

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ PROGRAMI**



**MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ DİNAMİK
MATEMATİK YAZILIMI DESTEKLİ ORTAMDA PROBLEM
ÇÖZME SÜREÇLERİ: BİR GEOMETRİ PROBLEMİ
DURUMU**

Yüksek Lisans Tezi

Süleyman GÜNEŞ

Danışman

Doç. Dr. Rezan YILMAZ

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Süleyman GÜNEŞ tarafından, Doç. Dr. Rezan YILMAZ danışmanlığında hazırlanan “MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ DİNAMİK MATEMATİK YAZILIMI DESTEKLİ ORTAMDA PROBLEM ÇÖZME SÜREÇLERİ: BİR GEOMETRİ PROBLEMİ DURUMU” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 17.2.2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Abdullah Çağrı BİBER Kastamonu Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye (Danışman)	Doç. Dr. Rezan YILMAZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Emine ŞENDURUR Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi?

Evet ☒

Hayır ☐

17 / 02 / 2023
Süleyman GÜNEŞ

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ DİNAMİK MATEMATİK YAZILIMI DESTEKLİ ORTAMDA PROBLEM ÇÖZME SÜREÇLERİ: BİR GEOMETRİ PROBLEMİ DURUMU

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 06.01.2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 16

Tek kaynak oranı : % 3 çıkmıştır.

17/ 02 / 2023
Doç. Dr. Rezan YILMAZ

ÖZET

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ DİNAMİK MATEMATİK YAZILIMI DESTEKLİ ORTAMDA PROBLEM ÇÖZME SÜREÇLERİ: BİR GEOMETRİ PROBLEMİ DURUMU

Süleyman GÜNEŞ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Matematik Eğitimi Programı

Yüksek Lisans, Şubat/2023

Danışman: Doç. Dr. Rezan YILMAZ

Bu araştırma, matematik öğretmen adaylarının Dinamik Matematik Yazılımı (DMY) destekli bir ortamda problem çözme süreçlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma nitel araştırma yöntemine uygun olarak hazırlanmış ve durum çalışması olarak desenlenmiştir. Durum olarak ise geometri problemi durumu ele alınmıştır. Katılımcılar Karadeniz Bölgesi'nde bulunan büyük bir üniversitenin eğitim fakültesi matematik öğretmenliği bölümünde öğrenim gören her bir sınıf düzeyinden 3'er olmak üzere 2.sınıf, 3.sınıf, 4.sınıf düzeylerindeki 9 matematik öğretmen adayından oluşmaktadır. Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ölçüt ise öğretmen adaylarının DMY'dan Geometer's Sketchpad (GSP)'i kullanabilmeleridir. Bu programın seçilmesinin nedeni, tüm sürecin öğretmen adayları tarafından inşa edilmesidir. Araştırmada, Simson Teoremi olarak bilinen problemi GSP ortamında çözmeyi gerektiren bir etkinlik hazırlanmıştır. Katılımcılardan hazırlanan GSP ortamındaki etkinlik içeriğindeki problemi hazırlanan yarı-yapılandırılmış bireysel görüşme ortamında çözmeleri istenmiştir. Yapılan tüm görüşmelerin kamera ve ses kayıtlarının transkriptinden ve GSP ortamı ekran görüntülerinden elde edilen veriler, içerik analiziyle değerlendirilmiştir.

Araştırmanın sonuçlarına göre problem çözme aşamalarında katılımcılar genel olarak, GSP yardımıyla doğru düşüncelerini kontrol ederek doğrulamışlar ve yanlış düşüncelerini ise yine deneyip kontrol ederek düzeltme fırsatı bulmuşlardır. GSP'nin görselleştirme özelliği ile verilen geometri problemini somutlaştırma, sürüklenme özelliği ile ise keşifsel tahmin ve genellemelerde bulunmuşlardır. Bu anlamda GSP yazılımı matematik öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerine önemli bir yardımcı araç olarak rol oynamıştır. Araştırma kapsamında ulaşılan bulgulara göre, GSP ortamında problem çözme süreci ile ilgili ileride gerçekleştirilecek araştırmalara yönelik öneriler sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Dinamik Matematik Yazılımı, Geometer's Sketchpad, Geometri Problemi, Matematik Öğretmen Adayı, Problem Çözme, Simson Teoremi

ABSTRACT

PROBLEM SOLVING PROCESSES OF PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHERS IN A DYNAMIC MATHEMATICS SOFTWARE SUPPORTED ENVIRONMENT: THE CASE OF A GEOMETRY PROBLEM

Süleyman GÜNEŞ

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Mathematics and Science Education

Mathematics Education Programme

Master, February/2023

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Rezan YILMAZ

This research examines pre-service mathematics teachers' problem-solving processes in an environment supported by Dynamic Mathematics Software (DMS). The research was prepared in accordance with the qualitative research method and was designed as a case study. A geometry problem is considered a case. The participants consisted of 9 pre-service mathematics teachers at the 2nd-grade, 3rd-grade, and 4th-grade levels, three from each grade level, studying in the faculty of education of a large university in the Black Sea Region. The criterion sampling method, one of the purposeful sampling methods, was used to determine the participants. The criterion was that pre-service teachers could use Geometer's Sketchpad (GSP) from DMS. The reason for choosing this program was that pre-service teachers built the whole process. In the research, an activity that requires solving the problem known as Simson's Theorem was prepared in the GSP environment. The participants were asked to solve the problem in the content of the activity, which was prepared in a GSP environment with semi-structured individual interviews. The data obtained from the transcripts of the camera and audio recordings of all interviews and the screenshots of the GSP environment were evaluated by content analysis.

According to the research results, during the problem-solving stages, the participants generally verified their correct thinking with the help of GSP by checking. They also had the opportunity to correct their wrong thinking by checking. With the visualization feature of the GSP, they concretized the given geometry problem, and with the dragging feature, they made exploratory predictions and generalizations. In this sense, the GSP software has played a role as an essential auxiliary tool in the problem-solving processes of pre-service mathematics teachers. According to the results reached within the scope of the research, suggestions for future research on the problem-solving process in the GSP environment are presented.

Keywords: Dynamic Mathematics Software, Geometer's Sketchpad, Geometry Problem, Pre-service Mathematics Teacher, Problem Solving, Simson Theorem

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince yardımlarını esirgemeyen, karşılaştığım her zorlukta beni cesaretlendirip engelleri aşmamı sağlayan ve değerli vakitlerini ayırarak bilgi ve tecrübesiyle bu çalışmanın ortaya çıkmasında çok büyük emekleri bulunan kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Rezan YILMAZ'a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Eğitim hayatımda ki ilk öğretmenlerim olan, beni yetiştirip bugünlere getiren annem ve babama, bana emek veren bütün öğretmenlerime, yüksek lisans eğitimim sürecinde kendilerinden ders aldığım Prof. Dr. Ali ERASLAN'a, Doç. Dr. Esen ERSOY'a, Dr. Öğretim Üyesi Mevlüde DOĞAN'a ve çalışmama gönüllü olarak katılarak destek veren katılımcı öğretmen adaylarına teşekkürlerimi borç bilirim. Bu çalışmanın son haline getirilmesinde önemli katkıları bulunan Prof. Dr. Abdullah Çağrı BİBER ve Doç. Dr. Emine ŞENDURUR'a ayrıca teşekkür ederim.

Bu zorlu süreçte gösterdiği sabır ile yanımda olan, beni motive eden ve destekleyen sevgili eşim Sümeyye AR GÜNEŞ'e sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Süleyman GÜNEŞ

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORUBEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı.....	5
1.2. Araştırmanın Önemi.....	6
1.3. Araştırma Problemi	7
2. KURAMSAL ÇERÇEVE.....	8
2.1. Problem ve Problem Çözme	8
2.1.1. Problem Çözme ve Matematik Öğretmen Adayları ile İlgili Yapılan Çalışmalar	12
2.2. Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi (BDMÖ).....	15
2.3. Geometri Öğretimi ve Dinamik Geometri Yazılımları (DGY).....	17
2.3.1. Geometer's Sketchpad (GSP)	19
2.4. GSP ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	20
3. YÖNTEM	23
3.1. Araştırmanın Modeli ve Deseni	23
3.2. Araştırma Tasarımı ve Yürütülmesi.....	23
3.3. Pilot Çalışma.....	24
3.4. Araştırmanın Katılımcıları	25
3.5. Veri Toplama Araçları	26
3.5.1. Görüşme.....	26
3.5.2. GSP Etkinliği	27
3.6. Veri Toplama Süreci	28
3.7. Verilerin Analizi	29
3.8. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliliği.....	29
4. BULGULAR VE YORUM.....	33
4.1. GSP Ortamında Problemin Anlaşılması Süreci	34
4.2. GSP Ortamında Plan Yapma ve Planı Uygulama Süreci.....	37
4.2.1. Çevrel Çemberi Oluşturma	38
4.2.2. P Noktasının Yerini Belirleme	44
4.2.3. Dikme Ayakları.....	45
4.3. GSP Ortamında Çözümün Değerlendirilmesi Süreci.....	51
4.3.1. Farklı Çözüm Bulma.....	51
4.3.2. Verilen Problemden Yararlanarak Yeni Bir Problem Oluşturma	61
4.3.3. Çözümün Değerlendirilmesi	62
5. TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER	64
KAYNAKLAR	71
EKLER	82
Ek 1.Görüşme Formu.....	82
Ek 2. Veri Toplama İzni.....	83
Ek 3. Etik Kurul Kararı	84
ÖZ GEÇMİŞ.....	85

SİMGELER VE KISALTMALAR

BDMÖ	: Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi
TDMÖ	: Teknolojik Destekli Matematik Öğretimi
BİT	: Bilgi ve İletişim Teknolojisi
DMY	: Dinamik Matematik Yazılımları
DGY	: Dinamik Geometri Yazılımları
GSP	: Geometer's Sketchpad
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NCTM	: National Council of Teachers of Mathematics (Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi)
PISA	: Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
TIMMS	: Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Simson Teoremi.....	27
Şekil 3.2. GSP Etkinlik Görseli	28
Şekil 4.1. Ö4'ün P noktasını çevrel çemberin içinden almasına ilişkin görsel.	35
Şekil 4.2. Ö5'in üçgensel bölge alması ve çevrel çemberin merkezini keyfi olarak seçip üçgenin köşelerine denk getirmeye çalışmasına ilişkin görsel.	36
Şekil 4.3.Ö8'in çevrel çemberin merkezini bulmasına ilişkin görsel.	39
Şekil 4.4. Ö3'ün yüksekliklerin kesim noktasını işaretleyerek bu noktayı çevrel çemberin merkezi olarak bulmasına ilişkin görsel.....	39
Şekil 4.5. Ö3'ün yüksekliklerin kesim noktasından çizdiği çember.	40
Şekil 4.6. Ö7'nin kenarortayların kesim noktasına bulmasına ilişkin görsel.....	40
Şekil 4.7. Ö7'nin üçgenin ağırlık merkezinden çizdiği çember.	41
Şekil 4.8. Ö6'nın açıortayların kesim noktasını bulmasına ilişkin görsel.....	42
Şekil 4.9. Ö6'nın iç açıortayların kesim noktasını merkez kabul ederek çizdiği çember.	42
Şekil 4.10. Ö2'nin çevrel çemberi oluşturmaya ilişkin görsel.	43
Şekil 4.11. Ö5'in oluşturduğu çevrel çember.	43
Şekil 4.12. Ö5'in üçgenin A köşesini sola doğru sürüklemesi.	44
Şekil 4.13. Ö4'ün üçgenin içinde aldığı bir P noktasından kenarlara çizdiği dikmeler.....	44
Şekil 4.14. Ö9'un P noktasından üçgenin kenarlarına kenar uzantılarına dikme ayaklarını çizme sürecine ilişkin görsel.	46
Şekil 4.15. Ö1'in dikme ayaklarını oluşturduğu görsel.	47
Şekil 4.16. Ö6'nın dikme ayaklarını bulduğu görsel.	48
Şekil 4.17. Ö7'nin oluşturduğu dikme ayakları.	48
Şekil 4.18. Ö9'un dikme ayaklarını üçgenin bir kenarı üzerine denk getirmesine ait görsel.	49
Şekil 4.19. Ö9'un dikme ayaklarından geçen bir doğru oluşturmaya ait görsel.	50
Şekil 4.20. Ö9'un dikme ayaklarının doğrusallığını genellemesine ait görsel.....	50
Şekil 4.21. Ö5'in üçgen eşitsizliğini kullanmak istemesine dair görsel.....	51
Şekil 4.22. Ö1'in iki noktadan geçen bir doğru oluşturmaya dair görsel.	52
Şekil 4.23. Ö7'nin iki nokta seçip bir doğru oluşturmaya dair görsel.....	52
Şekil 4.24. Ö7'nin P noktasının hareket ettirilmesinden sonraki durumuna dair görsel.	53
Şekil 4.25. Ö9'un dikme ayaklarını seçerek açıyı ölçmesine dair görsel.	53
Şekil 4.26. Ö9'un P noktasını hareket ettirdikten sonraki durumuna dair görsel.	54
Şekil 4.27. Ö8'in iki doğru parçasının eğimlerini karşılaştırmasına ilişkin görsel.	54
Şekil 4.28. Ö8'in üçgenin A köşesini hareket ettirmesine ilişkin görsel.....	55
Şekil 4.29. Ö3'ün iki doğru parçasının eğimlerini karşılaştırmasına ilişkin görsel.	55
Şekil 4.30. Ö1'in iki doğru parçasının eğimlerini karşılaştırmasına ilişkin görsel.	56
Şekil 4.31. Ö2'nin iki doğru parçasının toplam uzunluğunda olan başka bir doğruya eşit olması için ortak noktalarının bulunması gerektiğine ilişkin oluşturduğu görsel.....	56
Şekil 4.32. Ö2'nin P noktasının yerini değiştirerek toplam uzunluğun değişmediğini göstermesine ilişkin görsel.....	57
Şekil 4.33. Ö1'in seçtiği noktalardan program tarafından çember oluşturulamamasına ilişkin görsel.....	58
Şekil 4.34. Ö1'in KL doğru parçasını 180 derece döndürmesine ilişkin görsel.	59
Şekil 4.35. Ö6'nın oluşturduğu paralel doğru.	59
Şekil 4.36. Ö6'nın paralel doğru üzerinde bulunduğu kesişim noktaları.	60
Şekil 4.37. Ö6'nın dikme uzunluklarını eşit olarak göstermesine ilişkin görsel.....	61
Şekil 4.38. Ö9'un benzerlik ilişkisi ararken iç ters açıları keşfetmesine ilişkin görsel.....	61

