacher is at the advancing level and she is aware of her teaching ability which is actually at the advancing level. We can triangulate her words with the observation data. In class, she used different technologies effectively, after GeoGebra and national web sources (MoNE’s website), she tried NCTM Illumination’s virtual manipulative to enhance students’ learning. She prepared an activity during which she can use the virtual manipulative. She showed answers of all of the questions using this virtual manipulative and also helped students’ constructions and drawings by asking questions and guiding them. The next photo is from her fourth class implementation. In the photo, she is helping students to construct 3-D figures.



Figure 14. Implementation Photo 10

The photos are from an example question from her last implementation which is solved using virtual manipulative. In this question, she constructed a three-dimensional figure using NCTM's illustration. Then, she continued helping students to draw the figure to their own isometric papers.

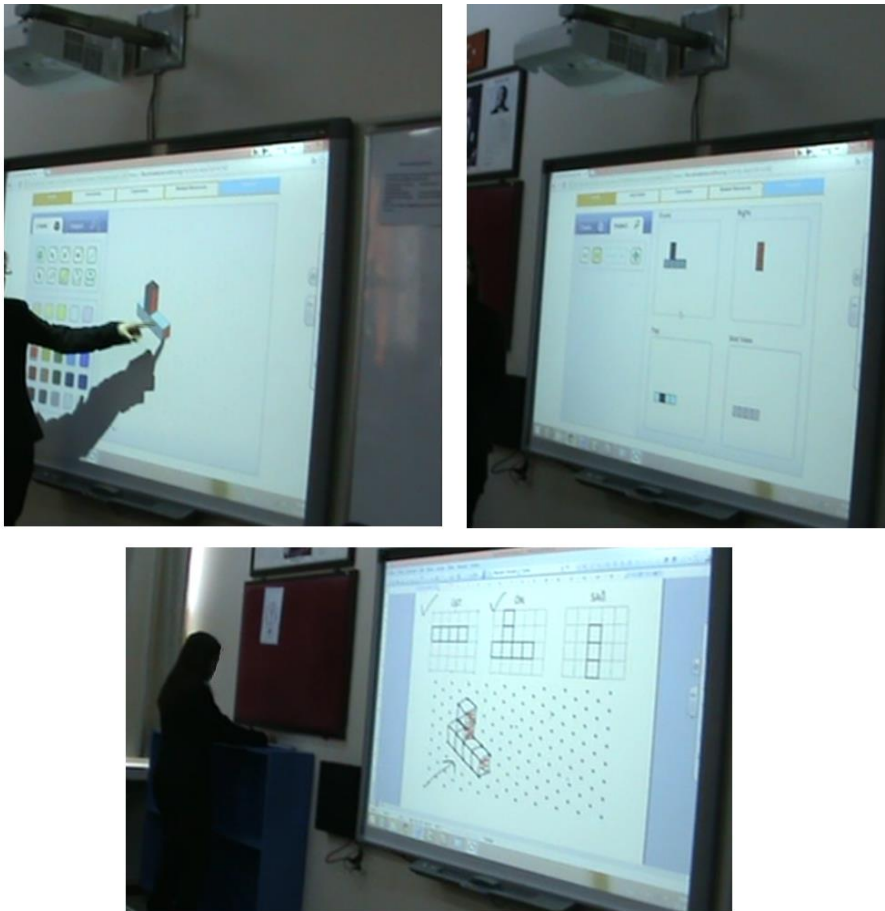


Figure 15. Implementation Photo 11

Access:

Deniz's performance for access theme remained as in adapting level. She integrated various technologies to her last lesson implementation to improve students' understanding. Different than GeoGebra and Office tools, she preferred to use a virtual manipulative which is an online web-source to construct 3D figures.

In the pre-interview before 4th classroom implementation, she said that:

The last term we were supposed to go to a primary school and observe the mathematics teacher of that school. While observing I realized that teachers are not asking students to solve problems. I am trying my best to give a chance to students to answer questions while I am solving those questions on the smart board, and I will do the same in my last lesson implementation.

In the post interview after 4th implementation she said that:

As I planned, I asked all questions to students. I even asked while adding a cube to the top of another cube using virtual manipulative. Students also chose colors and I respected their color selections. I surprised that one of the students chose black as a color while answering the question, but I still listened to that student and chose black to show the answer to the question. During my 4th implementation, I realized that students were actively participating *with their correct answers* to the questions. This means they understand the concept and I taught them, so I did a good job.

Similar to what she said in interviews, she asked students' help to answer the questions using the virtual manipulative. Students chose colors and places of the cubes. She waited to get all the answers from students. Students directed her to construct the correct answer on the smartboard. As an example she said this in the class:

Deniz: Now, I'll use a virtual manipulative and we will construct some figures together. It is in English but I know your English is really good. What you need to do is choosing a colour and then, placing the cubes wherever you want.

[She started to construct the figure that students already have its different views, by using virtual manipulative.]

Deniz: Let's check our figure in papers. How many cubes I need to add more?

Students: 3 more. [Deniz added three more cubes, there needs to be one more cube.]

Deniz: We are turning back to our figure in the papers, something missing? [Students are approving with their hands and some of them have already drawn the figure themselves.] One more cube should be placed next to the upper cube, right?

Students: Yes.

Deniz: I placed it there. Is there any problem in any face of the construction?

Student A: No.

Student B: It is easy.

Student C: I've finished.

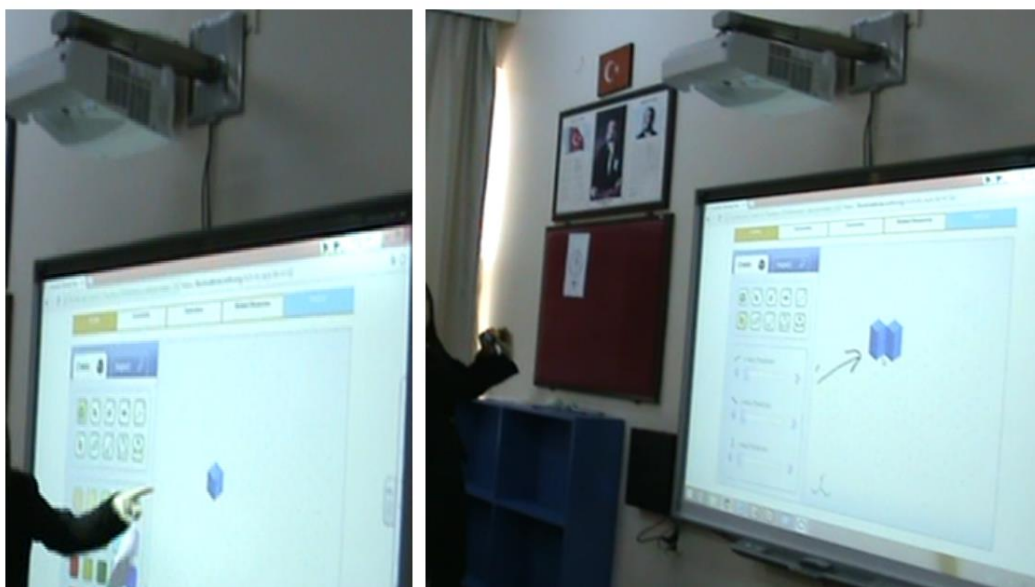


Figure 16. Implementation Photo 12

After getting all answers from students, she preferred to draw figures using technology herself. This means she involved students to the technology usage process by getting verbal answers from them; however, the control of the technology remained with herself. In other words, the control of technology was in

her hands. That is, she always controlled students' answers and either she used technology or she helped students' usage when she felt it was necessary to help. These show that she tries to adapt technology to her class; however, she could give more control to students. Thus, her performance of access theme is in adapting level.

4.2. Summary of Findings

Similar to the pilot study, the participant of the main study's, Deniz's TPACK level during the practicum increased in almost all subcomponents of the TPACK. The figures below show the development in TPACK level of Deniz during the implementation process.

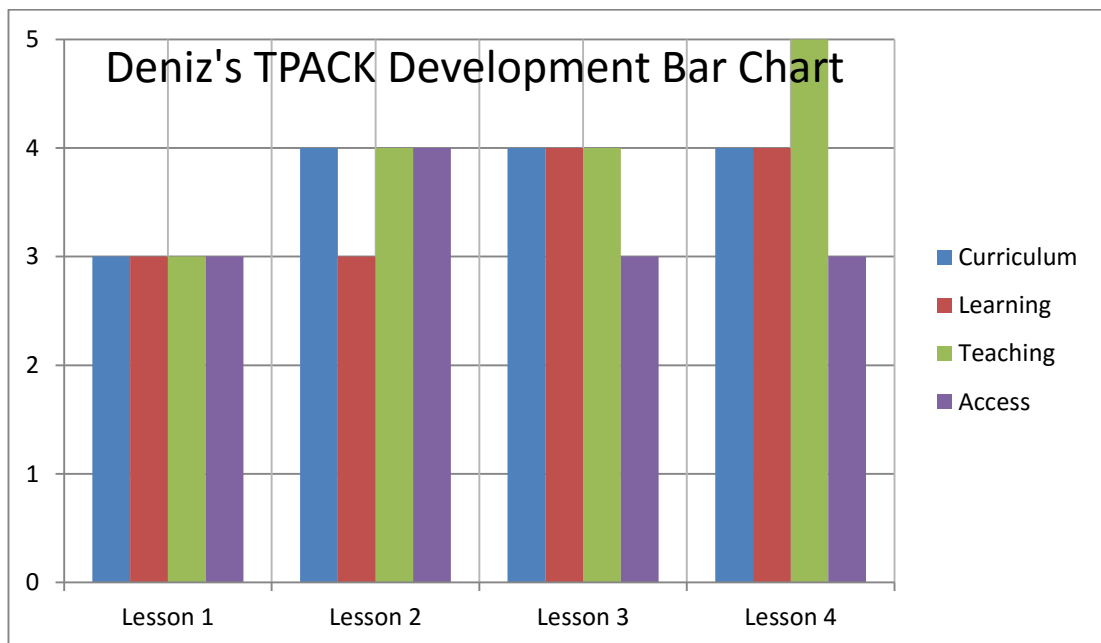


Figure 17. Deniz's TPACK development bar chart

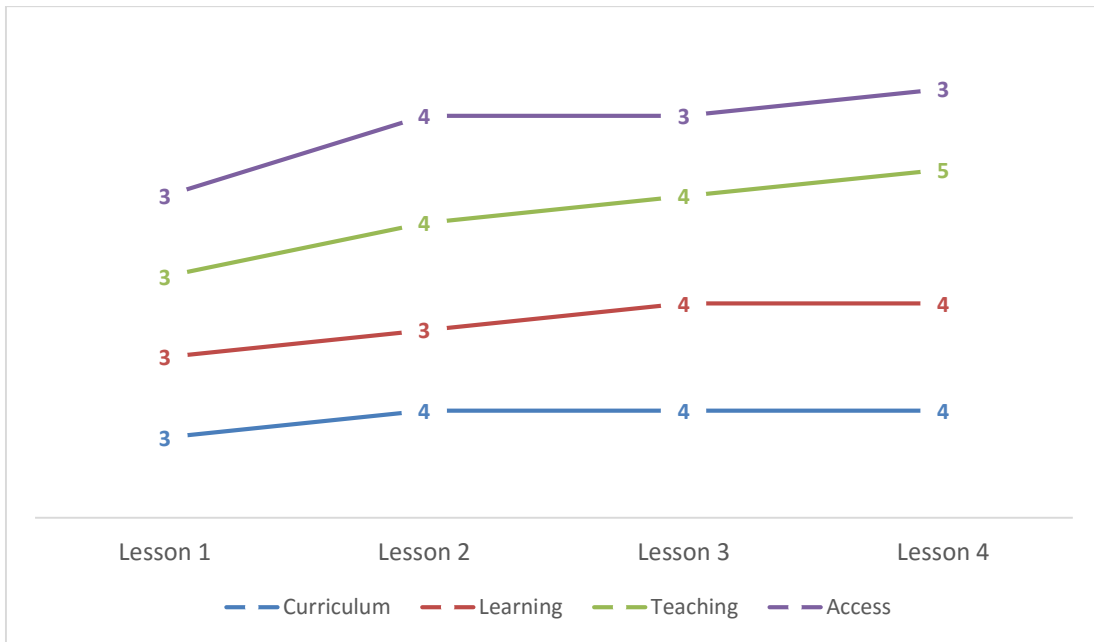


Figure 18. Deniz's TPACK development line graph

It could be seen from the figures that her curriculum knowledge increased from adapting level to exploring level. Participant of the study, Deniz, defined the objectives of her classes in detail after second lesson implementation. Moreover, starting from her second lesson implementation, she assessed students' learning using GeoGebra and virtual manipulative. She asked questions and answered those using technology. Moreover, she invited students to solve some mathematics problems using technology. Therefore, her curriculum and assessment knowledge were increased from the third level to the fourth level. It has also realized in the implementations that when students are allowed to use technology, they are more willing to participate classroom activities. Higher the level in curriculum and assessment knowledge, higher the amount of participation of the students.

Similarly, her knowledge in learning theme improved from adapting level to exploring level. Learning theme of Niess (2005) includes the representations of a particular subject matter via technology. Lastly, it has teacher's solutions to the problems related to students' learning, i.e. realizing students' misconceptions and finding a way to handle those using technology. Participant of the current study taught the concept different views of three-dimensional figures and she tried to assess students' knowledge using the questioning method. She also encouraged students to participate activities with her words and using technology (i.e. inviting

students to solve problems using GeoGebra on the smart board, and showing answers of the questions using virtual manipulatives).

The biggest improvement was in her teaching knowledge. In the teaching knowledge, her performance was in adapting level at the first lesson implementation. It increased two levels and at last implementation, her teaching knowledge was in advancing level. The participant of this study used Office tools (PowerPoint and Office Word) in her first classroom implementation. In the second and third lesson implementations, she used GeoGebra in addition to Office tools, and, therefore, her knowledge level in teaching theme increased from level three to level four. In her last lesson implementation, she used virtual manipulative in addition to the technologies she used before. Moreover, she used different types of questions requiring higher order thinking and she managed technology enhanced activities maintaining student engagement. This made her knowledge reach to the level five.

When we looked at the access theme, there is a slight increase in the second class. However, at the end, her performance of access theme remained the same with her first implementation. Even though she tried to increase students' access to technology in her second implementation, she mostly herself continued to use technology in the third and the last implementations as she did in her first implementation.

CHAPTER 5

DISCUSSION AND CONCLUSION

This section includes a brief explanation of research purpose and findings, implications of the study for educational practices, and suggestions for future studies.

The goal of this study is to investigate a pre-service middle school mathematics teacher's technological pedagogical content knowledge regarding different views of 3-D figures while she is doing internship in the cooperating school of her university. For this purpose, participant's TPACK levels determined in different teaching experiences. To reach this goal, a pre-service teacher observed during four lesson implementations, interviewed about her lessons. Moreover, her lessons were investigated to determine the change in TPACK level, according to four themes: curriculum and assessment, learning, teaching and access. The results of the study showed that there is an improvement in three components of the participant's TPACK, curriculum and assessment, teaching, and learning; and one component namely access component remained at the same level.

5.1. Discussion of Findings

The findings of the current study have showed that a pre-service teacher's technological pedagogical knowledge is improving (in three themes) during school implementations. The results of the study are consistent with the results of the previous studies (e.g. Balgalmış, 2013). Balgalmış (2013) also says that there is an increase in pre-service teachers TPACK levels during the practicum. The themes in which participant's knowledge level has increased are about curriculum and assessment, learning and teaching. The only theme in which participant's knowledge has remained at the same level is about students' access to technology. After pilot study, it is expected to see an increase in the access level; on the other hand, the findings showed that there is no significant increase in the students' access to technology during implementations. The reason for this might be related to

participant's beginning level which is the middle level of the Niess et al.'s rubric (2009). State differently, the participant already had medium level of knowledge regarding the students' usage of technology. If the participant would have a lower level of TPACK, it might be easier to see the increase in the access level.

Curriculum and assessment theme includes the knowledge of curriculum and curriculum materials that teachers need to know to integrate technology to enhance learning. It also covers the knowledge of technology to assess students' learning (Niess et al., 2009). There is an increase in the participant's knowledge level of curriculum and assessment theme. One of the reasons for this improvement might be her clear description of the goals of her classes (Edwards & Kidd, 2001) since the participant describes the goals of her class starting from her second implementation. The other reason for this increase might be the usage of technology (Ageel, 2011). She did not use technology to assess students' knowledge at the first class. On the other hand, after her second class, she started assessing students' learning using technology. The reasons for this might be related to the change in her confidence on teaching. Some studies (e.g. Balgalmış, 2013; Jackson et al., 2013) show that pre-service teachers feel more confident after some practice. Thus, the changes in the description of the objectives, usage of technology, and the confidence level might be the reasons for the increase in the curriculum and assessment knowledge.

Learning theme covers the knowledge of students' misconceptions, thinking to understand, and learning with technology. Participant of the current study taught the concept different views of three-dimensional figures. There was a clear increase in participant's ability of understanding students' learning. She even realized the difference between the answers of left-handed and right-handed students; left-handed students thought front view from the left-hand side of the isometric paper while right-handed students thought front-view from the right-hand side of the isometric paper. There might be some reasons for the increase. Firstly, she started assessing students' knowledge using specific methods according to the needs of her classroom, e.g. questioning method and she learned students' opinions about the topic (Niess et al., 2009). Thus, using the questioning method and learning students' views might help her increase her knowledge of students' learning. Another reason for this increase might be the improvement in the participant's classroom management skills (Jackson et al., 2013). She invited students to participate in

classroom activities without any hesitation, during her implementations. Sometimes, students used interactive whiteboards or she asked questions to students and she wrote their answers to the board. This might help her understand students' misconceptions and difficulties they faced (Beeland, 2002) which might also cause the increase in her TPACK level in the learning theme.

Teaching theme is related to realizing the importance of the number of technology used and the effectiveness of the usage of these technologies for students' learning in a teaching environment. It also covers teacher's subject-matter knowledge including teachers' questions during the implementation, instructional approaches, classroom environment and teacher's professional development. The participant's teaching performance was increased. At the beginning, she might be unconfident because of being teacher candidate not a teacher of the class. She, herself, stated that 'because I am a pre-service teacher, they may not listen to my words'. Before the second implementation, she might be more confident, and, therefore, the reason for the increase might be related to her confidence (Jackson et al., 2013). This might affect the score of her professional development and might increase her level. Another reason can be that she started to use more than one technologies in her classes. It might be concluded that more practice with the students helps teacher candidates to try various technologies in the implementations and gives a chance to evaluate their effectiveness in their own classes. In other words, the increase in the teaching performance might be related to the increase in the number of technologies used in class.

The last theme which will be mentioned here is students' access to technology. According to Niess (2005), it is one of the important jobs of the teachers to know how to provide students access to the technology. Niess (2005) points out that it is important for teachers to access technology; however, teachers' access to technology is not enough for students' learning. Students need to construct their own knowledge for deep and permanent learning by discovering, at least, specific parts of the concepts using technology (Atherton, 2013). When we compare participant's different classroom implementations, it could be seen that she has difficulty to provide technology access to the students. Even she tried at the second class, at her last classroom implementation, she again preferred to use technology herself. Therefore, her access knowledge remained at the same level from the beginning to the end of her implementations. It might be important to learn how

teachers and teacher candidates address the barriers to technology usage of their students. The reason of teacher candidate's having low level of access theme might be related to their lack of knowledge or lack of practice about the usage of technology in real classroom settings.

Munsey (2012) states that practicum is one of the best ways for teachers to gain field experience and to improve their knowledge of teaching. Findings of this study show that there is an improvement in the technological pedagogical knowledge of the participant. This might support the idea that school experience courses might have a positive influence for teacher candidates to improve their teaching practices by increasing their TPACK levels, giving them a chance to practice their theoretical knowledge, improving their classroom management skills and confidence, and giving chance to try different technologies in real classroom contexts.

Moreover, some studies (Balgalmış, 2013; Dewey, 1933; Dietz & Davis, 2009) show that the interviews after each implementation might provide opportunity for thinking and reflection on participant's experience. Indeed, Niess (2011) asserted that reflection process before and after each implementation might improve participants' TPACK level. Thus, it might be concluded that talking about her practice after each implementation might cause an increase in participant's technological pedagogical content knowledge by making her thinking about her own experience. It might also be thought as metacognition, which includes the knowledge about oneself as a learner and the factors that might impact performance (Schneider & Lockl, 2002; Schneider, 2008). As a part of this study, the participant watched her implementation videos and commented on them. Therefore, thinking about implementation process and reflecting on it during post interviews after each lesson implementation might help the participant improve her TPACK.

5.2. Implications and Recommendations for Further Research

There might be some implications of the current study for the teacher educators, the policy makers and researchers who deal with TPACK. Therefore, some implications for these stakeholders are provided in this section.

First of all, if all themes (curriculum and assessment, learning, teaching and access) are thought as one whole which is TPACK, teacher candidate's knowledge

improved during her internship. Therefore, the study might suggest the increase in the number of lesson hours of school experience classes. This might provide a better preparation to senior grade teacher candidates for their future job.

Furthermore, the results may encourage policy makers to give support to teacher educators for adopting education faculty programs of the universities. Because the results of the current study might give important information for teacher educators. The results may encourage teacher educators to adopt the practice accordingly. Even though there are TPACK-related courses in some of the educational faculties in Turkey (HEC, 2006), people need to know their implication in schools in connection with these courses. Therefore, it is advised to improve the content of the existing technology courses in education faculties and to include some practical activities to those courses to practice in cooperating schools.

In addition to these, it would be important to emphasize that teachers and teacher candidates need some more training to provide technology access to greater number of students. It might be suggested to the Turkish Ministry of National Education to prepare training and workshops about effective usage of technology and technology practices. To state differently, it should not be forgotten that students are using technology in every aspect of their life; therefore, teachers might be trained about giving a chance to use technology also in educational settings, in classrooms.

The results of the current study showed that during the internship, pre-service teacher's access knowledge remained at the third level which is adapting. That means the teacher candidate was not allowing students enough to use technology during implementations. Therefore, studies about teacher candidates' competency of technology usage, ways of using technology to increase students' participation and teacher candidates' access knowledge might be recommended. Future studies related to this issue might be needed because those knowledge themes help teacher candidates in their teaching.

Another suggestion might be a longitudinal study. This study allowed the researcher to observe four-hour lesson implementations. A longitudinal study more than 4 hours might give more detailed information about pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge. It might be said that such a study might also provide researchers with the opportunity to comprehend a teacher candidate's understanding of a concept in more detail. In this case, a pre-service

teacher's understanding of a concept different views of three-dimensional figures was tried to be investigated as a part of curriculum and teaching themes.

Furthermore, the same study might be replicated with more participants. Another suggestion is that using technology during internship might not be the only way to achieve the same pattern of results so the study might be replicated in different contexts, i.e. at different grades in middle/high schools, while teaching different concepts and using other methods. This might increase the understanding of similarities and differences between different contexts and might help researchers come up with a grounded theory at the end. Moreover, the same study might be conducted with in-service teachers from different majors.

REFERENCES

- Ageel, M. (2011). The ICT Proficiencies of University Teachers in Saudi Arabia: A Case Study to Identify Challenges and Encouragements. *Hummingbird, University of Southampton's Doctoral Research Journal*, 8(2), 55-60.
- Akkaya, A., Tatar, E., & Kagizmanli, T (2011). Using dynamic software in teaching of the symmetry in analytic geometry: The case of Geogebra. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 2540-2544.
- Akgul, M. (2013a, November). Fatih Projesi: Sorunlar, Riskler, Endişeler. Retrieved at 26.01.2016 from <http://dergi.bmo.org.tr/sayi-2/fatih-projesi-sorunlar-riskler-ve-endiseler>.
- Akgul, M. (2013b, April). Fatih Projesi: Bir Kişisel Değerlendirme. Retrieved at 26.01.2016 from <http://docplayer.biz.tr/816230-Fatih-projesi-bir-kisisel-degerlendirme.html>.
- Altaylı, D., Konyalıoğlu, A. C., Hızarcı, S. & Kaplan, A. (2014). The Investigation of Pre-Service Elementary Mathematics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Three-Dimensional Objects. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 10, 4-24.
- Archambault, L., & Crippen, K. (2009). Examining TPACK among K-12 online distance educators in the United States. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 71-88.
- Atherton J. S. (2013). Learning and Teaching; Piaget's developmental theory [Online: UK] Retrieved at 13.02.2016 from <http://www.learningandteaching.info/learning/piaget.htm>
- Bakar, K. A., Ayub, A. F. M, Luan, W. S., & Tarmizi, R. A. (2002). Exploring secondary school students' motivation using technologies in teaching and learning mathematics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 14, 4650-4654.
- Balgalmis, E. (2013). *An Investigation of Pre-service Elementary Mathematics Teachers' Techno-Pedagogical Content Knowledge within the Context of their Teaching Practices*. Middle East Technical University. Unpublished Ph.D. Thesis.
- Ball, D. L. (2000). Bridging practices: Intertwining content and pedagogy in teaching and learning to teach. *Journal of Teacher Education*, 51, 241-247.

- Ball, D. L.. & Cohen, D. K. (1996). Reform by the book: what is – or might be – the role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform? *Educational Researcher*, 25, 6 - 8, 14.
- Ball, D.L., Thames, M.H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Baran, E. & Canbazoglu-Bilici, S. (2015). A Review of the Research on Technological Pedagogical Content Knowledge: The Case of Turkey. *Hacettepe University Journal of Education*, 30(1), 15-32.
- Battista, M. T. (2002). Learning geometry in a dynamic computer environment. *Teaching Children Mathematics*, 88(6), 333-339.
- Baxter, P., & Jack, S. (2008). Qualitative Case Study Methodology: Study Design and Implementation for Novice Researchers. *The Qualitative Report*, 13(4), 544-559.
- Beeland, W. D. (2002). Student Engagement, Visual Learning, and Technology: Can Interactive Whiteboards Help?. Retrieved at 26.02.2016 from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.135.3542&rep=rep1&type=pdf>.
- Bennet, D. (1999). Exploring geometry with geometer's sketchpad. Emeryville, CA: Key Curriculum Press.
- Bowers, J. S. (2011). Using technology to explore mathematical relationships: A framework for orienting mathematics courses for prospective teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14(4), 285-304.
- Bozkurt, A. & Koc, Y. (2012). İlköğretim Matematik Öğretmenliği Birinci Sınıf Öğrencilerinin Prizma Kavramına Dair Bilgilerinin İncelenmesi. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 12(4), 2941-2952.
- Brenner, M. E. (2006). Interviewing in Educational Research. *Handbook of Complementary Methods in Educational Research*, 357-370.
- Bulut, A. (2012). *Investigating Perceptions of Preservice Mathematics Teachers on their Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Regarding Geometry*. Middle East Technical University. Unpublished Master's Thesis.
- Cakir, R., & Oktay, S. (2013). Bilgi Toplumu Olma Yolunda Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımları. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi* 30(1), 35-54.
- Cakmak, Z., Konnyalıoğlu, A. C. & Isık, A. (2014). The Investigation of Pre-Service Elementary Mathematics Teachers' Content Knowledge on Three-Dimensional Objects. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 8, 28-44.

- Ceratto-Pargman, T. & Milrad, M. (2016). Mobile Learning: The Next Generation. In J. Traxler & A. Kukulska-Hulme (Eds.). Chapter 10: Beyond Innovation in Mobile Learning: Towards Sustainability in Schools. (pp. 154-178) NY: Taylor and Francis.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2010). Facilitating preservice teachers' development of technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK). *Educational Technology and Society, 13*(4), 63-73.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2011). Exploring the factor structure of the constructs of technological, pedagogical, content knowledge (TPACK). *The Asia-Pacific Education Researcher, 20*(3), 595-603.
- Chai, C.-S., Koh, J. H.-L., & Tsai, C.-C. (2013). A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Educational Technology & Society, 16* (2), 31–51.
- Cohen, D. & Crabtree, B. (2006). Qualitative Research Guidelines Project. Retrieved at 01.02.2016 from <http://qualres.org/HomeMem3696.html>
- Creswell, J. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. (2009). *Research Design; Qualitative and Quantitative and Mixed Methods Approaches*. London: Sage.
- Denscombe, M. (2003). *The Good Research Guide: For Small-Scale Social Research Projects*. London: Open University Press.
- Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relations of the reflective thinking to educative process*. Boston: D.C. Heath & Co.
- Dietz, C. M., & Davis, E. A. (2009). Preservice elementary teachers' reflection on narrative images of inquiry. *Journal of Science Teacher Education, 20*(3), 219-243.
- Doğan, M. (2010). Primary trainee teachers' attitudes to and use of computer and technology in mathematics: The case of Turkey. *Educational Research and Review, 5*(11), 690-702.
- Doğan, M. (2012). Prospective Turkish primary teachers' views about the use of computers in mathematics education. *Journal of mathematics Teacher Education, 15*, 329-341.
- Edwards, J. S. & Kidd, J. B. (2001). Second European Conference on Knowledge Management: Bled School of Management Bled, Slovenia, Remenyi, D. (ed.), 171-183.
- Erbas, A. & Yenmez, A. (2011). The effect of inquiry-based explorations in a dynamic geometry environment on sixth grade students' achievements in polygons. *Computers & Education, 57*(4), 2462–2475.

- Eryiğit, P. (2010). Üç boyutlu dinamik geometri yazılımı kullanmanın 12.sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve geometri dersine yönelik tutumlarına etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. Boston: McGraw-Hill.
- GeoGebra. (2015). *the Graphing Calculator for Functions, Geometry, Algebra, Calculus, Statistics and 3d Math!*. Retrieved at December 21, 2015, from <https://www.geogebra.org/>
- Gokkurt, B., Sahin, O., Soylu, Y. & Dogan, Y. (2015). Pre-service Teachers Pedagogical Content Knowledge Regarding Students' Mistakes on the Subject of Geometric Shapes. *Elementary Education Online*, 14(1), 55-71.
- Graham, C. R., Culatta, R., Pratt, M., & West, R. (2004). Redesigning the teacher education technology course to emphasize integration. *Computers in the Schools*, 21(1/2), 127-148.
- Graham, C.R., & Cox, S. (2009). Diagramming TPACK in practice: Using an elaborated model of the TPACK framework to analyze and depict teacher knowledge. *TechTrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*, 53(5), 60–69.
- Graham, C. R. (2011). Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 57, 1953–1960.
- Graduate School of Informatics. (2015). IS100 Course Information. Retrieved at 03.02.2016 from <http://ii.metu.edu.tr/course-information>
- Grossman, P. L. (1990). *The Making of a Teacher: Teacher Knowledge & Teacher Education*. New York: Teachers College Press.
- Grossman, P., Hammerness, K. & McDonald, M. (2009). Redefining teaching, re-imagining teacher education, *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 15(2), 273-289.
- Guba, E. G. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries, *Educational Communication and Technology Journal*, 29, 75–91.
- Gutiérrez, A. (1992). Exploring the links between van Hiele levels and 3-dimensional geometry. *Structural Topology*, 18, 31–48.
- Hähkiöniemi, M, & Leppäaho, H. (2012). Prospective mathematics teachers' ways of guiding high school students in GeoGebra-supported inquiry tasks. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 19(2), 45–58.