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Çalışma Planı.....	24
Tablo 3.2. Katılımcı Bilgileri.....	26
Tablo 3.3. Görüşme Tarihleri ve Süreleri	29
Tablo 4.1. Kod-Kategori-Tema Tablosu.....	33



1. GİRİŞ

Günümüzde meydana gelen hızlı değişimler, ihtiyaçların ve beklentilerin de değişmesine neden olmaktadır. Bu değişim sosyal, kültürel ve ekonomik olarak hayatın her alanını etkilemektedir. Eğitimde bireylerin çevreye kolay uyum sağlanması amaçlanmakta ve nitelik olarak toplumun ihtiyaç ve beklentilerine karşılık verebilecek bireylerin yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Bu doğrultuda dönemin ihtiyaç ve beklentilerine göre bireyin sahip olması gereken becerilere ise 21. yüzyıl becerileri denilmekte ve bunların bilişsel olanlarından bazıları problem çözme, yaratıcılık ve eleştirel düşünme, pratik ve fiziksel olanları ise yeni bilgi ve iletişim teknolojisi (BİT) cihazlarının kullanımını içeren beceriler (OECD, 2019) şeklinde ifade edilmektedir. Bu becerilerin kazandırılmasına yönelik olarak son yıllarda Türkiye’de, öğretim programlarına (BİT)’nin dâhil edilmesine yönelik çalışmaların yapıldığı söylenebilir. Bu duruma, öğretim programlarına bilgisayar bilimi, bilişim teknolojileri ve yazılım, medya okuryazarlığı, öğretim teknolojileri gibi derslerin yerleştirilmesinin yanı sıra 2010 yılında hayata geçirilen FATİH Projesi ve bu projenin dijital içerik boyutunu oluşturan Eğitim Bilişim Ağı (EBA) örnek olarak verilebilir. FATİH projesi, eğitim ve öğretimde fırsat eşitliğini sağlamak ve okullarımızdaki teknolojiyi iyileştirmek amacıyla bilişim teknolojileri araçlarının öğrenme-öğretme sürecinde daha fazla duyu organına hitap edilecek şekilde, derslerde etkin kullanımı için başlatılmıştır (Millî Eğitim Bakanlığı-MEB, 2022). Bu proje kapsamında bu prensiplerden yola çıkarak çözüm oluşturulurken başarı faktörleri; erişilebilirlik (her an her yerden, zaman ve araçlardan bağımsız olarak hizmet sunabilmek), verimlilik (hedef odaklı, daha verimli çalışma ortamları ve gelişim alanları sunabilmek), eşitlik (tüm paydaşların en iyi hizmete erişebilmesini sağlamak), ölçülebilirlik (gelişimin doğru değerlendirilebilmesi için sürecin ve sonuçların doğru ölçülebilmesini sağlamak ve buna göre düzgün geri bildirim verebilmek), kalite (tüm eğitimin kalitesini ölçülebilir şekilde yükseltmek) şeklinde beş temel esasa dayandırılmıştır. Bu projenin hedefleri arasında teknolojiyi etkin olarak kullanabilen, etkili iletişim kurabilen, analitik düşünebilen ve problem çözme becerisine sahip bireyler yetiştirmek esas alınmıştır (MEB, 2022).

Teknolojik donanımların etkili kullanımına katkı sağlamaya yönelik içeriklerin sunulmasını ve paylaşılmasını sağlamak amacıyla hazırlanan EBA sayesinde ise öğretmen ve öğrencilerin iletişim kurmasına imkân sağlanmaktadır. Diğer

lkelerden; Amerika Birleşik Devletleri’nde ‘‘Geleceğin ğretmenlerini Teknoloji Kullanımına Hazırlama’’, Güney Kore’de geliştirilmesi planlanan ‘‘Akıllı Eğitim-Dijital Ders Kitabı Girişimi’’, bunun yanında ‘‘Her ocuğa Bir Laptop’’ gibi örneklerde verilebilir (al ve şimşek, 2017).

Bilginin işlenmesi, üretilmesi, saklanması, kullanılması, paylaşılması ve yayılması süreçlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılan BİT bilgisayar teknolojisine dayanmaktadır. Bilgisayar teknolojisinin veya bilişim ve iletişim teknolojisinin öğrenme-öğretme sürecinde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte Teknolojik Destekli ğretim, Teknoloji Destekli Matematik ğretimi (TDM) veya Bilgisayar Destekli Matematik ğretimi (BDMÖ) gibi yeni kavramlar ortaya çıkmaya başlamıştır (Jonassen, 1995). Baki (2020)’ye göre teknolojinin eğitimde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte teknoloji; matematiksel problemlerin doğasını ve matematikçilerin araştırma yöntemlerini değiştirmiş ve dinamik yazılımlar sayesinde soyut matematiksel kavramları somutlaştırmayı sağlamıştır.

TDM ile öğrencilerin aktif hale geldiği, görsel ve işitsel anlamda daha iyi bir öğrenme ortamı sağladığı, öğrenmeyi sıkıcılıktan kurtarıp öğrenmede çeşitliliğe fırsatlar sunduğu, öğrenmeyi kolaylaştırdığı ifade edilmiştir (rneğin; Bedir, Yılmaz ve Kesan, 2005; oklar ve Tercan, 2014; Keşan, Vatansever ve Kaya, 2012; Koyuncu, 2018; Larwin ve Larwin, 2011; Liao, 2007; Passey, 2011). Ayrıca TDM ortamında uygun BİT kullanımıyla öğrenciler uzun ve birbirini tekrar eden hesaplamalardan kurtarılabilir, çoklu ortam ve temsillerin kullanılması sağlanabilir (Zengin, Kağızmanlı, Tatar ve İşleyen, 2013). Yeni bilgiler, fırsatlar ve araçlar matematiğe bakış açımızı, matematikten beklentilerimizi, matematiği kullanma biçimimizi ve hepsinden önemlisi matematik öğrenme ve öğretme süreçlerimizi yeniden şekillendirmektedir (MEB, 2018). Özellikle de farklı yazılımlar, modelleme ve problem çözme sürecinin değişik aşamalarını desteklemekte, çoklu temsillere (sayısal, cebirsel, grafik) imkân sağlayarak öğrencilerin matematiksel durumları daha iyi anlamalarına ve farklı düşünme yollarını deneyimlemelerine imkân sağlamaktadır (Zengin, Kağızmanlı, Tatar ve İşleyen, 2013). Dolayısıyla, dinamik matematik yazılımları (DMY)’nın matematik eğitiminde kullanılmaya başlanmasından bu yana, matematiksel kavramların/modellerin DMY ortamında nasıl oluşturulacağına ve bu yazılımların matematik eğitiminde nasıl entegre edileceğine dair çalışmalar yapılmakta ve yapılan çalışmalar çoğunlukla lise öğrencileri ve matematik ğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir (Aktümen, Yıldız, Horzum ve Ceylan, 2011; ndeş,

2021).

Öğrencilerin sadece teknolojiye erişimi tek başına yeterli değildir. Teknoloji destekli eğitime yönelik olarak öğretim ortamının yapılandırılabilmesi için öğretmenlerin bilgisayarın mekanik konularından çok kendi alanlarındaki programlardan hangisinin, hangi konularda yeterli olduğu ve öğrencilere ne sağlayacağı gibi konulardaki bilgisine bağlıdır (Kocasaraç, 2003). Öğretmen teknolojinin nasıl kullanılacağını belirlemede kritik bir rol oynamaktadır. Etkili öğretmenler, öğrencilerin anlayışını geliştirmek, ilgilerini uyandırmak ve matematikteki yeterliklerini artırmak için teknolojiyi en iyi şekilde kullanabilmeli ve geleceğin gerektirdiği bilgi, beceri, değer ve yetkinliklere sahip nitelikte yetiştirilmelidir (National Council of Teachers of Mathematics-NCTM, 2000; Yükseköğretim Kurulu (YÖK) (Türkiye Yükseköğretim Yeterlilikler Çerçevesi-TYYÇ), 2011).

DMY ile öğrenciye, olumlu dönüt verme (Keşan, Vatansever ve Kaya, 2012) bireysel hızına göre ilerleme kaydetme (Aktürk, Şahin ve Sünbül, 2008), görselleştirme (Yılmaz, 2011; Passey, 2011), somutlaştırma (Karaaslan, 2013) ve dinamiklik sayesinde matematiğe karşı olumlu tutum geliştirme (Güven ve Karataş, 2003; Kabaca ve Tarhan, 2013) gibi imkânlar sağlanabilmektedir. Dolayısıyla DMY sayesinde öğrenciler kendilerine sunulan yazılımları etkileşimli olarak kullanabilir, problemleri adım adım çözebilir ve dönütler alarak eksiklerini giderebilirler (Baki, Güven ve Karataş, 2001). Bu anlamda teknoloji öğrencinin sahip olduğu üst düzey yetenekleri ortaya çıkarmada köprü rolü oynar (Baki, 2020).

Ülkemizdeki matematik öğretim programlarında geometri ayrı bir ders olarak görülmemekte ve matematiğin alanlarından birisi olarak öğretim programlarında yer almaktadır (MEB, 2018). Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment-PISA)'ndaki bilgisayar tabanlı olarak gerçekleştirilen 2018 PISA sınavının ön raporuna göre Türkiye, matematik okuryazarlığında ortalama 454 puanla 42. sırada yer almıştır. Alınan bu puana göre matematik okuryazarlığı yeterlik düzeyinde bulunan öğrencilerin, ilk bakışta görülenden fazlasını gerektirmeyen durumları fark edip sonuçları sınırlı yorumladığı düşünülmektedir (MEB, 2019). Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (Trends in International Mathematics and Science Study-TIMSS) 2019 yılı raporuna göre öğrencilerin geometri alanındaki performansının da düşük olduğu vurgulanmıştır (MEB, 2020). Geometri öğretiminin iyileştirilebilmesi için,

matematik öğretmenlerinin hem bu konuda yeterince deneyimi ve bilgisi olmalı, hem de öğreteceği sınıf düzeyinin en az bir ya da iki düzey ilerisinde olacak şekilde geometri alan bilgisine sahip olması için bu yönde eğitilmesi gerekmektedir (Toluk, Olkun ve Durmuş, 2002). Geometri öğretiminde görselleştirmenin önemli rolü bilinmesine rağmen, yapılan çalışmalarda (örneğin; Bintaş ve Bağcıvan, 2007; Gür, 2002) öğrencilerin görselleştirme becerisinin yeterli düzeyde olmadığı vurgulanmaktadır.

Tahmin ve sezgi yoluyla sonuca gitmenin, matematiksel çalışmanın bir bölümünü oluşturduğu söylenebilir. Görme, hesap yapma, tahminde bulunma, ispatlama ve genelleme aşamaları matematiksel çalışmanın birer parçasıdır. Geleneksel ortamlarda bu aşamaların hepsi kâğıt-kalem yardımıyla gerçekleştirilir. DMY ile ise aşamalar arasında geçişler daha hızlı ve kolay yapılabilir. Ayrıca, ölçümler için DMY hem pratiklik sağlamakta hem de kâğıt-kalem ortamında yapılan ölçüme göre daha güvenilir olmaktadır.

Matematikte görselleştirme, “yapılandırma, temsilleme ve zihinsel imajların dönüşümünün karmaşık bir süreci olup daha önceden bilinmeyen fikirler ve ilerleyen anlamalar hakkında bilgiler arasında bağlantı kurmanın ve betimleme yapmak amacıyla resimlerin, imajların, diyagramların zihninizde, kâğıt üzerinde veya teknolojik araçlarla yansımaları, kullanımı, yorumlanması, yaratımının bir ürünü, süreci ve yeteneğidir” (Yılmaz, 2011). Benzer şekilde, öğrencilerin bir kavramı ya da problemi sunmayı ve anlamayı başarmak için problem çözmeye destek olarak şema kullanma, uygun şemayı kâğıt-kalem ya da bazı durumlarda bilgisayar kullanarak çizme yeteneğidir (Koğ, Uysal Koğ ve Başer, 2011). Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda, sembolik ifadelerin ve görselleştirmenin matematiği anlamının özü olduğunu (Duval, 1999), matematiksel soyutlama ve genellemede önemli bir yere sahip olduğunu (Yılmaz, 2011), matematiksel kavramların ve problem çözmenin öğrenciler tarafından yapılandırılmasının anlaşılmasında önemli olduğunu (Hitt, 2002), matematiksel problemleri çözme becerilerine önemli ölçüde katkı sağladığını (Erkan ve Kar, 2022; Mason ve Scrivani, 2004; Rösken ve Liljedahl, 2006; Zubieta ve Meza, 2008) vurgulamışlardır.

Teknolojik araçların (örneğin akıllı telefon, tablet, dijital defter, çevrimiçi sunum araçları, projeksiyon sistemleri, artırılmış gerçeklik araçları, akıllı tahtalar, 3D gözlükler gibi) ve DMY’nin matematik eğitiminde kullanımıyla birlikte öğrencilere, problem çözme becerilerinin gelişmesi, problem hakkında derin düşünmeye yardımcı

olma, hesaplamaları yapmada kolaylık sağlama, bireysel öğrenme hızına göre ilerleme, akademik açıdan zayıf olan öğrencilerin derse katılmasına yardımcı olma gibi olumlu anlamda katkı sağlaması beklenebilir (Dunham ve Dick, 1994; Johnson, 2020; Pomerantz ve Waits, 1997; Pyper, 2017; Reznichenko, 2007).

1.1. Araştırmanın Amacı

Eğitimin en büyük zorluklarından biri öğrencilerin beceri ve düşüncelerini geliştirmektir (Moreno ve Mayer, 2007). Bu, insanların karşılaştıkları yeni sorunları çözebilmelerine yansıyan bir hedeftir ve öğrencilerin öğrendiklerini yeni durumlara uygulamalarına olanak sağlayacak şekilde nasıl öğretileceğini ve düşünme becerilerinin nasıl öğretileceğini içeren problem çözmeye olan ilginin çoğunun altında yatan öncüdür (Mayer ve Wittrock, 2006). Schoenfeld (1985), matematik yapmanın ve matematiği anlamanın sadece konuya hâkim olmaktan çok daha fazlası olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, kişinin ne ürettiğinden çok ne yaptığını söyleyerek, problem çözme sürecinin matematiksel performansın merkezinde olduğunu işaret etmiştir. Başarılı problem çözümler, bir çözüm bulmak için muhtemel varsayımları deneyerek, kriterleri belirleyerek ya da bakış açılarını değiştirerek bir çözüme ulaşabilirler. Sezgisel problem çözümler esneklik özelliğini genellikle bilinçli olarak kullanamazlar. Bu nedenle de problemin çözümüne nasıl ulaştıklarını açıklayamazlar (Lijedahl Santos-TrigoMalaspina ve Bruder, 2016).

Bruder ve Collet (2011) tarafından, problem çözme sürecinin nasıl öğrenileceği ile ilgili olarak dört aşamayı kapsayan uzun bir süreç belirlenmiştir. Bu süreç ilk olarak sezgisel yöntem ve tekniklerle, sezgisel olarak tanışmayla başlar, daha sonra buluşsal stratejilerin farkına varılmasıyla ve edinilen buluşsal yöntemlerin bilinçli olarak uygulanması ile devam eder ve uygulanan stratejilerin zenginleştirilmesiyle sona erer. Ancak birçok öğrenci için problem çözme sürecinde, buluşsal yöntemlerin uygulanması kendiliğinden gerçekleşmeyecek, kısa ve uzun vadede öğrencilerin teşvik edilmesi gerekecektir. Mason ve Johnston-Wilder (2006)'a göre öğrencilere verilecek görevler öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmalarına ve bu fikirlerini matematiksel düşünme sürecinde kullanabilmelerine imkân sağlamaktadır. Bu nedenle öğrenme ortamlarının, matematiksel kavramların ve problemlerin oluşturulmasına rehberlik etmek ve teşvik etmek için yapılandırmak oldukça önemlidir (Liljedahl vd., 2016). Bu çalışmada genel anlamda matematik öğretmen adaylarının DMY destekli ortamda problem çözme süreçlerinin incelenmesi

amaçlanmıştır. Özelde ise bir geometri problem durumu ele alınarak, öğretmen adaylarının DMY'dan Geometer's Sketchpad (GSP) ortamında bu problemi çözme süreçleri incelenecektir.

1.2. Araştırmanın Önemi

Bilginin anahtar rol oynadığı günümüzde 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan bazı temel becerilere sahip olmak hem günlük hayatta hem de iş hayatında oldukça önemlidir (van Laar, van Deursen, van Dijk ve De Haan, 2017). 21. yüzyıl becerileri olarak sunulan becerileri sadece bu yüzyılın becerisi olarak değerlendirmek doğru olmayabilir. Çünkü üst düzey düşünme becerisi daha önceden de üzerinde durulan önemli bir beceridir (Voogt ve Roblin, 2012). Günümüzde ise gelişen teknolojiye bağlı olarak bu becerilerin önemi daha da artmıştır (OECD, 2019).

21. yüzyıl becerilerinden bir tanesi olan problem çözme becerisi, genel olarak problem, bilgi, beceri, tutum ve değerlerin bir kombinasyonunun kullanılmasını gerektirir (Pellegrino ve Goldman, 2017; Pellegrino ve Hilton, 2012). Matematiksel problem çözme, çoklu yaklaşımların geçerli olduğu işbirlikçi bir araştırma girişimi olarak ifade edilebilir ve bu sadece belirli bir cevabı veya gerçek dünyaya uygulaması olan belirli bir sorunu çözmek değil, bunun yerine birden fazla yaklaşımı olan ve öğrencilerin birden fazla gözlem yapabileceği bir araştırmadır (Hegedus, 2013). Swanson (2013), zorlu matematik problemleriyle karşı karşıya kaldıklarında öğrencilerin inançlarının ve yönelimlerinin önemini vurgulamıştır. Matematiksel varsayım ve akıl yürütmenin gelişimi sezgisel başlangıçlardan kaynaklanabilir (Bergqvist, 2005; Dreyfus, 1999; Jones, 2000) Başarılı problem çözmenin anahtar bileşenlerinden biri olarak sezginin dâhil edilmesi, öğrencilerin sezgilerinin bilincine varmaları ve eldeki problem için çıkarımlarını değerlendirebilmeleri koşuluyla, genel bilişsel bileşenlerin tanınmasını daha da destekler (Lester, 2013). Bireylerin öğrenme sürecine uyum sağlayabilmeleri açısından problem çözme sürecinde bilişsel esnekliğin önemli bir etken olduğu da düşünülmektedir (Esen Aygün, 2018; Stevens, 2009; Taş ve Deniz, 2018).

DMY'nın keşfedici doğası, üst düzey becerilerin geliştirilmesinde rol oynayabilir. Bu ortamlar problem çözme için esnek bir ortam sağlamaktadır (Laborde, Kynigos, Hollebrands ve Strasser, 2006). Özellikle bir dinamik geometri yazılımı (DGY) olan GSP'in çizmek (draw) kavramı yerine, inşa etmek ya da

oluşturmak (construct) kavramını kullanması onu benzer yazılımlardan ayırmaktadır (Steketee, 2009). GSP ortamında kullanıcılar sahip oldukları bilgilerden yola çıkarak geometrik nesneleri oluşturmaya çalışırlar. Örneğin, GSP ortamında kare çizmek isteyen bir kullanıcı karenin temel özellikleri olan köşeleri birbirine dik ve bütün kenarları eş olacak şekilde bir şekil oluşturması gerekir. Bu durum GSP kullanıcılarının sahip oldukları bilgilere ne düzeyde hâkim olduklarını, bu bilgilerin birbiri ile ilişkili olup olmadıkları bilgisini ortaya çıkarabilir. Ayrıca süreç adım adım gerçekleştiği için hangi aşamada ne tür eksikliklerin olduğu bilgisi de ortaya konulabilir.

Bu araştırma kapsamında alan yazın incelendiğinde problem çözme, matematik öğretmen adaylarının problem çözme süreçleri ve DMY üzerine birbirinden farklı olarak birçok çalışma yapıldığı görülmüştür (örneğin; Chapman, 2005; Demircioğlu, Argün, Bulut, 2010; Ersoy ve Güner, 2015; Kepçeoğlu, 2015; Mariano-Dolesh, Collantes, 2022; Tatar, Zengin ve Kağızmanlı, 2011). Ancak matematik öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerine DMY destekli ortamın nasıl katkı sağladığını ortaya çıkaracak çalışmaların yeterli olmadığı tespit edilmiştir (Baki, Kosa ve Guven, 2011; Kuzle, 2012; Yılmaz, 2021). Bu bağlamda matematik öğretmen adaylarının DMY destekli ortamda problem çözme süreçlerini nasıl gerçekleştirdiklerinin ortaya konulması incelemek amacıyla yapılan bu araştırmanın alan yazında bu boşluğu doldurmada önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir.

1.3. Araştırma Problemi

Bu araştırmanın amacına uygun olarak araştırma problemi, “Matematik öğretmen adaylarının GSP destekli ortamda geometrik problem çözme süreçleri nasıl gerçekleşmektedir” şeklinde oluşturulmuştur. Araştırma problemine uygun olarak alt problemler ise şu şekilde ele alınmıştır:

1. Matematik öğretmen adaylarının GSP destekli ortamda geometrik problemi anlama süreçleri nasıl gerçekleşmektedir?
2. Matematik öğretmen adaylarının GSP destekli ortamda geometrik probleme uygun çözüm planı oluşturma ve bu planı uygulama süreçleri nasıl gerçekleşmektedir?
3. Matematik öğretmen adaylarının GSP destekli ortamda geometrik problemi değerlendirme süreçleri nasıl gerçekleşmektedir?

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde sırasıyla, problem ve problem çözme, BDMÖ, geometri öğretimi ve DMY, GSP ve yapılan ilgili çalışmalar verilmiştir.

2.1. Problem ve Problem Çözme

Problem kavramı Türk Dil Kurumu (2022) tarafından, teoremler veya kurallar yardımıyla çözülmesi istenen soru, mesele ya da sorun olarak tanımlanmıştır. Problem genellikle matematik alanı ile birlikte düşünülse de hayatımızın her alanında karşımıza çıkabilmektedir. Problem kavramı ile ilgili olarak alan yazında birçok tanım yapılmıştır.

Polya (1957), problemi, net bir sonuca ulaşmak için bilinçli olarak uygun eylemi aramak, fakat istenilen sonuca ulaşamamak olarak tanımlarken; Adair (2000) de benzer şekilde problemi, bireyin karşılaştığı ve onun ileri gitmesini engelleyen bir durum olarak tanımlamıştır. Bloom ve Niss (1991) ise, belirli açık sorular taşıyan, bireyde merak uyandıran, ancak bireyin bu soruları yanıtlayabilecek yeterli algoritma ve yöntem bilgisine sahip olmadığı bir durum olarak tanımlamıştır. Van de Walle (1989) problemi, karmaşık ya da sonucu belirsiz bir soru, Dewey, insan zihninde karışıklık meydana getiren, belirsizlik ve şüphe uyandıran durum (akt. Baykul, 2009), Morgan (1993), talepler ile bu taleplerin önündeki engellerin karşı karşıya gelmesi, Gelbal (1991) ise karşılaşılan güçlüklerin ortadan kaldırılmaya ve güçlüklerin giderilmeye çalışılması durumu olarak tanımlamıştır. Altun (2018) ise problemi en genel anlamda, kişinin bir şeyler yapmak isteyip de ne yapacağını hemen kestiremediği, bilmediği bir durum ve problem çözmede ne yapılacağını bilinmediği böyle durumlarda yapılması gerekenin bilinmesi olarak tanımlamıştır.

Görüldüğü üzere problemin tanımıyla ilgili alan yazında genel olarak kabul edilmiş belli bir tanım yoktur. Ancak ortaya konulan tanımlardan yola çıkarak problemin temel özellikleri şu şekilde ifade edilebilir (Altun, 2018):

Problem, karşılaşılan kişi için bir güçlüktür.

Problem, kişinin çözümüne ihtiyaç duyduğu bir durumdur.

Kişi, problem ile daha önce karşılaşmamıştır ve çözmek için hazırlıklı değildir.

Bu tanımlardan ve ortak özelliklerinden yola çıkarak şu çıkarımda bulunulabilir: Bir problem durumuyla karşılaşılıp çözüldükten sonra artık aynı durum kişi için artık bir problem değildir. Çözüm için ise zihinsel bir çaba gerekmektedir.

Problem çözme sadece bir doğru sonuç bulmak olarak düşünülebilir, ancak

daha geniş bir zihinsel süreci ve becerileri kapsayan bir eylemdir ve sonuç bulmanın yanı sıra içinde bulunulan güçlükten kurtulmadır (Gail, 1996; Gelbal, 1991; Polya, 1957). Problem çözme, kavramların ve işlemlerin bir araya getirilerek işe koşulması (Bernardo, 1999), zihinsel ve fiziksel bir çaba sarf edilmesi (Gelbal, 1991) ve bu ikisi arasında kalan süreç (Morgan, 1993) olarak açıklanabilir.

Schoenfeld (1985), problem çözme sürecini anlamlandırma aracı olarak ifade etmiştir. Ona göre matematiksel performans, yalnızca kişinin ne bildiği değil, aynı zamanda bu bilgiyi nasıl ve hangi verimlilikle kullandığıdır. Yetkin karar verme, başlangıçta çok az kaynağa sahip olunmasına rağmen başarıya götürebildiği gibi, zayıf karar verme de tam aksine eldeki imkânların çok olmasına rağmen başarısızlığa neden olabilir. Problem çözme süreci içerisinde stratejik noktalarda alınan kararlar problemin çözümü için başarılı ya da başarısız sonuç sağlayacaktır. Üst bilişin daha karmaşık öz-farkındalık düzeyleri ve problem çözmede daha büyük başarı ile ilişkili stratejilerin problem çözme sürecini etkilediği varsayılmaktadır (Kapa, 2001; Schneider ve Artelt, 2010).