- HEC. (2006). Eğitim Fakültelerinde Uygulanacak Yeni Programlar Hakkında Açıklama. Retrieved at 5.9.2015 from https://www.yok.gov.tr/documents/10279/49665/aciklama_programlar/aa7bd091-9328-4df7-aafa-2b99edb6872f
- Hegarty, M. & Waller, D. A. (2005). Individual Differences in Spatial Abilities. *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking*. (pp.121-160), Cambridge University Press.
- Hohenwarter, J. & Hohenwarter, M. (2008). Introducing Dynamic Mathematics Software to Secondary School Teachers: The Case of GeoGebra, *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28(2), 135-146.
- Hixon, E., & So, H. J. (2009). Technology's role in field experiences for preservice teacher training. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(4), 294-304.
- Hollebrands, K. F. (2007). The role of a dynamic software program for geometry in the strategies high school mathematics students employ. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 164-192.
- Jackson, C., Simoncini, K., & Davidson, M. (2013). Classroom Profiling Training: Increasing Preservice Teachers' Confidence and Knowledge of Classroom Management Skills. *Australian Journal of Teacher Education*, 38(8), 29-46.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., Freeman, A., Kampylis, P., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2014). Horizon Report Europe: 2014. Schools Edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, & Austin, Texas: The New Media Consortium. Retrieved at 19.01.2016 from www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-europe-2014-schools-edition-2
- Kaput, J. J., & Thompson, P. W. (1994). Technology in mathematics education research: The first 25 years in the JRME. *Journal for research in mathematics education*, 25(6), 676-684.
- Karadağ, Z. & Aktümen, M. (2013). Dynamic and Interactive Mathematics Learning Environments, *Mevlana International Journal of Education*, 3(3), 1-5.
- Kilic, A. (2010). Learner-Centered Micro Teaching in Teacher Education. *International Journal of Instruction*, 3(1), 77-100.
- Kirkwood, A. (2009). E-learning: you don't always get what you hope for. *Technology, Pedagogy and Education*, 18(2), 107-121.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131-152.

- Koehler, M., & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK)*. New York: Routledge.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2011). *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2011*. Chesapeake, VA: AACE.
- Kvale, S. (1996). *Interviews*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Lee, H., & Hollebrands, K. (2008). Preparing to teach mathematics with technology: An integrated approach to developing technological pedagogical content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(4), 326-341.
- Lincoln Y. S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*, Beverly Hills: Sage.
- Lim, C. P. (2007). Effective integration of ICT in Singapore schools: pedagogical and policy implications. *Educational Technology Research and Development*, 55(1), 83-116.
- Lyublinskaya, I., & Tournaki, E. (2011). The effects of teacher content authoring on TPACK and on student achievement in algebra: Research on instruction with the TI-Nspire handheld. In R. Ronau, C. Rakes & M. Niess (Eds.), *Educational Technology, Technology Knowledge, and Classroom Impact: A Research Handbook on Frameworks and Approaches* (pp. 295-322). Hershey, PA: IGI Global.
- Martinovic, D., & Karadag, Z. (2011). Dynamic and Interactive Mathematics Learning Environments (DIMLE): The case of teaching limit concept. The 10th International Conference on technology in Mathematics Teaching, University of Portsmouth, Portsmouth, UK.
- Martinovic, D., & Karadag, Z. (2012). Dynamic and interactive mathematics learning environments: the case of teaching limit concept. *Teaching mathematics and its applications*, doi:10.1093/teamat/hrr029.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*, San Francisco: Jossey-Bass.
- Middle East Technical University (2014). *General Catalogue*. Ankara: Metu Printing, Studio Press.
- Mid-Pacific Information and Communication Technology Centre. (2015). Retrieved at 26.01.2016 from http://www.mpict.org/ict_education_defined_importance.html

- Ministry of National Education. (2010). Report of e-twinning Conference. Retrieved at 13.8.2015 from <http://etwinning.net/en/pub>
- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mouza, C., & Karchmer-Klein, R. (2013). Promoting and assessing pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) in the context of case development. *Journal of Educational Computing Research*, 48(2), 127-152.
- Munsey, C. (2012). Step to the match. *American psychological association* retrieved at 15.08.2015 from <http://www.apa.org/gradpsych/2012/03/cover-match-steps.aspx>
- National Research Council. (1996). *Improving Teacher Preparation and credentialing consistent with the national science education standards*. Washington: DC, National Academy Press.
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509-523.
- Niess, M. L. (2006). Guest Editorial: Preparing teachers to teach mathematics with technology. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 6(2), 195–203.
- Niess, M. L. (2008). Guiding preservice teachers in developing TPCK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 223-250). New York, NY: Routledge.
- Niess, M. L., Ronau, R. N., Shafer, K. G., Driskell, S. O., Harper S., Johnston, C., Browning, C., Ozgun-Koca, S. A., & Kersaint, G. (2009). Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 4-24.
- Niess, M. L. (2011). Investigating TPACK: Knowledge growth in teaching with technology. *Journal of Educational Computing Research*, 44(3), 299-317.
- Oldknow, A. & Tetlow, L. (2008) Using Dynamic Geometry Software to Encourage 3D Visualisation and Modelling. *Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 2(1), 54-61.
- Ozgun-Koca, S., Meagher, M., & Edwards, M. T. (2010). Preservice teachers' emerging TPACK in a technology-rich methods class. *Mathematics Educator*, 19(2), 10-20.

- Ozmantar, M. F., Akkoc, H., Bingolbali, E., Demir, S., and Ergene B. (2010). Pre-service mathematics teachers' use of multiple representations in technology-rich environments. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(1), 19-36.
- Oztoprakçı, S. (2014). *Pre-Service Middle School Mathematics Teachers' Understanding of Quadrilaterals through the Definitions and their Relationships*. Middle East Technical University. Unpublished Ph.D. Thesis.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Peker, M. (2009). Genişletilmiş mikro öğretim yaşantıları hakkında matematik öğretmeni adaylarının görüşleri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 353-376.
- Purdie, N., & Hattie, J. (2002). Assessing students' conception of learning. *Australian Journal of Educational and Developmental Psychology*, 2, 17-32.
- Richards, C. (2005). The design of effective ICT-supported learning activities: exemplary models, changing requirements, and new possibilities. *Language Learning & Technology*, 9(1), 60-79.
- Richards, C. (2006). Towards an integrated framework for designing effective ICT-supported learning environments: the challenge to better link technology and pedagogy. *Technology, Pedagogy and Education*, 15(2), 239-255.
- Schneider, W. (2008). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents: Major trends and implications for education. *Mind, Brain, and Education*, 2(3), 114-121.
- Schneider, W. & Lockl, K. (2002). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents. In Perfect, T. & Schwartz, B. (Eds.), *Applied metacognition*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Schmidt, D., Baran, E., Thompson, A., Koehler, M. J., Shin, T., & Mishra, P. (2009). *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for pre-service teachers*. Paper presented at the 2009 Annual Meeting of the American Educational Research Association, April 13-17, San Diego, California.
- Shaadan, P. & Kwan Eu, L. (2013). Effectiveness of Using GeoGebra on Students' Understanding in Learning Circles. *The Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 1(4), 1-11.
- Shivelya, C. T. & Yerrick, R. (2014). A case for examining pre-service teacher preparation for inquiry teaching science with technology. *Research in Technology*, 22(1), 1-13.

- Shulman, L. (1986). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed., pp. 3-36). New York: MacMillan.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: A conception of teacher knowledge. *American Educator*, 10(1), 9.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Simsek, E. & Yucekaya, G. K. (2014). The Effect of the Teaching by the Dynamic Geometry Software on 6th Grade Elementary School Students' Spatial Ability. *KEFAD*, 15(1), 65-80.
- Starr, L. (2011). Integrating Technology in the Classroom: It Takes More Than Just Having Computers. Retrieved at 01.02.2016 from http://www.educationworld.com/a_tech/tech/tech146.shtml
- Thompson, A. D., & Mishra, P. (2007). Breaking news: TPACK becomes TPACK! *Journal of Computing in Teacher Education*, 24(2), 38-64.
- Trochim, W. M. (October 20, 2006). The Research Methods Knowledge Base, 2nd Edition. Retrieved at 26.01.2016 from <http://www.socialresearchmethods.net/kb/>
- Turner, L. (2005). 20 Technology Skills Every Educator Should Have. THE Journal [Online]. Retrieved at 01.02.2016 from <https://thejournal.com/articles/2005/06/01/20-technology-skills-every-educator-should-have.aspx>
- Ural, A. (2011). Prospective Teachers Criteria of Dimension. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 13-25.
- Wang, Q. & Woo, H. L. (2007). Systematic Planning for ICT in Topic Learning. *Journal of Educational Technology and Society*, 10(1), 148-156.
- Willig, C. (2008). *Introducing qualitative research in psychology*. (2nd ed.). New York: Open University Press.
- Yiğit, M. (2014). A review of the literature: How pre-service mathematics teachers develop their technological, pedagogical, and content knowledge. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 2(1), 26-35.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods*. 5th edition. Sage Publications. California. Pages 5-6.

APPENDICES

APPENDIX A. RUBRIC ADAPTED FROM NIESS ET AL. (2009)

CURRICULUM & ASSESSMENT

C: Curriculum descriptor A: Assessment descriptor Ex: Example

Recognizing (1)

C: Acknowledges that *mathematical ideas displayed with the technologies* can be useful for making sense of topics addressed in the curriculum.

Ex: Creates graphs of multiple linear functions using graphing calculators to provide a visual representation of varying slopes. Considers these visuals as making sense of the idea of the slope but is unsure of how this might help students learn the basic concept.

A: Resists idea of technology use in assessment indicating that technology interferes with determining students' understanding of mathematics.

Ex: *Does not allow calculator/smart board/ GeoGebra or online interactive dynamic software use* when assessing students' understanding of solving linear equations.

Accepting (2)

C: *Expresses desire* but demonstrates *difficulty in identifying topics in own curriculum* for including technology as a tool for learning.

Ex: Attends and participates in mathematics dynamic geometry system workshop (*took GeoGebra course*) to identify curricular ideas for incorporating the technologies as learning tools. Mimics the incorporation of a dynamic geometry system idea from the workshop to display measuring the sum of the angles of a triangle that upon multiple changes of the triangle suggests that the sum of the angles of any triangle is 180 degrees.

A: Acknowledges that it might be appropriate to allow technology use as part of assessment but has *a limited view of its use (i.e., use of technology on a section of an exam)*.

Ex: Attends and participates in a mathematics assessment professional development to consider ideas for assessing students' understanding of solving systems of linear functions using the calculator as a tool. Mimics the assessment

idea to explain the use of the calculator for solving systems of linear functions by using the trace function to identify the intersection. *Often retests technology questions with paper and pencil questions to be sure that the concept was learned the 'right' way.*

Adapting (3)

C: *Understands some benefits of incorporating appropriate technologies as tools for teaching and learning the mathematics curriculum.*

Ex: *Targets key topics students investigate with technology.* Develops lessons to demonstrate mathematics concepts with technology and activities for students to use technology to verify or reinforce those concepts. After students have learned to create graphs of specific linear functions, students are challenged to use the spreadsheet to verify the graphical representation of the ordered pairs.

A: *Understands that if the technology is allowed during assessments that different questions/items must be posed (i.e., conceptual vs. procedural understandings), from difficult to easy (to construct using GeoGebra)*

Ex: Allows use of a calculator in an assessment but designs the assessment to focus on gathering students' conceptual understanding of solving systems of linear functions in addition to their procedural understanding.

Exploring (4)

C: Investigates the use of topics in own curriculum for including technology as a tool for learning; *seeks ideas and strategies for implementing technology in a more integral role in the development of the mathematics that students are learning.*

Ex: *Adapts own previous mathematics lesson to include technology.*

Ex: Develops own ideas about using technology to enhance current curriculum; thus, begins altering pre-existing activities or *creating new activities for current curriculum.*

A: Actively investigates use of *different types of technology-based assessment items and questions* (e.g., technology active, inactive, neutral or passive).—
GeoGebra, linking cubes

Ex: *Designs assessments* where students are expected to show their understanding of mathematical ideas using an appropriate technology that extends beyond paper and pencil type questions.

Advancing (5)

C: Understands that sustained innovation in modifying own curriculum to *efficiently and effectively incorporate technology* as a teaching and learning tool is essential.

Ex: Develops *innovative ways to use technology to develop mathematical thinking* (power point extra interactive activity) in students such as using virtual algebra tiles) to extend ideas of handheld manipulatives to focus on variables in algebraic expressions.

Ex: *Modifies and advances curriculum to take advantage of technology* as a tool for teaching and learning such as using CAS to explore more complex algebraic expressions.

A: Reflects on and adapts assessment practices that examine students' conceptual understandings of the subject matter in ways that demand *full use of technology*.

Ex: Develops innovative assessments to capture students' understandings of the mathematics embedded in the particular technology.

LEARNING

M: Mathematics learning descriptor C: Conception of student thinking descriptor

Ex: Mathematics example

Recognizing (1)

M: Views *mathematics as being learned in specific ways* and that technology often gets in the way of learning.

Ex: *Mathematical exploration with technology rarely seen.*

C: More apt to accept the technology as a teaching tool rather than a learning tool.

Ex: Technology is used *only outside of normal classroom activities*, such as checking homework, calculating large numbers, etc.

Accepting (2)

M: *Has concerns about students' attention* being diverted from learning of appropriate mathematics to a focus on the technology in the activities.

Ex: *Limits student technology use*, particularly during the introduction and development of key topics.

C: *Is concerned that students do not develop appropriate mathematical thinking skills when the technology is used* as a verification tool for exploring the mathematics.

Ex: Activities that use technology are almost always redone without technology to be certain students really learned the particular concept.

Adapting (3)

M: Begins to *explore, experiment and practice integrating technologies as mathematics learning tools*.

Ex: *Students explore some mathematics topics using technology.—GeoGebra*

C: Begins developing appropriate mathematical thinking skills when technology is used as a tool for learning.

Ex: Although students use technology for most topics, assessing student thinking remains mostly technology free.—*only activity sheets checked*

Exploring (4)

M: Uses technologies as tools to facilitate the learning of specific topics in the mathematics curriculum.

Ex: Students explore *numerous topics using technology, sometimes ranging outside the topic at hand.*

C: Plans, implements, and reflects on teaching and learning with concern for guiding students in understanding.

Ex: Technology *activities* are implemented and evaluated with respect *to student learning of mathematics* and student attitudes toward mathematics.

Ex: *Manages technology-enhanced activities towards directing student engagement and self-direction in learning mathematics.—students' willing to learn*

Advancing (5)

M: Plans, implements, and reflects on teaching and learning with concern and personal conviction for student thinking and understanding of the mathematics to be enhanced through the *integration of the various technologies.*

Ex: Students explore mathematics topics, integrating various technologies in attempts to better understand mathematical concepts.

C: Technology integration is integral (rather than in addition) to the development of the mathematics students are learning.

Ex: Engages students in *high-level thinking activities* (such as project-based and problem-solving and decision-making activities) for learning mathematics using the technology as a learning tool.

Ex: Technology is used to develop *advanced levels of understanding* of mathematical concepts.

TEACHING

M: Mathematics learning descriptor I: Instructional descriptor E: Environment descriptor *PD: Professional development descriptor* Ex: Mathematics example

Recognizing (1)

M: Concerned that the *need to teach about the technology will take away time from teaching mathematics.*

Ex: Students use technology on their own and little or no instruction with technology is present.

I: *Does not use technology to develop mathematical concepts.*

Ex: Technology, if used in class, is used for menial or rote activities.

E: *Uses technology to reinforce concepts taught without technology.*

Ex: Focus on linear functions where students practice creating graphs by hand to explore different functions. After students have demonstrated competence with linear functions, summarize the knowledge, with a spreadsheet example or a graphing calculator example.

PD: Considers attending local professional development to learn more about technologies.

Ex: *Attends local workshops that focus on gaining skills with the technology; the context of the learning activities is mathematics.*

Accepting (2)

M: Uses *technology activities at the end of units*, for “days off,” or for activities peripheral to classroom instruction.

Ex: Technology-enhanced activities are not used for topics that require more advanced technology skills.

I: Merely mimics the simplest professional development mathematics curricular ideas for incorporating the technologies.

Ex: Introduces the Pythagorean Theorem algorithmically; *teacher use of dynamic geometry to verify the Pythagorean Theorem*; students find solutions to example problems using paper and pencil.

E: Tightly manages and orchestrates instruction using technology.

Ex: *Technology is directed, in a tightly sequenced, step-by-step process.* Skill-based, non-exploratory technology use.

PD: Recognizes the need to participate in technology related PD.

Ex: Seeks out *technology-related professional development*, workshops that are directed at developing the technology in the learning of mathematics.

Adapting (3)

M: *Uses technology to enhance or reinforce mathematics ideas* that students have learned previously.

Ex: Students use technology to reinforce *previously teacher-taught concepts*.

I: Mimics the simplest professional development activities with the technologies but attempts to adapt lessons for his/her mathematics classes.

Ex: Technology-based lessons are incorporated that are *tailored to students' needs*.

E: Instructional strategies with technologies are primarily deductive, *teacher-directed in order to maintain control* of the how the activity progresses.

Ex: Begins to adapt instructional approaches that *allow students opportunities to explore with technology as part of lessons*.

PD: Continues to learn and explore ideas for teaching and learning mathematics using only one type of technology (such as spreadsheets).

Ex: *Shares ideas from professional development* with other mathematics teachers in the building.

Exploring (4)

M: Engages students in *high-level thinking activities* (such as project-based and problem-solving and decision-making activities) for learning mathematics using the technology as a learning tool.

Ex: *Teachers share classroom-tested, technology-based lessons, ideas, and successes with peers*.

I: *Engages students* in explorations of mathematics with technology *where the teacher is in the role of a guide* rather than the director of the exploration.

Ex: *Students use technology* to explore new concepts as the *teacher serves mostly as a guide*.

E: Explores *various instructional* strategies (including both deductive and inductive strategies) with technologies to engage students in thinking about the mathematics.

Ex: The teacher incorporates a variety of technologies for numerous topics.

PD: Seeks out and works with others who are engaged in incorporating technology in mathematics.

Ex: Organizes teachers of similar mathematics and grade level in investigating the mathematics curriculum to integrate appropriate technologies.

Advancing (5)

M: Active, consistent acceptance of technologies as tools for learning and teaching mathematics in ways that *accurately translate mathematical concepts and processes into forms understandable by students.*

Ex: Teacher is seen as a resource as novel ideas for helping students learn mathematics with technology.

I: Adapts from a breadth of instructional strategies (including both deductive and inductive strategies) with technologies to engage students in thinking about the mathematics.—*construction and reconstruction of figures with technology and ask for directions, higher level questions*

Ex: The teacher helps students move *fluently from one tool to another while demonstrating a focus on and a joy of deeply understanding mathematical topics.* —*between GeoGebra, virtual manipulative, office tools different than word—power point*

E: Manages technology-enhanced activities in ways that maintain student engagement and self-direction in learning mathematics.

Ex: The teacher forms and reforms learning groups where individual and group learning is valued and encouraged.

PD: *Seeks ongoing PD to continue to learn to incorporate emerging technologies.*

Continues to learn and explore ideas for teaching and learning mathematics with multiple technologies to enhance access to mathematics.

Ex: Engages teachers in the district in evaluating and revising the mathematics curriculum to more seamlessly integrate technology throughout the grades, adjusting the curriculum to a 21st-century mathematics curriculum with appropriate technologies.

ACCESS

U: Usage descriptor B: Barrier descriptor A: Availability descriptor Ex:
Mathematics example

Recognizing (1)

U: *Permits students to use technology 'only' after mastering certain concepts.*

Ex: Mathematical exploration with technology tools is challenged by beliefs about how students need to learn mathematics.

B: *Resists consideration of changes in content taught* although it becomes accessible to more students through technology.

Ex: Student access to technology is limited to 'after' they have learned the given concepts using paper and pencil procedures and only for rote activities.

A: *Notices that authentic problems are more likely to involve 'unfriendly numbers' and may be more easily solved if students had calculators.*

Ex: Assigns some mathematics problems using school and community data but saves them for "extra credit" work if students have calculators.

Accepting (2)

U: *Students use technology in limited ways* during regular instructional periods.

Ex: Student activities with technology are limited to brief tightly controlled situations.

B: *Worries about access and management issues* with respect to incorporating technology in the classroom.

Ex: Students can only use technology in isolated situations or non-important learning situations.

A: *Calculators/GeoGebra and smart board permit a greater number of examples to be explored by students.*

Ex: Student uses calculators to investigate patterns and functions.

Adapting (3)

U: *Permits students to use technology in specifically designed units.*

Ex: Access to and use of technology is available for exploration of new topics.

B: *Uses technology as a tool to enhance mathematics lessons in order to provide students a new way to approach mathematics.*

Ex: Concepts learned with technology are *not assessed with technology.*

A: *Concepts are taught differently* since technology provides access to connections formerly out of reach.

Ex: *Students use dynamic geometry software to investigate and make connections between trigonometry functions.*

Exploring (4)

U: *Permits students to use technology for exploring specific mathematical topics.*

Ex: Access to and use of technology is available and encouraged for mathematics exploration during most class times.

B: *Recognizes challenges for teaching mathematics with technologies, but explores strategies and ideas to minimize the impact of those challenges.*

Ex: Technology is used extensively in assessments. Seeks out ways to obtain technology for classroom use and begins creating methods for technology management issues.

A: *Through the use of technology, key topics are explored, applied, and assessed incorporating multiple representations of the concepts and their connections.*

Ex: Simultaneous equations are developed from an authentic situation, solved and interpreted using graphs, tables, symbols and data.

Advancing (5)

U: *Permit students to use technology in every aspect of mathematics class.*

Ex: Technology is seen as an opportunity to challenge notions of what mathematics students can master.

B: *Recognizes challenges in teaching with technology and resolves the challenges through extended planning and preparation for maximizing the use of available resources and tools.*

Ex: Technology is used to expand the mathematics concepts that can be accessed by students.

A: *Students are taught and permitted to explore more complex mathematics topics or mathematical connections as part of their normal learning experience.*

Ex: *Using the Internet to find interesting mathematical problems, students investigate the role that technologies can play in finding solutions to the problem.*

APPENDIX B. SAPMLE LESSON PLAN

DERS PLANI

Sınıf Seviyesi:	7. sınıf
Süre:	80 dakika
Öğrenme Alanı:	Geometri
Alt Öğrenme Alanı:	Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri
Kazanım:	<ul style="list-style-type: none">▪ Ders sonunda, öğrenci üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizer.
Materyaller:	<ul style="list-style-type: none">▪ Aktivite Kâğıdı▪ GeoGebra programı
Öğretme Yöntemleri:	<ul style="list-style-type: none">▪ Soru Sorma▪ Beyin Fırtınası▪ Keşfederek Öğrenme
Ön Bilgiler:	<ul style="list-style-type: none">▪ Birim küpleri tanır ve özelliklerini bilir.

AKTİVİTENİN AKIŞI

Başlangıç: (10 dakika)

- Öğretmen konunun giriş kısmını günlük hayattan örneklerle açıklayarak ve öğrencileri sorgulamaya yönlendirerek yapar.
- Öğretmen öğrencilere birim küplerden yapılmış bir şekil göstererek üç boyutlu bir cismin farklı yönlerden görünüşlerini somutlaştırır. (Öğretmen bunu, sınıftan üç öğrenci seçerek öğrencilerin birinin şeklin sağından, birinin solundan, diğerinin ise önünden bakmasını ve gördükleri şekilleri tahtaya çizmelerini isteyerek de yapabilir.)
- Üstten görünüm için, binaların üstünde uçan bir kuş veya binaların üzerinden geçen bir uçak örnekleri verilir.
- Ayrıca öğretmen, bu şekilleri gerçek hayatla ilişkilendirebilmek için bina örneğini verebilir.
- Öğretmen, bu oluşturduğu şekilde bir küpün yerini değiştirerek veya yeni bir küp ekleyerek cismin görüntülerinin (sağdan-soldan-önden-üstten) nasıl değişeceği hakkında öğrencileri düşünmeye sevk eder.
- Öğretmen, sınıfa etkinlik kâğıtlarını dağıtır.

Gelişme: (60 dakika)

- Öğretmen, aktivite kâğıdındaki ilk sorunun üzerinde düşünmeleri için öğrencilere süre tanır. Bu sırada öğretmen, şeklin farklı yönlerden görünüşlerinin öğrencilerin gözünde daha rahat canlanabilmesi için, birinci sorudaki şekli GeoGebra'da oluşturur ve sağa-sola döndürür.
- Öğrencilerin buldukları cevapları söylemelerini ister. (Bu aşamada öğretmen tahtada yanıtları oluştururken öğrencilerden gelen cevapları dikkate alır.)
- Daha sonra öğrenciler ikinci soru üzerinde düşünüp, bir sonuca ulaştıktan sonra öğretmen, birkaç öğrenciden nasıl düşündüklerini açıklamasını ister.

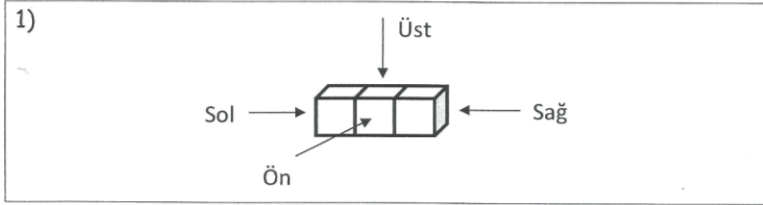
- Ardından öğretmen, GeoGebra programını kullanarak sorunun cevabını öğrencilere görsel bir şekilde gösterir ve anlaşılmayan noktaları (varsa) açıklar.
- Sıradaki sorularla devam edilir. (Öğretmen isterse ilk iki sorunun ardından birkaç soru için zaman verir ve sonrasında yanıtlama kısmına geçer.)
- Öğretmen isterse birim küpleri kullanarak aynı şekilleri gösterebilir.

Bitiş: (10 dakika)

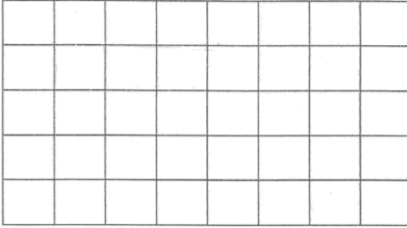
- Öğretmen, öğrencilere bu derste neler öğrendiklerini sorar.
- Öğretmen, sınavlarda çıkmış sorulardan seçtiklerini sorar. (MEB SBS sınavı)
- Öğretmen derste anlatılanları öğrencilerin cümlelerini birleştirerek özetler.
- Öğretmen, bir sonraki derste neler yapacaklarını açıklar ve dersi bitirir.

APPENDIX C. SAMPLE ACTIVITY SHEET 1

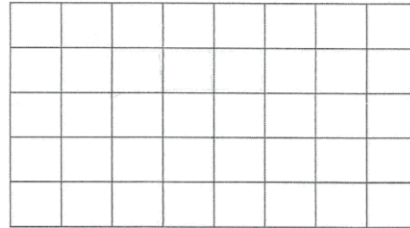
AKTİVİTE KÂĞIDI



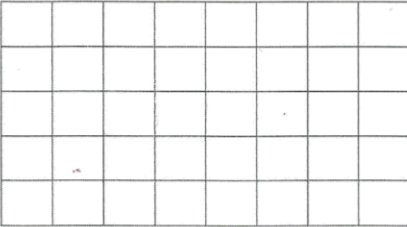
ÖN



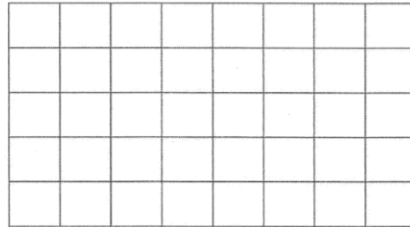
ÜST



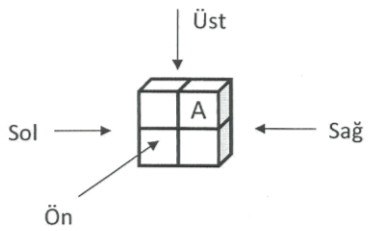
SAĞ



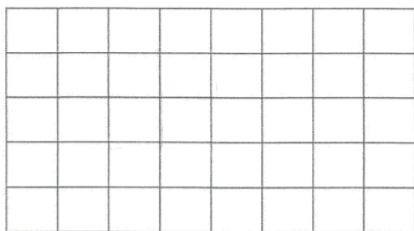
SOL



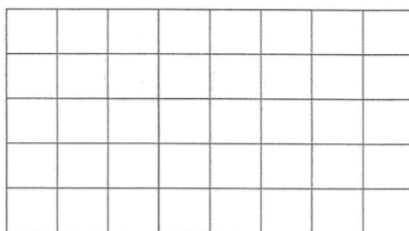
2)