Bütün problemlerin çözümü için belirli bir yöntem bulunmamaktadır. Her problem birbirinden farklı olduğu için çözümleri de birbirinden farklı olmaktadır. Ancak, benzer problemlerin çözümünde benzer yöntemlerden yararlanılabilir. Problem çözmenin kuralları yoktur ancak sistematığı vardır (Altun, 2018). Problem çözme süreci ile ilgili olarak ise alan yazında en çok kabul gören süreç George Polya tarafından ortaya konulmuştur. Polya (1957)'ya göre problem çözme sadece bir doğru sonuç bulma olarak algılanmakla birlikte, daha çok zihinsel bir beceri gerektiren ve zihinsel süreci kapsayan bir eylem olup; bir engeli aşma, güçlükten kurtulma, bir yol bulmadır. Bir problemi çözmek suretiyle bir şeyi öğrenmek, öğrenilenin zihinde oluşturulmasını sağladığı için etkili öğrenmeye imkân sağlar (Altun, 2018).

Problem çözümünde Polya (1957) tarafından verilen dört aşamalı problem çözme süreci şu şekildedir:

1. *Problemi Anlama Aşaması*: İlk adım olan bu aşama problem temsilinde çevirme alt sürecine karşılık gelir (Mayer, 1999). Bu aşamada verilenler, istenilenler ve koşullar belirlenir. Problemde eksik ya da fazla bilgi varsa bunlar bulunur. Problem alt problemlere ayrılarak daha kolay anlaşılması sağlanır.

2. *Çözüm İçin Plan Yapma Aşaması*: Bu aşamada verilenler ile istenenler arasındaki ilişkiler araştırılır. Amaç hem problem temsilinde bütünleştirme sürecini

hem de problem çözümünde planlama alt sürecini içeren bir plan hazırlamaktır (Mayer, 1999). Daha önce çözülen benzer problemlerin çözümünden yararlanılabilir. Doğru bir plan yapabilmek için problemin anlaşılması önemlidir. Çünkü problem anlaşılmadığında seçilen strateji etkili olmayabilir. Bütün bunların sonunda ise ortaya bir çözüm planı konulur. Öğrencinin daha önceki bilgilerini kullanması ya da daha önce benzer problemlerde yaptıklarını uygulamaya çalışması, dolayısıyla bu stratejilerin kazanılması ve kullanılması öğrencinin gelişmişlik seviyesiyle de ilgilidir.

Yaygın olarak kullanılan bazı problem çözme stratejileri ise şunlardır:

- ✓ *Sistemik Liste Yapma*: Problem durumu ile ilgili bilinen bütün hallerin sistematik olarak listelenmesidir.
- ✓ *Tahmin ve Kontrol*: Cevabın tahmin edilerek bu cevabın doğru olup olmadığının araştırılması, eğer çözüm doğru değilse çözüme daha yakın olabilecek bir tahminle devam edilerek sürecin sonuna kadar gidilmesidir.
- ✓ *Diagram Çizme*: Geometri problemlerinde konuya ilişkin şekil çizilmesi, geometrik olmayan problemlerde ise temsili şema kullanılmasıdır.
- ✓ *İlişki Arama (Bağıntı Bulma)*: Bazı problemlerin özel çözümlerinin bir dizi oluşturması ve bu dizinin kuralının keşfedilmesidir.
- ✓ *Açık Önerme Yazma (Eşitlik veya Eşitsizlik)*: Problem durumunu eşitlik veya eşitsizliğe dönüştürerek bunu çözmek ya da çözümü kapsayan bir aralık bulunmasıdır.
- ✓ *Benzer Basit Problemlerin Çözümünden Yararlanma*: Orijinal probleme benzer daha basit bir problemin çözülerek asıl problem hakkında bir fikir edinilmesidir.
- ✓ *Tablo Yapma*: Problemin verilerini ya da elde edilen bilgileri bir tabloya dönüştürmek, veriler arasındaki ilişkiyi keşfetmeyi sağlayabilir.
- ✓ *Muhakeme Etme*: Bütün problemlerin çözümlerinde kullanılsa da bazı problemlerin çözümünde tek strateji olarak kullanılması gerekebilir. Çözüme ulaşmak için bir varsayımdan başlanır. Ulaşılan sonuca göre değerlendirme yapılır, eğer doğru değilse varsayım değiştirilerek çözüm bulunmaya çalışılır (Altun, 2018).

Bir problemin çözümünde tek bir strateji kullanılabileceği gibi birden fazla

strateji de birlikte kullanılabilir. Ayrıca bazı problemler için tek bir strateji de uygun olabilir. Bu stratejiler öğrenilebilir ve öğrenciler tarafından kullanılabilir. Problem çözme sürecinde kullanılan bu stratejiler problemin derinlemesine araştırılarak, kavramların veya konunun anlaşılmasını dolayısıyla da matematiksel anlamayı geliştirir.

Problem çözme süreci problem çözücünün merkezde olduğu, öğrencinin bilişsel etkinlikleri aktif olarak kullandığı, kalıcılığın yüksek olduğu bir süreçtir.

3. *Planı Uygulama Aşaması:* Problem çözümünde yürütme sürecine karşılık gelen bu adımda, problem çözücü gerekli aritmetik hesaplamaları gerçekleştirir, seçilen strateji ile problem çözülmeye çalışılır (Mayer, 1999). Eğer çözülemez ise problemin bir veya ikinci aşamasına dönülerek bu strateji tekrar denenir. Eğer problem yine çözülmez ise o zaman başka bir strateji seçilerek devam edilir.

4. *Planı Değerlendirme Aşaması:* Bu aşama genellikle sonucun doğru olup olmadığının kontrolü olarak anlaşılmaktadır. Ancak bu aşama sonuçların doğruluğundan ziyade problem çözme yeteneğinin geliştirilmesi ile de ilgilidir. Bu adım problem çözümünde izleme alt sürecini içerir (Mayer, 1999). Bu aşamada ilk olarak sonuçların doğruluğu veya uygunluğu kontrol edilir. Daha sonra problemin eğer varsa başka yollardan çözümü araştırılır. Son olarak ise problemin daha değişik şekillerde nasıl olabileceği ve bu durumda çözüm yolları incelenir. Çözüm yöntemi problem çözücü tarafından genellemeye çalışılır.

Bireyin matematik okuryazarlığı açısından birinci ve ikinci aşama, kritik kararlar verebilme becerisi açısından ikinci, üçüncü aşama, analitik düşünmeyi geliştirme bakımından ise dördüncü aşamanın katkısı açıkça görülmektedir (Tjoe, 2019). Problem çözenin, çözüm için gerekli materyallerin sağlanamaması, zaman alıcı olması, öğrenci düzeyine göre problem seçmenin zor olması gibi olumsuz yönleri olmasına rağmen, öğrencinin sürecin tamamında aktif olarak rol alması ve üst düzey bilişsel etkinliklerin gerçekleştirilmesi, öğrenilenlerin kalıcı olması, kavramsallaştırmanın kolay olması gibi olumlu yönleri de bulunmaktadır (Altun, 2018).

Matematikte problem çözenin önemi evrensel olarak kabul edilmiş olup, problem çözme yeterliklerini geliştirmek için araştırmacılar tarafından çok sayıda strateji geliştirilmiştir. Daha çok 1990'lı yıllarda ağırlıklı olarak yapılan çalışmalar 2000'li yıllarda durağanlaşsa da son yıllarda problem çözme üzerine yapılan çalışmalar yeniden canlılık kazanmaya başlamıştır (English ve Gainsburg, 2015).

Problem çözme üzerine yapılan araştırmalardaki mevcut eğilimler, öğretmenlerin etkinlikleri ve müfredat tasarımında ki ana etmenler ele alınmaya çalışılmaktadır (Lester, 2013).

Mayer (1982), Schoenfeld (1985) ve Silver (1982), ön bilginin problem çözme sürecinde kilit bir unsur olduğunu belirtmektedir. Ön bilgiler problem çözme sürecinde problemin anlaşılmasını ve problemi çözerken kullanılacak stratejinin seçimini etkiler. Ön bilgiler problemi çözme sürecinde, problem çözücünün aslında ilk olarak yararlanabileceği tek şeydir. Schoenfeld (1985) ise problem çözümünde ön bilgilerin olduğu kadar problemin anlaşılmasının da önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu nedenle bir kişinin sezgiler yardımıyla çözebileceği problemlerin sınırlı olacağını ifade etmiştir.

2.1.1. Problem Çözme ve Matematik Öğretmen Adayları ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Polya (1957) tarafından problem çözme süreci problemi anlama, plan yapma, planı uygulama ve değerlendirme olarak dört aşamada tanımlamıştır. Schoenfeld (1985) ise Polya (1957)'nin fikirlerine dayanan bir problem çözme süreci araştırma programı sunarak, problem çözme sürecinde buluşsal yöntemlerin, üniversite öğrencilerinin matematik problemlerini çözmeye bir düşünme yolu geliştirmede ne ölçüde yardımcı olduğunu araştırmıştır. Ayrıca Schoenfeld (1992), Polya (1957)'nin çalışmasında belirttiği buluşsal yöntemlerin geniş ve genel olduğunu, öğrencilerin bu stratejileri problem çözme süreçlerinde nasıl kullanabilecekleri hakkında belirsizlik olduğunu belirtmiştir. Lester ve Kehle (2003) ise problem çözme araştırmalarının 1995'e kadar genel olarak, problemi neyin zorlaştırdığı, uzmanların ve acemilerin problem çözme yaklaşımlarını inceleme ve karşılaştırma ve öğrencilerin tutumları konularında yoğunlaştığını belirtmektedir. Ancak öğretme stratejileri, öğretmen merkezli olmaktan, öğrenci merkezli olmaya doğru evrilmiştir (NCTM, 2000). Lesh ve Zawojewski (2007), problem çözme yaklaşımlarının sınıf ortamının ötesinde de kullanılmasını gerektiğini, English ve Gainsburg (2016) ise öğrencilerin 21. yüzyılın gerekliliklerine yönelik problem çözme becerilerini geliştirmek için modelleme etkinliklerinin önemini vurgulamıştır. Genel olarak, problem çözmeye yaklaşımları, öğrencilerin kâğıt-kalem ortamında çalışmasını içeren veya esas olarak buna dayanan problem çözme deneyimlerinden oluşmakta, bundan dolayı da dijital teknolojilerin, öğrenme ortamlarında öğrencilerin neler geliştirdiğini açıklamak için ilkelerin ve çerçevelerin yeniden gözden geçirilmesine ihtiyaç vardır (Hoyles, Lagrange, 2010;

Santos-Trigo, 2019)

Chapman (2005) ortaokul matematik öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada, öğretmen adaylarının problem çözme konusundaki bilgilerine ve bu bilginin öz-farkındalığının oluşturulmasında ve geliştirilmesinde yansıtıcı-sorgulayıcı yaklaşımının, katılımcıların problem çözme konusunda daha derin bir anlayış geliştirebildikleri sonucuna ulaşmıştır.

Demircioğlu, Argün ve Bulut (2010) ise matematik öğretmen adaylarının matematiksel problem çözme sürecinde üstbilişsel davranışlarını incelediği çalışmada, akademik başarı ile üstbilişsel davranış frekansları arasında ilişki olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Ersoy ve Güner (2015) problem çözme becerilerinin geliştirilmesi ve stratejilerinin öğretimi amacıyla verilen problem çözme dersinin, matematik öğretmen adaylarının problem çözme aşamalarını kullanma becerilerine ve matematiksel düşünme düzeylerine etkisini incelemek için bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmanın sonucunda ise problem çözme dersinin matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin gelişmesinde ve uygun strateji seçme ve uygulama becerilerinde olumlu etki ettiğine ulaşmıştır.

Novak ve Tassell (2017) çalışmada, üst düzey düşünme becerilerine odaklanarak geometri problemleri, sözel olan ve sözel olmayan problemlerin çözümünde matematik kaygısının rolünü incelemiştir. Çalışmanın sonucunda ise, matematik kaygısının, geometri problemlerinin, sözel ve sözel olmayan problemlerin çözümünde matematik performansını olumsuz yönde etkilediği, bilişsel süreçlerin matematiksel problem çözme ve matematik kaygısında önemli bir rol oynadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kayan (2007) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel problem çözme inançları üzerine yaptığı çalışmada, genel olarak öğretmen adaylarının matematiksel problem çözmeye ilişkin olarak olumlu inançlar belirttikleri sonucuna ulaşmıştır. Ancak öğretmen adayları problem çözmede teknolojinin rolünün önemli olduğunu belirtmelerine rağmen rutin olmayan problemlere ilişkin yorumlarında buna yönelik olarak görüş belirtmemişlerdir.

Capraro, An, Ma, Rangel-Chavez ve Harbaugh (2012), öğretmen adaylarının yarı açık uçlu bir matematik problemini çözerken tahmin etme ve kontrol etme stratejilerini kullanmalarını incelediği çalışmada, öğretmen adaylarının açık uçlu problemleri çözmekte zorlandıklarında çoğunlukla rastgele bir tahmin ve kontrol

etme stratejisine odaklandıkları, birden fazla çözüm aramak yerine tek bir çözümde durdukları sonuçlarına ulaşmışlardır.

Wilburne (2006), ilköğretim matematik öğretmen adaylarına problem çözme süreçlerinin öğretilmesiyle, öğretmen adaylarının rutin olmayan problemleri analiz etme yeteneklerinin gelişeceğini, bu sayede problem çözme yeterliklerinin gelişeceğini vurgulamıştır.

Crespo (2003) çalışmasında, matematik öğretmen adaylarına birden çok çözümü olan açık uçlu problemler oluşturma görevi vermiştir. Çalışma sürecinde öğretmen adayları ilk oluşturdıkları problemlere nazaran daha sonraki oluşturdıkları problemlerde, öğrencilerin işini kolaylaştıran veya matematiksel engeller koyan uyarlamalar yerine, daha az yönlendirici olan problemler oluşturmuşlardır.

Bosse (2018), GSP destekli bir ortamda, Matematik, Fizik, Eğitim, İstatistik ve İngilizce bölümlerinde okuyan, GSP kullanımını bilip bilmeme durumunu göz önünde bulundurmadan, gönüllü olarak katılan altı üniversite öğrencisinin problem çözme süreçlerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda ise, hem matematiksel becerisi hem de teknoloji kullanabilme becerisi yüksek olan öğrenciler GSP destekli ortamda problem çözmeye başarılı olmuştur. Ancak hem teknolojiye hem de matematikte zayıf olan öğrenciler süreci tamamlayamamışlardır. Ayrıca, matematiksel beceriler ile teknolojik becerilerin birbirine karşı üstün olmamasına rağmen, birinde zayıf olma durumu diğerini olumsuz olarak etkileyebileceği ve dolayısıyla teknolojinin kullanılmasının problem çözme sürecini çıkmaza sokabileceğini vurgulanmıştır. Problem çözme sürecinde teknolojinin kullanılması ile ilgili olarak ise, hem matematiksel hem de teknolojik becerileri yüksek olan öğrencilerde verimli olabileceği üzerinde durulmuştur.

Kuzle (2012) çalışmasında, matematik öğretmen adaylarının dinamik bir geometri ortamında problem çözme süreçlerine ilişkin algılarını araştırmıştır. Çalışmaya katılan iki matematik öğretmen adayı, GSP kullanılmadan problem çözmenin zaman alıcı olacağını, bu anlamda GSP'nin problem çözme sürecine yardımcı olacak etkili bir araç olacağını belirtmişlerdir.

Yılmaz (2021) çalışmasında, öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerini incelemiştir. Polya'nın problem çözme basamaklarına göre betimlendiği çalışmada değerlendirme aşamasında yeterli veri bulunmadığı için ilk üç aşamaya göre değerlendirme yapılmıştır. Sonuç olarak ise, öğretmen adaylarının genel olarak problem çözme sürecinde sıkıntı yaşadıkları tespit edilmiştir.

2.2. Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi (BDMÖ)

Bilgisayar teknolojisine dayalı bilişsel araçlar kullanılarak yapılan matematik öğretimine Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi (BDMÖ) denilmektedir (Baki, 2020; Eberts, 1997). Bilgisayarların çalışma prensibi kendisine verilen komutları birebir yerine getirmek şeklindedir. Bilgisayarlar kendisine verilen komutları (girdi) hızlı bir şekilde işleyen ve yapılmak istenilen işleme göre bir sonuç (dönüt) alınabilen bir sisteme sahiptir. Bilgisayarların genel olarak eğitimde, özel olarak ise matematik eğitiminde kullanılmaya başlaması bilgisayarların gelişimi ile paraleldir. Taylor (1980)'a göre bilgisayarların üç rolü bulunmaktadır. Bunlardan ilkinde bilgisayar bir öğretici (tutor) işlevi görür, ikincisinde bir araç (tool), üçüncüsünde ise kendisine öğretilen (tutee) rolündedir.

Bilgisayarın bir öğretici olarak çalışabilmesi için, programlama konusunda ve öğretilcek konuda uzman olan kişilerin iş birliği ile programlanması gerekir. Daha sonra öğrenen, programlar vasıtasıyla bilgisayar tarafından eğitilir. Burada program yazılımcıları tarafından, öğrenene dönüt sağlamak amacıyla program üzerinde detaylı ve uzun bir çalışma yapılması gerekebilir. Bu anlamda bilgisayarlar geleneksel öğretim ortamlarına göre daha fazla zaman harcamayı gerektirebilmektedir. Öğrenen farklılıklarına göre tasarlanmış bir program vasıtasıyla bireylerin kendi öğrenme hızlarına göre ortamlar oluşturulabilir. Kayıtların tutulması sayesinde tekrarlar daha kolay hale gelebilir ve veri kaybı engellenebilir. Bilgisayar ortamında çeşitli materyaller hazırlanarak öğrenen için esnek bir ortam oluşturulabilir. Dolayısıyla öğretici rolünde bilgisayarların avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır (Heid, 1997; Pea, 1987; Kabaca, 2016).

Bilgisayarların araç olarak kullanılması için yararlı özelliklerinin ön plana çıkması gerekmektedir. Bunlara istatistiksel analiz, kelime işlemci gibi programlanmış özellikler örnek olarak verilebilir. Bilgisayar hakkında çok detaylı bilgilere sahip olunmadan araç olarak öğretim ortamlarında bilgisayarlar kullanılabilir. Bilgisayarı araç olarak kullanmak öğrenim ortamını zenginleştirerek, zamandan tasarruf sağlayabilir (Gray ve Tall, 1991). Özellikle bilgisayarların dinamik yazılımlar sayesinde soyut matematiksel kavramları somutlaştırabilmesi, farklı çözüm yolları geliştirebilmesi matematiğin içeriğini ve uğraş alanını da genişletmektedir (Baki, 2020; Heid, 1997; Papert, 1980; Pea, 1987).

Araç rolünde bilgisayarın kullanılmasına ise bilgisayarı bir hesaplama aracı

olarak kullanmak örnek olarak verilebilir. Kullanıcı yapmak istediği hesaplamaları bilgisayarın hesap makinesi aracılığıyla veya bir program yardımıyla gerçekleştirebilir. Örneğin sınıftaki öğrencilerin almış oldukları notların aritmetik ortalamasını hesaplamak isteyen bir öğretmen bilgisayar yazılımları aracılığıyla yapmak istediği hesaplamayı kolayca gerçekleştirebilir. Kullanıcının ihtiyaç duyduğu ve nasıl kullanılacağını az çok bildiği bir hizmet sağlar. Bu rolde, kullanıcının değişiklik yapmasına çok az izin verilebilir ya da hiç verilmeyebilir. Araç rolünde hesaplamada, kullanıcı yalnızca elindeki aracın uygun olduğu fikirleri keşfedebilir, ancak bir istatistiksel analizin tesadüfî olarak keşfedilmesi çok zordur. Araç rolünde bilgisayarı kullanmak, kullanıcıya kullanım sırasında tesadüfî olarak bir şeyler öğretebilir (Bull, 2009).

Öğretilen rolünde bilgisayar bir öğrenci gibi görülür. Bunun için bilgisayara öğreten rolündeki öğrenci veya öğretmenin programlamayı bilmesi gerekir. Bilinmeyen ya da anlaşılmayan bir şey, öğretilemeyeceği için bilgisayara öğretilmeden önce ilk olarak öğretici veya tarafından anlaşılması beklenir. Böylece öğrenci yazılım üzerinde istenen görevi yerine getirecek bir tasarım yapar. Öğrenci matematiksel görevi yerine getirirken hangi matematiksel bilgiyi nasıl kullanacağını değerlendirerek, ilişkili bilgileri yapılandırarak öğrenmeyi gerçekleştirir (Papert, 1980)

Cullen, Hertel ve Nickel (2020), matematik öğretiminde teknolojinin dört rolü olduğunu vurgulamaktadır: matematiksel keşifleri teşvik etmek (örn. keşfetme→ varsayım→ test etme→ kanıtlama), matematiksel temsiller üretmek, bir duruma dayalı akıl yürütmeyi desteklemek, öğrenen olarak görev yapmak.

Jonassen (1995), bilgisayarların öğrenenlere talimatlar vererek öğrenmeyi değil de bunun yerine öğrenenlerin bilgisayarları bir yapılandırma aracı olarak kullanması gerektiğini savunmuştur. Bu şekilde, öğrenenler birer tasarımcı olarak işlev görür ve bilgisayarlar bir düşünme aracı olarak kullanılır. Bilgisayar bir düşünme aracı olarak kullanıldığında farklı akıl yürütme biçimleri oluşur.

Pope (2011), öğrenenlerin, matematikte bilgisayardan yararlanabilmeleri için altı durum belirlemiştir. Bu durumlar ise, geri bildirimden öğrenme, kalıpları gözlemleme, bağlantıları görme, görselleştirme, verileri keşfetme, bilgisayara öğretmektir.

2.3. Geometri Öğretimi ve Dinamik Geometri Yazılımları (DGY)

Dinamik geometri ortamları, bilgisayar ekranında geometrik şekillerin çizilmesini sağlayan birer grafik düzenleme programı olarak düşünülse de aslında bundan daha fazlasıdır. Çünkü DGY ile kullanıcı, fare ile sürüklemeye özelliğini kullandığında, diyagram yapısında belirtilen geometrik ilişkileri koruyacak şekilde değiştiği için bu ortamlar dinamik olarak adlandırılır (Hoyles ve Lagrange, 2010). Geometri öğretimi genellikle diyagramlara başvurulması, muhakeme etme ve ispatlama ile olan özel ilişkisiyle bağdaştırılır. Yani geometri şekilsel ve kavramsal doğasından (Fischbein, 1993; Mariotti, 2000) dolayı hem görselleştirmeye hem de teoriye başvurur (Duval, 1999). Bir geometri problemini çözmek, uzamsal ilişkilerin görsel olarak tanınmasının da ötesine geçer. Genellikle geometri öğretiminin; uzamsal grafiksel ilişkiler ile teorik geometrik ilişkiler arasındaki ayrımı, teorik nesneler ve onların temsilleri arasındaki hareketleri, geometrik kavramların tanınması ve bir diyagramdaki ilişkiler, geometrik bir nesneye bağlı tüm olası şekilleri hayal etme yeteneği gibi konuların öğrenilmesine katkıda bulunması beklenir (Laborde, Kynigos, Hollebrands ve Strasser, 2006). Ayrıca uzamsal grafiksel ilişkiler ile teorik ilişkiler arasındaki ayrım, uzamsal temsiller ve teorik bilgi arasındaki bu esneklik nedeniyle, yorumlama, tahmin etme ve ispatlama döngüsünün gerçekleşebileceği keşif gerektiren geometri problemleriyle karşılaşan öğrencilerin, çözme süreçlerinde özellikle kritiktir. Geometrinin öğretilmesi ve öğrenilmesiyle ilgili bu tür varsayımlar, bazı araştırmacıları bilgisayar ortamları tarafından sağlanan grafiksel temsillerin rolüne odaklanmaya yöneltmiştir (Goldenberg, vd., 2008; Laborde ve Laborde, 2008; Scher, 1999).

Geometri öğretiminde ve geometrinin öğrenilmesinde teknolojinin de kullanılması hem görselleştirme hem de ispatlama yönünü farklı şekillerde etkileyerek birbirini tamamlamasını sağlamıştır. Dinamik geometride öğrencilerin eylemleri, doğrudan geometrik şekiller ve geometrik ilişkiler üreten araçlarla ilgilenir veya dinamik nesneleri manipüle etmekten oluşur (Laborde, Kynigos, Hollebrands ve Strasser, 2006). Dolayısıyla öğrenciler eylem ve görselleştirme aşamalarından, diyagramların teorik analizine ve muhtemelen varsayımların ve görsel-uzamsal akıl yürütmenin ifadesine geçerler. Sürüklemeye; değişmez özellikleri keşfetme, tahmin etme, doğrulama ve gerekçelendirme gibi stratejiler kullanarak geometri problemlerinin araştırılmasına olanak tanır (Arzarello, Olivero, Paola ve Robutti,

2002). Sürüklenme, öğrencilerin matematiksel olarak mantıksal bağımlılıkla ilişkilendirilebilecek “hareket bağımlılığı” hissetmelerini sağlar (Baccaglini-Frank ve Mariotti, 2010) ve soyut bilginin oluşumuna katkı sağlar (Leung, 2008).

Mayer (2014)’e göre dijital araçlarla öğrenme, görsel ve işitsel olmak üzere iki farklı kanaldan bilgiyi sunması ve öğrenenlerin öğrenme içeriğiyle aktif olarak ilgilenmesinden dolayı faydalı olacaktır. Diğer bir ifadeyle etkileşimin gerçekleşebilmesi için öğrenme sırasında öğrenenin eylemlerine yanıt verebilmek gerekmektedir (Moreno ve Mayer, 2007). Geri bildirim, dijital araçlara da uygulanabilir (Van der Kleij, Feskens ve Eggen, 2015). Araştırmalar, keşifsel geri bildirim veren akıllı öğretim sistemlerinin kullanılmasının öğrenme çıktıları üzerinde olumlu bir etkisi olabileceğini düşündürmektedir (Belland, Walker, Kim ve Lefler, 2017; Laborde, 2011; Ma, Adesope, Nesbit ve Liu, 2014; Van der Kleij vd., 2015).

Dijital araçlar kullanmanın özellikle matematik gibi alanlarda öğrenme ve öğretme süreçlerinde fark edilir derecede olumlu yönde etkilediğini ortaya koyan çalışmalar vardır (Gunbas, 2015; Tatar, Akkaya ve Kağızmanlı, 2011). Dijital araçların kullanımı, gerçek hayatta karşılaşılan problem çözme veya görselleştirme gibi becerilere de katkı sağlayabilir (Greefrath, Hertleif ve Siller, 2018; Laughbaum, 2011). Karmaşık ilişkilerin öğrenilmesi, etkileşimli ve yapısal etkinlikler aracılığıyla desteklenebilir (Köklü ve Topçu, 2012; Reinhold, Hoch, Werner, Richter-Gebert ve Reiss, 2020).

Bilgisayar ortamında dinamiklik sayesinde öğrenciler matematiksel kavramları daha ayrıntılı anlayabilir, çünkü yaptıkları değişikliklerin sonuçlarını hemen görebilirler (Borazan, 2019; Buckley vd., 2004). Ayrıca bilişsel nedenlerden kaynaklanan kavram yanlışlarının giderilmesinde yardımcı olabilir. Matematikte GeoGebra gibi dinamik araçlar, öğrencilerin geometri ve cebir gibi soyut matematik konularını etkileşimli ve keşfedici bir şekilde öğrenmelerini sağlar (Bhagat ve Chang, 2015; Lichti ve Roth, 2018; Shadaan ve Leong, 2013). Örneğin Bhagat ve Chang (2015), GeoGebra kullanımının öğrencilerin akıl yürütme ve görselleştirme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır.