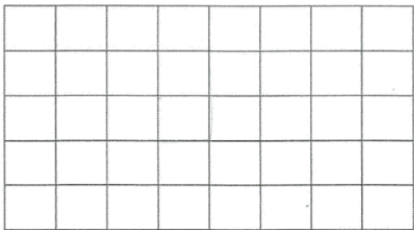
ÖN



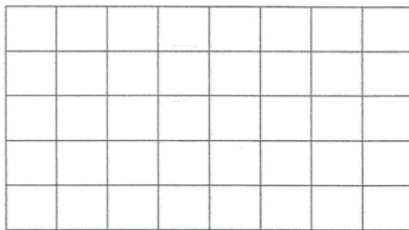
ÜST

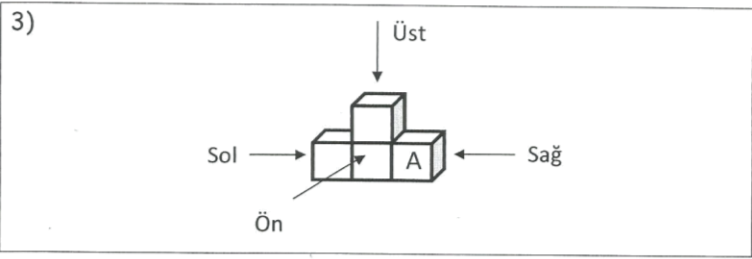


SAĞ



SOL

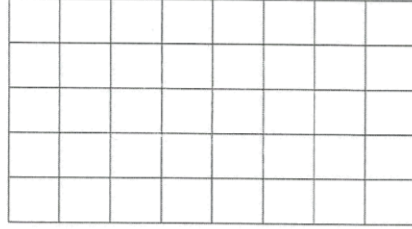




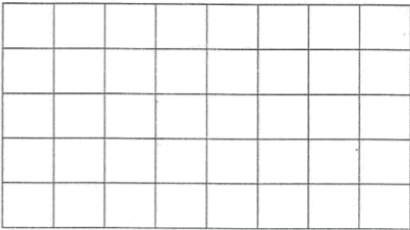
ÖN



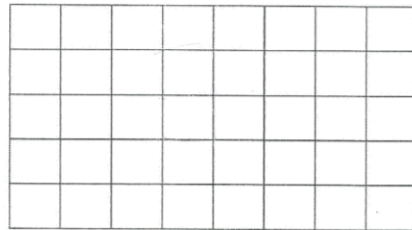
ÜST

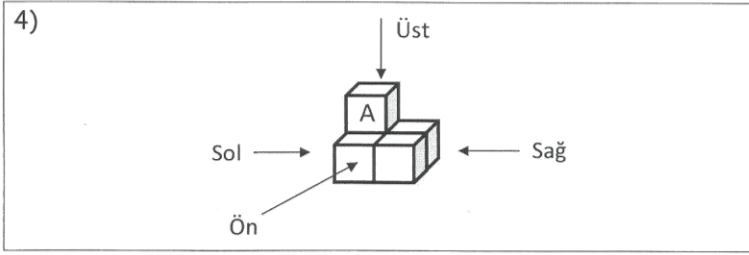


SAĞ

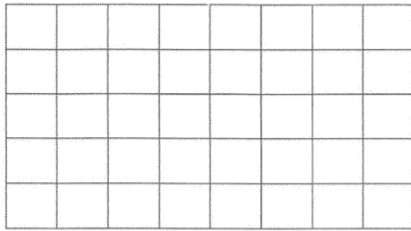


SOL

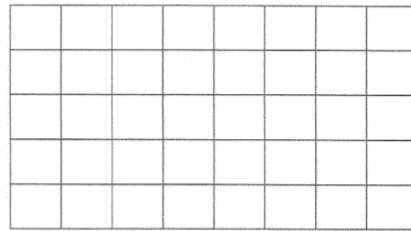




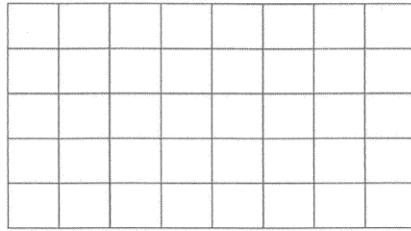
ÖN



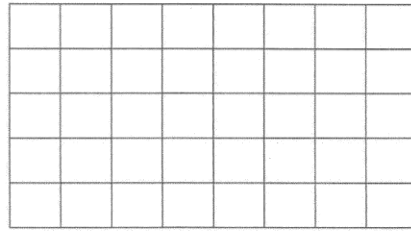
ÜST

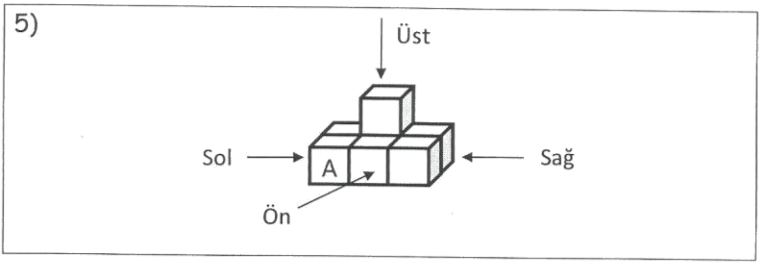


SAĞ

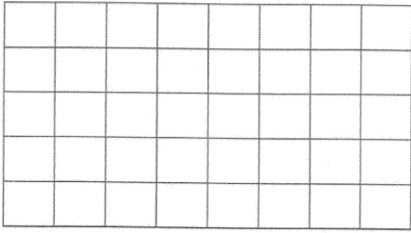


SOL

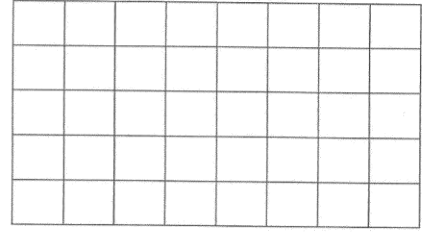




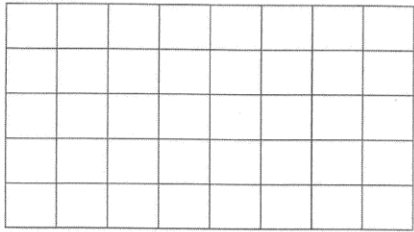
ÖN



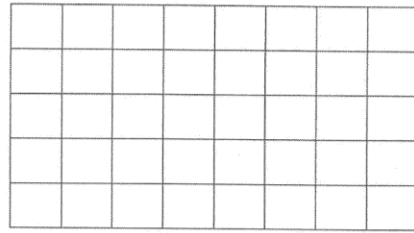
ÜST

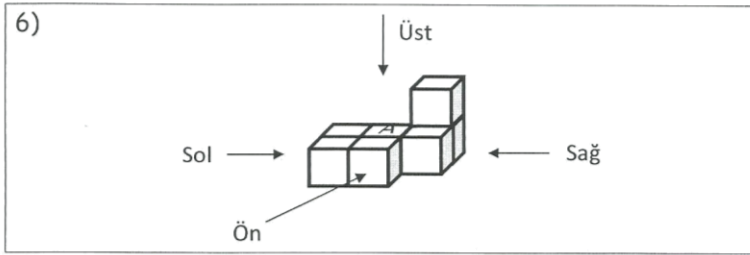


SAĞ

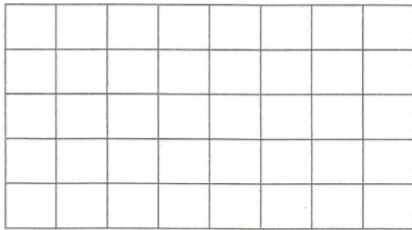


SOL

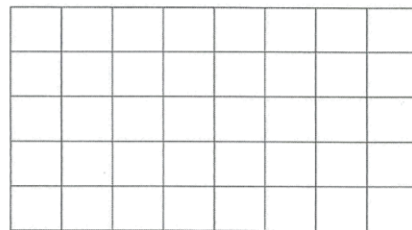




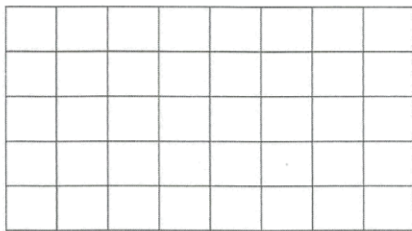
ÖN



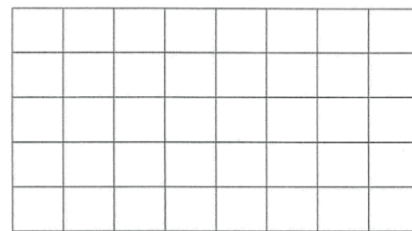
ÜST



SAĞ



SOL

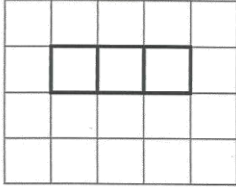


APPENDIX D. SAMPLE ACTIVITY SHEET 2

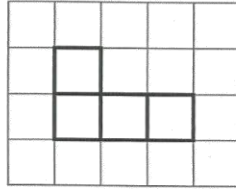
AKTİVİTE KAĞIDI

①

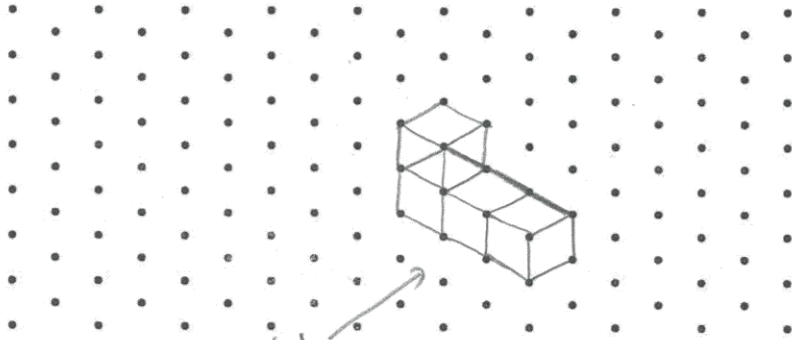
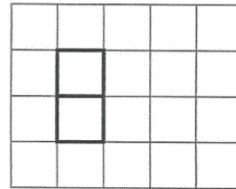
ÜST



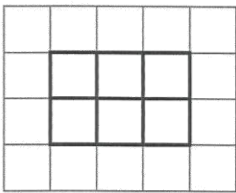
ÖN



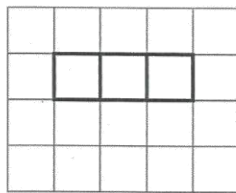
SAĞ



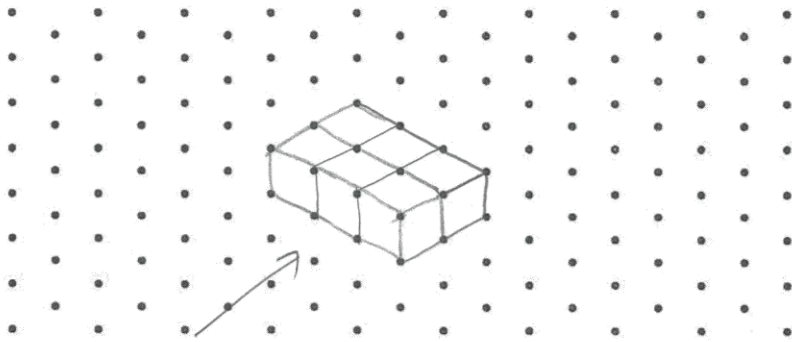
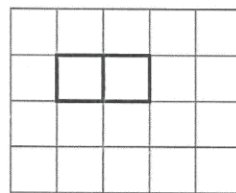
ÜST



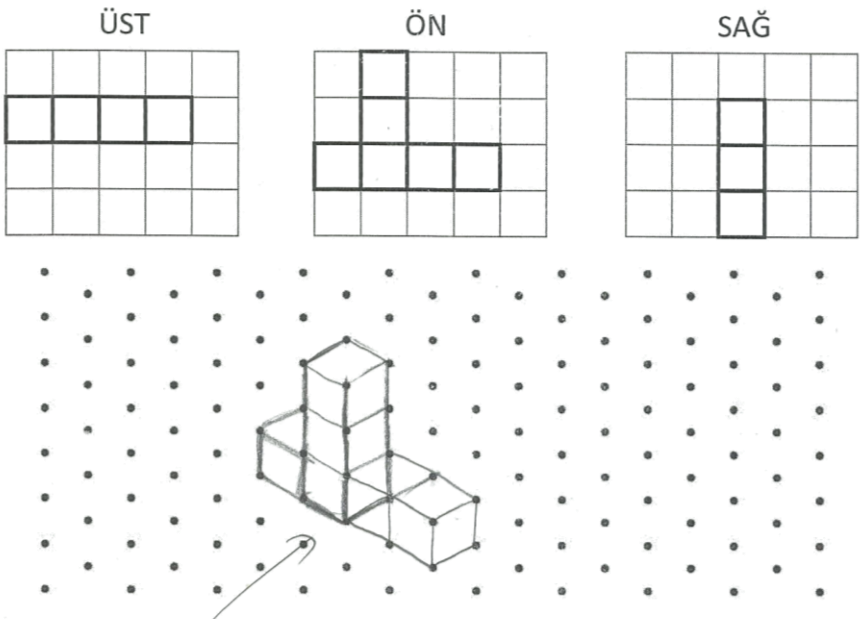
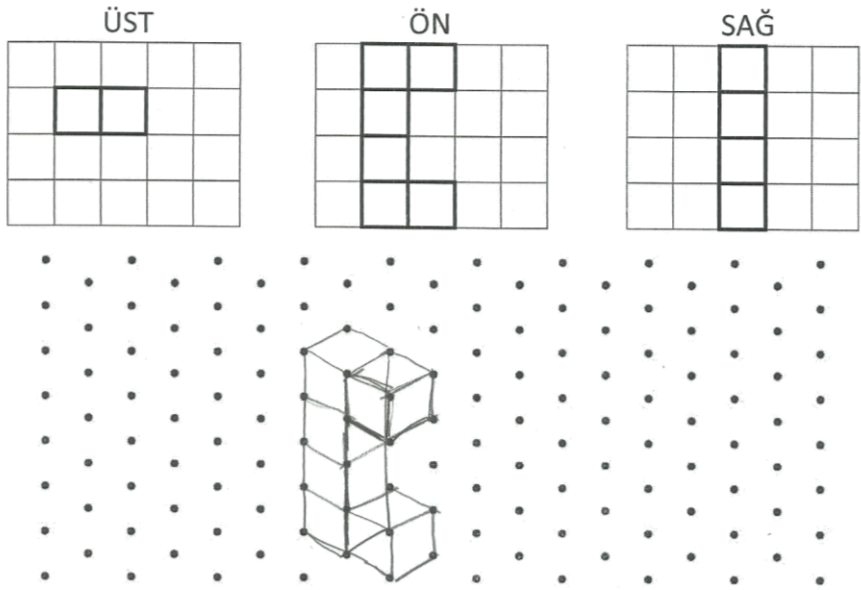
ÖN



SAĞ



2

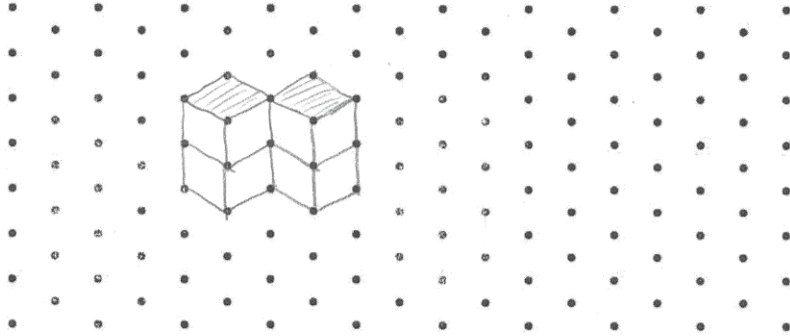
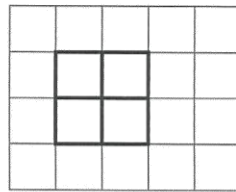
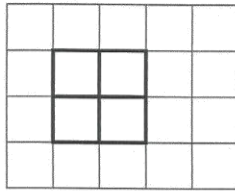
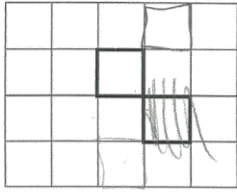


3

ÜST

ÖN

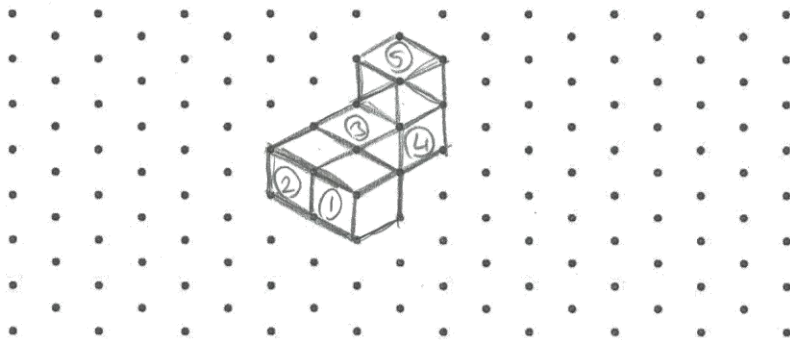
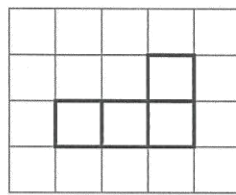
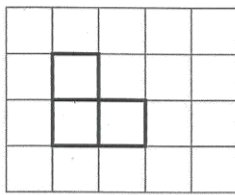
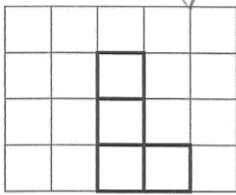
SAĞ



ÜST

ÖN

SAĞ

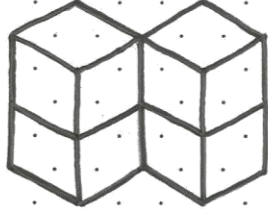


APPENDIX E. PARTICIPANT'S ANSWERS AND ISOMETRIC PAPER

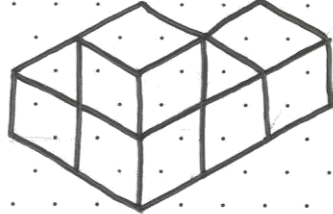
İZOMETRİK KÂĞIT

Koşu noktalarının birbirine eşit uzaklıkta olacak şekilde dizildiği noktalı kâğıttır. Eşkenar üçgen, düzgün altıgen, eşkenar dörtgen çizimlerinde ve üç boyutlu çizimlerde kolaylık sağlar. İzometrik kâğıt; üç boyutlu cisimlerin çizimleri, geometrik cisimler, örüntü ve süslemeler, hacim ölçme, çokgenler, dörtgenler gibi birçok konuda kullanılabilir.

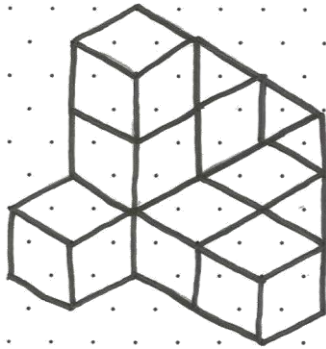
①



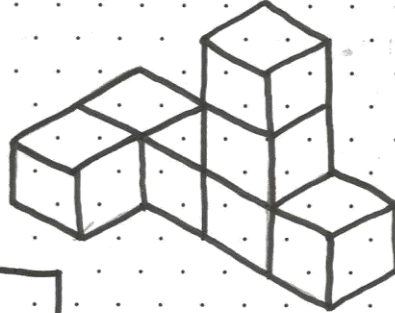
②



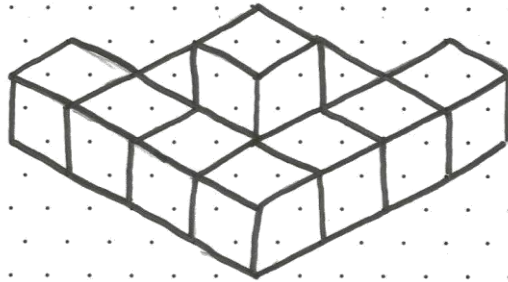
③



⑤

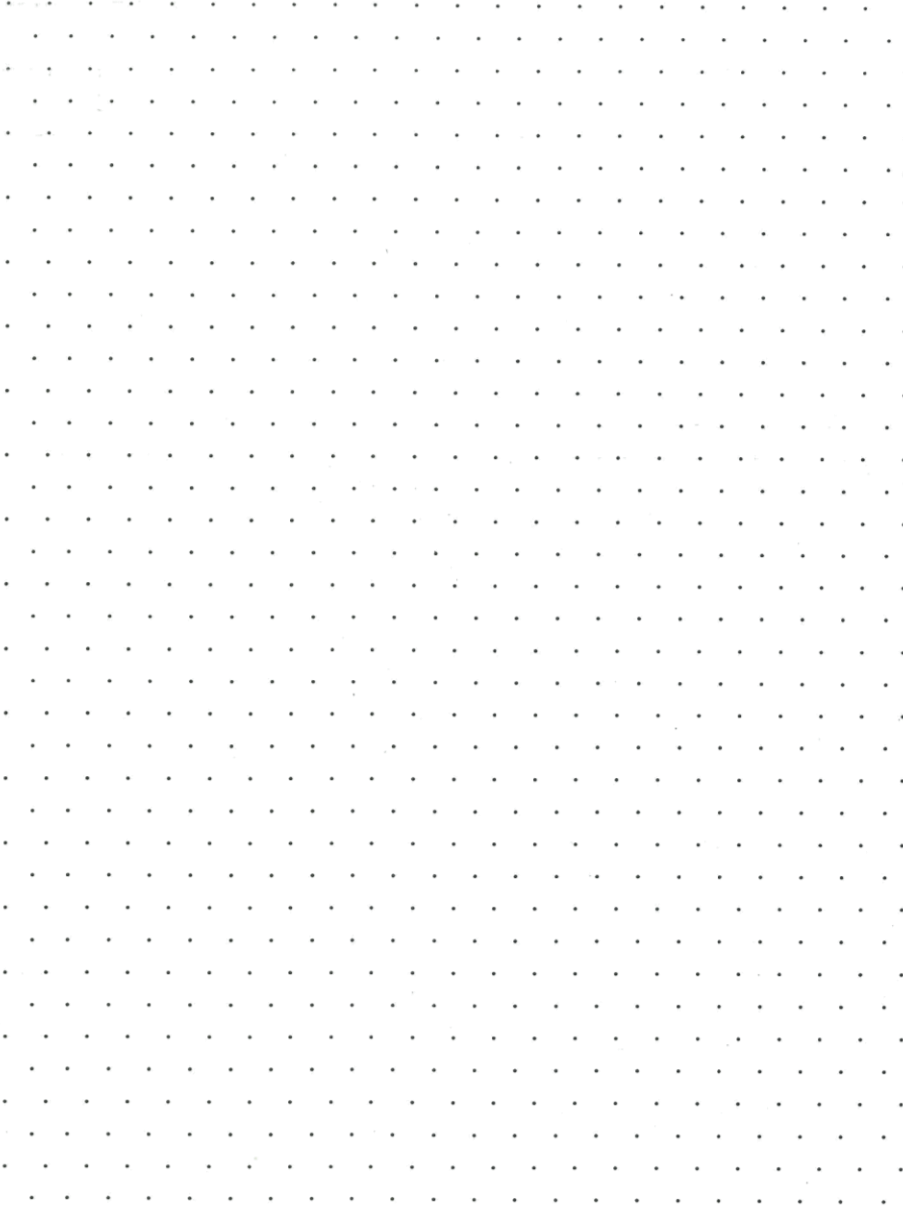


④



İZOMETRİK KÂĞIT

Komşu noktaların birbirine eşit uzaklıkta olacak şekilde dizildiği noktalı kâğıttır. Eşkenar üçgen, düzgün altıgen, eşkenar dörtgen çizimlerinde ve üç boyutlu çizimlerde kolaylık sağlar. İzometrik kâğıt; üç boyutlu cisimlerin çizimleri, geometrik cisimler, örüntü ve süslemeler, hacim ölçme, çokgenler, dörtgenler gibi birçok konuda kullanılabilir.



APPENDIX F. PRE-INTERVIEW QUESTIONS

Teknoloji Bilgisi (TK)

1. Bilgisayarın temel donanım parçalarının (Ekran kartı, Ana kart, Bellek vb.) işlevleri sizce nelerdir?
2. Temel bilgisayar yazılımlarını (Excel, Power Point, Media Player, E-mails vb.) bilgisayarınıza nasıl kurup nasıl kaldıracağınızı anlatınız.
 - Günlük hayatınızda hangi amaçlarla, ne sıklıkla kullanırsınız?
 - Kullanış açısından kendinizi ne kadar yeterli görüyorsunuz? Neden?
3. Yeni karşılaştığınız teknolojileri (donanım, yazılım) öğrenirken ve uygularken ne tür zorluklarla karşılaşsınız? Bu zorluklarla nasıl başa çıkarsınız?

Teknolojik Alan Bilgisi (TCK)

4. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusundaki yeni üç boyutlu teknolojileri takip ediyor musunuz? Takip ettiğiniz üç boyutlu teknolojilere örnek veriniz.
5. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusundaki üç boyutlu olmayan (Geometer's Sketchpad) farklı teknolojiler hakkında bilgileriniz nelerdir? Bilginiz teknolojilere örnek veriniz.
6. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunun öğretiminde kullanacağınız teknolojiler nelerdir? Neden bu teknolojileri kullanmayı seçersiniz?

Alan Bilgisi (CK)

7. Ortaokul Matematik Programı'ndaki Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu ele alalım. Bu konudaki kazanımları nelerdir? (matematikselsel bilgi)
8. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri'ni çizerken nelere dikkat edersiniz? Takip ettiğiniz adımlar nelerdir?

9. Farklı Yönlerden Görünümleri Verilen Bir Cismi oluştururken takip edeceğiniz adımlar nelerdir? Açıklayınız.

Pedagojik Alan Bilgisi (PCK)

10. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunda öğrencilerin kavram yanılgıları nelerdir? Öğrencilerin karşılaştıkları bu kavram yanılgılarını gidermek için hangi yöntemleri kullanırsınız?

11. Farklı öğrenme düzeyindeki öğrencilere, Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu anlatırken nelere dikkat edersiniz?

12. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu öğretirken hangi çoklu temsillerden yararlanabilirsiniz?

13. Öğrencilerin Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu öğrenmesi için kullanacağınız kaynakları nasıl seçersiniz? Hangi kıstasları göz önünde bulundurursunuz?

Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPK)

14. Öğretim yönteminizin etkili olmasını sağlayacak teknolojilere nasıl karar verirsiniz? Bu teknolojilerin seçiminde kendinizi ne kadar yeterli görüyorsunuz? Neden?

15. Bir konuyu Geogebra, Geometer's Sketch Pad gibi programları ya da Online Materyalleri kullanarak öğretirken, bilgisayarda teknik sorunlarla karşılaştığınızda ne yaparsınız? Nasıl çözersiniz? Sizin için bu sorunları çözmek kolay mı? Nedenlerinden bahsedebilir misiniz?

Pedagojik Bilgi (PK)

16. Ders anlatırken öğrencilerin öğrenme düzeylerini değerlendirmeniz önemlidir. Değerlendirdiğiniz öğrenme düzeylerine göre ders planınızın dışına çıkmak sizce kolay mı? Neden? Neden değil?

17. Derste anlattığımız konuları günlük hayatla nasıl ilişkilendirebilirsiniz?

18. Sizce ders anlatırken sınıf yönetimi sağlamak kolay mıdır? Neden, neden değil?

Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPACK)

19. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunda öğrencilerin kavram yanılgılarını gidermek için hangi teknolojileri kullanırsınız?

20. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu hangi teknolojiyi (Yazılımlar, uygulamalar, sanal manipülatifler) kullanarak anlatmayı planlıyorsunuz? Neden bu teknolojinin etkili olduğunu düşünüyorsunuz?

21. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu anlatırken kullandığımız teknolojinin konuyu öğrenmeye ve öğretmeye olan katkısı nedir?

Kapanış

APPENDIX G. POST-INTERVIEW QUESTIONS 1

1. “Öğretim yönteminin etkili olmasını sağlayacak teknolojilere karar verirken “önceden onunla alakalı yapılmış şeylere bakarım aslında. Yani onu kullanarak önceden neler yapılabilmiş? Güzel şeyler yapılmış mı? Yoksa benim istediğim seviyeye ulaşamamış mı? Ona bakarım.” demiştin. İlk dersinde geçmeli küp yani somut materyal kullanmayı tercih ettin. Önce, sınıfın tepkilerini izleyelim. Sence amacına ulaşabildin mi? Neden? Geçmeli küpleri kullanmanın etkisi nasıl oldu?
2. Pre interview’da “Power Point her zaman kullanıyorum. Bir sürü (hazırladım) sunum falan yaparken. Power Point ’i çok fazla kullanıyorum. Bence bilmediğim bir... Çok az şey vardır Power Point konusunda. Çok fazla kullandığım için kendimi yeterli görüyorum tabii.” demiştin. İkinci kullandığın teknoloji Office Araçları oldu. “Power Point’te önden sağdan üstten çizilmiş bir örnek var ama sadece görsellik katmak için onu kullanmak istemiyorum. Üzerinde düşüneceğim.” demiştin. O örneği kullandın mı? Power-Point ve Word kullandın. Önce, sınıfın tepkilerini izleyelim. Sence amacına ulaşabildin mi? Neden böyle düşünüyorsun?
3. Teknolojileri uygularken zorluklarla karşılaştığımda, “Aslında yapacağım amaca yönelik (tepkim değişir). Yani, eğer o anda birisi için veya kendim için herhangi bir program ya da bir uygulama geliştiriyorsam eğer, dediğim gibi daha dikkatli olmak için bir bilene danışırım. Yani ya internetten araştırırım, forum siteleri gerçekten çok faydalı; ya da şey yaparım.” demiştin. Sınıfta birisi için yani öğrenciler için teknoloji kullandın. Derste smart-board kullanırken çizimle ilgili bir sorunla karşılaştın. Tahta temassızlık yaptı. Bunu nasıl çözdüğünü hatırlıyor musun? İzleyelim. Neden böyle yaptın sence?
4. Derste GeoGebra kullanırken de bir sorunla karşılaştın mı? Evetse, bunu nasıl çözdüğünü hatırlıyor musun? İzleyelim. Önce neler yaptığını kendi sözleriyle ifade eder misin? Bu şekilde çözmenin sebebi nedir?
5. Konuyu anlatırken “GeoGebra ve Virtual Manipulative’den (internet üzerinden bulduğun interaktif uygulama) de yararlanmayı planlıyorum.” demiştin. İkisini de kullandın. Hangisinin daha etkili olduğunu

düşünüyorsun? Nedenini açıklar mısın? GeoGebra'yı istediğin gibi etkin kullanabildin mi? “Sınıfta arkadaşlarımızla micro teaching yaparken, onlar bile etkilenmişti ki bunun çocuklara yansımaları çok daha büyük olur bence.” demiştin. Tahmin ettiğin gibi oldu mu?

6. Virtual manipulative'i (İnternette bulduğun uygulamayı) istediğin gibi etkin kullanabildin mi? Böyle düşünmenin sebebi nedir? “Mesela reklamların öğrencileri etkilenmesini istemem. Gerçi öğrenciler her zaman bu reklamlara ulaşabiliyorlar ama (reklamlara ulaşmada) bir kolaylık da ben sağlamak istemem açıkçası.” demiştin. Kullandığın manipulative'de reklam var mıydı? Onu seçerken nelere dikkat ettin? Sınıfta etkisi nasıl oldu?
7. “Bir konuyu GeoGebra kullanarak öğretirken, bilgisayarda teknik sorunlarla karşılaştığımızda ne yaparsın? Nasıl çözersin?” sorusuna “Eğer bir aşamalı bir şeyse, yaptığım bir hataysa geri dönerim, geri al butonuyla. Ama yaptığım bir hata değilse, bilgisayarımdan kaynaklanan bir şeyse, mesela bilgisayar aniden kapandı. O programın gidebileceğim en son haline gitmeye çalışırım.” demiştin. Geri al butonunu hangi durumlarda kullandın? Neden onu kullanmayı seçtin?
8. “GeoGebra kullanırken sıkıntı olacağını sanmıyorum. Ben sorun çıkarsa çözebileceğimi düşünüyorum yani. Eğer çözememsem de başka şeylere başvurabilirim o anda. Somut materyal gibi.” demiştin. Sorun oldu mu? Olduysa nasıl çözdün? Somut materyal kullandın mı? Neden?
9. Bir cadde ve caddedeki binalardan yola çıkarak bir örnek vermeyi planlayıp vazgeçtiğinden bahsetmiştin. Önce dersini hatırlayalım. Derste anlattığın konuyu günlük hayatla nasıl ilişkilendirdin? Sence etkili oldu mu? Neden?
10. Cisimlerin farklı yönlerden görünümünü çizerken... “Öncelikle bizim arkadaşlarımızın da yapmış olduğu bir hata var. Cismin ön görüntüsü her zaman bize bakacak. Cismi ilk ele alırken ön görüntüsü önümüzde olacak şekilde. Önden bakacağımız şekilde ele alacağız. Daha sonrasında sağını, solunu, arkasını gerekirse ki gerekmiyor bizim kazanımlarda ve ya üstünü (ele alacağız), o şekilde. En önemli üstten görünüm aslında çünkü çocuklara sağdan görünüm denildikten sonra üstten görünüm sorulursa, sağa dönükken üste bakarlar ve burada hataya giderler. Önden görünüm dedikten sonra üste bakmalılar. Ya da önden görünüm, sağdan görünüm, üstten görünüm dedikten sonra tekrar önden görünüme yani önlerine çevirmelerini

isteyip sonrasında üstten görünümü sormak bence daha faydalı. Buna dikkat ederim.” demiştin. Sınıfta da bu noktayı özellikle vurguladın sanırım. Biraz deneyiminden bahseder misin?

11. İlk görüşmede bir A küpü işaretleyeceğini sonra A küpü çıktığında değişimin ne olduğunu soracağını söylemiştin. “Arkasında küp varsa değişmez, yoksa değişir. Bunu kavratmayı planlıyorum. Umarım onlar da beni anlarlar. Bakacağız artık.” demiştin. Seni anladılar mı? Sence bu yöntem etkili oldu mu?
12. İlk görüşmede “Öğretmen olarak tanıştırılmadığım için ve öğrenciler stajyerlere alışık olduğu için sınıf yönetiminde zorlanabilirim.” diye bahsetmiştin. Ders anlatırken sınıf yönetimini sağlamak konusunda ne gibi zorluklarla karşılaştın? Videoyu izleyelim. Bunlarla nasıl başa çıktın? Neden böyle yaptın?
13. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunda öğrencilerin “bir sürü kavram yanılışı olabilir. Öncelikle öğrenci dik olarak bakmazsa kavram yanılışına düşer. İkinci olarak hep önden ve sağdan görüntü veriliyor, arkadan ve soldan görüntü verilir soru sorulsa kavram yanılışı olabilir. Bununla ilgili kullanmayı planladığım bir soru var ama kullanmayabilirim ” demiştin. Sınıfta nasıl kavram yanılışları oluştu? Onları çözmek için neler yaptın? Kavram yanılışlarını çözmek için teknolojiden nasıl yararlandın?
14. Farklı öğrenme düzeyindeki öğrencilere, Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu anlatırken nelere dikkat ettin?
-Kaynak seçiminde kendimi, konuyu ve kullanacağım teknolojinin hızını düşünürüm, demiştin. Dersi hazırlarken hangi kaynaklardan yararlandın? Neden bunları kullanmak istedin?
15. Öğrencilerin kare, küp, geometride üç boyutlu cisimlere aşinalık gibi ön bilgileri olması gerektiğini söylemiştin. Öğrencilerin gerekli ön bilgilere sahip olduğunu anlamak için neler yaptın?
16. “Öğrenciler eğer izometrik kâğıtta çizim yapmayı bilmiyorsa, önce onu öğretip sonra verilen görünümü çizdireceğini...” söylemiştin. Ya da “PowerPoint kullanabilirim.” demiştin. Öğrencilerin ön bilgilerini öğrenmek için teknolojiden nasıl yararlandın?
17. Öğrencinin sahip olduğu bilgi üzerine yeni bir bilgi eklemek için teknolojiyi nasıl kullandın? Öğrencinin yeni edindiği bilgileri pekiştirmek için

teknolojiyi nasıl kullandın? PowerPoint ya da GeoGebra’da Check Box kullanabilirim, demiştin. Bunları kullanma fırsatın oldu mu?