Daha genel olarak dijital araçlar, yeni ve soyut matematiksel kavramların öğrenilmesi sürecine de uyarlanabilir (Özyurt, Özyurt, Güven ve Baki, 2014; Reinhold vd., 2020). Ayrıca dijital araçlar, öğrencilerin daha önce edindikleri bilgilerini uygulamaları için fırsatlar da sağlayabilir (Soliman ve Hilal, 2016; Tienken ve Wilson, 2007).

Dinamik geometri ortamlarında oluşturulan şeklin bir elemanı fare ile sürüklendiğinde, şeklin oluşturulmasında kullanılan tüm geometrik ilişkiler korunurken şekil değişir. Sürükleme özelliğine ek olarak, dinamik geometri ortamları, kâğıt ve kalem araçlarından farklı makro yapılar, iz ve konum gibi belirli özellikler sunar (Strasser, 2002). Ayrıca dinamik geometri ortamları öğrenmeyi kolaylaştırarak anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayarak (Şimşek ve Yücekaya, 2014), öğrenci başarısını artırmakta (Borazan, 2019; Uğur, Urhan ve Kocadere, 2016), dinamiklik sayesinde ise birçok deneme yapma fırsatı sunmaktadır (Kepceoğlu, 2015).

Dünya çapında çeşitli dinamik geometri yazılımları geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları ise şunlardır: Cabri-Geometre (Laborde, Baulac ve Bellemain, 1988; Laborde ve Bellemain, 1995; Laborde, 1999). Geolog (Holland, 2002), Geometer's Sketchpad (GSP) (Jackiw, 1991), Geometry Inventor (Brock, Cappel, Carmon, Erdős, Kamay, Kaplan vd., 2003), Geometric Supposer (Schwartz, Yerushalmy ve Shternberg, 1985, 2000) ve Thales (Kadunz ve Kautschitsch, 1993; Laborde, Kynigos, Hollebrands ve Strasser, 2006).

2.3.1. Geometer's Sketchpad (GSP)

90'lı yıllarda matematiğe kazandırılan GSP programı, günümüzde Key Curriculum Software tarafından sağlanmakta ve geliştirilmektedir. GSP'nin özellikleri şu şekildedir:

Dinamik geometrinin felsefesi hiçbir zaman öğrencilere kolay çizim yapabilecekleri bir çizim programı geliştirmek değildir. Bilakis dinamik geometri “şekli çizmek (drawing)” yerine “şekli oluşturmak (construct)” kavramını ortaya atmıştır. Bu sayede oluşturma sırasında öğrenciler, geometrik şekillerin özelliklerini daha derinlemesine düşünecekler ve temel özelliklerini tam olarak anlayabileceklerdir. Böylece, matematik ve geometri bilgisini ezberlemek yerine kavramsal olarak bizzat kendileri oluşturacaklardır. Bu bağlamda GSP, öğrencilerin problem çözmeleri için çok esnek bir ortam oluşturmakta ve öğrencilerin aynı problemi farklı yöntemlerle çözebilmesine imkân vermektedir.

GSP'nin temel felsefesi geometrik şekillerin yer ve ölçüleri değişse bile değişmeyen özelliklerini incelemeye imkân vermesidir. Bu sayede çizilen bir geometrik şekil (mesela bir üçgen), şekli oluşturan noktaların yer değiştirilmesiyle o şeklin tüm değişik türlerini temsil edebilir hale gelmektedir. Bu açıdan noktaları yer

değişse bile eşkenar olma özelliğini kaybetmeyen bir üçgen çizebilmek için eşitlik, diklik gibi matematiksel kavramların kullanılması gerekmekte ve böylece öğrenciler bu kavramların ne anlama geldiğini daha iyi anlayabilmektedirler.

Bu çalışmada GSP'nin tercih edilmesinde, sınırsız sayıda dönüştürmeyi (örn; izometri, benzerlik, yakınlık ve bir noktayı diğerine göre tanımlayan herhangi bir yapı tarafından tanımlanan özel dönüşümler) desteklemesi, dönüşümleri kullanmak isteyen bir kullanıcının sınırlanmamasını sağlamıştır (Steketee, 2009). Nesnelerin sürüklenmesi DMY'nın en önemli özelliklerinden birisidir. GSP ortamında kullanıcının, herhangi bir nesneyi veya nesne grubunu hem sezgisel hem de matematiksel olarak açıklayıcı bir şekilde sürüklemesine olanak tanınır. Benzer yazılımlardan özellikle sürükleme kısmında bir yapının farklı kısımlarını sürükleyerek test edilebilmesi GSP'yi ön plana çıkarmaktadır. Dolayısıyla oluşturulan yapının bağımlı ve bağımsız kısımlarının rahatlıkla hareket ettirilebilmesi, GSP'nin tercih sebeplerinden bir diğeridir.

2.4. GSP ile İlgili Yapılan Çalışmalar

McClintock, Jiang ve July (2002) ortaokul ve lise öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmada, GSP'nin sağladığı anında geri bildirimin öğrencilerin varsayımlarını doğrulamalarına veya değiştirmelerine olanak tanıdığını ve katılımcıların geometrik düşüncede Van Hiele düzeyinde önemli ilerlemeler kaydettikleri sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca GSP ortamında gerçekleştirilen etkinliğin, katılımcıların üç boyutlu görselleştirmelerini geliştirdiğini ve geometrik kavramların anlaşılmasını kolaylaştırdığını belirtmiştir.

Dimakos ve Zaranis (2010) GSP kullanımının, orta öğretim öğrencilerinin geometri derslerindeki akademik başarılarını artırmasına olumlu yönde katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Köse, Uygan ve Özen (2013) çalışmada, DGY'nda sürüklemenin önemi üzerinde durmuştur. Bu tür ortamların öğretmenlere, öğrencilerin anlamalarını desteklemek ve geliştirmek için yeni anlayışlar ve yöntemler sunduğunu ancak öğretmenlerin ve öğrencilerin başlangıç aşamasında sürüklemeyi çok fazla kullanmadıklarını belirtmişlerdir.

Öz (2012), 156 ilköğretim matematik öğretmen adayıyla gerçekleştirdiği çalışmada, GSP kullanımının geometri başarılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Meng ve Sam (2013) matematik öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik içerik bilgisini geliştirmek amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada, matematik öğretiminde GSP kullanımının matematik öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik içerik bilgisini önemli ölçüde artırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Sarı-Yahşi (2012) ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmada, DGY sayesinde bilginin daha uzun süre akılda tutularak öğrenmenin kalıcılığını sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Dokur (2013) matematik öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada, GSP destekli eğitimin, öğretmen adaylarının genellemeler yapma, gerekçelendirmelerde bulunma ve matematiksel ikna edici ifadeler kullanma konularında artış olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Karaaslan (2013) çalışmada, görselleştirmenin, matematiğin soyut yapısından kaynaklanan öğrenme güçlüklerini gidermek amacıyla soyut kavramların olabildiğince somutlaştırılmasını sağlayan bir araç olduğu üzerinde durmuştur.

Kılıç (2013) onuncu sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmada, GSP kullanımının öğrencilerin geometrik düşünme, geometri başarıları ve geometride ispat yapma becerileri üzerinde olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Uzun (2013) çalışmada, 6. sınıf matematik dersi geometrik cisimler konusunda DGY'nın bilgisayar destekli öğretim ve akıllı tahta ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında öğretimin öğrencilerin akademik başarısına, uzamsal görselleştirme becerisine ve bu beceriye ilişkin tutumlarını incelemiştir. Bilgisayar destekli şekilde akıllı tahta kullanılarak yapılan öğretim, öğrencilerin akademik başarıları ve uzamsal görselleştirme becerileri üzerinde etkili olmuş ancak öğrencilerin görsel-uzamsal düşünme becerisine yönelik tutumları üzerinde etkili olmamıştır.

Erkuş (2014) ilköğretim matematik öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada GSP yazılımını kullanmayı öğrenmenin, öğretmen adaylarının bilgisayar destekli eğitim yapmaya yönelik tutumlarında olumlu yönde değişim olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Günhan ve Açıan (2016) çalışmada, (DGY)'nın kullanımının öğrencilerin geometri başarısını olumlu yönde etkilediğini ve DGY'nın öğretimin her kademesinde kullanılabileceği sonucuna ulaşmıştır.

Dhayanti, Johar ve Zubainur (2018) sekizinci sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmada, GSP'nin öğrencilerin yeni anlayışlar oluşturmalarına

ve halihazırda sahip oldukları bilgileri geliştirmelerine yardımcı olacağını, sorunları çözmenin çeşitli yollarını bulmalarına ve tanımlamalarına yardımcı olacağını vurgulamıştır. Ayrıca GSP yardımıyla öğrencilerin tek bir çözümle sınırlı kalmayacak şekilde düşüncelerini geliştirmelerine imkân sağlayacağını belirtmiştir.

Akciğer (2019) 12. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmada, GSP kullanımının türev uygulamalarının öğretiminde, öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemiş ve GSP ortamında yapılan öğretimin, geleneksel ortamlara göre akademik başarıyı olumlu yönde etkilediği ve kavramsal öğrenmeye katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Erdener ve Gür (2019) çalışmada, GSP dinamik yazılımı ile öğrencilerin geometri öğrenmeyi eğlenceli buldukları, kolay ve doğru şekil çiziminin ve görsel özelliklerinin öğrencilerin motivasyonunu artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Uygun (2019) çalışmada, DGY destekli ortamda kullanıcıların geometrik şekillerle ilgili öğrenme ve alan bilgisi gelişimlerini desteklediğini belirtmiştir. Özellikle geometrik şekillerin tanımlarının oluşturulması açısından önemli olan elemanlarla ilgili derinlemesine bilgi edinme sürecini teknolojinin kolaylaştırdığını vurgulamıştır.

3. YÖNTEM

Amacı DMY destekli ortamda matematik öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerini incelemek olan bu araştırmanın bu bölümünde araştırmanın yöntemi paylaşılabacaktır. İlk olarak araştırmanın tasarımı sunulacaktır. Sonra sırasıyla katılımcıları, veri toplama aracı, veri toplama süreci ve toplanan verilerin analizi verilecektir.

3.1. Araştırmanın Modeli ve Deseni

Bu araştırmada matematik öğretmen adaylarının DMY destekli ortamda problem çözme süreçleri detaylı olarak incelenmek istenilmiştir. Bundan dolayı çalışma, nitel araştırma olarak modellenmiş ve durum çalışması olarak desenlenmiştir. Nitel araştırma, gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir şekilde ortaya konmasına yönelik bir sürecin izlendiği bir araştırma türüdür (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Araştırmada, matematik öğretmen adaylarının DMY destekli ortamda problem çözme sürecine ilişkin bilişsel yapılarını belirleme amacı güdüldüğü ve özelde ise bir geometri problemi ele alındığı için desen olarak durum çalışması tercih edilmiştir. Bunun en önemli avantajı araştırmacıya özel bir konu ya da durum odaklı çalışma imkânı sağlamasıdır (Büyüköztürk vd. 2019). Bir çalışmayı durum çalışması olarak tanımlamada belirleyici faktör, bireysel çalışma biriminin seçimi ve sınırlarının belirlenmesidir (Flyvbjerg, 2011; McMillan, 2000). Başka bir ifadeyle durum çalışması, araştırma konusu hususun neden kullanıldığına, nasıl gerçekleştirildiğine ve hangi sonuçla tamamlandığına dair kararları açığa çıkarmak için tercih edilmiştir (Yin, 2003). Bu araştırmanın durumu ise problem çözme sürecinde ele alınan problemin geometrik problem olmasıdır. Dolayısı ile matematik öğretmen adaylarının GSP ortamında geometri problemlerini çözme süreçlerine odaklanılmıştır.

3.2. Araştırma Tasarımı ve Yürütülmesi

Bu araştırmada öncelikle araştırmanın yapılacağı sınıf düzeyi belirlenmiş ve sonrasında öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerinin inceleneceği DMY ortamına uygun etkinlik ve görüşme soruları oluşturulmuştur. Ardından pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmaların ışığında asıl uygulama süreci planlanmış ve katılımcılar belirlenmiştir. Çalışma planı Tablo 3.1’de aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışma Planı

Tarih	Planlanan Çalışmalar
2021-2022 Bahar Dönemi	Problem çözme ortamlarının tasarlanması
	Veri toplama araçlarının uzman görüşleriyle birlikte hazırlanması
2021-2022 Bahar Dönemi	Pilot çalışma için katılımcı belirlenmesi
	Pilot çalışmanın yapılması
	Veri toplama araçlarının revize edilmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılması
	Asıl çalışma için katılımcıların belirlenmesi
2022-2023 Güz Dönemi	Çalışmanın uygulanması

3.3. Pilot Çalışma

Araştırmanın asıl uygulamasını gerçekleştirmeden önce hazırlanan GSP etkinliğinin ve görüşme sorularının, veriyi toplama ve analiz etme süreçlerinde ortaya çıkabilecek eksikliklerin veya hataların belirlenip düzeltilmesi ve araştırmanın güvenilirliğini artırmak için pilot çalışma yapılmıştır. Yapılan pilot çalışmanın GSP'nin kullanılması, etkinlikte ele alınan geometri probleminin GSP'ye uygun ve problem çözme süreçlerini ortaya çıkarmadaki yeterliği ve verilerin problem çözme sürecine dayalı olarak analiz edilmesindeki güçlü ve zayıf yönleri ortaya çıkaracağı, zayıf yönlerin giderilmesinde katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Pilot çalışmadaki katılımcı asıl çalışmanın gerçekleştirileceği fakültede öğrenim gören, akademik başarısı iyi bir 3. sınıf matematik öğretmen adayıdır. Bu öğretmen adayının seçilmesinde öğretmen adayının gönüllü olarak araştırmaya katılma isteği, GSP'yi kullanabilme becerisine sahip olması, geometri öğretimi ve matematiksel problem çözme derslerini başarılı şekilde almış olması etkili olmuştur.