18. Grup çalışması yaptırabilirim ama hızlı öğrenen öğrenciler aynı grupta, yavaş öğrenen öğrenciler aynı grupta denk gelebilir, emin değilim, demiştin. Grup çalışması yaptılar mı? Neden yaptılar/neden yapmamayı seçtin?
19. “Ben sınıfta en çok gözleme dikkat ederim. Hani, öğretmen değilim ama öğretmen olduğumda ilk dikkat edeceğim şeyler: Sınıfta öğrenci ne kadar ilgili? Bu konuyla ilgili ne derece, neler yapabiliyor? Sorulara cevap verebiliyor mu? Çünkü zor sorulara cevap verebilme kapasiteleri de önemli benim için.” demiştin. Ders anlatırken öğrencilerin öğrenmelerini nasıl değerlendirdin?
20. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu anlatırken kullandığımız teknolojiler Geçmeli Küpler, Office Araçları, GeoGebra ve Smart Board oldu. Bu teknolojilerin öğrencilerin konuyu öğrenmesine olan katkılarını tek tek açıklar mısın?
 - Kullandığın teknolojilerin konuyu yapılandırmacı yaklaşımla öğretmeye katkısı nedir?
 - Kullandığın teknolojilerin profesyonel gelişimine (öğretmen olarak) sana olan katkıları nelerdir?

APPENDIX H. POST-INTERVIEW QUESTIONS 2

1. Öğretim yönteminin etkili olmasını sağlayacak teknolojilere, “karar verirken öğrencilerin durumuna bakıyorum, ilgilerini çok kolay da dağıtabiliyor, çok kolay da toplanmasını sağlayabiliyor. Oyuna kaçmayacak ama bir yandan da oyun havasındayken öğrenecekleri şeyler seçmeye çaba harcıyorum.” demiştin. Geçmeli küp yani somut materyal kullanmayı tercih ettin. Önce, sınıfın tepkilerini izleyelim. Sence amacına ulaşabildin mi? Neden? Geçmeli küpleri kullanmanın etkisi nasıl oldu?
2. Dersi anlatırken Office Tool’larından Word’u kullandın. “İşim düştükçe Office Araçlarını kullanırım. Kullanış açısından kendimi yeterli görüyorum.” demiştin. Office Word’u tahmin ettiğin gibi etkili kullanabildin mi? Sence neden böyle oldu?
3. Teknolojileri uygularken zorluklarla karşılaştığımda, “Önce kendim çözmeye çalışıyorum. Şuradan mı, buradan mı? Ya da onunla ilgili eğer araştırmalar yapılmışsa, videolar varsa, bunları izliyorum.” demiştin. Derste smart-board kullanırken çizimle ilgili bir sorunla karşılaştın. Bunu nasıl çözdüğünü hatırlıyor musun? İzleyelim. Neden böyle yaptın sence?
4. Konuyu anlatırken “GeoGebra ve NCTM’den yararlanacağım ben.” demiştin. İkisinden de yararlanabildin mi? Neden böyle oldu? GeoGebra’yı istediğin gibi etkin kullanabildin mi? Açıklar mısın?
5. Bir konuyu GeoGebra kullanarak akıllı tahtada öğrenirken teknik sorunlarla karşılaştığımda “çok fazla moralimi bozmadan geçiştirmeye çalışıyorum. Ya kullanmaktan vazgeçiyorum ya da çözebileceğim bir durumsa, hani, vakti çok fazla harcatmadan üstesinden gelmeye çalışıyorum.” demiştin. Sınıfta böyle bir durumla karşılaştın. Öncelikle neler yaptığını izleyelim. Peki, neden böyle yapmış olabilirsiniz?
6. Konuyu günlük hayatla ilişkilendirebilmek için en başta yapacağın şeyin iki soru sormak olduğunu söylemiştin. “Gördüğümüz binayı nasıl çizerdik ilkokullarda? Çizdiğiniz resimlerde binaları nasıl çiziyordunuz?’ dan da giriş yapılabilir.” demiştin. Önce hatırlamak için dersteki yaptıklarını

izleyelim. Derste anlattığın konuyu günlük hayatla nasıl ilişkilendirdin?
Sence etkili oldu mu? Neden?

7. “Cisimlerin farklı yönlerden görünümünü çizerken bazen zorlanıyorum.” demiştin. Sınıftaki soruların tamamına yakını öğrenciler tahtada çözmüşler. Bunun bir etkisi var mı?
 - Öğrencilere çizim yaparken yardım etmişsin. Sınıfta böyle bir durumla karşılaştığında neler yaptığını izleyelim. Sence neden böyle oldu? Şimdi olsa nasıl yaparsın?
8. İlk görüşmede “sınıf yönetimi yeteneklerimiz tam oturmadığı için ne kadar göz teması kurup öğrenciyi incitmeden uyarmaya çalışsak da başarılı olamayabiliriz. Motivasyon düşünce de ben de kopuyorum zaten bir yerden sonra.” demiştin. Ders anlatırken sınıf yönetimini sağlamak konusunda ne gibi zorluklarla karşılaştın? (Soruya cevap verdikten sonra Videoyu izleyelim. Bunlarla nasıl başa çıktın? Neden böyle yaptın?)
9. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunda öğrencilerin “kavram yanılgılarını tam olarak bilmiyorum. Günlük yaşamlarında her yerde üç boyutlu resimlerle karşı karşıyalar. Sadece bunların yerini hani oluştururken çizerken, daha doğrusu yerini belirlemede sıkıntı yaşayabilirler. Biri arka biri önde olan iki küpü yan yana çizebilirler.” demiştin. Önce videomuzu izleyelim. Böyle bir durumla karşılaştığında tepkin ne oldu? Bunun dışında sınıfta nasıl kavram yanılgıları oluştu? Onları çözmek için neler yaptın? Kavram yanılgılarını çözmek için teknolojiden nasıl yararlandın?
10. “Öğrenciler karenin dikdörtgenin özel bir formu olduğunu kabul etmekte ciddi anlamda sıkıntı yaşıyorlar. O yüzden “Hayır, ben onu dikdörtgen çizeceğim.” ya da “Hayır, ben onu kare çizeceğim.” tarzında bir durum olabilir.” demiştin. Böyle bir kavram yanılgısı karşılaştın mı? Karşılaşırsan nasıl çözerdin?
11. Farklı öğrenme düzeyindeki öğrencilere, Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu anlatırken nelere dikkat ettin? “Günlük yaşamda nerede görüyorsunuz, sorusuyla başlayıp bir cevap almayı bekliyorum.

Buna göre de (akışı) belirleyerek, en basitten en karmaşığa doğru gidebilirim.” demiştin. Öncelikle başlangıcımı izleyelim. Beklediğin şekilde bir başlangıç yaptın mı? Neden?

- “Kullandığım kaynakların öğrencilerin seviyesine uygun olması (gerekli). Daha sonrasında ilgilerini çekecek (olmalı). Biraz renkli olabilirler.” demiştin. Dersi anlatırken kullandığın kaynaklar nelerdi? Daha önce bahsettiğin gibi ilgi çekici ve renkli miydi? Neden?
- İlk kazanımın alt başlıklarından birinde “Yapıların farklı yönlerden görünümünün ilişkilendirilmesi istenir (ön-arka ve sağ-sol görüntülerinin simetrik olması gibi).” diye bir not vardı. Derste bununla ilgili neler yaptın? Etkili oldu mu?

12. Öğrencilerin gerekli ön bilgilere sahip olduğunu anlamak için neler yaptın? “İlk önce ufak bir çizim yaptırarak da olmadığını nasıl anlardım. Ya bir tane küp veririm mesela. Bunu çizin yandan, sağdan, soldan (derim), o şekilde yapılabilir. Ya da onun üstüne, daha sonrasında bir tane daha (küp) konularak (sorulabilir). Hani sağına koysam ne olurdu? Soluna koysam ne olurdu?” bunları sorarım, demiştin. Bunu yapmaya fırsatın oldu mu? Neden?

13. Öğrencilerin ön bilgilerini öğrenmek için teknolojiden nasıl yararlandın? “Çok uzun olmayacak şekilde iki boyutlu şekilleri gösterebilirim ve onlarla ilgili sorular sorabilirim.” demiştin. Bunu yapma fırsatın oldu mu?

14. Öğrencinin sahip olduğu bilgi üzerine yeni bir bilgi eklemek için teknolojiyi nasıl kullandın? Öğrencinin yeni edindiği bilgileri pekiştirmek için teknolojiyi nasıl kullandın?

15. “Zorlanırlarsa grup çalışması yaptırılabilir.” demiştin. Sınıfta nasıl bir çalışma olmuş izleyelim. Sınıfta nasıl bir ortam vardı? Neden ikili çalışmayı önerdin?

16. Ders anlatırken öğrencilerin öğrenmelerini nasıl değerlendirdin?

17. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu anlatırken kullandığınız teknolojiler Geçmeli Küpler, Office Araçları, GeoGebra ve

Smart Board oldu. Bu teknolojilerin öğrencilerin konuyu öğrenmesine olan katkılarını açıklar mısın?

18. Kullandığın teknolojilerin konuyu yapılandırmacı yaklaşımla öğretmeye ve sana olan katkıları nelerdir?

APPENDIX I. TRANSCRIPT OF THE PILOT PRE-INTERVIEW

Pilot Pre-Interview

İpek: Merhaba.

Elif: Merhaba.

İpek: Şimdi, yirmi beş sorumuz var. Bazılarının altında alt maddeler var. Hazırsan başlayalım.

Elif: Tamam.

İpek: (1) Bilgisayarın temel donanım parçaları var, ekran kartı...

Elif: En nefret ettiğim part... [Gülme sesi]

İpek: Ana kart, bellek... Bunların ne işe yaradığını biliyor musun? Ana kart ne iş yarar mesela?

Elif: İşte bilgi depolama, işte onların daha kendi içindeki işlevselliklerini sağlama, çeşitli programları içeriyorlar zaten içlerinde.

İpek: Anladım.

Elif: Bunlar bilgisayarın genel anlamda çalışmasını sağlayan, onu bilgisayar yapan partlardan şeyler...

İpek: Ayrıca diğerleriyle ilgili bir şeyler söylemek ister misin, ekran kartı mesela?

Elif: O da çözünürlüğü falan filan etkiliyordu sanırım, öyle, saçmalıyor olabilirim şu an.

İpek: Yok yok güzel, ekleyeceğin bir şey... Yoksa diğerine geçelim şimdi: **(2) Bilgisayar yazılımlarını (Excel, Power Point, media player, e-mailler) bilgisayarına nasıl kurup nasıl kaldıracağını biliyor musun?**

Elif: Şeyler, hani “indir” dediğinde zaten geliyor onlar. [Gülme sesi] Basamakları izleyerek gidiyorum. “Kaldır” dediğimde de, denetim masasını kullanarak işlemi tamamlıyorum.

İpek: Tamam. Peki, **günlük hayatında Office Araçlarını ya da maillerini ne sıklıkla kullanıyorsun?**

Elif: Maillerime (bakmam) duruma göre değişebiliyor, hani mail attıysam her saat bakabiliyorum cevap beklerken. Ya da işte, bir kaç gün (ara) olabiliyor, böyle on tane (mail) gelmiş oluyor falan. Diğerlerine de işim düştükçe bakıyorum. Excel’dir, Power Point’tir falan, sunum hazırlarken daha çok ya da işte, bir grafik çizilecekse falan öyle.

İpek: Tamam, amaçlarını da söylemiş oldun. **Kullanış açısından kendini ne kadar yeterli görüyorsun?** Office tool'larını ben kullanabilirim diyor musun mesela ve neden?

Elif: Kullanabilirim yani yeterlilik açısından şöyle söyleyeyim, araştırdığımda yapabiliyorum onların ne olduğunu. Ama hani direkt oturunca karşısına, “nerede, ne yapıyorduk?” falan, bir beş dakikası hatırlamayla geçiyor. Şuradan mı yapıyorduk, buradan mı yapıyorduk? Sık sık kullanmadığım için sıkıntı yaşıyorum ilk açtığımda da sonrasında akıyor.

İpek: Belgeleri arşivlemek için hangi yöntemi kullanıyorsun? Folderlar işte zip rar bunlardan?

Elif: Taşıyıcıları kullanıyorum genelde işte.

İpek: Taşıyorsun?

Elif: Yanımda dolanıyor onlar. [Gülme sesi]

İpek: Yani usb bellek gibi, ekstra bir şey mi?

Elif: Aynen zipliyorum ya da rarlıyorum dosyanın büyüklüğüne göre, o ilk oluşum aşamasında, masaüstü öyle bana açık halde duruyor. [Gülme sesi]

İpek: Anladım.

Elif: Bul bulabilirsen.

İpek: Kullandığın belgeleri arşivlemek için hangi yöntemleri kullanırsın, sorusunu da bitirdik şu an. **(3) Yeni karşılaştığın teknolojileri öğrenirken ya da uygularken ne tür zorluklarla karşılaşırırsın ve bunlarla nasıl başa çıkarsın?**

Elif: Bir süre şey hani “Bunu ne için kullanıyoruz?” diye kendime soruyorum. Hani nerelerde daha farklı kullanabiliriz? Yani sonuçta derse entegre etmemiz gerekiyorsa onu bulmak zorundayım yani, benim bilmediğim bir şeyi öğrenciye nasıl göstereyim ben? Önce kendim çözmeye çalışıyorum. Şuradan mı, buradan mı? Ya da onunla ilgili eğer araştırmalar yapılmışsa bunlara bakıyorum. Ya da tanıtımlar, YouTube'ta falan videolar var. Nasıl kullanılır? Nasıl yaparız, nasıl oluştururuz, şeklinde. Bunları izliyorum. Ya da işte içinden çıkamadığım bir durumsa, daha bu konuda yeterli bulunan, kendini aşmış arkadaşlara başvuruyorum. Ya da en son şeye gidiyorum, böyle bazılarının inşa protokolleri falan var GeoGebra'da. Orayı açıp kendi kendime buradan bunu yapmış, tamam, ben de yapayım, diyorum. Bir o dosyaya, bir o dosyaya (gidiyorum), kendim kurup oluşturuyorum.

İpek: Yapılanlardan bakıyorsun yani... **(4) Öğretim yönteminin etkili olmasını sağlayacak teknolojilere nasıl karar verirsin?**

Elif: Yalnız teknolojilere karar verirken öncelikle sınıfın durumu ve donanımı beni ilgilendiriyor. Çünkü bazı sınıflarda teknoloji ciddi anlamda sadece bir projeksiyon makinesinden ibaret ya da sınıftaki çocukların akıllı telefonlarından ibaret kalabiliyor, ne yazık ki. Hı, karar verirken öğrencilerin durumuna bakıyorum, ilgilerini çok kolay da dağıtabiliyor, çok kolay da toplanmasını sağlayabiliyor. İşte onların, hani oyuna kaçmayacak ama bir yandan da oyun havasındayken öğrenecekleri şeyler seçmeye karar... hıı imm şey yapıyorum, [parmak şıklatma sesi] çaba harcıyorum işte.

İpek: Peki bunların seçiminde kendini ne kadar yeterli görüyorsun? Yani doğru teknolojiyi kullanıyorum ben diyebiliyor musun? Neden?

Elif: Sıkıntı yani çok fazla, şuan öğretme aşamasında olmadığımız için genelde observer konumundayız, bu yüzden hani buna net bir şey diyemem ama hani hımm kullanırken de kendi hatalarımı fark ediyorum kullanım sırasında. Ben onu oluştururken bambaşka bir şey düşünüyorum, uygularken farklı bir şey çıkabiliyor öğrencilerden gelen tepkiler üzerine. Hani şurayı düzeltmeliyim ya da şurada değişiklik yapmalıyım ya da bunu hiç kullanmamalıyım şeklinde oluşabiliyor yani school teaching'lere bakarak...

İpek: Çok da o zaman, bazı durumlarda yeterli olamayabiliyorum diyorsun?

Elif: Evet aynen...

İpek: Peki neden böyle düşünüyorsun?

Elif: Neden böyle düşünüyorum? Şu an öğrencilere ulaşmakta sıkıntı yaşıyoruz zaten, hem classroom hem time management açısından. Ya müf(redata) hani konulara da hakim değiliz çünkü bizim işlediğimiz şekil... Ya müfredata biz farklı bakıyoruz yeninin üzerinden gitmeye çalışıyoruz ama onlarda uygulanan hala eskiler ve akıllı defter dedikleri şeyde hani eski programa bile uygun olmayan şeyler var. O yüzden hani bazen elimde patlayabiliyor.

İpek: Peki, **(4.1) seçtiğin teknolojiler öğretme yöntemini nasıl değiştiriyor?** GeoGebra kullanmaya karar verdim ya da virtual manipulative kullanmaya karar verdim, neyi etkiliyor sınıfta?

Elif: Neyi etkiliyor? Taskı. Yani bu sefer taskı tanıtmaya başlıyorsun, hani ıı önce bunu nasıl kullanacağını bilmeli ki ona göre hareket etmeli. İşte hani buna da

zaman ayırmak lazım. Her öğrencinin her taskı kullan(ması beklenemez). Sonuçta manipulative ya da GeoGebra'yı kullanamayabiliyor ya da çok yabancı olduğu için hani “Bu ne?” falan diye bakıp bir süre sonra oyuna kayabiliyor. Hani onu tamamen ayarlamak gerekebiliyor, hani gerekli bence çünkü bir yerden sonra öğrenciyle iletişimi kaybettiğin an hani o öğrencinin kopmasını çok rahat sağlayabiliyor. Zamanlamada sıkıntı yaşıyor genelde ve onu planlamaya çalışıyorum.

İpek: Planlamayı arttırıyor yani... Ekleyeceğin bir şey var mı?

Elif: Hayır. Şu an onu şey yapamadım, onu toparlayamadım. [gülme sesi]

İpek: (5) Bir konuyu GeoGebra, Geometer's Sketch Pad gibi programları ya da online materyalleri kullanarak bilgisayarda öğrenirken teknik sorunlarla karşılaştığında ne yapıyorsun?

Elif: İşte bu benim sorum. [gülme sesi]

İpek: Derstesin Geometer's Sketch Pad ya da GeoGebra ya da online materyal kullanıyorsun ve bir sorun çıktı karşına.

Elif: Ya onu çok hani, çok fazla moralimi bozmadan geçiştirmeye çalışıyorum. Ya kullanmaktan vazgeçiyorum ya da çözebileceğim bir durumsa, hani, vakti çok fazla harcatmadan üstesinden gelmeye çalışıyorum. Schooll teaching'de karşılaştığım bir olay vardı. Ben GeoGebra kullanacaktım, sınıfları karıştırmışım; yedilerde GeoGebra tahtada vardı. Altılara girdiğimde yok, ben kaldım şöyle tahtanın karşısında. O sırada diğer hoca geldi, “Benim flash’ımda var.” dedi. Direkt açtık oradan falan hani çevreden yardım alıyorum, ya da ını geçebiliyorum o kısmı, bir sonraki parta (geçiyorum), eğer sarkarsa daha aktif bir şekilde kullanabilirim.

İpek: Anladım. Peki, o sorunları çözmek sence kolay bir şey mi?

Elif: Yani zaman alıyor

İpek: Zaman alıyor...

Elif: Bir de öğrencileri o an kaybedebiliyorsunuz.

İpek: Yani kolay değil mi?

Elif: Yani o yeterliliğine bağlı.

İpek: Peki, sen yeterli misin sence?

Elif: Kısmen... Fazla ego tavan oldu ama [gülme sesi] yeterliyim ya falan diye. [gülme sesi]

İpek: (6) Gerektiğinde sınıf içinde not almak—maintaining class records, yoklama almak ya da sınav notlarını açıklamak için, teknolojiden, nasıl faydalanılabilir?

Elif: Nasıl faydalanılabilir? Smartboard’larda smart-note şeklinde beyaz açık bir sayfa çıkabiliyor. Onlar zaten üzerine yazdığında kaydediyor, yeni bir slayta geçiş yapabiliyorsun. Eğer onları belge ı flashına alırsan, ı flasha almana gerek yok, öğrencilere direkt mail yoluyla da iletebilirsin. Ya da işte ıı slaytların çıktısı alınarak dağıtılan şeyler kullanılabilir. [gülme sesi]

İpek: Anladım yani onlar orada yazılı oluyor, onları print edip öğrenciye vermeyi tercih ediyorsun.

Elif: Aynen, dağıtılabılır ya da birçoğu mail adresi kullandığı için, zaten oraya direkt ekstra bir çabaya gerek kalmadan gönderilebilir.

İpek: Pedagojik kısma geçtik, “(7) Ders planınızı hazırlarken nelere dikkat edersiniz?” sorusu var.

Elif: İlk önce müfredata uygun olup olmadığına yani kazanımlara bakıyorum, ardından sınıfın durumu. Hani bir gözlem yapıyorsunuz, eğer zaten kendi öğrencilerinizse çok sıkıntı olmuyor. Kimin, nerede hata yapacağını, nasıl, ne cevap vereceğini biliyorsun. Ya da hani çocuğa soru sorarken hangi cümleyi kurman gerekiyor, kurmadan gerekiyor bunları tahmin edebiliyorsun. Kazanımlardan başlayıp akışa göre sırasıyla hangilerini yapmalıyım yapmamalıyım, işte şuna ne kadar girmeliyim, diye kontrol edip sınıfın vereceği tepkileri de göz önünde bulundurup seçtiğim soruları da buna göre ayarlayıp hazırlıyorum.

İpek: Anladım. Biraz değindin ama peki (8) ders anlatırken öğrenme düzeylerini nasıl değerlendiriyorsun, yani öğrencilerin anladılar mı gerçekten?

Elif: Verdikleri tepkilere göre değişebiliyor, bazıları hiç tepki vermiyor. Bunu anladınız mı, anlamadınız mı? Hani direkt evet ya da hayır içeren sorular sormaktansa, hani “Arkadaşın ne anlattı, arkadaşının söylediğinden ne anladın?” hani, “Sence bu böyle mi?” diye sorular sorarak anlayıp anlamadığımı bir şekilde kontrol edip hepsinin katılımını sağlayabilirsin.

İpek: Tamam. Ders planını peki o öğrencileri göz önünde bulundurarak hazırlıyor musun yani (8.1.) ders planını farklı öğrenme düzeyindeki öğrenciler için nasıl düzenliyorsun?

Elif: Yani en alttan en üste kadar hani hepsini kapsayacak düzeyde bir şey hazırlıyorum. Hazırlamaya çalışıyorum daha doğrusu. Hani en ilgisizinin de ya da en “ne bileyim” öğrenme gücü çekeninin de bir şekilde ilgisini çekmem lazım. Ya da hani ileri düzeyde olan birinin de o derse katılımını sağlamam lazım. Çünkü

ileride olan, hani ne bileyim, kolay gelip sıkılabilir ya da geri olan ben zaten anlamıyorum gerek yok dinlemeye falan şeklinde dersten kopabilir. Ortalamaya göre gitmektense hepsine ortak bir şey bulunabilir.

İpek: Anladım. Ortak bir şey derken ortak ne, soru mu konu mu?

Elif: Ortak bir şey derken hani soru konu yani farklı şekilde hımmm materyal gibi

İpek: Materyalleri ona göre düzenliyorsun?

Elif: Yani hepsi düzenlenebilir.

İpek: Tamam. **(9) Derste anlattığın konuları günlük hayatla nasıl ilişkilendirebilirsin?**

Elif: İlk önce onların genelde etrafında olan şeylerle ilişkilendirip hani “Bunu gördünüz mü? Böyle bir şeyler var mı? Neyle ilişkilendirirsiniz?” diye onlardakini, onlardaki bilgiyi çıkarmaya çalışırım oradan da daha sonra konuya bağlanarak gidilebilir

İpek: Tamam. Peki, **(10) sence ders anlatırken sınıf yönetimini sağlamak kolay mı?**

Elif: Hayırrrr...

İpek: Neden değil?

Elif: Öğrenciler zaten stajyer olduğum için hani şu dönemde “Zaten stajyer bu salla gitsin.” falan modundalar. O yüzden gürültü de geçe çıkabiliyor. Öğrenciyle hani classroom management skillerimiz tam anlamıyla oturmadığı için, hani, ne kadar eye contact kurarsan kur, ne, nasıl söylersen söyle, durumu onu incitmeden ve sınıfta, işte, olumsuz bir duruma neden olmayacak şekilde (yapamıyorsun). Öğrenci takmıyor zaten. İlk başta bir uyarı yapılmazsa sonrasında imm hepsinin katılımını sağlayamayabiliyorsun. Bu kadar. Motivasyon düşünce de ben de kopuyorum zaten bir yerden sonra. Senin için çok mu olumlu bilemedim ama... [gülme sesi]

İpek: Senin görüşlerin önemli benim için. **(11) Derste anlatacağımız konu biliyorsun Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri. Bu konuyu hangi teknolojiyi kullanarak anlatmayı planlıyorsun?**

Elif: I11, GeoGebra’dan ve NCTM’den yararlanacağım ben.

İpek: Peki, neden bu teknolojinin etkili olduğunu düşünüyorsun?

Elif: I11, onu karşıdan görmeleri başka. Yani şu an bir kâğıdın üzerine çizilip verilmesindense (bunu tercih ederim). Bir de manipulative kullanacağım tabii. I11, onların keşfetmesi yani karşılarında görmesi ya da ne bileyim ellerinde olması farklı bakış açısı kazandırabiliyor. Birinin o taraftan gördüğüne diğeri bu taraftan

bakabiliyor. Ya da kendi içlerinde, hani “Şurası şöyle olacak. Yo, neden olmadı? İşte, sen neden öyle düşünüyorsun?” gibi kendileri de tartışabiliyor. O yüzden.

İpek: Tamamdır. Peki, **(12) Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusundaki yeni üç boyutlu teknolojileri takip ediyor musun?**

Elif: GeoGebra'nın üç boyutlusu geçen dönemin başında çıktı sanırım.

İpek: 2014 Eylül-Ekim gibi hatırlıyorum.

Elif: Evet, o dönem onu indirdim, onu biraz kurcaladım. Öyle.

İpek: Hıhı, başka bir örnek verebilir misin? Var mı aklında?

Elif: Şu an Sketch Pad'den falan... Sanırım yok, Cabri'den. Cabri'den yapıyorlar. Ona hiç bulaşmadım.

İpek: Anladım. Üç boyutluları GeoGebra ve Cabri diye konuştuk. **(13) Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunda kullanılabilecek üç boyutlu olmayan, Geometer's Sketch Pad gibi, farklı teknolojilerden bahsedebilir misin?**

Elif: Şu an... Bir sürü şey gördük de hatırlamıyorum onları. Ya şu $f(x)$ 'ler falan vardı, onlarda oluşturulabiliyor gerçi. Üç boyutlu kısmı da var da pek şu an aktif değil sanırım onlar. Yani ücretli falan, değişebiliyor, (herkesin kullanabileceği gibi değil).

İpek: Anladım, Sketch Pad dedin sanırım az önce.

Elif: Sketch Pad demiştim, az önceki için vermiştim, evet, onda yoktu üç boyutlu.

İpek: Tamamdır. **(14) Ortaokul Matematik Programı'ndaki Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu ele alalım. Bu konudaki kazanımlar neler?**

Elif: Yedinci sınıfta geçiyor konu öncelikle. İ11, cisim verilecek ve bunların (farklı yönlerden görünümelerini çizecekler). İlk kazanımı şeydi, farklı yönlerden görünümelerini çizecekler. Ardından ikinci olarak bu çizdik(leri)... çizimi verilenleri oluşturmaya çalışacaklar. Eğer işte oluştururlarsa ve o konu da oturursa şeydi. İşte hani onda da tekrar çizime geçilebilir ama bu çok şey (gerekli) değil, yani silik olabilir, silik bir şekilde.

İpek: Tamamdır. Imm, **(15) Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri'ni çizerken sen kendin nelere dikkat edersin? Bir cisim verildi ve onu çizmen gerekiyor, takip edeceğin adımlardan bahseder misin?**

Elif: Onu çizerken nereden baktığıma bakıyorum. Önce tepeden mi, yandan mı, sağdan mı, soldan mı, üstten mi? Tepe üst aynı şeyler.

İpek: Evet.

Elif: İıı, hani, ımm, sonuçta birinin önde olması ve birinin arkada olması, sadece tepeden ya da alttan bakıldığında ya da önden bakıldığında ortaya çıkabiliyor. Sağdan soldan bakıldığında aynı şekli verebilir. Önce tepeden; ardından sağ, sol, ön, arka şeklinde bakarak çizebiliyorum. Bazılarında zorlanıyorum, o da ayrı konu. [gülme sesi]

İpek: Peki, **(15.1) Farklı Yönlerden Görünümleri Verilen Bir Cismi oluştururken takip edeceğin adımlar neler?**

Elif: Çizim verildiğinde de öncelikle şekle hani farklı görü... beş farklı açıdan diyeyim görünümünü (ele alıyorum). Hepsine bir bakıyorum. Nasıl bir şey olabilir? Bunu önce bir kafamda kurmaya çalışıyorum. Ardından manipulativelerle oluşturmaya çalışıyorum. Çünkü bazılarında tepeden baktığında altında boşluk olabiliyor. Yani önden baktığımda altı boş, sadece üçüncü satırda işte küp olması gerekebiliyor. O yüzden hepsini oluşturup, yani kafamda kurduktan sonra, “Hani şurada olabilir mi, böyle mi olur?” onu oluşturup ardından şekille eşleştirmeye bakıyorum. Şuradan görünümünün, buradan görünümünün (birbirine) uyup uymadığına bakıp değişiklik yapabiliyorum.

İpek: Tamam, ekleyeceğin bir şey...

Elif: Hayır

İpek: Yoksa geçiyorum. Geldik son sayfamıza. **(16) Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunda öğrencilerin diğer kavram yanılgıları nelerdir?** öğrencilerin karşılaştıkları bu kavram yanılgılarını gidermek için hangi yöntemleri kullanırsın?

Elif: Kavram yanılgılarını tam olarak bilmiyorum ama hani tahmin etmek gerekirse şey diyebilirim. İıı, cismin diyelim iki farklı şeyi (görünümü) var. Biri önde, biri arkada şeklinde düşün. Bunu aynı yerde yan yana alabiliyorlar. Ya da yan yana alıp dört tane ımm olabiliyor.

İpek: Anladım.

Elif: Tamam, sen anladın onu. İşte bunları oluşturabiliyorlar ya da ıı çizimlerden çıkaramayabiliyorlar farklı yerlere koyabiliyorlar

İpek: Başka bir yere koyması sence kavram yanılgısı yani?

Elif: Kavram yanılgısı değil onu öyle algılıyor olabilir. Kavram yanılgısı olarak direkt değerlendiremem onu. Sonuçta o şekilden kaynaklanan bir şey de olabilir. Oradaki görüntüden (kaynaklı da olabilir).

İpek: Çizimden ya da görüntüden kaynaklı olabilir? Peki 11, spesifik olarak bu konuyu anlatırken, bu kavram yanılığını yaşayabilir ya da bu kavramı anlamayabilir dediğin bir şey var mı?

Elif: Yo, günlük yaşamlarında zaten karşılaşıyorlar. Her yerde üç boyutlu resimlerle karşı karşıyalar. Sadece bunların yerini hani oluştururken çizerken, daha doğrusu yerini belirlemede sıkıntı yaşayabilirler. Hani kâğıda aktarırken... “Bunu da mı arkada çizeceğiz?” ya da “Bir satır öne mi çekeyim, arkaya mı çekeyim?” diye (soru) oluşabilir.

İpek: İki boyutluya çevirirken sıkıntı yaşayabilir mi demek istedin?

Elif: Hı hı, sıkıntı yaşayabilirler.

İpek: Anladım. (17) **Farklı öğrenme düzeyindeki öğrencilere, Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu anlatırken nelere dikkat edersin?**—Bunun İngilizce’si arranging elements of contents for all students diye geçiyor, yani content’in içindeki parçaları farklı öğrenme düzeyindeki öğrencilere anlatırken neler yaparsın?

Elif: Neler yaparım? En basitten başlayarak giderim. Onlar zaten günlük yaşamda (karşılaşıyorlar). “Günlük yaşamda nerede görüyorsunuz?” sorusuyla başlatıp, hani bir cevap almayı bekliyorum. Buna göre de belirlenerek, işte en basitten, en karmaşığa, hani kompleks bir yapıya doğru gidilebilir. İlk aşamada hani çizer, iki boyutluya düşürürken bunu. Daha sonrasındaysa, ikinci kazanım için, yine en basitten başlanarak en komplekse doğru giderek yapılabilir. İkili çalışmayı önerebilirim hani birbirleriyle...

İpek: Peer work?

Elif: Aynen. Birbirlerinin şunu da koyalım ben buradan bakıyorum şunu görüyorum falan hani kendileri içlerinde tartışarak da soru çözebilirler. Sonuçta yaşıt akran öğreticiliği de daha etkili konuma gelebiliyor zaman zaman. Bu kadar.

İpek: Tamamdır. (18) **“Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri” konusuna hazırlık olarak bilinmesi gereken bilgiler neler? Öğrencilerin bu bilgilere sahip olduğunu nasıl anlarsın?**

Elif: İki boyutlu şekiller bence önemli. Sonuçta çocuk karşıdakini kare olarak da algılayabilir, dikdörtgen diye inat da edebilir. Yani 11, hani karenin dikdörtgenin özel bir formu olduğunu kabul etmekte ciddi anlamda sıkıntı yaşıyorlar. O yüzden “Hayır, ben onu dikdörtgen çizeceğim.” ya da “Hayır, ben onu kare çizeceğim.” tarzında bir şey olabilir. 11, çizim yapabiliyorlar mı? Önemli olan bu ilk etapta...

Daha da şeyi, hani, onu yansıtabilirler mi? Sonuçta iki boyutlu derken, tamam ön yüzünü çizdi ama “Ben bunun arkasında da bir şey görüyorum.” deyip oraya doğru da gidebilir. Çizimin üç boyutlu olmaması gerektiğini biliyor olması lazım, iki boyutluya düşürürken.

İpek: Anladım. İıı, bir sonraki soruya geçelim o zaman. Peki, **öğrencilerin bu bilgilere sahip olup olmadığını nasıl anlarsın?**

Elif: İlk önce ufak bir çizim yaptırarak da olmadığını nasıl anlarım. Ya bir tane küp veririm mesela. Bunu çizin yandan, sağdan, soldan (derim), o şekilde yapılabilir. Ya da onun üstüne, daha sonrasında bir tane daha (küp) konularak (sorulabilir). Hani sağına koysam ne olurdu? Soluna koysam ne olurdu? Bunu bunu prior knowledge olarak bilmesi gerekmiyor.

İpek: Dersi anlatırken bunu yapıyorsun..

Elif: Aynen.

İpek: Başlangıç ne olur, hani, prior knowledge olarak neyi bilmesi gerekir?

Elif: Ya nasıl? Gördüğümüz binayı nasıl çizerdik ilkokullarda? Çizdiğiniz resimlerde binaları nasıl çiziyordunuz?’dan da giriş yapılabilir. Yaratıcılığımı [gülme sesi] ağılatıyorum.

İpek: On dokuza geldik. **(19) Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu öğretirken hangi çoklu temsillerden yararlanabilirsin?**

Elif: Bu beş tane metot dersinde öğrendiğimiz vardı çoklu temsiller... Modelleme diyorum.

İpek: Modelleme yani küpleri kullanacaksın, elindeki küpleri kullanacaksın?

Elif: Geçmeli küpleri kullanacağım NCTM’den falan kullanacağım, demiştim zaten. İşte görsel olarak, belki kendilerinin oluşturulması bile istenebilir.

İpek: Ellerinde oluşturabilirler...

Elif: Yeterli mi?

İpek: Tamam, yirmi... **(20) Öğrencilerin Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu öğrenmesi için kullanacağınız kaynakları nasıl seçersin? Hangi kıstasları göz önünde bulundurursun?**

Elif: Öncelikle bunların seviyelerine uygun mu, değil mi? Ona göre bakarım. Sonuçta oraya kompleks bir şey verip (devam edemem). Çocuk daha ilk defa konuyu öğreniyor ve hani, ilk defa demeyeyim de, yani bu anlamda ilk defa

görüyor. Hani lönk diye kalmasın öyle tahtada. Iıı, onların seviyesine uygun olması (gerekli). Daha sonrasındaysa ilgilerini çekecek (olmalı). Biraz renkli olabilirler.

İpek: Tamam eğlenceli yani çocukların ilgisini çekecek?

Elif: Evet aynen ve basamak basamak, basitten karmaşığa ya da bazı durumlarda karmaşıktan basite (doğru olabilir).

İpek: Benim anladığım, o zaman senin üç tane kıstasın var: öğrencinin ilgisini çekecek, basitten karmaşığa gidecek ve ııı...

Elif: Seviyelerine uygun...

İpek: İlk söylediğin, onların seviyesine uygun olacak. Tamam, **(21) cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri konusunda öğrencilerin kavram yanılgılarını gidermek için hangi teknolojiyi kullanırsın?**

Elif: Üç boyutlu teknolojilerden yararlanırım ya da manipulativeleri kullanıp daha (etkili hale getiririm) hani. Ellerinde hani daha somut bir şeyle (daha iyi öğrenirler ama) sonuçta teknoloji de onlara bazı durumlarda soyut kalabilir, tamamını böyle çevirdik ama üç boyutlu aktif olduğu bir teknolojik softwareda (soyut öğrenme olabilir).

İpek: Evet. (devam et)

Elif: Ama yine de daha havada uçan bir şey olabilir. Ellerine verip onların kurması sağlanabilir. ...

İpek: Dokunarak kendileri öğreniyorlar. Iıı, bir sonrakine geçelim. Yine aynı konuyu, **(22) Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünüşleri konusunu, farklı öğrenme düzeyindeki öğrencilere anlatırken, kullandığın teknolojilerde ne gibi değişiklikler olur?** Bir teknoloji kullanıyorsun ıı çeviriyorum dedin ya da manipulative veriyorum, dedin. Farklı öğrenme düzeyindeki öğrenciler var...

Elif: Mesela daha düşük öğrenme düzeyindeki öğrencilere manipulative verirken yüksek düzeydeki öğrenciye GeoGebra kullanırım gibi kıstas yapamam. Onun için, hani ona GeoGebra vereyim ona manipulative vereyim, diye demem de, hani hepsine her şeyi verip en azından içindeki etkinliklerin belki durumunu değiştirebilirim. Ya birine hani iki tane küp üst üste verirken, diğerine yine iki tane üst üste olur. Bir tane de sağında, solunda, arkasında olacak şekilde değiştirebilirim.

İpek: Iıı, ekleyeceğin bir şey... Yoksa diğerine geçelim. **(23) Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünüşleri” konusuna hazırlık olarak bilinmesi gereken**

bilgilerden bahsetmiştik az önce. Öğrencilerin bu bilgilere sahip olup olmadığını teknoloji yardımıyla nasıl anlarsın?

Elif: Onların oluşturup anlatmasını istesem olmaz. Bilmem hiç düşünmedim bu soruyu.

İpek: Yani, elinde bir teknoloji var. Öğrenciler acaba bu konuyu biliyor mu, bilmiyor mu, bunu ölçmemiz gerekiyor.

Elif: Teknolojiyi bilip bilmediğini mi?

İpek: O konunun prior knowledge'ını bilip bilmediğini teknolojiyle ölçeriz?

Elif: Öncesinde prior knowledge'ına ait 11 ufak bir teknoloji kullanılabilir belki.

İpek: Ne gibi?

Elif: Ne gibi? İki boyutlu cisimler falan girilebilir. Ama çok uzun olmayacak şekilde.

İpek: Uzun olmayacak şekilde iki boyutlu cisimlerle ilgili...

Elif: Şey, hani döndürüyoruz ya, ilk etapta en önden bakmasını isteyebilirim. “Ne görüyorsunuz burada? Arkasına doğru bir şey gidiyor olabilir mi sizce?” falan gibi (sorular sorabilirim).

İpek: Anladım iki boyutlusunu gösterip sonra üç boyutluya geçerim diyorsun ama bunu teknolojiyle yapıyorsun. **(24) Öğrencinin sahip olduğu bilgi üzerine yeni bir bilgi eklemek ve önceki bilgileri pekiştirmek için hangi teknolojiyi kullanırsın?**

Elif: ...

İpek: Yani, o teknolojiyi nasıl kullanırsın, az öncekini mesela?

Elif: İşte önden göstermişim. Bu sefer hafif sağa çeviririm. Onun bir de arkaya giden kısmı olduğunu görür. Bu tarafa çevirdiğimde arkaya giden yine öne giden kısmı olduğunu görür. Ya da tepeden baktığında durumun yine önden baktığıyla aynı olduğunu hani değişme (olmadığını görür). İmmm sayının üstteki sayının altını verip vermediğini çözemiyor sonuçta. En tepeden bakarken hani öyle yapılabilir.

İpek: Tamamdır. Ve son sorumuza geldik. **(25) Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu anlatırken kullandığınız teknolojinin konuyu öğrenmeye ve yapılandırmacı yaklaşımla öğretmeye olan katkısı nedir?**

Elif: Çocukların üç boyutlu görüşünü sağlıyor, görmesini sağlıyor olayı. Hani sonuçta, bizim o tahtaya çizdiğimiz yamuk yumuk şekillerle değil de daha düzgün çizimlerle (görüyor). Ya da hani renkli oluşları (onları etkiliyor). Kendilerini onun içine katışlarını görebiliyorsun. İmm, bir de daha fazla fikir yürütebiliyorlar onun

üzerinden. Bazen ne bileyim bir oyunla eşleştirebiliyorlar oynadıkları. “İşte burada da böyle oluyordu. Aa orası da öyleymiş.” falan gibi tepkiler alıp öğrencinin biraz daha kendi yaşantılarıyla eşleştirip de bilgi oluşturması ve öğrenmenin kalıcı hale gelmesi sağlanabiliyor

İpek: Tamamdır, ekleyeceğin bir şey var mı?

Elif: Hayır, teşekkür ederim.

İpek: İı, soruların sonuna geldik. Ben de teşekkür ederim. Şimdi benim bunları transcribe etmem gerekiyor. Tek tek, hani kelime kelime worde geçireceğim.

Elif: Biliyorum. [gülme sesi]

İpek: Geçirdikten sonra eğer takıldığım bir şey olursa sana gönderirsem...

Elif: Gönder bana onu.

İpek: Yardımcı olursun. Teşekkür ederim

Elif: Benim de kafamda toparlayamadığım yerler var çünkü tam anlamıyla şey yapamadım (anlatacağım dersi planlayamadım henüz). Onlara bir bakarım yeniden gözden geçiririm dönerim sana.

İpek: Tamamdır.

Elif: Çok sağ ol, görüşürüz, kendine iyi bak.

İpek: Tekrar teşekkür ederim.

APPENDIX J. TRANSCRIPT OF THE PILOT POST-INTERVIEW

Post-interview with Elif

İpek: Dersin planladığın gibi geçti mi?

Elif: Dersim planladığım gibi geçti. En son gün, Cuma günü, ikinci saatte ikinci aktiviteyi yetiştiremedim. O da birinci aktivitenin sarkmasından dolayıydı. Derste çizimlere de yer verdiğimiz için öğrencilerin her biriyle (ilgilendim). İzometrik kayıttan kaynaklı sorundan dolayı çizemediklerinden, hani, onlara çizmeye çalıştım. O yüzden biraz zamanlamada sıkıntım oldu. İlk aktivitenin son sorusu kalmıştı ikinci saatte. O da baya bir karmaşık bir şekildi. Bu yüzden onu yapmaları uzadı. Aşağı yukarı on-on iki dakika falan harcandı sanırım oraya. Daha fazla da olabilir. Diğer şekilde, ikinci aktiviteyi dağıttığımda da, ikinci soruyu tamamladığımızda ders bitmişti zaten. Onun çizimiyle dersi bitirdik, zil çaldı. Planladığım gibi geçti, öğrencilerin katılımları iyiydi. Çizmelerini açıkçası bu kadar net beklemiyordum.

İpek: Tamam.

Elif: Düzgün çizenler de vardı, çizemeyenler de vardı. Çizemediği için bırakanlar da oldu. Ama şekilleri oluşturma konusunda sorun yaşamadılar.

İpek: Anladım.

Elif: Bir tane, birer tanesi hariç... (Bu da Cuma günü ikinci dersin en başında yaptığımız soruydu.)

İpek: Ders planında değişiklik yapmak zorunda kaldın mı?

Elif: Ders planında değişiklik yapmak zorunda kalmadım. Birkaç ekleme yapmayı düşünüyordum. Ama o da dersin akışına göre eklenip ya da çıkarılacak şeyler olduğu için çok da sıkıntı olmaz diye genel formatında bıraktım ders planını. (İleride) Eğer uygulayacağım sınıfa göre değişirse diye orada, bir sonraki aşamada belki değiştirebilirim.

İpek: Anladım. İlk dersinle bir sonraki derslerin arasında (öğretmen olarak) sende bir değişiklik oldu mu?

Elif: Yani ilk etapta ben de sınıfa karşı alışmaya çalıştım. Hani, onları kontrol aşaması (sınıf yönetimi), derse ilgili çekme falan filan... Derse ilgiyi çekme, zamanı iyi kullanma, öğrencilerin tepkilerini karşılama konusunda zorlandığımı hissettim. Her ne kadar (uygulama) öncesinde 8 saat kadar derslerine girmiş olsam da totalde. Ama sonrasında ikinci saatte değişim görmeye başladım. İkinci saatin

bir de dezavantajı vardı, yemekten sonraydı. Öğrenciler konudan sıkılmıştı, aynı etkinliği yapmaktan. Küplerle oynamaya geçtiler. Orada yine ben (ilk derse göre) daha önlem olarak gitsem de öğrencilerin bu sefer ciddi anlamda bir kaybı vardı ilgilerine dair. İkinci günde ise daha aktif başladığımı düşünüyorum.

İpek: Hı hı...

Elif: Daha kontrollüydü. Öğrencilere ilk etapta kuralları vermiş olmam onların oyuna kaymamalarını biraz daha kolaylaştırdı. İkinci saatte yine böyle (ilk saatteki gibi) bir dağılım söz konusuydu ama onu da (sınıfla) iyi götürdük, diye düşünüyorum. Öyle, tamamlandı. Ama ilk saatle son saat arasındaki farkı sorarsan, baya fark vardı kendimde diyebilirim.

İpek: Ne gibi bir fark?

Elif: Bu söylediklerim vardı. İşte, alışmıştım diyebilirim. Öğrencilerle biraz daha bire bir çalışmaya (geçmiştim), yani ben bire bir iletişim kurmaya geçmiştim, genel bir söylemden öteye geçip. Öyle...

İpek: Tamam. [1] *Öğretim yönteminin etkili olmasını sağlayacak teknolojilere*, “karar verirken öğrencilerin durumuna bakıyorum, ilgilerini çok kolay da dağıtabiliyor, çok kolay da toplanmasını sağlayabiliyor. Oyuna kaçmayacak ama bir yandan da oyun havasındayken öğrenecekleri şeyler seçmeye çaba harcıyorum.” demiştin.

Elif: İyi söylemişim.

İpek: Aynen bunu söylemiştin. *Geçmeli küp yani somut materyal kullanmayı tercih ettin.* Önce, sınıfın tepkilerini izleyelim mi?

Elif: İzleyelim. Az çok hatırlıyorum ama yani o sırayla sonrası (sonradan izlemek) farklı oluyor. [Video izleniyor]

İpek: [Elif küpleri dağıtıyor.] Küpleri bekliyorlar şu an.

Elif: Evet, büyük bir heyecanla beklediler onları ve şey, logo ya da oyuncak geliyor. İlk etapta sayıyla verdim, sonra yetmediği için alanlar oldu, farklı amaçla alanlar oldu. O kontrolü sağlayamadım, orada baya bir sıkıntı yaşadım.

İpek: Herkese 8 tane mi verdin?

Elif: İlk etapta sekiz tane verdim. Daha sonrasında 10’un üzerinde (geçmeli küp) kullanmaları gereken bir yapı vardı oluştururken, pardon, oluşturduktan sonra çizerken. O yüzden (daha fazla küp) almaları gerekiyordu. [Öğrenciler küp almaya kalkıyor.] Ben dağıtsaydım daha iyi olabilirmiş o sırada, yine sayıyla verip.

İpek: Bir yandan (almayan öğrencilere) küpleri dağıtırken, diğerlerini (küp almış öğrencileri) boş bırakmıyorsun. [Videoda şekli oluşturmalarını söylüyor.]

Elif: Çünkü (bırakırsam) birbirleriyle konuşmaya başlıyorlar. “Bende şu renk (küp) var. Renkleri değişelim mi?” falan filan tarzında konuşmalar geçiyordu. Bir yandan da sessizliği sağlayıp, önünüzdekine odaklanın modu vardı.

İpek: Şimdi bu başlangıç kısmıydı ve [Sonraki video izlenmeye başlandı] çocuklar ilk şekli oluşturmaya başladılar küplerle. Hepsi uğraşıyorlar ilk soruyla.

Elif: İlgileri şeklin (daha önce dağıttığı aktivite kâğıtlarındaki şekil) oluşundan hemen odaklandı, bir de ellerinde materyal oluşu daha bir şey yaptı onları, cezp etti gibi geldi.

İpek: Daha önce kullanmamışlar sanırım geçmeli küpleri. Açmaları gerekiyordu.

Elif: Buğra Hoca [sınıfın matematik öğretmeni] var küp dedi, ama sanırım daha önce hiç kullanılmamış. Sadece kütüphanede var olarak biliyor öğrenciler bunları. Hani, o şekli gördüklerinde üstüne sadece verilen o sekiz adedi, hani 4-4 yapmıştım ben onları (nasıl koyacaklarını bilemediler). Onların eklenerek yapılacağını sanıyorlardı ama ayırmaları gerektiğini, şey, ayırmamız gerekiyor, diye eklemek zorunda kaldım.

İpek: Öğrenci yaptı, gösterdi, sonra arkadaşı ile oyun oynamaya başladı şimdi ve devam ediyor.

Elif: O sırada sanırım (küp sayısında) eksik vardı ya da renk değişimine gitti onlar. Ben onu görmemişim o sırada, çocuk (hazırladığı yapıyı) gösterip duruyor.

İpek: Küplerle aslında çok fazla şey yaptılar ama başlangıçta bunlar oldu. Bunlarla ilgili eklemek istediğin bir şey var mı? Bunları kullanmayı tercih ettin. *Sence amacına ulaşabildin mi?*

Elif: Ulaştım hatta amacımı aştı da. [gülme sesi]

İpek: Ulaştığını nasıl anladın? (Neden?)

Elif: Ulaştığımı anladığımda şeydi, aslında öğrenciler ilk etapta zaten hevesle oluşturmaya başlıyorlar onu (yapıları), ardından daha farklı. Ben ilk soruda, soruyu çözmeye çalışırken, yani ilk soruyu sınıfta tartışırken, ikinci soruya geçenler vardı. Onları (ikinci ve sonraki sorulardaki yapıları) oluşturmuşlardı ve daha fazla küp istemelerinin nedeni de buydu aslında bir yerde. Ön tarafta ikiyi, üçü yapanlar vardı. O çocuk hiçbir şekilde derse katılmadı.

İpek: Ve devam etti. Yani aslında aktiviteyi yaptı.

Elif: Aynen, tamamladı.

İpek: Ama senin hızında yapmadı.

Elif: Ben sınıfın diğer üyelerini de beklemek zorundaydım. Ben o çocuğu o sırada derse çekemedim, neden bilmiyorum. Ama activity sheet'e odaklanmıştı çocuk.

İpek: Geçmeli küpleri kullanmanın etkisi nasıl oldu?

Elif: Etkisi, görsel olarak önlerindeydi. GeoGebra'yı ilk etapta sağa ve sola döndürdükten sonra bulunduğum noktayı kaybettim ben. O sırada da neden bilmiyorum slayder'larda sıfırlamadı bir türlü. Hani, neden bilmiyorum. Öğrenciler bir şeyler yapıyordu. Onlara odaklandım artık. Ve zaman kaybına gitmemek için bir yerden sonra GeoGebra'yı kapattım, hani kullanmadım, fark etmişindir belki. Ellerininde oluşundan dolayı, hani, önlerinde duruyordu. Sağa sola çevirmeleri çok daha kolaydı. Üstten bakabiliyorlardı. Hani onu (görüntüyü), tek bir noktayı referans aldıklarında daha net çizimlerini yapabildiler. Bu yüzden, hani, önlerinde olması ve her birinin görmesi, mesela bizim ön dediğimiz kısmı ön alırken, diğeri biraz daha çapraz olarak baktı ona. Bu yüzden arkasında da aslında devam ettiğini görebildi. GeoGebra'da da çevirerek bunu yaptık gerçi de, diğer şekilde GeoGebra benim kullanma hatamdan dolayı etkisini kaybetti. Ama geçmeli küpler onu tolere etti bir şekilde.

İpek: [2] Dersi anlatırken Office Tool'larından Word'u kullandın. "İşim düştükçe Office Araçlarını kullanırım. Kullanış açısından kendimi yeterli görüyorum." demiştin. *Office Word'u tahmin ettiğin gibi etkili kullanabildin mi? [Sence neden böyle oldu?]*

Elif: Etkili kullanmak derken sadece zaten soruları göstermek için kullandım orada. Ve çizimin bir kısmını, kareli kâğıttı sanırım ilk etkinliğim şimdi hatırlamıyorum, orada kullanıldığı için hem çizimleri daha rahat hemen altında görebilme imkânı oldu çocukların. O açıdan iyiydi. İıı, etkili miydi bilmiyorum. Hani, hem tahtada görüp hem sorunun altında bir izometrik kâğıt açmak yerine, aynı ekranın altında bulunduğunu görüp [Soruların olduğu Word dosyasına kareli kâğıt da eklemiş] ona göre de yapan öğrenciler oldu. Hani, ilk önce çizdiler ama hatalı çizenler falan düzeltti hemen. Yani, şekil vermişim sanırım bir yerde, onları yan yana görme imkânları oldu. Bu yüzden iyiydi.

İpek: [3] *Teknolojileri uygularken zorluklarla* karşılaştığımda, "Önce kendim çözmeye çalışıyorum. Şuradan mı, buradan mı? Ya da onunla ilgili eğer

araştırmalar yapılmışsa, videolar varsa, bunları izliyorum.” demiştin. Derste smart-board kullanırken çizimle ilgili bir sorunla karşılaştın. Bunu nasıl çözdüğünü hatırlıyor musun?

Elif: Bunu çözerken ne yaptım, hatırlamıyorum da.

İpek: İzleyelim.

Elif: İzlesek iyi olur. [Video izleniyor.] Bazen tıklayınca orada resmi kaydetme olayı falan çıkıyor. Çift tıklıyorum. Sabırsız olduğum için, bir an önce açılsın diye, çift tıklıyorum. Hızlı olduğu için orada kapatıp devam ettim. Akıllı tahta fazla akıllı, evet... Çift (tıklamayı) algılıyor ama zamanında algılamıyor.

İpek: O zaman akıllı tahtanın yavaş algılaması aslında senin için bir sorun oluşturmuş oldu. [Neden böyle yaptın sence?] Nedeni de...

Elif: GeoGebra’da da aslında slayder’larla ilgili yaşadığım sıkıntıda öğrenciler desteğe geldi. Hocam şurayı (mı kullansak), şuradan mı yapsak, buradan mı yapsak, şeklinde... Orada da onlarla birlikte biraz zaman harcadık. Baktım, süre gidiyor. Aktivitenin yetişmesi, tamamlanması lazım... Sonunda toparlamam lazım ki ilk gün zaten toparlayamadım son saati. İkinci gün de son saatte aynı şeyle (durumla) karşılaştım. Daha sonra haydi elinizdekilerle devam edelim, deyip, o şekilde devam ettim, vakit kaybı olmasın diye.

İpek: Küpler sence bir teknoloji miydi? Yani teknolojiyi kullanmaya devam ettin mi?

Elif: Bir yerde bıraktım. Küpler manipulative olarak teknoloji ürünü olarak sayıyorsak, kullandım, bilemeyeceğim.

İpek: Sen teknoloji olarak sayıyor musun onu, o önemli benim için.

Elif: Teknoloji olarak görmüyorum ben onları.

İpek: Tamam, peki, küplerin dışında bir de smart board’u kullanmaya devam ettin. Bunu teknoloji olarak sayarsak etkili kullandın mı?

Elif: Effective bir şekilde değildi. Ama hem karşılarında hem de önlerinde görmelerini, çizimin hemen algılayabiliyor olması onları biraz daha doyardı, diyebilirim bu anlamda.

İpek: Anladım.

İpek: [4] Konuyu anlatırken “GeoGebra ve NCTM’den yararlanacağım ben.” demiştin. İkisinden de yararlanabildin mi?

Elif: Sadece GeoGebra’yı kullandım. NCTM’in linkini de bulmuştum ama eğer onda sıkıntı yaşarsam onu kullanırım, dedim. Daha sonra ben kendim uygularken

yine sıkıntı yaşadım, NCTM'deinde sıkıntı yaşadım. Çevirmeler falan, küpleri yerleştirmeleri tam olarak olmadı. Sınıfta böyle bir durumla karşılaşmak yerine kullanmamayı tercih ettim.

İpek: Küplerin nesi olmadı tam olarak?

Elif: Nasıl diyeyim? Tam anlamıyla dönmüyordu. Yani, diyelim ki 170-160 derece kadar dönüyor ama 180 derece dönmüyordu. Ya da sağa dönüyordu, sola dönmede sıkıntı vardı.

İpek: Tam dönmemesi senin için ne gibi bir sıkıntı oluşturdu?

Elif: Öğrencinin tam anlamıyla karşısından görememesiydi. Hani, bazı öğrenciler “Hocam arkasını da çizecek miyiz?” gibisinden tepki verenler olurdu. Hani, direkt iki boyutlu olarak görmelerini engelliyordu onun.

İpek: O yüzden kullanmamayı tercih ettin.

Elif: Aynen. [Neden böyle oldu?] Onu açıklamıştım zaten.

İpek: [5] *GeoGebra*'yı istediğin gibi etkin kullanabildin mi? Aslında bundan biraz bahsetmiştin. Eklemek istediğin bir şey var mı? [Açıklar mısın?] Yani *GeoGebra*'yı etkili kullandın mı?

Elif: Etkili ıı... İlk ders için çok etkili değildi. Aktivitelerden biri... İki saat de *GeoGebra* kullanmıştım sanırım ilk gün. Bir tanesinin etkililiği vardı, diğerinde yerleştirmede o slayder'lardan kaynaklanan, yani benim slayder'ları tam olarak oturtamamam, dönünce yerini kaybetmem, orijini kaybetmemden dolayı sıkıntı vardı. İkinci (günkü) derste ise kendim hazırladığım cevap anahtarını kullandım. Hangilerini kullanacağımı yazmıştım. Böylece hep sıfıra döndürdükten sonra yaptım döndürmeyi falan filan. Ondan sonrası zaten daha etkiliydi.

İpek: Yani ben daha fazla hazırlık yaptığımda, soruların cevaplarını hazırladığımda, daha etkili kullanabildim, diyorsun.

Elif: İlk gün de hazırda ama şeyler değildi, hangi kolu kullanacağım, hangi slayder'ı oynatacağım hazır değildi. Hani şunu oynatsam olur ya da iki slayder'ı oynatsam aynı şeyi veriyordu bana. O yüzden çok üzerinde durmamıştım ama şekli çevirdiğimde o orijin noktasını kaybettiğim için, ondan dolayı sıkıntı yaşandı.

İpek: Şöyle bir bakalım, *GeoGebra*'yı nasıl kullanmışsın derste? [Video izleniyor.] Şekle bakıp *GeoGebra*'da nereye hangi küpü koyacağına karar veriyorsun.

Elif: Hı hı... Aslında burada öğrencilerinden elindekinden (bakarak) yararlanabilirdim. Aynı zamanda onların da *GeoGebra*'da nasıl kullanıldığını, hangilerinin kullanıldığını görmelerini istediğim için ikisi arasında (*GeoGebra* ve

Office'te oluşturulmuş yapı) git gel yaptım. Ön tarafını tutarken, diğeri arka tarafını tutuyordu gösterirken.

İpek: Anladım.

Elif: Sağda koyacağıma solda koymuş olacaktım çizerken. Word'deki ile birebir olmayacaktı, yani, o yüzden.

İpek: [Video izleniyor.] Önce kendin denedin, sonra da çocuklara sordun. GeoGebra ve Smart board'u birlikte kullanıyorsun. Diğder derste fare kullanırken, bu derste elini kullanıyorsun.

Elif: Bu ikinci saatim mi? Evet ikinci saatim. Buğra Hoca fareyi aşağıda (öğretmenler odasında) bırakmış. Almaya falan gitmişti sanırım.

İpek: Senin için bir fark oluşturdu mu?

Elif: Hayır, yani, dokunmadan kaynaklanan sorunlar dışında olmadı. Çift tıklama falan... Onları da zaten kapatarak devam ettim.

İpek: [5] *Bir konuyu GeoGebra kullanarak akıllı tahtada öğrenirken teknik sorunlarla* karşılaştığımda “çok fazla moralimi bozmadan geçiştirmeye çalışıyorum. Ya kullanmaktan vazgeçiyorum ya da çözebileceğim bir durumsa, hani, vakti çok fazla harcatmadan üstesinden gelmeye çalışıyorum.” demiştin. Sınıfta böyle bir durumla karşılaştın. Öncelikle neler yaptığını bir izleyelim. [Video izleniyor.] Şekli çizmeye çalışıyorsun şu an.

Elif: Bartu müdahale eder (ediyor).

İpek: Evet, öğrenci yardım ediyor sana, şöyle yapalım, böyle yapalım, diye.

Elif: Derste de hocam şunu yapayım, şöyle çekeyim, falan diyordu.

İpek: Teknoloji ile yetişmiş öğrenciler...

Elif: Bu çocuk yurt dışından gelmiş. Avusturya ya da Avustralya'da yaşamış uzun bir sene, (uzun bir) süre... Bir ya da iki yıldır Türkiye'de biliyorum, hatırlıyorum. (İzlerken öğrencinin yanlış yaptığını açıkça söylediğini fark ediyor.) Böyle de açık sözlüyüm.

İpek: (İstediğin yapıyı) Oluşturan biri var, onun elindekini aldın.