Pilot uygulama katılımcısı, daha önceden belirlenen gün ve saatte Zoom programı üzerinden davet edilmiştir. Pilot uygulamanın Zoom programı üzerinden yapılmasının sebepleri ise, etkinliğin GSP ortamında gerçekleştirilecek olması, katılımcı ile araştırmacı arasında karşılıklı etkileşime izin vermesi, bu programın başka bir programa ihtiyaç duymadan ortamın ses/video kaydını yapabilmesidir.

Pilot uygulama sürecinde ilk olarak, GSP ortamında daha önceden hazırlanmış olan etkinlik Zoom programı aracılığıyla açılmış, daha sonra ise fare kontrolü uzaktan katılımcıya bırakılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formunda bulunan soruların açık ve anlaşılır veya yeterli olup olmadığının tespit edilmesi amacıyla

sorular süreç içerisinde katılımcıya yöneltilmiştir. Katılımcının vermiş olduğu cevaplara göre görüşme sorularında genel hatların aynı kalmasına karar verilmiştir. Ancak sonraki süreçte yapılacak olan diğer görüşmeler için, üzerinde durulması gereken noktalar belirlenmiştir. GSP ortamında hazırlanmış olan etkinlik, katılımcı tarafından anlaşılır olduğu için değişiklik yapılmamıştır.

Pilot çalışmanın katılımcının GSP ortamında problem çözme sürecini ortaya çıkardığı, görüşmenin araştırmacı ile katılımcı arasında etkili bir iletişim kurma becerisi geliştirdiği ve süreç ilerlerken katılımcılara nasıl rehberlik etmesi gerektiği konusunda fikir verdiği görülmüştür.

3.4. Araştırmanın Katılımcıları

Araştırmanın katılımcılarını Türkiye'nin kuzeyinde yer alan büyük bir ilde bulunan bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde matematik öğretmenliği bölümünde öğrenimlerini sürdüren 9 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcı öğretmen adayları Ö1, Ö2, ..., Ö9 şeklinde kodlanmıştır. Öğretmen adaylarından üç tanesi 2. sınıf, üç tanesi 3. sınıf ve üç tanesi de 4. sınıf olarak belirlenmiştir. Farklı sınıf seviyelerinin belirlenmesinin nedeni ise öğretmen adaylarının farklı sınıf düzeyinde geometri öğretimi (GÖ) ve matematiksel problem çözme (MPÇ) derslerini alıp almama durumlarıdır. Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örneklem yöntemlerinden ölçüt örneklem yöntemi kullanılmıştır. Ölçüt olarak ise öğretmen adaylarının DMY'ndan GSP kullanabilmeleri esas alınmıştır. Matematik eğitimi alan uzmanının görüşleri alınarak, katılımcıların tamamının GSP içerikli matematik eğitiminde bilgi ve iletişim teknolojileri dersini başarılı bir şekilde aldıkları ve bu ders süreci içerisinde GSP ortamında hazırlanan etkinlikleri çözebilme becerilerine sahip oldukları belirlenmiştir. Etkinlik gerçekleştirilmeden önce her bir katılımcıya ayrıca GSP programını kullanabilme becerisine sahip olup olmadığı sorulmuş ve katılımcılar GSP'yi kullandıklarını ifade etmişlerdir. Katılımcılara ait bilgiler Tablo 3.2'de yer almaktadır.

Tablo 3.2. Katılımcı Bilgileri

Katılımcılar	Sınıf	Cinsiyet	GÖ Dersi Alma Durumu	MPÇ Dersi Alma Durumu
Ö1	2	E	✗	✗
Ö2	2	E	✗	✗
Ö3	2	K	✗	✗
Ö4	3	K	✓	✓
Ö5	3	K	✗	✓
Ö6	3	K	✓	✓
Ö7	4	E	✓	✓
Ö8	4	E	✓	✓
Ö9	4	K	✓	✓

E: Erkek, K: Kadın

3.5. Veri Toplama Araçları

Çalışmanın veri toplama araçları araştırmacı tarafından uzman görüşleri alınarak hazırlanan görüşme soruları ve GSP etkinliğinden oluşmaktadır.

3.5.1. Görüşme

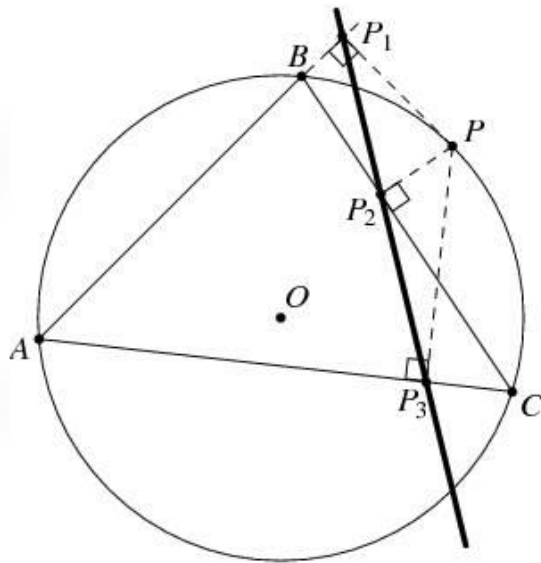
Öğretmen adayları ile yapılan çalışmanın geçerliğini arttırmak, ortamın kontrolünü sağlamak, süreç ile ilgili derinlemesine bilgi sağlamak ve veri kaynağını teyit edebilmek için görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler gerçekleştirilmeden önce araştırma problemine uygun, tüm detayları kapsayacak ve problem çözme sürecini ortaya çıkaracağı düşünülen yarı-yapılandırılmış görüşme soruları hazırlanmıştır. Problem çözme bir süreç olduğundan, sürecin gidişatına göre sorular eklenmiş ve bazı sorulara gerek kalmama ihtimaline göre yarı-yapılandırılmış sorular tercih edilmiştir. Sorular hazırlanırken kolay anlaşılabilir, odaklı, açık uçlu, yönlendirmeden kaçınan, çok boyut içermeyen ve mantıklı bir şekilde ilerleyen sorular olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca görüşme sorularının hazırlanma sürecinde matematik eğitimi alan uzmanı görüşleri alınmış ve görüşme soruları tekrar revize edilmiştir. Daha sonra yapılan pilot çalışmanın sonucunda, katılımcıların problemin çözümleri konusunda, alan yazında yer alan verilen problemin ispatlara ulaşmaktan ziyade GSP ortamına özgün çözümler üretebilmeleri amacıyla, GSP ortamında özgür kalmalarına karar verilerek görüşme sorularına son hali verilmiştir (Ek 1).

3.5.2. GSP Etkinliği

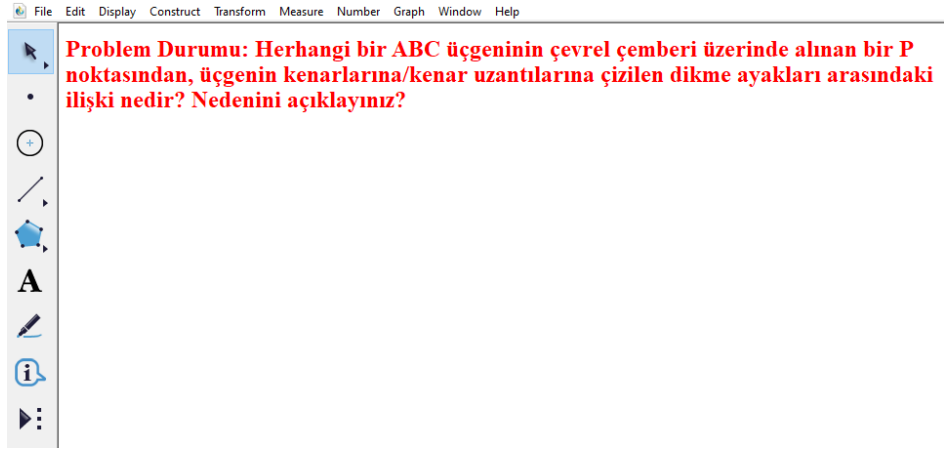
Gal ve Linchevski (2010)'ye göre bir geometri probleminde derin ilişkilerin keşfedilebilmesi için problemin şekil olarak verilmemesi gerekmektedir. Katılımcıların verilen geometri problemindeki derin ilişkileri keşfetmeleri için, etkinlik GSP ortamında sözel olarak tasarlanmıştır ve katılımcılar bu problemdeki ilişkileri anlamak ve derin ilişkileri keşfetmek için problemi görsel olarak kendileri oluşturmaya çalışmışlardır.

Araştırmanın problemine uygun olarak, alan yazında Simson Teoremi (Simson Doğrusu ya da Simson-Wallace Teoremi) olarak bilinen teoremden yararlanılarak bir geometri problemi etkinliği GSP ortamında tasarlanmıştır. Bu teoremin seçilmesinde birden fazla ve birbirinden farklı çözümlerinin olması ancak bu çözümlerin hepsinin kalem-kāđıt ortamında yapılabiliyor olması, DGY aracılığıyla ulaşılabilecek çözümlerle karşılaştırma imkânı sağlayabilecek olması etkili olmuştur. Simson Teoremi şekil 3.1'de ve devamında şekil 3.2 'de GSP ortamında hazırlanan etkinlik görseli verilmiştir.

Simson Teoremi: Verilen bir $\triangle ABC$ 'nin çevrel çemberi üzerinde alınan bir P noktasından BC , AC ve AB doğrularına indirilen dikmelerin ayakları olan X, Y ve Z noktaları doğrusaldır. Diğer bir ifade ile verilen bir üçgenin çevrel çemberi üzerinde alınan herhangi bir noktadan üçgenin kenarlarına/kenar uzantılarına indirilen dikmelerin ayakları doğrusaldır.



şekil 3.1. Simson Teoremi



Şekil 3.2. GSP Etkinlik Görseli

3.6. Veri Toplama Süreci

Veriler toplanırken veri kaybı olmaması açısından ve sürecin tamamında bilgisayar kullanılacağı için veri toplama süreci bilgisayar ortamında Zoom programı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar daha önceden belirlenen gün ve saatte program üzerinden oluşturulan görüşmeye tek tek davet edilmiştir. Bu programın tercih edilmesinde; ses/video kaydını almak için farklı bir program kullanmaya gerek kalmaması, erişimin kolay olması, katılımcıların uzaktan, araştırmacının ekranını kontrol edebilmesi başlıca etkenlerdir. Görüşmelerin tamamına matematik eğitimi alan uzmanı davet edilmiş ve görüşmeler bu uzman beraberinde gerçekleştirilmiştir. Görüşmede katılımcıya kısaca ön bilgilendirme yapılmış, sonrasında bilgisayarın fare kontrolü katılımcıya bırakılarak süreci kendi bilgisayarından yönetmesi sağlanmıştır.

Etkinlik süresince katılımcıların sesli düşünceleri istenilmiştir. Bu süreçte bütün katılımcılara görüşmenin kayıt altına alınmasında bir sakınca olup olmadığı sorulmuş ve katılımcıların hepsi kayıt altına alınmasında bir sakınca olmadığını bildirmişlerdir. Böylece etkinlik gerçekleştirilirken görüşmeler ses ve video kaydına alınmıştır. Etkinlik gerçekleştirilirken, katılımcılara yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla sorular sorulmuştur. Katılımcıların GSP ortamında gerçekleştirdikleri eylemleri sezgisel ya da bilinçli olarak gerçekleştirip gerçekleştirmediklerini tespit etmek amacıyla sondaj soruları yöneltilerek düşünme süreçleri derinlemesine analiz edilmiştir. Görüşmelerin yaklaşık bir saat sürmesi planlanmıştır. Ancak süreç, her bir katılımcının bireysel hızına göre ilerlediği için etkinlik planlanan süreden daha kısa ya da daha uzun sürmüştür. Tablo 3.3’de katılımcılarla yapılan görüşme tarihleri ve görüşme süreleri verilmiştir.

Tablo 3.3. Görüşme Tarihleri ve Süreleri

Katılımcılar	Görüşme Tarihi	Görüşme Süresi
Ö1	16.08.2022	72 dakika
Ö2	07.10.2022	55 dakika
Ö3	07.10.2022	52 dakika
Ö4	13.08.2022	99 dakika
Ö5	18.10.2022	72 dakika
Ö6	16.10.2022	65 dakika
Ö7	13.10.2022	73 dakika
Ö8	13.10.2022	57 dakika
Ö9	16.08.2022	63 dakika

3.7. Verilerin Analizi

Verilerin değerlendirilmesinde içerik analizi yapılmıştır. Böylece görüşme sonucu elde edilen verilerin düzenlenmiş ve yorumlanmış bir şekilde okuyucuya sunulması amaçlanmıştır. İçerik analizi, belirli kurallara dayalı kodlamalarla bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenebilir bir teknik olarak tanımlanır (Büyüköztürk vd., 2019). Bu kapsamda ilk olarak, kayıt altına alınan görüşmeler yazıya dönüştürülmüştür. Elde edilen veriler katılımcılardan elde edildiği şekliyle aktarılmaya çalışılmıştır. Verilerin anlamlı ve doğru bir şekilde kodlanması amacıyla, elde edilen veriler birçok kez incelenmiş ve karşılaştırmalar yapılarak tümevarımcı anlayışa göre kodlandıktan sonra temalaştırılmıştır. Temalar ile altında yer alan verilerin veya farklı temaların kendi aralarında bir bütün oluşturup oluşturmadığına karar vermek için analiz sürecinde alan uzmanı ile çalışılmış ve mutabakat sağlanmıştır.