Elif: Orada (GeoGebra'da) oluşturamayınca, baktım süre gidiyor, en azından dedim ki yapan (oluşturan) biri varsa onu elimizde çevirebiliriz. Bunu yapabiliyoruz organlarımızla, oradan devam edelim. Çünkü öğrencilerin dikkati dağılmaya başlamıştı bir yandan da. İki üç kişi orayla (oluşturulan yapıyla) ilgileniyor ama arka tarafta arkasını dönüp birbiriyle konuşanlar vardı. İşte benim kılıcım oldu,

robotum oldu diye konuşanlar vardı. En azından onları bir şekilde (derse) geri döndürmem gerekiyordu.

İpek: Anladım.

Elif: Oraya geçince birkaç tanesi (derse) geri döndü, diğerleri devam etti. Onları da ignore ettim bir süre sonra. Senin elde edeceğin data olsun diye?

İpek: Teknoloji ile ilgili, GeoGebra'yı kullanmaya çalıştım. Yerini bulmakta zorluk çekince, bu şimdilik böyle kalsın, elimizdeki küplerle devam edelim, dedin. Peki, neden böyle yapmış olabilirsin? Amacın tam olarak neydi böyle yaparken?

Elif: Neden? Çünkü zamanım gidiyordu, bir. Öğrenciler orada vakit kaybetmesin, yani onu orada oluşturacaklardı belki, evet, ama belki yarım saat geçecekti, belki 20 dakika sonra olacaktı, belki 2 dakika sonra biz onu bulmuş olacaktık. Ama hani, ilgi dağılıyordu. Hem öğrenciler için asıl amaç orada oluşturulmuş şekli görmeleri ve buna göre çizmeleriydi. Oluşturma benim ilk etaptaki, o andaki amacım olmadığı için onu o şekilde geçtim.

İpek: Küple devam edeyim, dedin.

Elif: Evet. Oluşturulmuşu vardı elimizde, her ikisi de aynı işlevi görecekleri bir yerde. Ama boyut olarak ellerinde daha küçük bir şeyle görmeleri farklıydı. Yani tahtada gördüklerinde daha büyük, birimleri şöyle, şunu şuraya koyduğumda arkasındakini görme ihtimali vardı. Ben hafif çevirdiğimde görecekleri onu elimdeyken. Ama yine görecekleri. Arkadaki öğrenci için sıkıntı olabilirdi belki ama onlar da (zaten kendileri) oluşturdukları için orada yapabildik onu.

İpek: Kısmen yeterliyim, hatta kendimi yeterli görüyorum.” demiştin. Kendini izledikten sonra şu an ne düşünüyorsun?

Elif: Şu an ne düşünüyorum? Bilmem, hiç düşünmedim.

İpek: Ben artık yeterliyim mi diyorsun? Hâlâ kısmen mi diyorsun?

Elif: Hâlâ kısmen diyorum, çünkü her geçen gün kendimi geliştiriyorum. Yani hiçbir zaman tam olmayacak. O yüzden benim cevabım hep kısmen yeterlilik kalacak. Hiçbir zaman böyle Professional demeyeceğim kendime. Yani olsam bile demeyeceğim, çünkü her attığınız adımın bir sonraki adımı var.

İpek: Bir sonraki soruya geçelim. Altıncı soru. [6] Konuyu günlük hayatla ilişkilendirebilmek için en başta yapacağın şeyin iki soru sormak olduğunu söylemiştin. “Gördüğümüz binayı nasıl çizdik ilkokullarda? Çizdiğiniz resimlerde binaları nasıl çiziyordunuz?”dan da giriş yapılabilir.” demiştin. Önce hatırlamak için derste yaptıklarımı izleyelim.

Elif: İlk anda ben bunu unuttum. Sonrasında ilk sorudan sonra araya sokuşturdum. Ama beklediğim cevapları verdi çocuklar zaten.

İpek: Günlük hayatta üç boyutluları nerede görüyoruz, diye soruyorsun. Çok farklı cevaplar geliyor.

Elif: O cevaplar gelince ben de şaşırdım zaten. Hiç bu anlamda yaklaşmamıştım açıkçası. Aklımdan geçiyordu, bu tarz bir soru gelir mi diye ama bu kadar net bir şekilde biz üç boyutluyuz, diye bir cevap geleceğini düşünmemiştim.

İpek: Düşündüğünden daha farklı sorular sordular. [İkinci video izleniyor.]

Elif: Burada da aslında istediğim cevapları aldım. Mimarî'nin bu şekilde, net bir şekilde gelişini beklemiyordum açıkçası. Çat diye, mimarî, planlama diye, bir de kroki mi dedi biri?

İpek: Kroki, dedi, evet. Derse girerken sorduğun sorular var şu an.

Elif: “Üç boyutlu şekil deyince aklınıza ne geliyor?” “Eni, boyu, yüksekliği olan...” Çocuklar süper ya...

İpek: Cevaplar seni tatmin etti mi?

Elif: Evet, kafa sallıyor cevap vermek için.

İpek: Herkesi sınıfa katmaya çalışıyorsun.

Elif: “Cevap vermeyenler siz ne düşünüyorsunuz bu sorum hakkında?” Cevap vermeyenler diye etiketlemişim direkt.

İpek: Derslerinin girişlerinde böyle sorular kullanmışsın. Sorumuz da şöyle: *[6] Derste anlattığın konuyu günlük hayatla nasıl ilişkilendirdin? Kendi cümlelerinle anlatır mısın?*

Elif: Nasıl ilişkilendirdim? Çevrelerindeki olaylardan ve yapılardan girmelerini bekledim konuya. Ama açıkçası biz üç boyutluyuz, deyince ben de bir şey oldum (tereddüt ettim). Hani, bunu düşünebilirler mi, diyordum hazırlarken. Ama düşünüp ötesinde cevaplar gelince şaşırdım. Konuya çekiş açısından biraz daha etkili oldu. Hani, mimarîde kullanıyoruz, krokilerde kullanıyoruz gibisinden cevaplar hem günlük yaşantılarından örneklerdi. Yani günlük yaşantı derken etraflarında bir binayı gördüklerinde etraflarında bir şey görüyorlardı, farklı yönlerden, üstten baktılar mı bilmiyorum. Bir de hani, görmüşlerdir muhtemelen. Bir de rahat bir konu, (etkili) oldu onlar için böylece.

İpek: Anladım. Ne örneği vermedim bir de dedin. O örnekten bahseder misin bir de?

Elif: Bina örneği...

İpek: Binalardan başka bir şeydi sanki.

Elif: Hatırlamıyorum.

İpek: Peki günlük hayattan örnekler sordun ve çocuklardan cevap bekledin. Mimarîde kullanılır, krokide kullanılır, planlamada kullanılır, diye cevaplar geldi. [Sence etkili oldu mu? Neden?] Etkili oldu demenin sebebi nedir?

Elif: İki binayı yan yana gördüklerinde biri daha yüksekse mesela, üstten gördüklerinde aynı seviyedeymiş gibi görecekler. Tepeden sadece iki boyutlu olarak görecekler. Tepe görünümünün alanları eğer aynıysa, işte bunlar eş, ya da iki bina olarak yükseklikleri de belki aynı algılanacaktı. Çizimler konusunda daha fazla yardımcı olacaktı onlara.

İpek: [7] “*Cisimlerin farklı yönlerden görünümelerini çizerken bazen zorlanıyorum*, demiştin. Sınıftaki soruların tamamına yakını öğrenciler tahtada çözmüşler. Sen bir örnek gösterdikten sonra onlar çözmüşler. Bunda söylediğin cümlenin bir etkisi var mı?

Elif: Bunda söylediğim cümlenin etkisi yok. Zaten öncesinde hazırlarken kendim cevapları falan çıkarmıştım. O an elimde olmasa da kendim u kafamda kurduğum için onu sıkıntı yaşamadım çizerken. Ama öğrencilerin burada o kazanımı elde edip elde edemediklerini anlamak açısından onların çizmesi gerekiyordu ve onları etkin kılmam gerekiyordu. O yüzden onları daha ön plana çıkarmam için benim zorlanışımın da etkisi olmadı.

İpek: Anladım. Biraz da örnekleri izleyelim onların üzerine yorumlar yapalım. Hemen yardım isteniyor. Biri istiyor ona yardım ediyorsun, öbürü de yardım istiyor.

Elif: Çizebilenler çizdi. Sınıfta beşten fazlaydı sanırım düzgünce çizenler, farklı sıralarda ya da arkalı önlü. Bir süre sonra birbirlerinden yardım almaya başladılar. Şurayı yapabildin mi, işte, ya da ne bileyim şekli oluştururken de yardım aldılar ya da birbirlerinden müdahale ettiler, “o orada değil, yan tarafına koyacaksın.” falan gibi. Burada benim yardım etmemin nedeni çizimlerde sıkıntı yaşadılar çünkü izometrik kayıta bir sıkıntı vardı, tam olarak iki birim almaları gerekiyordu noktaları çizerken ama tek birim üzerinden gidince ben de çizemedim orada. Olabildiğince onlara yardım etmeye çalıştım moralleri bozulup bırakmaya geçiyorlardı. Çünkü en azından hani tamamlayabilsinler, nasıl çiziliyor iki küp üst üste nasıl duruyor bunu görsünler, ellerinde somut bir şekilde, kâğıdın üstünde de olsa bunu görsünler, diye ben çizmeye çalıştım.

İpek: Peki, şey seni nasıl hissettirdi? Bitirdiniz mi, diye sorduğunda bir kısmı “hayır” dedi, bir kısmı “çoktan bitti bile” dedi, bu durumda sen nasıl hissettin?

Elif: Bu durumda öğrencinin 11 ya üç boyutlu cisimleri zaten kâğıda aktarması sıkıntılı, bazen ben de hani arkadaşları... Öndekini çiziyorsun arkadaşının görünmesi gerekiyor onda ben de sıkıntı yaşıyordum. Hani bu yüzden hem yaş grubu hem benden dolayı da çok fazla şey yapmadım açıkçası hani çizememeleri normaldi, diyerek cevaplayabilirim bunu.

İpek: Tamam. Burada da yine bir öğrenci var, arkadan geldin iki öğrenciye yardım ediyorsun, 11 tam olmadı ama neyse deyip tamam deyip ilerledin, şimdi geri döndün, bir öğrenci daha var orada Öykü sanırım.

Elif: Öykü’nün arkasında İpek değil, neydi kızın adı? Unuttum.

İpek: Yani aslında zorlanıyorum demene rağmen çocuklara gidip onların yanında onlara yardım etmeye çalıştın, yardım edebildin mi sence?

Elif: Bir süre sonra şey noktaları baz almadım zaten ben, sadece küp oluşumunu görsünler, çizerek nasıl oluşuyor buna yöneldim. Hani bir kaç tanesine şey demişimdir hatta yanlış hatırlamıyorsam, noktaları.

İpek: Baz almayın.

Elif: Baz almayın.

İpek: Sınıfa söyledin bunu.

Elif: Hani sadece küpü oluşturabilin, yan yana nasıl bunlar diziliyor, bunu görün, üst üste nasıl gidebiliyor bunu görün. Hani sadece çizmelerine odaklandım, kâğıt üzerinde (çizmelerine), o izometrik kâğıdı kullanmalarına değil.

İpek: Anladım, bir videomuz daha vardı, ona da bakalım.

Elif: Burada sanırım öğrenciler çizemedik, dedi. Çizemiyoruz, diyen sayısı fazla olduğu için bir küpü çizdirttim önce. Sonrasında üstüne koydurttum, ardından bir başkasının yanına eklemesini istedim. Çizerken yan yüzlerinin peş peşe gelmemesini hani ilk gün çiziyorduk, ardından, yanında bir tane daha varsa onun ondan devam etmesi gerekiyor çizim aşamasında ama yan yüzünü çizenler olmasın diye oraya (yanına) da eklettirerek devam ettim. Yani ayrı ayrı çizebiliyorlar diğer şeyleri yan yana olanları. Onu engellemek adına hani bir bir olarak nasıl çiziliyor, bunu görsünler diye o şekilde yaptırıldı.

İpek: Yan yana nasıl oluyor, bir de 111 ilk şeklindeki gibi nasıl oluyor? Tahtada iki tane şekil var, öğrenci önce yan yana çizdi. İki tane sola, sonra iki tane de onun

yanına. Daha sonrasında onu sildik. Ondan sonra ellerinde iki şekil (oldu) var. Bunu yapma amacın neydi?

Elif: Bunu yapma amacım adım adım gitmeleriydi, adım adım gidişlerini küçük adımlar ilkesine bağlı olarak adım adım gidişlerini göstermekti. İlk şekil zaten zorlanacakları bir şekildi sanırım şu an soruyu hatırlamıyorum ama. İlk etapta onunla başlamak yerine küçük bir giriş yapabilirim diye kurarken derse başladığımda ben bunu yapmadığımı fark ettim. Bir yandan da onu entegre etmeye çalıştım içeriye. Hani birinci aşamada nasıl çiziliyor, iki küp varken üç küp varken işte bunlar üst üsteyken (nasıl çiziliyor)? Ellerindeki kâğıt daha düzgündü ve ellerinde bunu çizemeyince moralleri bozuldu. En azından bunun aşama aşama nasıl gidişini görsünler, bir de düzgün bir izometrik kâğıt varken daha düzgün bir şeklin çıktığını görebilsinler, kafalarında canlandırabilsinler çizgi o çizgiler arasındaki ilişkinin nasıl olduğunu, ikisinin arasındaki ilişkinin kâğıda nasıl yansıdığını görebilsinler, diye böyle bir yol izledim.

İpek: Anladım, bir yandan bir öğrenciye yardım ederken bir yandan tahtadaki bir öğrenciye senin yaptığın nasıl gidiyor, diyorsun. Bir yandan herkes çizmeye devam ediyor mu, diye soruyorsun. Yani aynı anda 11 bütün sınıfa hâkim olmaya çalışmışsın, biraz bu deneyiminden bahseder misin bana?

Elif: [Gülüyor.] O çok zordu. Daha öncesinde bir öğrenciyle ilgilenirken diğer bir öğrenciye ben soru sormuştum. Bu ders (çalışma) kapsamında değil başka bir derste (staj dersini anlatırken) ve o öğrenciyi dinlemedim ben. Öğrenci bana küstü, daha sonrasında işte öğrenciyi derse katmaya çalışırken tekrar anlattırdım falan. Burada onu yaşamamak adına hem ona müdahale ediyorum hem ona müdahale ediyorum hem diğerlerinin sessiz kalmasını isterken 11 ilgilerinin başka bir yöne kaymamasının adına “haydi siz de çizmeye devam edin” şeklinde bir ifade, 11 geçmiş tecrübeler diyebilirim bir sonraki adımı oluşturdu.

İpek: Daha önceki anlattığın derslerinden...

Elif: Aynen hıhı

İpek: Burada yararlandın. Devam edelim 11 *[8] öğrencilere çizim yaparken yardım etmişsin, neler yaptılar, dedik. Sence neden böyle oldu? Çizimlerine yardım edebildin mi?*

Elif: Nasıl?

İpek: Ama ben aslında çokta fazla 11 ben de çizimlerde zorlanabiliyorum demiştin ama sınıfta rahatlıkla öğrencilerin yanına gittin, çizimlerini yaptın 11 hatta farklı

öğrenciler de senden öyle bir istekte bulundular onların da yardımına gittin sınıftaki durumla tahmin ettiğin durum arasında ne gibi farklılıklar oldu?

Elif: Bu kadar hani hepsinin isteyebileceğini, ıı isteyecek sayısının çok fazla olacağını düşünmemiştim. Hani ıı şeklin ıı görüntüsüne göre ıı önden arkadan çizibilirken diğer taraftan üç boyutlu zemine taşımak üç boyutlu alana taşımak olayı beni zorlayan bir konu. Hâlâ ıı cevap anahtarımı oluştururken o izometrik kâğıtta ben kendim zorlandım. İlk etapta ıı bunu çizmiş olmak ıı ikinci ya bu ikinci adım olarak adlandırırsam bunu, daha kolayıma geldi. Hazırlıklı gelmenin bir avantajını yaşadım açıkçası.

İpek: Hı hı. Şimdi olsa ne yaparsın?

Elif: Şimdi olsa yine aynısını yapardım herhalde ama ıı ellerindeki kâğıdı kullanır mıydım? Ya da düz bir alan hani noktalı bir zemin değil de daha düz A4 kâğıdı aç ya da defterlerinizde kareli alan varsa bunu kullanarak yapabilirsiniz, diyebilirdim.

İpek: Tamam. [9] İlk görüşmede “sınıf yönetimi yeteneklerimiz tam oturmadığı için ne kadar göz teması kurup öğrenciyi incitmeden uyarmaya çalışsak da başarılı olamayabiliriz. Motivasyon düşünce de ben de kopuyorum zaten bir yerden sonra.” demiştin. *Ders anlatırken sınıf yönetimini sağlamak konusunda ne gibi zorluklarla karşılaştın?*

Elif: Ne gibi zorluklarla karşılaştım? Öğrencileri hepsi ilgilenmedi. ıı küplerin ellerinde oluşu... ıı yaptıktan sonra evet, hepsi bir şekilde uğraştı ve şekiller ıı üç boyutlu cisimler oluşturdular.

İpek: Evet oluşturdular.

Elif: Ama o sırada ıı bir sonraki adımları sınıfın tamamıyla aynı olmadığı için yani o sırada oluşturmaya çalışanlar vardı. Ya da işte biz tahtada herkes yaptı mı? Herkesin aynı şekli çıktı mı, diye devam ederken onlar sıkıldı. Bu yüzden bir sonraki soruya geçtiler ya da ellerindeki küpleri birleştirerek önündeki yanındakiyle birleştirerek işte, ıı nasıl diyeyim kılıçtı robottu falan yapmaya geçtiler.

İpek: Sıkıldılar.

Elif: Aynen ıı

İpek: Şimdi olsa ne yapardın?

Elif: Şimdi olsa ne yapardım?

İpek: Yani hızlı yapan öğrenciler olduğunu fark ettin sınıfta, tekrar gittin.

Elif: Tekrar gittiğimde onların da seviyesine biraz daha yakın (uygun) sorular oluştururdum yani hani ayrı sorular verebilirdim belki. İı ya da işte siz (şunu yapın derdim), nasıl diyeyim birinin üç katlı bir cisim oluşturmasını isterken onda dördüncüyü verirdim, farklı yerlerden (görünümleri) oluşturmalarını bekleyebilirdim

İpek: Soruları değiştirebilirdim, diyorsun.

Elif: Aynen

İpek: Bunla nasıl başa çıktın? Derste nasıl başa çıktın bir izleyelim. İkinci derse geçtik yine küp kullanacaklar. [Video izleniyor.]

Elif: Burada kuralları belirterek gittiğimde biraz daha onu engelledim, ilk ders katılım daha fazlaydı ikinci ders yine bir sıkılmışlık yemeğin etkisi yine bir kaydılar ama ilk güne göre yine katılım çok daha fazlaydı. Burada kurallarımızı koyduk önce.

İpek: Hı hı

Elif: İlk gün acemiliğin etkisiyle ben onların hepsini atladım.

İpek: Hı hı

Elif: İkinci gün biraz daha tecrübe(liydim), diyelim.

İpek: Tecrübenin etkisiyle öğrencilere kurallar koymayı tercih ettin, sonrasında da sınıfta yapacaklarını açıkladın. Bugünkü planımız bu deyip ıı anlatmaya başladın.

ıı [10] *sınıf yönetimini sağlamak konusunda ne gibi zorluklarla karşılaştın şu an?*

Elif: Ne gibi zorluklarla karşılaştım ıı öğren çizemeyen ıı öğrencileri mesela derse bir yerden sonra koptular onları katamadım.

İpek: Hı hı

Elif: Küplerle işte zeka küpü yapmaya çalışan çocuk vardı, Orkun.

İpek: Hı hı

Elif: O çocuğu katamadım, ıı zaman konusunda yine sıkıntı yaşadım tam olarak ayarlayamadım.

İpek: Hı hı

Elif: İlk derste ilk saatim için söylemek gerekirse etkinlik orada bitmişti, öncesinde ne yaptık, bu ders ilk ders olmasına rağmen ne yaptık, diye sordum. İkinci saat ders yetişmedi, orada zil çalımı küpleri getirin şeklinde oldu. Ders bitmişti. İkinci gün ilk saat dolu dolu geçti.

İpek: Hı hı

Elif: İkinci saate bırakmıştım açıkçası, bugün ne yaparız şeklinde. Ama orada da ikinci saatte aktivitenin 11 ikinci sorusunun çizimi kalmıştı. Onu tamamlatmaya çalışırken sen beni uyarıydın hatta üç dakikan kaldı, şeklinde. [4. dersi bitirirken] Orada tamam toparlayacağım diyorum (kendi kendime) ama öğrenci çizmekte zorlanınca o biraz daha uzadı ve...

İpek: Zaman aldı.

Elif: Aynen, ondan sonrası dersi toparlayamadan bitti.

İpek: Karşılaştığın zorlukları bu şekilde açıkladın.

Elif: Aynen bunlardı.

İpek: Peki, *bunlarla nasıl başa çıktın*, işte dedin ki ilk derste Orkun'u bir kaç öğrenciyi dersime çekemedim, ikinci derste ne yaptın bu zorluklarla başa çıkabilmek için?

Elif: İkinci derste onlara söz hakkı tanımaya çalıştım, İpek sürekli ben çizemiyorum ki deyip ya önüne dönüyordu ya arkasındakilerle konuşmaya devam ediyordu, onu çağırdım tahtaya. Haydi, gel birlikte çizelim. Çizemiyorum ben, falan diyordu. Tamam, birlikte çizelim nasıl çiziyorduk, işte iki tane iki ayrıtını çizeriz? Bunun alta yüksekliğini nasıl çizeriz? Bu şekilde çizdirmeye çalıştım. Bu çizim sonrası zaten çocuk aa çizilebiliyormuş, oldu. O sırada zil çaldığı için sonraki ders ne oldu bilmiyorum.

İpek: Anladım, yani öğrenciyi tahtaya kaldırmayı seçtin.

Elif: Hı hı

İpek: Yapamayanları da tahtaya kaldırmayı...

Elif: Aynen

İpek: Ve onlarla da ilgilenmeyi tercih ettin.

Elif: Çünkü tahta önünde yaptıklarında kendilerine daha farklı bir öz güven geliyor. Sırada bire bir ilgilendiğimde “evet bir sonrakini yapmasam da olur” diyor. Ama tahtaya çıkıp yaptığında daha belki diğer öğrencilerin tepkisi de hoşlarına gittiği için “aa çizdi, bak çizilebiliyormuş, aferin” falan şeklindeki tepkiler de hoşuna gittiği için bir sonraki soruya yapabiliyorum ben diye bakıyor. Yapamıyorum’un, yapamıyorum bende bu kapasite yokun ötesine geçiyor.

İpek: Anladım, bu yüzden de bunu tercih ettin. [11] Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunda öğrencilerin “kavram yanılgılarını tam olarak bilmiyorum. Günlük yaşamlarında her yerde üç boyutlu resimlerle karşı karşıyalar. Sadece bunların yerini hani oluştururken çizerken, daha doğrusu yerini belirlemede sıkıntı

yaşayabilirler. Biri arka biri önde olan iki küpü yan yana çizebilirler.” demiştin. Önce videomuzu izleyelim. Bakalım öğrenciler nasıl çizmişler, gerçekten arkada ve önde olanı yan yana koymuşlar mı?

Elif: Koymuşlar mı? [Video izleniyor.]

İpek: Yaptım diyor, sonra tahtaya kaldırıyorsun.

Elif: Bu soruyu hatırlıyorum, sağdan ve soldan görünüm, ıı, önden ve sağdan görünümü aynı olduğu için çocuklar bire bir yan yana koydular ama tepeden görünüm farklıydı. Onu dikkate almadılar ve küpler geçmeli olduğu için küpler yan yana duracak, bu şekilde geçmiyorlara gitti. Tamam, geçmesinler öyle durabilirler dedim, yapanlar vardı aralarda dolaşırken onları da gördüm ama onlar da yine bunların geçmesi gerekiyor, birbirine şeklinde böyle durması gerekiyor ama geçmesi geçmiyor bunlar, diye tepkileri vardı.

İpek: Öğrenciye bakarsak...

Elif: Hı hı

İpek: Yan yana olmalı diyor ve sen de ona “arkadaşın nasıl yapmış, bir bak” diyorsun, ondan sonra onun yapmasını istiyorsun.

Elif: Hı hı

İpek: Neden böyle bir yöntem izledin?

Elif: Yaşıtlarının yapıyor olması, hani benim söylüyor oluşumdan ya ben orada söylüyorsam, tamam o çocuk anlamayacak belki, hani tamam bunu koyduk da onun üstüne oturmuyor olacak. Yaşıtı ha ıı akranları diyeyim orada onun mantığını biraz daha anlatabiliyor, onun dilinden konuşabiliyor, bu yüzden arkadaşının yaptığını gösterdim. Hani o birleşecek diyor ona, kendi yan yana koyduğunda tepeden ıı sağdan ı önden görünüm aynı, ya sağdan görünümü de farklıydı ama tepeden baktığında elde edemiyor. Arkadaşının yaptığına bak, diyerek hani tepeden görünümü bunun farklı demek ki bu şekilde olacağı da çocuğu yönlendirmeye çalıştım.

İpek: Sonrasında da bir de GeoGebra’da bakalım diyerek devam etmişsin.

Elif: Hı hı

İpek: Ve GeoGebra’da oluşturmuşsun bu şekli...

Elif: Ya ellerindeki o yan yana geçecek onlar dedikleri için yani GeoGebra’da biraz daha net bir şekilde görebildiler onu. ıı geçmeli küp olmayışından dolayı, belki bu, bu soru için şey kullanılabilirdi birim küpleri kullanabilirdim, geçmeliler yerine böylece hani onlar birbirine biti geçmek zorunda değil, olabilirlerdi.

İpek: Anladım

Elif: Ama diğer şekillerde sıkıntı yaşayacaklardı o zaman da, yani yapı yükseldiği için onlar devrilecekti, (düşecekti) çarpacaktı üst üste (yan yana) koyarken bunda sıkıntı yaşamazsınız, diye bu şekilde atlatmaya çalıştım.

İpek: *GeoGebra’da da u hiç sıkıntı yaşamadan direkt slider’ları kaydırıp bir kerede şekli çizmişsin ki ilk başlardaki şekillerden çok daha zor bir şekil oluşturdu burada, bunu neye bağlıyorsun?*

Elif: Bunu neye bağlıyorum? Biraz daha orada mouse’u kullanıyordum ve tahtayı ben de görememiştim açıkçası. Hani arkadaki hangisiydi, karışıklığı vardı. Burada ise tahtaya birebir bakmanın ya direkt karşıdan bakıyor olmanın avantajı vardı, ıı bir de ıı şöyle söyleyeyim, onu yani şekli kafamda canlandırdıktan sonra o slider’lar evet column 1 column 2, evet evet şuradan oynayacak buradan kayacak şeklinde kodlayarak gittiğim için de biraz daha kolay oldu.

İpek: Anladım, yani önceden kafamda aslında onları kodlamıştım, diyorsun.

Elif: Evet.

İpek: Öğrenci “hâlâ anlamadım ben” dedi az önce bir tanesi, sen de gittin yanına, yardım ediyorsun ona, küpleri birleştirmeye kalktı ve sen de birleşmediğini açıklamaya çalışıyorsun ona, sen açıklarken aslında o arkadaşıyla konuşuyordu.

Elif: Aşın kaynatıyor orayı [Gülüyor.]

İpek: Sen (yanına) gidince o da anladı

Elif: Bire bir konuştuğumuzda öğrencilerle anlaması (daha kolay oluyor). Yani genele hitap ederken daha rahat anlayabiliyorlar. Çünkü “evet, hoca benimle ilgileniyor” deyip biraz daha çaba harcıyorlar ya da onların dilinde ya genelin dilindense öğrencinin kendi kullandığı ifadelerle gidiyor olmak ya da hani kendinin yapamadığı ya da bildiğinden yola çıkarak bilmediğine ulaşıyor olmak biraz daha avantajlı hale getiriyor.

İpek: Aynen öyle ıı kavram yanlışlarından bahsettik, nasıl çözdüğünü de (konuştuk) aslında. Öğrencilerle birebir görüşüyorsun. Tahtada, GeoGebra’da gösteriyorsun. Akranlarından yardım alıyorsun, ıı *bunları çözmek için teknolojiden nasıl yararlandın?*

Elif: GeoGebra’yı kullandım zaten ders boyunca ıı üç boyutlu oluşunun avantajını yaşadım, ben burada çevirebiliyordum..

İpek: Hı hı

Elif: Böylece öğrenciler direkt önden, sağdan ve tepeden burada üç görünüm, üçü üzerine odaklanmışım, görebiliyorlardı oluşan şekli hani ıı öyle

İpek: Tamam, sınıfta bir kavram yanılgısı daha oluşmuş.

Elif: Bundan bahsetmişim.

İpek: Sen diyorsun ki sağdan ve soldan görünümleri karşılaştırır mısınız? Onlar da diyor ki aynısı.

Elif: [Videoya gülüyor] Aynısı demelerinin nedeni evet iki tane zeminde var birinci sırada, iki tane üstte var, onun sağda ya da solda oluşu önemli değil bu yüzden de (aynı diyorlar).

İpek: Sonra biri simetrik diyor arkadan.

Elif: Hı hı, Hasandı sanırım o onu diyen.

İpek: Evet, biri buldu ama diğerleri hâlâ keşfetmeye çalışıyor. Hepsinin keşfetmesini sağlıyorsun şu an bekliyorsun, bulsunlar.

Elif: Zaman verdikçe ve karşılarında duruyorken yorumluyorlar çünkü. Bu böyle olabilir, burası böyle olabilir.

İpek: Ortak özelliklerini buluyorlar çocuklar

Elif: Hı hı, biraz daha yüklenip cevaba yönlendirmeye çalıştım yan yana getirelim, diyerek.

İpek: Hı hı, keşfetmelerini sağlamaya çalışıyorsun ama doğru cevabı kendin söylemiyorsun yani öğrenciler kendileri buluyorlar, yapılandırmacı yaklaşım.

Elif: Bu kadar kullanabileceğimi düşünmemişim.

İpek: Ve sonra bir sonraki soruya geçiyor(sun).

Elif: Anladılar çünkü orada ama ben toparlamadım orayı.

İpek: *Anladıklarını nasıl anladın peki?*

Elif: Cevapları normalleşmişti, yani onun evet kare iki tane var, bir tane varın ötesine geçtiler, yani ıı “evet simetrik bunlar, bunlar katlayınca üst üste geliyorlar” şeklinde falan diye.

İpek: Simetrik kelimesi geldi, katlayınca üst üste geliyor geldi.

Elif: Yansıma geldi

İpek: Yansıma dediler.

Elif: Hı hı, ondan sonra dedim oldu bunlar geçeyim ben

İpek: Anladıklarını fark ettin. [Video devam ediyor.] Bu yapı oluşmuyor diye ısrarla...

Elif: Öykü mü?

İpek: Farklı bir soruda, farklı bir çocuk...

Elif: Fatih sanırım...

İpek: Böyle bir şekil olmaz, diyor.

Elif: Bir yandan küp dağıtıp bir yandan kâğıt... Yine ilk dersin etkileri söz konusu, bir sonrakine geçmesinler diye sayıyla (dağıtıyorum küpleri).

İpek: Diyor ki hocam bu şekil oluşmuyor, arkadaşları da diyor ki oluşuyor ben oluşturduğum, o da cevap veriyor göster bakayım nasıl yaptın? Buna biraz yorum yapmak ister misin?

Elif: O sırada ben küpleri dağıttığım için biraz hani müdahale etmedim ve daha ilk soruya küpler herkese ulaşmadığı için biraz da diğerlerinin, eline alanın uğraşmasını bekledim, o sırada oluş diğer ona hani sen göster demek yerine.

İpek: Hı hı

Elif: Herkes yapabiliyorsa yapsın, yapamıyorsa hep birlikte yapacağız zaten. Hem GeoGebra’da gösteriyorum hem tahtaya birini çıkartıyorum çiziyor ya da oluşturuyor işte orada tekrar ıı, bu yüzden ilk etapta birazcık onu ignore ettim gibi oldu.

İpek: Tamam

Elif: Ardından birbirleriyle hani yine yardımlaşmaları ön plana çıksın diye, onun “göster bakalım” ifadesine de bir şey yapmadım, tepki vermedim, bir yandan zaten küpleri dağıttığım için orayla da ilgilenemedim ama şeklin oluşuyor olduğunu görmeleri iyiydi. En azından biri yapabildi ve diğerleri de “evet oluşuyormuş, bu çocuk bağıra bağıra oluşuyor diyor” (diyor).

İpek: Oluşuyormuş, diyor.

Elif: Oluşuyorsa ben biraz daha uğraşayım, bir şeyi yanlış koymuşum demek ki.

İpek: Anladım.

Elif: Gördüler, algıladılar en azından.

İpek: Son bir şey daha var burada, kontrol ediyorsun, yaptıklarınız doğru mu? Üstten görünüm tekrar öne çevirdiğimizde, üstten baktığımızda elde ettiğimiz görünümdür.

Elif: Evet.

İpek: Çocuklar ısrarla diyorlar ki üstün de sağı solu var, çeviriyorsun böyle gösteriyorsun.

Elif: Hı hı

İpek: Üstten mi baktın yoksa sağdan-soldan mı bakıyorsun hala, diye soruyorsun.

Elif: Çünkü şey bir tanesi mesela önü tutarak üstten bakıyor, diğeri sağını çevirmiş o sırada sağını çiziyordu herhalde, o şekilde şekli bırakarak o şekilde üstten bakıyor. Doğal olarak bir kayma bir simetrik şekiller oluşabiliyordu, bu yüzden hepsinin aynı noktadan gidip aynı şekli oluşturmalarını bekledim, o yüzden önden mi bakıyorsunuz, sağdan mı bakıyorsunuz, şeklinde sorularım var.

İpek: Nereden bakması gerekiyor yani?

Elif: Ya değişebilir aslında direkt şuradan bakacaksın diyemem, ama çizdiğiniz şekil hani önü baz alıyor, tepesi bu şekilde olduğu için direkt önden yukarıya bakmaları tercihimdi.

İpek: Önden yukarıya bakmaları gerekiyordu sence

Elif: Hı hı aynen

İpek: Farklı yönlerden bakanları da buna mı yönlendirdin?

Elif: Buna yönlendirdim, yapmamam gereken bir şeydi belki o sırada bilmiyorum ama hani onları da kabul ederdim. Hocam ben buradan baktım, bu da olur, şeklinde bir ifade gelseydi belki.

İpek: Yani sınavda sorsam ben, ben sağdan üstteki görünümüne baktım dese ve doğru çizse sağdan bakmaya göre.

Elif: Hı hı kabul ederim

İpek: Kabul ederim diyorsun, tamam.

Elif: Bana nedenini açıkladığı sürece sorun yok.

İpek: Çünkü sağdan baktı. *Aklında bir kavram yanlıgısı vardı senin öğrencilerin karenin, dikdörtgenin özel bir formu olduğunu kabul etmekte u ciddi sıkıntıları olduğunu söylemiştin.*

Elif: Hı hı

İpek: Ve ben dikdörtgen çizeceğim, diye ısrar edebilirler demiştin ya da kare çizeceğim, diye ısrar edebilirler demiştin.

Elif: Evet, bu tarz bir durumla karşılaşmadım bu beni mutlu etti bir yandan [Gülüyor.], güzeldi.

İpek: İşini kolaylaştırdı.

Elif: Aynen

İpek: Peki, *böyle bir şey olsaydı nasıl çözerdin?*

Elif: Nasıl çözerdim? Ellerinde zaten birim küpler var, aynı zamanda GeoGebra'dan gösteriyorum, bunlar yani GeoGebra'da yan yana koymak yerine, bunları küpleri yan yana bir birleştirmeyin ne görüyorsunuz hani arada bir

boşluğunuz olsun. İki tane bina yan yana ama arada bir tane binalık boş yeriniz var, şeklinde. Hani kare mi bunlar, dikdörtgen mi, diye soru sorabilirdim.

İpek: Sorularla onları düşündürürdüm, diyorsun. *Farklı öğrenme düzeyindeki öğrencilere cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri konusunu anlatırken nelere dikkat ettin? Hızlı ve yavaş öğrenen öğrenciler vardı sınıfta, neler yaptın?*

Elif: Neler yaptım, aslında hızlı öğrenen ya da yavaş öğrenen diye nitelendiremem Öyküyü, Öyküden bahsedersen. Hani biraz daha bireysel bire bir yaklaşmamı istedi o sırada çünkü ısrarla ben “tepeden bak” diyorum, tamam oluşturdu tepeden görüntüyü, sağdan baktığında sürekli yanına ekleme isteği vardı öğrencinin. Üç katlı bir binadan girmeye çalıştım, üç katlı bir yapı bu ama üste ekleyeceğiz. Tamam çeviriyor, tamam bu da oldu ama onun hani sağdan görüntüsü olduğunu, üstten görüntüsü olduğunu kabul etmekte sıkıntı yaşadı.

İpek: Hı hı

Elif: Belki de o sırada benim ilgimi çekmek için yaptı bunu çünkü (doğru cevabı) verdi sonrasında. Sanırım çizim de yaptırdım sonrasında ben bu öğrenciye ve orada çizdi.

İpek: Anladım.

Elif: Benim de müdahalem vardı galiba orada yine, orada yapabildi, o konuda sıkıntısı olmadı. Şekil de biraz zor bir şekildi, hani açıkçası direkt olarak beklemiyordum...

İpek: Yani?

Elif: Zorlanırlar diye düşündüğüm bir şekildi.

İpek: Evet.

Elif: İı onun için hani öğrencilerle tek tek ilgilendim.

İpek: Öğrencilerle birebir ilgilenmeyi tercih ettin, tamam. *Bununla ilgili konuyu anlatırken basitten karmaşığa gideceğim ben, demiştin.*

Elif: Direkt karmaşıktan başladığım anlar vardı ama...

İpek: Bakalım sınıfta neler olmuş? Kolayla başlayalım, diyorsun.

Elif: Zoru bu. [Gülüyor.]

İpek: Biri hayır zor bu diyor, öbürü hayır çok kolay, diyor.

Elif: Çünkü bu şekilde şey vardı ıı sağdan görüyorlar aynı, önden görüyorlar aynı, sağ ve ön görüntüleri aynıydı. Tepeden baktıklarında aslında şeklin nasıl olduğunu daha net göreceklerdi.

İpek: Hı hı

Elif: Ama bunu görmekte zorlandıkları için ve küpler mutlaka birbirine geçecek düşüncesinde oldukları için, o yüzden biri çok zor diye algılarken diğer çok kolay diye algıladı.

İpek: Anladım, yani algı küplerle materyalle alakalı bir şeydi diyorsun?

Elif: Hı hı aynen

İpek: Tamam. Basitten karmaşığa gidişi bir de burada görelim.

Elif: Çizimde zorlandıkları için buna geçtim hani bir, iki, üç yanına gelsin üstüne gelsin buradan gitmeye çalıştım.

İpek: Birkaç tane daha ekleyeceğiz deyince geri gitti çocuk, onunla ilgili ne düşünüyorsun?

Elif: Onunla ilgili... O bir küp üzerinden geldi. İlk etapta bir küpü nasıl çizersiniz, diye soruyorum burada. O yüzden o atıldı. Hani, ben o soruda konuşmaya devam ettiğim için çocuk geri adım attı. Tamam, sen bir taneyi çiz, buradan devam edeceğiz, şeklinde (bir cevap verdim). En azından tahtaya gelsin. Bir taneyi nasıl çiziyor? Çocuğun şevkini de kırmamak gerekiyor. Sen biriyle başla, arkadaşın üstüne ekler altına ekler. Hani, diğer öğrencilerin de aslında nasıl ekleyebildiklerini görmek istediğim için her bir adımda başka öğrenciyi çağırmaya çalıştım. Çocuğu da korkutmamak adına sen bir taneyle başla gerisi gelir, şeklinde devam ettim.

İpek: Hı hı. Kalktı tahtaya çizdi.

Elif: Hı hı, çizdiği çok şeydi, hani altıgenden giderek çizdi ve beni şaşırttı burada. Genelde hep kareden giderler aşağı doğru çizerler, sağına soluna ekleme yaparlar ama çocuk altıgenden küp oluşturdu. Orada ilk etapta ne olduğunu çözmeye çalıştım. Nasıl oluşacak bu küp, diye ben de açıkçası bir dengesizliğe düştüm.

İpek: Emin olamadın, çizebilecek mi acaba, diye.

Elif: Hı hı aynen, çocuğun yanında beklememin nedeni de acaba müdahale etmem gerekiyor mu çizerken diyeydi, sonra da arkaya doğru yöneliyorum zaten, oluyormuş buradan da diye.

İpek: O çizdikten sonra rahatladın.

Elif: Daha sonradan da Oğuzhan da aynı şekilde ilk etapta çizemedi. Altıgenden gitmeye çalıştı, ondan sonra normale döndü falan, böyle git geller yaşandı. Ama güzel bir örnekti devamı için. Farklı bir örnekti.

İpek: Anladım. Çocuklar zorluk çekiyorlar, sen de tamam sizin yanınıza geliriz, gösteririz, diyorsun. -ama yapanları da yani- ısrarla parmak kaldıranlar var, onlardan birini tahtaya alıyorsun ve tahtada devam ediyor.

Elif: Öyle

İpek: *Çizimlerde, u ne diyorduk, hızlılar vardı yavaşlar vardı, yavaşların yanına gittin hızlılardan bir tanesini de tahtaya kaldırdın, bu bir strateji mi, neden böyle yaptın?*

Elif: O anda hani diğerlerinin de, çizen bitirenlerin de orada etkinlikte tutmam gerekiyordu çünkü bıraktığımız boşlukta dağılıyorlar, bunu engellemek adına bir yandan tahtada devam edin, bir yandan bunları kâğıtlara geçirin, hani diğer yandan da o öğrencileri geriden gelenleri onlara yetiştirme çabam vardı o yüzden.

İpek: Hepsi aynı çizgiye ulaşsınlar diye. *“Günlük yaşamda nerede görüyoruz?” sorusuyla başlayıp cevap almayı bekliyorum. Buna göre de akışı belirleyip en basitten en karmaşığa doğru gidebilirim, demiştin.*

Elif: Hı hı

İpek: Iı başlangıcında aslında küplerle ilgili çizimde zorlanınca çocuklar, küp çizdirmeyi tercih etmiştin, yani günlük yaşamda nerede görüyoruz onları örnek alıp bir çizim yapalım yerine, küp çizelim dedin

Elif: Onu ilk soruda verdiler ilk derste miydi hatırlamıyorum..

İpek: İlk derste hı hı

Elif: Orada verdikleri için yeniden onu tekrar etmeyi düşünmedim.

İpek: Tamam

Elif: Çünkü tekrar ettikçe bun alıyorlar. Zaten biliyoruz havasına da giriyorlar, niye bunları tekrar tekrar görüyoruz şeklinde. O yüzden haydi küple başlayalım, (dedim). Konuyu da kavradılar zaten ne, neyle uğraşıyoruz, biz ne yapıyoruz, diye. O yüzden haydi küple devam edelim, oradan gidelim, şeklinde bir ifade ile devam ettim.

İpek: Tamam. *Kullandığım kaynakların öğrencinin seviyesine uygun olması gerekli, daha sonrasında ise ilgilerini çekecek olmalı, demiştin. Biraz renkli olabilirler diye bahsetmiştin. Dersi anlatırken kullandığın kaynaklar nelerdi? Daha önce bahis ettiğin gibi ilgi çekici ve renkliler miydi?*

Elif: Iı GeoGebra'nın bir tanesi renksizdi yani renksiz derken hepsi laciverti. Bir tanesinde ise renkli binalar vardı, burada sokak örneğiyle, haydi birinci sokaktayız, ikinci sokaktayız. Bunda zaten o sokaklı olanı işlerken birle, onun arkasında kalan sokağın aynı görüntüyü verdiğini anladılar, işte bunun simetrik olduğunu çözdüler.

İpek: Önden ve arkadan görüntülerin simetrik olduğunu çözdüler.

Elif: Hı hı, bir yerden sonra zaten onu şey yaptım, ıı tamam, buradaki değil de buna geçelim. Alt başlığını ıııı ay alt başlığına atladım onun çünkü aynı şekli çizip duruyorlardı.

İpek: Anladım.

Elif: Arkadan önden, birinin arkası diğerinin önü oluyordu.

İpek: Evet.

Elif: Bunu ıı burada sıkmamak adına tamam şimdi yeşil, pembe renkli bina gelsin, mor renkli bina gelsin şeklinde. Aa pembe de mi varmış, diyenler oldu. Yeşil iki katlı mıydı, üç katlı mıydı, işte dört katlı mıydı, falan, diye soranlar oldu.

İpek: Binaların renkleriyle, binaların katlarını farklı olarak yaptığın için...

Elif: Aynen öyle, tahtada çizerken de ayrıca ıı kalemlerle renklendirmeye çalıştılar, hatta kâğıtlarında falan da renklendirenler vardı.

İpek: Boyadılar

Elif: Evet, daha fazla hani şimdi yeşil üçtü, kırmızı iki katlı falan şeklinde, birbirlerine de bir yandan söylüyorlar ben onu hatırlamıyorum söyleyin falan şeklinde, o yüzden de hani birbirlerine aynı zamanda cooperation'ı geliştirmekte vardı orada.

İpek: Anladım, bir sonraki ders olmasına rağmen yani ilk dersin değil ıı yine de çocukların daha fazla ilgisini çektin ve ilk derse göre herkes çizmeye çalıştı.

Elif: Evet. İlk derste şeydi, biraz, GeoGebra'nın kullanılmayışı da biraz şey yaptı onları, burada daha renkli bir yapıyla karşılaşılıyor olmaları da hani ellerinde direkt var, çizmeye gerek yok, oluşturalıma daha çok onlara yönelik kaldığı için kolaydı. Yani daha fazla ilgilerini çekti, kolaydı değil de.

İpek: Ve yapabildiler, uğraştılar en azından. *Aslında biraz bahsettik ama şöyle bir soru var: İlk kazanımın alt başlıklarında yapıların farklı görünümlerinin ilişkilendirilmesi istenir yani ön, arka, sağ ve sol görüntülerin simetrik olduğunu söylemek gerekir diyordun, ıı derste bununla ilgili aslında biraz örnek yaptığını söyledin ama tam olarak ne yapmıştın ve bu etkili oldu mu? Öğrenciler simetriği fark ettiler mi yani sağ ve sol görüntünün simetrik olduğunu öğrenciler fark ettiler mi?*

Elif: Bir süre sonra söylediler zaten biri yansıma dedi, biri simetrik dedi, biri hayır bunlar aynı dese de bir süre sonra evet bunlar simetrik diye kabul ettiler. ıı daha sonrasında o ikinci etkinliğimde binaların aslında daha önce de söylediğim gibi

birinin ön tarafının diğerinin arkası olduğunu, işte sağ tarafının soldan görüldüğünü de kendileri zaten dile getirdi.

İpek: Yani anladılar.

Elif: Yani

İpek: *Anladıklarını da söyledikleri sözlerden mi fark etmiş oldun?*

Elif: Hı hı. Biri söyle birine hani soruyu sorduğumda bir tanesi cevap verdi, bir başkası parmak kaldırıyordu, sen ne diyorsun aynısını söylüyorum hocam. Peki, nasıl aynı? Falan filan hani kendi cümleleriyle de ifade edişlerini bir yandan görmek istedim ama hani aynısı zaten deyip bırakan öğrenciler de vardı

İpek: Hı hı

Elif: Onlar için de (şöyle düşündüm) hani, anlamıştır çocuk aynısı diyebilecek kapasitede ise, aynı şeyi aynı cümleyi kurabildiyse zaten diye geçtim.

İpek: Tamam. *Öğrencilerin gerekli ön bilgiye sahip olup olmadığını anlamak için neler yaptın? Bunun için ilk pre-interview'da söylediklerini okuyorum: Ufak bir çizim yaptırıp, yaptırarak da hani olup olmadığını anlarım demişsin ya bir tane küp veririm, bir tane küp veririm mesela hani çizim sağdan soldan derim sonrasında üstüne sonrasında yanına küp ekleyip soru sorarım dedin u bunu yapmaya fırsatın oldu mu?*

Elif: Bunu bu şekilde yapmadım ama ilk etkinliğimde şeydi, 11 birinci soruyla 11 ikinci soru arasında bir küplük fark vardı ve aynı şekildi, sadece yüksekliğinden 11 bir taraftan şu an küpün nereye yerleştiğini hatırlamadığım için sadece küpün bir taraftan görüntüsü değişiyordu.

İpek: Hı hı

Elif: Bunu bu şekilde çözmeye hani an.. 11..

İpek: Anlatmaya çalıştın?

Elif: Ortaya çıkarmaya çalıştım.

İpek: Öğrencilerden biri özellikle mi böyle yaptınız dedi. Bir küp eklenmiş buraya dedi.

Elif: [Gülüyor.]

İpek: Ona nasıl bir tepki verdiğini hatırlıyor musun?

Elif: Onu hatırlamıyorum

İpek: 11 dedin ki: Evet özellikle yaptım, bir sonrakinde daha da kompleks hale gelecek. Yani aslında öğrenciye de basitten karmaşığa doğru gittiğini söyledin.

Elif: Vay be [Gururla gülüyor.]

İpek: 11 öğrencilerin bu ön bilgileriyle ilgili bir videomuz var ona bir bakalım.

Elif: Küplerle oynadık (diyorlar), oyun olarak görüyorlar hâlâ onu

İpek: Herkes ne yaptığını biliyor, ne yaptığının farkında. [Videoda çocuk verilen küpün, sağdan, soldan, üstten görünümünü çizdik, diyor.]

Elif: Çok iyi değil mi? [Gururla gülüyor.]

İpek: Yani senin ne yaptığını anlamışlar, çocuk cisimleri sağdan, soldan, üstten çizdik, diyor. Diğeri de evet öyle yaptık, diyor. Aynısını düşünüyorum ben de. Ve derse böyle bir giriş yapmışsın, 11 ön bilgilerini yoklamak için sanırım hani nasıl başlayacağım ben diye?

Elif: O aşamaya nasıl gel hani 11 çizebiliyorlar mı? Yapabildiler mi? İşte ne işlediğimizin farkındalar mı? Bunu anlamak için sormuştum. Zaten cevaplar tatmin ediciydi.

İpek: Yaptıklarımı anlattılar.

Elif: Biri direkt tanımını verdi falan [Gülüyor.]

İpek: Hı hı

Elif: O yüzden güzel oldu bence.

İpek: *Ve bu ön bilgileri alabilmek için teknolojiden de yararlanma fırsatın olabilirdi, sen demiştin ki çok uzun olmayacak şekilde u iki boyutlu şekilleri gösterebilirim ve onlarla ilgili sorular sorabilirim, bunu yapmaya fırsatın oldu mu?*

Elif: Bunu yapmadım

İpek: Hı hı

Elif: Diye hatırlıyorum. Ama onun da (nedeni) zaten sıkılıyorlar bir yerden sonra en azından dersin başında sıkılmayayım bunu yaparak, kendileri görsün. Zaten hani ben şekli göstereceğim, ellerindeki kâğıtta olacak. Hani, basitten karmaşığa giden bir yapı, sonuçta oluşturuldu, 11 bu yüzden de hani gerek duymadım ona.

İpek: Buna gerek duymadım, diyorsun. Peki, en başta öğrencilerle yeni karşılaştığında buna gerek duyup duymayacağına nasıl karar verdin?

Elif: İlk başta...

İpek: Evet.

Elif: İlk başta ben direkt dalmışım zaten konuya. Daha sonrasında, ilk sorudan sonra, hani çocuklara nerede görüyoruz, nasıl yapıyoruz, falan... Nerede görüyoruz, nasıl karşılaşıyorsunuz gibi sorularla oraya araya sıkıştırmaya çalıştım.

İpek: Hı hı

Elif: Orada da gerekli cevapları verdiler hani. Ondan sonra da çizmedim, gerek duymadım, bilmiyorum ya da zamanı akışı ayarlayabilmek adına atladım o kısmı.

İpek: Hım gerekli cevapları aldığın için, yani öğrenciler bildiği için tekrar göstermeye gerek duymadın mı?

Elif: Hı hı aynen

İpek: Yoksa ya zamanım yetmezse diye bıraktın mı? Hangisi?

Elif: Zamanım yetmezse diye bir kaygım yoktu, zamanım yetmezse zaten bir sonraki ders devam edecektik.

İpek: Hı hı

Elif: O yüzden cevapları verdikleri için,, hani zaten çocuklar biliyor, üstüne gitmenin bir anlamı yok diyerek..

İpek: Diyerek?

Elif: Diyerek vazgeçtim.

İpek: Tamam. *İı öğrencinin sahip olduğu bilgi üzerine yeni bir bilgi eklemek için, yani bildikleri şeyler var, yeni şeyler öğretmek istiyorsun teknolojiyi nasıl kullandın?*

Elif: Var mı video? [Gülüyor.]

İpek: [Video izleniyor.] Hemen on dördüncü videoyu açalım. Öğrenciler aslında çizmeyi biliyorlar, pek çoğu çizdi ama bir tanesi çizemedi sen de onu tahtaya çağırdın şu an.

Elif: Evet. Ellerindeki izometrik kâğıtta ben gidip çizsem de, çizeme çizemiyordum. Yani ben de çizemedim oraya, aynen, orada daha çok çizemeyecekti ve çocuk ben çizemiyorum duygusuna (kapılacaktı). Kapılmasın diye gel tahtada birlikte çizelim, arkadaşları da hani ne yaptığımı görsün belki onlar yardımcı olur şeklinde tahtaya çıkararak yaptırmayı düşündüm, belki çocuk açısından tahtada çizemeseydi kötü bir sonuç olabilirdi ama birlikte yaptık.

İpek: Evet, birlikte yaptınız.

Elif: Bu ilk küpün sanırım bir küpü (altıgen) halinde çizen çocuk, büyük çoğunluğunu ben çizmişim zaten.

İpek: Peki, öğrenci ben yapamadım, diyor tahtada.

Elif: Hı hı

İpek: Yine yanlış yaptım, diyenler var. O yüzden de tahtada tekrar elle çizmeyi uygun görmüşsün.

Elif: Aynen hı hı

İpek: Ki bu şekil daha önce çizilmiş.

Elif: Aynen.

İpek: Yani bilgiyi öğrenmişler ama tekrar çiziyorlar.

Elif: Bunu oturtamayanlar vardı. Ya illa ki o şekil arkadaki ikili bir adım daha önde olacak ve bunlar birlikte görülecek dedikleri için de çizemediler. Yani bu yüzden onu tekrar çizme ihtiyacı hissettim.

İpek: Aynı şekli bir daha çizdim yani benim için sıkıntı olmadı, aynısını bir daha çizdim yeter ki öğrensinler (diyorsun).

Elif: Hı hı aynen.

İpek: Tamam.

Elif: Yani bir kaç kez daha çizebilirdim yani, öğrenmedik diyorlarsa. Hani başka bir tanesini çağırır, bu sefer altıgenden giderdim kare kare gitmek yerine. Hani o çocuk mesela altıgen üzerine gidiyordu, onun bildiği yerden de gidebilirdim.

İpek: Bir yandan da öğrencilere feedback veriyorsun.

Elif: Hı hı, çizenler vardı çünkü o kâğıdı çözüp çizenler vardı.

İpek: Hı hı, tahtaya kalkan öğrenci de o kâğıdı kullandığı için tahtada ıı daha büyük bir şekil çizdi, iki tane kareyi, ıı iki tane noktayı kullanarak çizdi ve ilk çizdiği şekilden daha büyük bir şekil ortaya çıktı, belki de daha net görebilmiş olabilirler mi o şekilde?

Elif: Olabilir, çünkü şekil büyüdükçe hani birbirleri arasındaki ilişkiyi daha net görüyorlar ayrıtların, bu yüzden de hani tahtada bu şekilde, demek ki buraya da bu şekilde aktarabilirim, biraz daha küçülterek belki diyerek gidiyorlar.

İpek: Tamam.

Elif: Çünkü gezerken şeyi gördüm, kâğıtlarda ciddi büyüklükteydi o şekiller, hani küçük çizmeye çalışanlar daha çizemeyenlerdi.

İpek: Zorlandılar.

Elif: Hı hı

İpek: Hı hı ıı aslında bunlar (bu iki soru) birlikte bir sonraki soruya geçelim. *Eğer çocuklar zorlanırlarsa çizimde grup çalışması yaptırılabilir, demiştin.*

Elif: Hı hı

İpek: Sınıfta nasıl bir çalışma olmuş bir izleyelim.

Elif: Sınıfta hani ben demedim ama belki eklemişimdir şu an hatırlamıyorum, bir arkadaşından yardım alabilirsin dediğimi hatırlamıyorum da birilerine bak şuradan çiz buradan ekleyebilirsin falan şeklinde, dediler. [Videoda grup şeklinde,

yardımlaşarak çalışabilirsiniz çocuklar, diyor.] Demişim güzel, [Gururla gülüyor.] sevindim.

İpek: Yani aslında denilebilir diyordun ama dedim mi bilmiyorum, dedin. Demişsin, iyi olmuş mu sence?

Elif: İyi olmuş çünkü birinin gördüğü açıdan diğeri görmeyebiliyor.

İpek: Hı hı

Elif: Ya o o noktayı sunduğu zaman hani bak buradan da çizebilirsin, hani böyle daha kolay oluyor falan, hani diğerk çocuk onu keşfedip onu öğrenip daha bir sonraki adımda daha kolay çizim yapabiliyor.

İpek: Yine akran öğrenmesi, diyorsun.

Elif: Hı hı, çünkü ben dediğimde yine bir hoca buradan çizmişti, ben de buradan çizeyim, deyip hani onu bir sonraki şekle transfer edemeyecekti belki.

İpek: Anladım

Elif: Ama o öğrenciye diğerk öğrenci onun mantığına daha açık bir şekilde yaptırabiliyordu.

İpek: Anladım yani öğrenci yine öğrencinin dilinden daha rahat anlatabiliyordu, diyorsun.

Elif: Hı hı

İpek: *Hı ders anlatırken öğrencilerin öğrenmelerini nasıl değerlendirdin? Öğrenip öğrenmediklerini nasıl anladın?*

Elif: Bakalım.

İpek: Bakalım. [Video izleniyor.] Herkes (yaptığı cismi) kaldırsın istiyorsun.

Elif: Hı hı, tek tek gezmek hani bir öğrenciyi atlayabiliyordum bu şekilde hatta yapıyordur deyip atladığım öğrenciler oluyordu onlara dönemi yordum, en azından havada göreyim, buna göre kim yapamamış, biraz daha onlara odaklanayım, hani geçeyim yanlarına, gerekirse birebir yapalım, diye havada göreyime gittim.

İpek: Çalışma- o anda başka bir çalışmaya devam edenler bile şekillerini havaya kaldırmışlar, bununla ilgili ne düşünüyorsun?

Elif: Onlar zaten hani ya yardım istediler bir süre sonra.

İpek: Yok, şekillerini doğru yapıp havaya kaldırmışlar.

Elif: Hı

İpek: Benim elimde şekil var, kalkan şekillerin hemen hemen hepsi doğru ydu.

Elif: Doğru ydu.

İpek: Evet ama çocuk çalışmaya devam ediyor bir yandan başka bir çizim yapıyor, şekilde elinde sana gösteriyor ve sen görüyorsun, bununla ilgili ne düşünüyorsun?

Elif: Çocuk aktif hem oradan hem oradan (yapıyor).

İpek: Çocuk aktif, (diyorsun).

Elif: [Gülüyor.]

İpek: Daha hızlı öğrenip devam eden bir öğrenci olabilir mi?

Elif: Olabilir hani 11 ilk sorudan ilk soruyu yapıp diğer sorulara geçenler vardı, hocam ben onu bozdu diyenler vardı. Tamam, onu yapacağım, hemen yapıyorum, hatırlıyorum ben onu hemen yapıyorum diyenler vardı, e çocuk zaten öğrenmiş bunu. Eğer hani o şekli tekrar hatırlıyorsa yapabiliyorsa bunu, bozduğu şekli anında, zaten olmuştur yani. Çizimini de önce oluşturup sonra çiziyorduk falan

İpek: 11 oluşturduğu şekli aynı zamanda çizmesini de bekliyoruz öğrenciden.

Elif: Hı hı, bu yüzden bir sonraki adıma geçiyordu öğrenci kendi için, bir yandan da tamamlıyor onu.

İpek: Anladım yani oluşmuş bir şekil var ve bu şekli çiziyor da olabilir o anda, herkes bana gösterebilir diyorsun; henüz çizmemiş de olabilir yani hızlı giden öğrenci olabildiği gibi aslında.

Elif: Geriden gelen de olabilir, ilk etapta şekilleri tamamlamalarını bekledim.

İpek: Hı hı

Elif: Bu sırada birbirlerini de bekleyip aynı anda müdahale edebilecektim, hani aynı anda gidecekti tüm sınıf bu yüzden de rahat bir kullanım hani benim açımdan daha avantajlı olacaktı. Her öğrenci ne yapabiliyor, bunu gözlemleyebilecektim.

Elif: Bu Ahmet... [Video başladı.]

İpek: Tamam. Ahmet'i izleyelim o zaman. [Bir süre sonra, video ile ilgili]

Elif: Evet.

İpek: Öğrenci kalktı GeoGebra'da yapmak için. Öğrenci zaten splitter'dan elindeki şekli ikinci sıradan başlayarak verdi. Dolayısıyla beşinci sırayı yanına koyamadı.

Elif: Daha sonrasında başa döndük zaten onla. Çünkü column'lardan dolayı (bir sonraki sıradan başladığı için bir sıra eksik gelmişti.). Böylece daha rahat yerleştirdi.

İpek: Öğrenci uğraşılıyor ama bir türlü yanına gelecek buton bulamadı.

Elif: Evet, deneyerek buldu. Ötekileri (diğer küpleri) yerleştirdi ama oradakini çözemedi. Daha sonrasında şey yaptık zaten.

İpek: Arkadaşı yardıma geldi.

Elif: Hı hı

İpek: Çocuk ne yaptığını anlayamadı. Sen dedin ki, şuradan bak.

Elif: Çünkü ilk etapta ben de anlayamadım. Acaba hangisini kullanmıştır, diye bakıyorum. Bir yandan da columnları inceliyorum, hangisini hiç kullanmadı. O yüzden o sırada buna yapmamışsın. Hatırlayalım, sen benim çantamdan bir şey aldın.

İpek: Baştan bir daha yapalım, demişsin ve bir daha yapıyorsun. Ve en sonunda da...

Elif: İlk etapta önden, ön ve sağ arkaya doğru gidenleri oluşturdu. Ardından arkadakini göremiyorum, diye bir tepkisi vardı. Ondan sonra biraz çevirdik şekli. O şekilde (çevirince) tamamladı.

İpek: Biri oluşturuyor, sen yardım ediyorsun. Zorlanıyor, bunun farkında ve yerine otururken arkadaşları onu alkışlıyor. Bununla ilgili ne düşünüyorsun?

Elif: Vermişler gazı. [Gülüyor] Ya, öğrenciyi tatmin etmişler açıkçası. Bunu başardım. Ben o sırada ona teşekkür etmemişim sanırım. [Video devam ettiriliyor.] Çünkü kalkan her öğrenciye bir şekilde teşekkür etmeye çalıştım, geldiği için.