3.8. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Nitel araştırmalarda, katılımcılarla kişisel olarak iletişime geçilerek, uzun süre zaman harcanarak, derinlemesine anlamlara ulaşmak için yürütülen araştırma sonucunda ulaşılan bilgi yapısını “anlamaya” çabalanmaktadır (Creswell, 2013). Dolayısıyla elde edilen sonuçların inandırıcılığı ve geçerliği de önemli bir ölçüt olarak kabul edilir. Genel olarak nitel araştırmalarda kullanılan farklı bakış açıları bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar nicel araştırmalardaki geçerlik ve güvenirlik terimlerine karşılık, nitel araştırmalara özgü terimlerden bahsetmektedir (örneğin; Le Compte ve Goetz (1982) iç geçerlik, dış geçerlik, güvenirlik ve tarafsızlık; Lincoln

ve Guba (1985) inandırıcılık, aktarılabirlik, güvenilebilirlik ve doğrulanabilirlik).

Nitel araştırmalarda başvurulan birçok teknik olsa da araştırmacılara geçerliğin sağlanabilmesi için Creswell ve Miller (2000) tarafından sekiz geçerlik stratejisinin üzerinde durulmuştur. Bunlar ve bu bağlamda araştırmada yapılan çalışmalar şu şekildedir:

Uzun süreli etkileşim: Araştırmacı, araştırma alanı içerisinde uzun süre kalarak, araştırmanın amacına uygun olarak neyin çekici olduğuna karar verilmesine ve katılımcılardan kaynaklanma ihtimali bulunan yanlış bilgi vermenin kontrol edilmesine olanak sağlar. Bu çalışmada araştırmacının dâhil olduğu tüm görüşme sürecinde, katılımcıların kendilerini baskı altında hissetmeden düşüncelerini rahat ve samimi bir şekilde açıklayabilecekleri yeterli zaman geçirildiği düşünülmektedir.

enleme (eşitleme): Araştırmacılar oklu ve farklı kaynakları, yöntemleri, araştırmaları ve teorileri destekleyici kanıtlar oluşturmak için kullanmaktadırlar (Creswell, 2013). Bu süreç, bir temayı veya perspektifi aydınlatmak için farklı kaynaklardan destekleyici kanıtları kapsamaktadır. Nitel araştırmacılar farklı veri kaynaklarında bir kodu veya temayı desteklemek için kanıt sunduklarında bilgiyi enlemekte ve bulgularına geçerlilik kazandırmaktadırlar.

Akran İncelemesi veya Sorgulaması: Bu strateji ile araştırma sürecinin dışarıdan kontrolü sağlanmaktadır. Lincoln ve Guba (1985) akran sorgulayıcı araştırmacının dürüst kalmasını sağlayan, yöntemler, anlamlar ve yorumlar hakkında zor sorular soran ve araştırmacının duygularını sempatik bir şekilde dinleyerek bir arınma fırsatı oluşturabilen “şeytanın avukatı” rolünde bir kişi olarak tanımlanmaktadır. Bu hakem bir akran olabilir ve hem akran hem de araştırmacı akran sorgulama seansları olarak isimlendirilen seanslara yönelik yazılı notlar tutarlar (Lincoln ve Guba, 1985).

Olumsuz durum analizi: Araştırmacı, araştırma ilerledikçe olumsuz veya uymayan kanıtlar ışığında çalışma hipotezlerini geliştirir (Anzul, Ely, Freidman, Garner ve McCormack-Steinmetz, 2003; Lincoln ve Guba, 1985; Miles ve Huberman, 1994; Patton, 1990). Tüm kanıtlar bir kodun veya temanın desenlerine uymayabilir. Öyleyse sonradan bu olumsuz analizi rapor etmek gereklidir.

Araştırmacı nyargılarının açıklanması: Çalışmanın başlangıcında araştırmacı önyargılarının açıklanması okuyucunun, araştırmacının pozisyonunun, araştırmayı etkileyen herhangi bir eğilimi veya varsayımı anlaması bakımından önemlidir (Merriam, 1988). Bu açıklamada, araştırmacı çalışmanın yaklaşımını ve

yorumlarını şekillendiren geçmiş deneyimlerine, eğilimlerine, önyargılarına ve oryantasyonlarına ilişkin yorumlarda bulunur.

Üye kontrolü: Bu strateji de araştırmacı; katılımcılardan bulguların ve yorumların inanırlığına ilişkin görüşlerini talep etmektedir. Çoğu nitel çalışmada bu yaklaşım verilerin toplanmasını, analiz edilmesini, yorumlanmasını ve sonuçların tekrar katılımcılara gönderilmesini kapsar, böylece ortaya konan açıklamalarının doğruluğu ve inanırlığı hakkında karar verilir (Creswell, 2013). Bu çalışmada katılımcılara transkriptler veya ham veriler tekrar verilmemiştir, ancak görüşme sürecinin bitiminde elde edilen çıkarımlar ve süreç geneli hakkında sözlü olarak teyit alınmıştır.

Zengin, yoğun betimleme: Bu prosedür okuyucuların, aktarılabilişliğine ilişkin karar vermelerine olanak sağlar. Araştırmacının, çalışılan ortamı ve katılımcıları detaylarıyla betimlemesi; okuyucular tarafından bilgilerin diğer ortamlara aktarılabilişmesini ve bulguların transfer edilip edilmeyeceğine karar verilmesini sağlar. Ayrıca detaylı betimleme, ayrıntıları birbirleriyle ilişkilendirmeyi ve alıntıları kullanmayı içerir (Creswell, 2013). Çalışmada ilk olarak araştırma probleminin belirlenmesi, daha sonra GSP etkinlik ortamının tasarlanması, görüşme formunun oluşturulması ve etkinliğin gerçekleştirilmesi sürecinin araştırma problemine uygun olarak ne derece katkı sağlayacağı göz önünde bulundurularak veri toplanmıştır. Veri toplama süreci, katılımcıların özellikleri ve çalışılan ortam detaylı bir şekilde yorum katılmadan, verilerin doğasına sadık kalacak şekilde betimlenmiştir.

Dış denetimler: Bu stratejide bir denetçinin hem süreci hem de çalışmaların sonucunda elde edilen çıktıları incelemeleri ve doğruluklarını değerlendirmelerini sağlamaktadır. Çıktının değerlendirilmesinde denetçi; bulguların, yorumların ve sonuçların veri ile desteklenip desteklenmediğini inceler. Bu çalışmada ise görüşmelerin tamamına matematik eğitimi alan uzmanı davet edilmiş ve görüşmeler bu uzman beraberinde gerçekleştirilmiştir.

Nitel araştırmada araştırmacılara geçerliğin sınırları için çalışmalarının “doğruluğunu” kanıtlamak için kabul edilmiş stratejileri benimsemeleri önerilir. Bu belirtilen stratejilerden en az iki tanesinin sağlanması ise nitel bir çalışmayı geçerli kılmaktadır. Bu çalışmada bu stratejilerden dört tanesi sağlanmaya çalışılmıştır.

Nitel bir çalışmada güvenilirliği sağlamak için nicel araştırmalardan farklı olarak, davranıştaki tutarlılıktan ziyade yapılan gözlemin doğruluğuna bakılır. Bu

nedenle güvenilirlik, araştırmacının çalıştığı ortamda meydana gelen her şeyi veri olarak kaydetmesidir (Büyüköztürk vd., 2019). Nitel bir çalışmada ses ve görüntü kayıtlarının tutulması, resimlerin çekilmesi, katılımcılardan alıntılar yapılması ve alıntıların ekleme yapılmadan olduğu gibi verilmesi güvenilirliği artırmaktadır. Nitel araştırmalarda güvenilirliği artırmada en kullanışlı yöntemlerden biri üye kontrolü, bir diğeri ise araştırmanın her bir aşamasının detaylı bir şekilde betimlenmesidir. Ayrıca verilerin kayıt edilmesinde ve birden fazla veri kaynağının kullanılması sonuçların güvenilirliğine ilişkin bilgi verecektir (Büyüköztürk vd., 2019).

Bu çalışmada veri kaynağının birden fazla olması, üye kontrolünün yapılması, katılımcıların süreç içerisindeki bütün süreçlerinin sesli ve görüntülü kayıt altına alınması ve araştırmanın her bir aşamasının yoğun ve detaylı bir şekilde tanımlaması ile güvenilirlik sağlanmaya çalışılmıştır.

4. BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde bulgulara yer verilmiştir. Üç araştırma alt problemi ayrı ayrı değerlendirilerek elde edilen bulgular ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Katılımcı matematik öğretmen adaylarının problem çözme süreçleri üç aşamada incelenmiştir. İlk olarak GSP ortamında problemin anlaşılması süreci, ikincide GSP ortamında plan yapma ve planı uygulama süreci ve son olarak ise GSP ortamında çözümün değerlendirilmesi süreci ayrı birer başlıkta ele alınmıştır. Bulgularda katılımcılarla gerçekleştirilen görüşmelerdeki diyaloglara yer verilmiştir. Bu diyaloglarda araştırmacı “A”, dokuz katılımcı ise sırasıyla “Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9” kodları ile temsil edilmiştir.

Araştırma alt problemlerine uygun olarak bulgular üç tema altında toplanmıştır (Tablo 4.1). Her bir kategori ise ilgili temanın alt başlığı olarak sunulmuştur. Bu kategorilerden görselleştirme ve sürüklenme kategorileri ise sürecin her bir aşamasında rol aldığı için tek bir tema altında verilmemiştir. Her bir aşamada görselleştirmenin rolü ve katılımcıların sürüklemeyi hangi aşamada nasıl kullandıkları her bir alt temada detaylıca betimlenmiştir.

Tablo 4.1. Kod-Kategori-Tema Tablosu

Kod	Kategori	Tema
“problemi anlamamışım”(Ö4, Ö6) “dikkatli okumamışım”(Ö2, Ö9) “kavramların hepsini biliyorum”(Ö2, Ö7) “dikkat etmedim”(Ö9) “üçgen yerine üçgensel bölge aldım”(Ö5)	Verilenleri, istenenleri ve varsa koşulu belirleme	Problemi Anlama
“kenarorta dikmelerin kesim noktası”(Ö8) “açıortayların kesim noktası”(Ö6) “kenarortayların kesim noktası”(Ö7) “yüksekliklerin kesim noktası”(Ö3)	Çevrel Çemberi Oluşturma	
“P noktasını çevrel çemberin üzerinden alma”(Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9) “P noktasını çevrel çemberin içinden alma”(Ö4)	P Noktasının Yerini Belirleme	Plan Yapma ve Planı Uygulama
“hayal edemedim”(Ö5, Ö7) “gözümde canlamadı şuan”(Ö1) “görmek için çizmem gerekiyor”(Ö5, Ö9)	Görselleştirme	
“P noktasını hareket ettirme”(Katılımcıların tamamı) “üçgenin köşelerini hareket ettirme”(Ö1)	Sürüklenme	
“dikme ayağı ve dikme uzunluğu aynı”(Ö7, Ö8) “doğrudaş gibi gözüktü”(Ö7) “doğrusal gibi”(Ö3, Ö8) “sezgisel tahmin”(Ö1, Ö7, Ö9) “iki noktayı birleştirip doğru çizme”(Ö1, Ö2, Ö9)	Dikme Ayakları	

“eğim bulma”(Ö1, Ö3, Ö4, Ö8)		
“doğru açı ölçme”(Ö2, Ö3, Ö9)		
“iç ters açıları bulma”(Ö4, Ö7, Ö9)	Farklı Çözüm	
“üç noktadan çember geçer”(Ö1)	Bulma	
“üçgen eşitsizliğini kullanma”(Ö2, Ö5)		Değerlendirme
“paralel doğru çizme”(Ö6)		
“simetri, döndürme, öteleme”(Ö1, Ö5)		
“verilenlerle istenenleri yer değiştirme”(Ö1)	Yeni Bir	
“çevrel çember yerine iç teğet çemberi kullanma”(Ö5, Ö6)	Problem	
“doğrusallık ilişkisi yerine P noktasını sorma”(Ö2, Ö9)	Kurma	

4.1. GSP Ortamında Problemin Anlaşılması Süreci

Verilen problem durumunun anlaşılıp anlaşılmadığının tespit edilebilmesi için katılımcılardan ilk olarak problem durumunu sesli olarak okuyup, problemi kendi cümleleriyle ifade etmeleri istenilmiştir. Daha sonra katılımcılara, verilenler, istenilenler, koşullar ve problem durumunda bilinmeyen bir kavram ya da durum olup olmadığı sorulmuştur. Katılımcıların problemi anlama sürecinde, problemi dikkatli okumadıkları, problemde istenileni anlamadıkları ya da bilinmeyen bir kavram olup olmadığının belirlenmesinde, problemde bilmedikleri bir kavram olmasına rağmen (örneğin dikme ayağı kavramı) bildiklerini düşündükleri belirlenmiştir.

Katılımcılardan Ö4 ilk olarak problemi sesli olarak okumuştur. Daha sonra problemde verilenleri, istenenleri ve koşulları belirlemeye çalışmıştır. Ö4, önce

“Herhangi bir çevrel çember vermiş, bu çevrel çember üzerinde de bir P noktası alıyorum. Bu P noktasının da kenarlarına ya da kenar uzantılarına dikmeler çiziyorum ve bu çizdiğim dikmeler arasındaki ilişkiyi soruyor bana ve bunun sebebini açıklamamı istiyor”

şeklinde problemi açıklamıştır.