İpek: Tamam.

Elif: Atladıklarım, oldu, olmadı, hatırlamıyorum. Arkadaşları alkışlıyor. Zor bir şekildi. Herkes oluştururken zorlandı hatta oluşturulduktan sonra bile, Övgü'ydü sanırım, hâlâ zorlandı. Bunu dile getirdi. Bunu buradan alalım, buraya takalım. Burada olmadı bu, falan şeklinde. Ama imm, oluşturması güzeldi. GeoGebra'nın, bazıları slayder'ların nasıl kullanıldığını da anlamadığı için, aa yapabildi, diye bir alkış geldi.

İpek: Anladım.

Elif: Ne güzel yorumluyorum böyle.

İpek: Bir sonraki sorumuza geçelim mi?

Elif: Hı hı

İpek: Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunu anlatırken kullandığın teknolojiler geçmeli küpler, Office Araçları, GeoGebra ve Smart Board oldu.

Elif: Aynen.

İpek: Bu teknolojilerin öğrencilerin konuyu öğrenmesine olan katkılarını tek tek açıklar mısın? Geçmeli küpler nasıl bir katkıda bulundu?

Elif: Geçmeli küpler ellerinde görmelerini sağladı. Küplerin geçmeli oluşundan dolayı mutlaka geçecek, dedikleri yerler vardı ama bunların ayrı olarak kullanıldığını da (öğrendiler). Hani, ikili ikili olarak kullandıklarını da fark

ettikler. Aynı zamanda bunları hem arkadan hem sağdan, soldan, arkadan, önden, alttan, üstten görünümelerini kendileri de çevirerek, sadece tahtadakini değil, bireysel hızları ile kendilerine göre ayarlayarak da çizdiler.

İpek: Hı hı

Elif: Çizmelerini de kolaylaştırdı bir yandan. Üstten bakıyorum, hatta çizim ve oluşturma sırasında ayağa kalkıp üstten bakan öğrenciler de vardı. Bunları görmeleri açısından iyi oldu.

İpek: Evet.

Elif: Office Araçları'na gelince ellerinde kâğıtta renksiz bir şekildeydi ama tahtadan baktıklarında renkli bir görüntüyle karşı karşıyaydılar. Aynı zamanda ayrı bir sayfada çizmek yerine altına çizebiliyor, soruların altındaki kareli kâğıtlardan, izometrik kâğıtlardan çizme imkânı buldular ve hangi çizimin hangi şekle ait olduğunu görebildiler.

İpek: Tamam.

Elif: GeoGebra'ya gelince çevirebildik, daha büyük bir şekilde gördüler ve bütün sınıf görebildi. Yani yanındaki ne yapmış, başkası ne yapmış demek yerine, onu da dediler ama daha kendi şekillerini birbirleriyle karşılaştırma fırsatı buldular. Ve yeniden oluşturma fırsatı oluşturdu.

İpek: Tamam.

Elif: Smart Board'da ise renkli olanlarda yine renklendirdiler. Ya da ne bileyim, başka ne yaptık?

İpek: Derslerinin hemen hemen hepsinde öğrenciler tahtaya kalktılar ve smart board kullandılar. Öğrencilerin tahtaya kalkıp smart board kullanmasının senin dersine olan katkısı ne oldu?

Elif: Öğrencilerin daha aktif bir şekilde katılımı sağlandı çünkü derslerde çok fazla kullanmaları istenmiyor. Yani istenmiyor derken, ders dışı kullanmaları istenmiyor ve tahtaya kalkmaları da onlar için büyük bir ödül. Yani tahtaya dokundum ben, falan şeklinde. İlgiyi çekti ve orada oluşturuyor olmak, ne bilim slider'ı kullanıyor olmak, şekli kareli kâğıda orada (smart board'da) çiziyor olmak ya da sonrasında sınıftan alkış alıyor olmak tahtaya kalkmak için de bir basamak oldu onlara.

İpek: Kullandığın teknolojilerin yapılandırmacı yaklaşımla öğretmeye olan katkısı ne oldu? Öğrencilerin aktif olduğu, öğretmenin yönlendirdiği bir yaklaşımla anlattın.

Elif: Aslında birlikte gördük gibi bir şey oldu. Hep birlikteydik, benim sadece direktif vermem yerine. Ya da şöyle yapıyordum [videoyu izleyince fark ediyor], öğrenciler kendileri dile getirdi, yardımlaştılar. Birinin görmediğini diğeri gördü, çizdi ya da bir şekilde çizdirdi. Öğrenciler böyleydi. Kendileri yaparak, yaşayarak öğrendi bir yerde, her ne kadar sınırlı kalsak da. Bana olan katkısı, bana...

İpek: Öğretmen olarak sana ne katkısı oldu, profesyonel gelişimine katkısı ne gibi katkıları oldu?

Elif: İş sadece bende değildi, karşındakine öğrencilerin anlayıp anlamamasına göre şekillendirdim (dersimi). Sınıftaki yönetimi de kolaylaştırdı, biri tahtada çizerken ben diğerleriyle ilgilenme fırsatı buldum. Bunun dışında çocuk tahtadayken ona nasıl yardımcı olabilirim, onu nasıl yönlendirebilirim, hani doğru mu gidiyor, yanlış mı gidiyor, bunu ona kırmadan nasıl söyleyebilirim, bunu da görme fırsatım oldu. Hani, kendi gelişimim açısından da bunu GeoGebra’da nasıl yedirebilirim şeklinde, nasıl sınıfa entegre edebilirim şeklinde ve sınıfa katkısı, görmemi sağladı, ne kadar kullanabilirim, nereye kadar kullanmalıyım? Dersin tamamında kullanmalı mıyım, işte hem ellerindeki materyalle hem de tahtada birleştirebilir miyim? Bunları da görmemi sağladı.

İpek: Peki aynı anda ikisini yapabildin mi? Yani nasıl gördün?

Elif: İlk önce ellerinde oluşturdular. Ardından GeoGebra ile devam ettik. Kontrol etmelerini sağladı, benim de aynı zamanda orada görüp öğrencilerin eline bakmam ya da öğrencilerin ellerinde görüp sürekli iki sayfa arasında git gel yapmak yerine öğrencilerin ellerinde görüp orada müdahale etmemi sağladı. Öyle.

İpek: Tamam. Teşekkür ediyorum.

Elif: Ben teşekkür ederim.

İpek: Ekleyeceğin herhangi bir şey var mı?

Elif: Yo, yok.

İpek: Zaman ayırdığın için çok sağ ol.

APPENDIX K. INFORMED CONSENT FORM

T.C.
ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ GEOMETRİDE CİSİMLERİN FARKLI YÖNLERDEN GÖRÜNÜMLERİ KONUSUNDA TEKNOLOJİK PEDAGOJİK ALAN BİLGİLERİ

Bir tezin araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını, risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamamız gereklidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Katılım Formu verilecektir. **Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz.**

CALIŞMANIN KONUSU VE AMACI:

Bu çalışmanın amacı İlköğretim Matematik öğretmen adaylarının Geometri Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusunda Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerini incelemektir. Başka bir deyişle, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerini sınıfla nasıl bütünleştirdiği incelenecektir.

CALIŞMA İŞLEMLERİ VE ZAMANI:

Çalışmaya katılmayı kabul ettiğiniz takdirde Geometri konusunu anlatırken dersiniz kayıt altına alınacak ve dersinizden sonra sizinle bir mülakat yapılacaktır. Dört ders anlatmanız beklenecek ve bu da mülakatla birlikte yaklaşık olarak dört saatinizi alacaktır.

CALIŞMAYA KATILMANIN OLASI YARARLARI:

Çalışmaya katılmayı kabul ettiğiniz takdirde öğretmen adayları olarak Teknolojik Pedagojik Alan Bilginizi sınıfa nasıl kattığımızla ilgili bilgi vermiş olacaksınız.

CALIŞMAYA KATILMANIN OLASI RİSKLERİ:

Bu çalışmaya katılmanın bilenen herhangi bir riski bulunmamaktadır.

KİŞİSEL BİLGİLERİN KULLANIMI:

Bu formu imzalayarak araştırmaya katılım için onay vermiş olacaksınız. Bununla birlikte kimlik bilgileriniz çalışmanın herhangi bir aşamasında açıkça kullanılmayacaktır. Araştırma süresince görsel/işitsel cihaz kullanılarak edinilen her türlü bilgi yalnızca bilimsel amaçlar için kullanılacaktır. Bilgileriniz hiçbir kimse ile ya da ticari bir amaç için paylaşılmayacaktır.

SORU VE PROBLEMLER İÇİN BASVURULACAK KİŞİLER:

Doç. Dr. Mine Işıksal
E-posta: misiksal@metu.edu.tr

Telefonu: 0.312.210.6412
Adres: ODTÜ Eğitim Fakültesi Oda No: 117

Yrd. Doç. Dr. Didem Akyuz
E-posta: dakyuz@metu.edu.tr

Telefonu: 0.312.210.4053
Adres: ODTÜ Eğitim Fakültesi Oda No: 118

İpek Saralar
E-posta: saralar.ipek@gmail.com

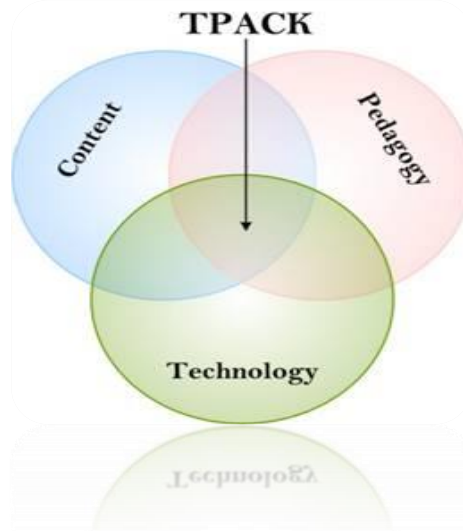
Telefonu: 0.535.965.4047
Adres: Faika DEMİRAY Yurdu 202/1 ODTÜ

APPENDIX L. TURKISH SUMMARY

Giriş

Ulusal Araştırma Konseyi (1996) öğretmenlerin öğretme şekillerinin ve metotlarının öğrencinin öğrenmesini etkileyen en önemli faktör olduğunu söyler. Öğretme eylemi, anlama ve muhakeme gerektirir çünkü öğretme, öğrenci ve öğretmen arasında olan interaktif bir eylemdir (Shulman, 1986). Bu sebeple, birçok araştırmacı öğretmen bilgisinin öğrencinin öğrenmesini etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu konusunda hemfikir olmuş ve bu konuyu araştırmaya başlamıştır (Grossman, 1990).

Shulman (1986, 1987) ve Ball ve Cohen'in (1996) yaptığı öğretmen bilgisi sınıflandırmaları (pedagoji bilgisi, alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisi), öğretmen bilgisini daha detaylı inceleyebilmeye ve daha derin araştırmalar yapmaya fırsat vermiştir. Ball'dan yaklaşık on yıl sonra, Niess (2005) ve Koehler ve Mishra (2005) öğretmenlerin günümüz koşullarında sahip olması gereken bilgilere teknoloji bilgisini de eklemiş ve teknolojik pedagojik alan bilgisini (TPAB) tanımlamıştır.



Şekil 1. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Modeli (Graham, 2011, s.1954)

Araştırmacılara göre teknolojik pedagojik alan bilgisi alan bilgisi, pedagoji bilgisi ve teknoloji bilgisinin birbirini tamamlamasıyla oluşur ve üç parçadan oluşan bu bütün, öğretmenin bir konuyu teknoloji aracılığı ile öğrencilere öğretmesine yardım eder (Koehler ve Mishra, 2005; Niess, 2005 ve Grossman,

2009). Konuyla ilgili literatür incelendiğinde TPAB konusundaki en önemli çalışmaların kuramcılar tarafından yapıldığı fark edilmektedir. TPAB (TPACK) modeli kuramcılar tarafından Şekil 1’de görüldüğü gibi özetlenmiştir.

TPAB modeli kullanılarak yapılan çalışmalara Türkiye de katkı sağlamıştır (Peker, 2009; Kılıç, 2010; Özdemir, Akkoç, Bingölbali, Demir ve Ergene, 2010; Bulut, 2012; Balgalmış, 2013; Yiğit, 2014). Yüksek Öğretim Kurumu (2006) öğretmenlerin mesleklerinde başarılı olabilmesi için teknoloji eğitimini de gerekli görmüş, eğitim fakültelerindeki dersleri güncellemiş ve teknoloji derslerini zorunlu hale getirmiştir. Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (2010) de Fırsatları Arttırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi Projesi ve E-Twinning Projesi gibi teknoloji temelli projeler başlatmış ve projelerinin başarılı bir şekilde devam edebilmesi adına eğitim fakültelerinde öğretmen eğitimine önem verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Geleceğin öğretmenleri olan eğitim fakültesi öğrencilerinin eğitimini desteklemek ve eğitim teknolojilerini etkili kullanmaları konusunda onları teşvik etmek mesleklerine hazırlanmalarında onlara yardımcı olacaktır. Okul deneyimi dersi kapsamında üniversitelerinin anlaşmalı okullarında staj yapan öğretmen adaylarının teknolojiyi de kullanarak uygulama yapma şansı bulması, kendilerini hazırlaması açısından önem arz etmektedir. Bu çalışma okul deneyimi (staj) dersi sırasında uygulama yapan bir öğretmen adayının teknolojik pedagojik alan bilgisindeki değişimi incelemek amacıyla yapılmıştır.

Çalışmanın Amacı ve Önemi

Çalışmanın amacı, öğretmen adayının, okul deneyimi dersleri kapsamında gittiği okuldaki uygulamaları sırasında, üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri konusunu öğretirken teknolojik pedagojik alan bilgisindeki değişimi incelemektir.

Bu çalışma, öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerinin gelişimleri için önerilen uygulama derslerinin etkisinin incelenmesi açısından literatüre katkıda bulunacaktır. Ayrıca, eğitim fakültelerinde matematik eğitimi programlarının geliştirilmesine de yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Önemli Terimlerin Tanımları

İlköğretim matematik öğretmen adayı: Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde İlköğretim Matematik Öğretmenliği son sınıf öğrencisi olarak tanımlanabilir.

Teknoloji tabanlı sınıf: Mobil araçların, dinamik yazılımların ve/veya akıllı tahta uygulamalarının kullanıldığı sınıf anlamına gelir (Starr, 2011). Bu çalışmada yer alan teknolojiler ise öğretmen adayının seçtiği dinamik geometri yazılımı GeoGebra, çevrimiçi geometri uygulamaları, ofis araçları ve akıllı tahtadır. Sınıftaki teknoloji aktiviteleri ise öğretmen adayının öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında öğretmenlik yaptığı okullarda, bu teknolojileri dersleri sırasında kullanmasını kapsamaktadır.

Yöntem

Evren ve Örneklem

Evren, Orta Doğu Teknik Üniversitesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümü dördüncü sınıf öğrencilerinden oluşturmaktadır. Çalışmanın örneklemini (katılımcısı) ise ELE 430 (Geometriyi Dinamik Geometri Uygulamaları ile Keşfetme) dersini alan öğrenciler arasından seçilmiştir. ELE 430 dersinin amacı öğrencilere GeoGebra yazılımını tanıtmak ve gelecek derslerinde kullanabileceği uygulamalar hazırlamasına yardımcı olmaktır. Katılımcının en genel özellikleri şunlardır: Türkiye'de bir Anadolu Öğretmen Lisesi'nden mezun olmuştur. İlk stajını bir dönem boyunca bir devlet okulunda yapmıştır. Bu çalışmayı sırasında, özel bir okulda ikinci dönem stajına devam etmektedir.

Araştırma Sorusu

Araştırmanın bir adet sorusu bulunmaktadır.

- Bir ilköğretim matematik öğretmen adayının okul deneyimi dersi kapsamında uyguladığı dört teknoloji tabanlı ders sırasında teknolojik pedagojik alan bilgisi nasıl değişmiştir?

Araştırma Yöntemi

Bu çalışma nitel bir araştırma olup örnek olay incelemesi yöntemiyle yapılmış bir durum çalışmasıdır. Bu metot, farklı kaynaklardan detaylı olarak toplanılan ve birleştirilen verilerin, bir durumun derinlemesine incelenmesi için kullanıldığı nitel bir yöntemdir (Creswell, 2009).

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın verileri görüşmeler, gözlemler, alan notları, GeoGebra dosyaları ve ders planlarıdır.

Araştırma kapsamında, her ders uygulamasının öncesinde ve sonrasında yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Görüşme soruları araştırmacı tarafından literatürdeki benzer çalışmalar incelendikten sonra hazırlanmıştır. Daha sonrasında iki uzmandan sorularla ilgili görüşleri alınmıştır. Görüşme soruları son şeklini ise pilot çalışması yapıldıktan sonra almıştır. Tüm görüşmeler katılımcının izni alındıktan sonra, ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir.

Katılımcının kendi planladığı dört dersi, kendisinin ve okulun da izni alındıktan sonra kamera ile kaydedilmiştir. Çalışmada gözlem yapılmasının amacı, katılımcının teknolojik pedagojik alan bilgisini daha detaylı olarak inceleyebilmektir. Ayrıca, gözlemler ve alan notları, derslerden sonra yapılacak olan görüşmelerin sorularını hazırlamak amacıyla da kullanılmıştır. Gözlem sırasında katılımcının hazırladığı ders planı kontrol listesi (check list) olarak yararlanılmıştır. Ayrıca, Creswell'in (2007) önerdiği şekilde iki bölümlü gözlem protokolü kullanılmış, ilk bölüme gözlemler, ikinci bölüme ise yorumlar yazılmıştır.

Katılımcının kendi hazırladığı ders planları, aktivite kâğıtları ve GeoGebra dosyaları da ek veriler olarak kullanılmıştır.

Veri Toplama Süreci ve Veri Analizi

Çalışmanın verileri 2014-2015 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde toplanmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı'ndan ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nden gerekli etik izinler alındıktan sonra mart ayında öncelikle pilot çalışmalar yapılmış, nisan ve mayıs aylarında ise asıl çalışmanın verileri toplanmıştır. Her ders

uygulamasını takiben görüşme soruları güncellenmiş, uygulamalardan önce ve sonra katılımcılarla görüşmeler yapılmıştır. Çalışmada nitel veri analizi yöntemleri kullanılmıştır. Aynı alanda doktora yapmış bir araştırmacıdan aynı veriyi kodlaması ve seviyeleri belirlemesi istenmiş ve tutarlılık sağlanmıştır.

Görüşmelerin ses kayıtları dinlenerek yazılmış, sonrasında ise İngilizce'ye çevrilmiştir. Videolar tekrar tekrar izlenmiş ve katılımcının söz ve davranışlarından TPAB seviyesini belirlemede yararlanılmıştır. Son olarak katılımcının hazırladığı dokümanlar (ders planları, aktivite kâğıtları ve GeoGebra dosyaları) incelenmiş ve hangi seviyede olduğu ile ilgili ekstra bilgiye ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu üç veri kaynağı, dört temaya göre incelenmiştir: bunlar; müfredat, öğrenme, öğretme ve teknolojiye ulaşım.

Katılımcının teknolojik pedagojik alan bilgisindeki değişimi inceleyebilmek için Niess ve diğerlerinin (2009) hazırladığı rubrik bağlama uyarlanmıştır. Farklı kaynaklardan toplanan bütün veriler sentezlenmiş ve hazırlanan rubriğe göre seviyeler belirlenmiştir. Başka bir deyişle, her veri kaynağından temalarla ilgili kısımlar not alınmış ve sonrasında rubrikle karşılaştırılarak seviyeler belirlenmiştir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın bazı sınırlılıkları vardır. Bunlardan birincisi, araştırmacı ne kadar objektif olmaya çalışsa da araştırmanın koordinatörü ve kolaylaştırıcısı olarak sonuçlara etki etmiş olabilir. Ancak, araştırma süresince herhangi bir yönlendirme yapmamış ve objektif olmaya çalışmıştır. İkinci olarak, araştırmada kullanılan teknolojiler GeoGebra ve dinamik çevrimiçi araçlarla ve bunların destekçisi olarak kullanılan Office araçları (Word & PowerPoint) ve akıllı tahta yazılımları ile ve araştırmanın konusu üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden görünümünün yedinci bunların sınıftaki gösterimi ile sınırlıdır. Son olarak, katılımcının 4 ders saati kadar ders uygulaması gözlemlenmiştir. Dolayısı ile zaman da araştırmanın farklı bir sınırlılığı olarak görülebilir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmanın amacı, bir öğretmen adayının, okul deneyimi dersi kapsamında üniversitesinin anlaşmalı okullarında anlattığı dört ders saati boyunca teknolojik pedagojik alan bilgisindeki değişimi incelemektir.

İlköğretim matematik öğretmen adayının ders uygulamaları incelenmiş, görüşmeler yapılmıştır. Öğretmen adayı Niess ve diğerlerinin (2009) modelinden yararlanarak hazırlanan beş seviyelik rubriğe göre değerlendirilmiş ve deneyim kazandıkça modeldeki üç temada seviyelerin yükseldiği, bir temada ise seviyenin değişmediği görülmüştür.

Çalışmanın bulguları öğretmen adayının teknolojik pedagojik alan bilgisinin okul deneyimi dersi boyunca (dört temadan üçünde) arttığını göstermektedir. Bu bulgular geçmiş çalışmalarla da tutarlılık göstermektedir (Balgalmış, 2013). Seviyenin yükseldiği temalar, öğretmenin müfredat bilgisi ve değerlendirme yöntemleri, öğrencinin öğrenmesi ve öğretmenin öğretme bilgisidir. Seviyenin değişmediği tema ise öğrencilerin teknolojiye erişimleri ile ilgidir.

Müfredat bilgisi ve değerlendirme teması, öğretmenin matematik programının kazanımları ile ilgili bilgisi ve bu kazanımları teknoloji yardımıyla öğretme ve öğrenme sonrasında da teknoloji yardımıyla değerlendirmeyi kapsar (Niess vd., 2009). Katılımcının ikinci dersinden itibaren amacını iyi tanımladığı görülmüş ve teknolojiyi öğrenci bilgisini değerlendirme için kullanmaya başladığı saptanmıştır. Katılımcı, öğrencilerin bilgisini teknoloji aracılığı ile sorgulamış, bazı derslerinde sorular sorarak ve kendisi teknoloji aracılığı ile cevaplayarak, bazı derslerinde ise öğrencileri teknoloji kullanarak soruları çözmeye davet ederek dersine devam etmiştir. Öğrencileri soru çözmeye davet etmesi değerlendirmeyi de teknoloji aracılığı ile yapmaya başladığını gösterebilir. Böylece, katılımcının müfredat bilgisinin üçüncü seviyeden dördüncü seviyeye yükseldiği söylenebilir. Ayrıca, çalışma sırasındaki fark edilmiştir ki, öğrencinin teknolojiye olan erişimi arttıkça derse katılımı da artmıştır. Böylelikle, öğretmenin müfredatı iyi bilmesi ve öğrencinin bilgisini de teknoloji aracılığı ile değerlendirmesi, öğrencinin derse katılımının artması ile ilişkilendirilebilir.

Öğrenme bilgisi teması, matematik konularının öğrenci tarafından öğrenilmesini ve öğretmen adayının (kavram yanlışlarını ve yanlış anlamaları da

fark ederek) öğrenmenin gerçekleşip gerçekleşmediğini fark etmesini, ayrıca, öğrenmeyi nasıl iyileştireceği hakkında çözümler bulmasını kapsar (Niess et al., 2009). Bu çalışmada katılımcı üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri konusunu öğretmiştir ve öğrencilerin bilgisini soru sorma yoluyla ölçmeye çalışmıştır. Katılımcı ilk derste heyecanına yenik düşerek sınıf kontrolünü sağlamada zorluklar yaşasa da ikinci dersten sonra rahatlayıp hâkimiyeti eline almıştır. Katılımcı, ilk dersten sonraki görüşmede, “Öğretmen adayı olduğum için beni dinlemeyeceklerinden çekindim ancak dinlediler ve çok mutlu oldum” diyerek bu durumu açıkça belirtmiştir. Diğer derslerde öğrencilerin derse katılımını sağlamak için onları sözleri ile teşvik etmiş, sonrasında da teknolojiye yararlanarak (örneğin, öğrencileri tahtaya GeoGebra yardımıyla soru çözmeye çağırarak ya da öğrencilere soru sorup cevabını çevrimiçi araçlarla göstererek) öğrencileri dersin içine çekmeyi başarmıştır. Öğrenme bilgisi temasında katılımcının seviyesinin üçüncü seviyeden dördüncü seviyeye çıktığı söylenebilir. Bu durum, çalışmanın sonuçlarının *öğretmenin gelecekteki görevinin öğretmek değil, öğrencinin öğrenmesine yardım etmektir* fikrini desteklediğini gösterebilir.

Öğretme bilgisi teması, öğretmen adayının konuya hâkimiyetini, -derste sorduğu soruları da kapsayarak- kullandığı öğretim yöntemlerini, sınıftaki düzeni ve katılımcının profesyonel gelişimini kapsar (Niess et al., 2009). Ayrıca konunun öğretimi için uygun teknolojinin seçimini ve öğrencinin öğrenmesini kolaylaştırmak için bir ya da birden fazla teknolojiyi derse entegre etmeyi ve dersle bütünleştirmeyi de içerir. Katılımcı ilk dersinde akıllı tahtada Office araçlarından PowerPoint ve Office word dosyalarını kullanarak uygulamalarına başlamıştır. İkinci ve üçüncü dersinde ise GeoGebra dinamik geometri yazılımı, Office araçlarına eşlik etmiştir. Bunları öğrencilerin öğrenmesini arttıracak ve hızlandıracak şekilde etkili olarak kullanan katılımcının, böylelikle, ilk dersinde üçüncü seviyede olan öğretme bilgisini, ikinci ve üçüncü dersinde dördüncü seviyeye çıkardığı söylenebilir. Katılımcı dördüncü dersinde ise üçüncü dersinde kullandığı uygulamalara ek olarak öğrencilerin de ilgisini çeken çevrimiçi bir uygulama bulup kullanarak öğretme bilgisini beşinci seviyeye taşımıştır, denebilir. Bu temada şöyle bir sonuca varılabilir: Öğretmen adaylarının öğrencilerle daha fazla pratik yapması, onların farklı teknolojileri denemesine ve bu teknolojilerin sınıftaki etkililiklerini incelemesine fırsat verebilir, bu da öğretmen adaylarının TPAB’lerinin artmasına sebep olabilir.

Tezde incelenen son tema ise öğrencinin teknolojiye erişimi ile ilgilidir. Katılımcı ilk dersinde teknoloji çoğunlukla kendi kullanmayı seçmiş ve öğrencilerin bazı soruları cevaplamalarına izin vermiştir. Katılımcının ilk dersindeki öğrencinin teknolojiye erişim temasındaki bilgisi üçüncü seviyededir. Katılımcı, ikinci dersinde ise öğrencileri tahtaya çağırıp GeoGebra ve Office araçlarını kullanarak soruları cevaplamalarını istemiştir ve hem teknoloji sayısını arttırmış hem de teknolojiyi daha etkili kullanmaya başlamıştır. Böylelikle bu temadaki bilgisini dördüncü seviyeye yükselttiği söylenebilir. Ancak son dersinde sınıfa yeni tanıttığı (çevrimiçi bir uygulama) teknolojiyi daha çok kendi kullanmayı seçmiş, öğrencilere ise sorular yöneltmekle yetinmiştir. Böylelikle bu temadaki bilgisinin tekrar üçüncü seviyeye düştüğü söylenebilir. Dolayısıyla da birinci derste ve dördüncü derste seviyeleri arasında bir farka rastlanmamıştır. Niess'e (2005) göre öğretmenlerin en önemli görevlerinden biri öğrencilerin teknolojiye erişimini sağlamak olmalıdır. Çünkü öğretmenlerin teknolojiye erişimi gereklidir ancak yeterli değildir; öğrencinin kalıcı bir şekilde öğrenebilmesi için kendi bilgisini kendisinin yaplandırması gerekmektedir (Atherton, 2013).

Munsey (2012) öğretmen eğitimindeki staj derslerinin, öğretmen adaylarının alan deneyimi kazanması ve bilgilerini geliştirmesi için önerilen en iyi yollardan biri olduğunu söyler. Öğretmen adaylarının okul deneyimi dersi kapsamında yapılan bu çalışmanın bulguları, dört tema genelinde değerlendirildiğinde katılımcının teknolojik pedagojik alan bilgisinde bir artış gözlenmiştir. Bu da okul deneyimi derslerinin ve anlaşmalı okullarda yapılan staj dersi uygulamalarının öğretmen adaylarının TPAB'larına katkı sağladığı sonucunu ortaya çıkarabilir (Munsey, 2012).

Doğurgalar

Bu çalışmanın sonuçları program geliştiriciler ve öğretmen eğitimcileri için önemli bilgiler sunmaktadır.

İlk olarak tüm temalar birlikte düşünüldüğünde (müfredat ve değerlendirme, öğrenme, öğretme ve teknolojiye erişim) öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisinin okul deneyimlerindeki uygulamaları sırasında arttığı görülmüştür. Dolayısıyla da okul deneyimi derslerinin sayısının artırılması ve öğretmen adaylarının mesleğe daha iyi hazırlanması önerilmektedir.

Öğretmen adayının öğrencinin teknolojiye erişimi ile ilgili temada seviyesinin düşük kalmasının sebebi eksik bilgileri ve/veya teknoloji kullanımı konusundaki pratiğinin azlığı olabilir. Bu nedenle öğretmen adaylarına ve öğretmenlere seminerler verilip bu konudaki bilgileri arttırılabilir ve çalıştaylar düzenlenerek daha fazla pratik yapmaları sağlanabilir.

İleriki Çalışmalar için Öneriler

Öncelikle, benzer bir çalışma farklı bir evrenden seçilen farklı katılımcılarla yürütülebilir. Örneğin, başka bir üniversiteden seçilen öğretmen adayları ile benzer bir çalışma yapılabileceği gibi, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının yerine lise matematik öğretmen adayları ile de benzer bir çalışma yapılabilir.

Bu çalışmada öğretmen adayının dört dersi yani iki haftalık bir süreci incelenmiştir. İleriki bir çalışma, daha uzun soluklu, boylamsal bir çalışma olabilir.

Niess ve diğerlerinin (2009) rubriği çalışmaya adapte edilerek, katılımcının her dersteki seviyesi belirlenmiştir. Son olarak, öğretmen adaylarının seviyelerini belirlemek için başka bir rubrik kullanarak/temel alınarak aynı çalışmanın tekrarlanması önerilebilir.

APPENDIX M. TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

ENSTİTÜ

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Uygulamalı Matematik Enstitüsü

Enformatik Enstitüsü

Deniz Bilimleri Enstitüsü

YAZARIN

Soyadı : Saralar

Adı : Ipek

Bölümü : İlköğretim Fen ve Matematik Eğitimi

TEZİN ADI (İngilizce) : A PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHER'S TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE REGARDING DIFFERENT VIEWS OF 3-D FIGURES IN GEOMETRY

TEZİN TÜRÜ : Yüksek Lisans Doktora

1. Tezimin tamamı dünya çapında erişime açılsın ve kaynak gösterilmek şartıyla tezimin bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınsın.
2. Tezimin tamamı yalnızca Orta Doğu Teknik Üniversitesi kullanıcılarının erişimine açılsın. (Bu seçenekle tezinizin fotokopisi ya da elektronik kopyası Kütüphane aracılığı ile ODTÜ dışına dağıtılmayacaktır.)
3. Tezim bir (1) yıl süreyle erişime kapalı olsun. (Bu seçenekle tezinizin fotokopisi ya da elektronik kopyası Kütüphane aracılığı ile ODTÜ dışına dağıtılmayacaktır.)

Tezin Kütüphaneye Teslim Tarihi: Yazarın imzası: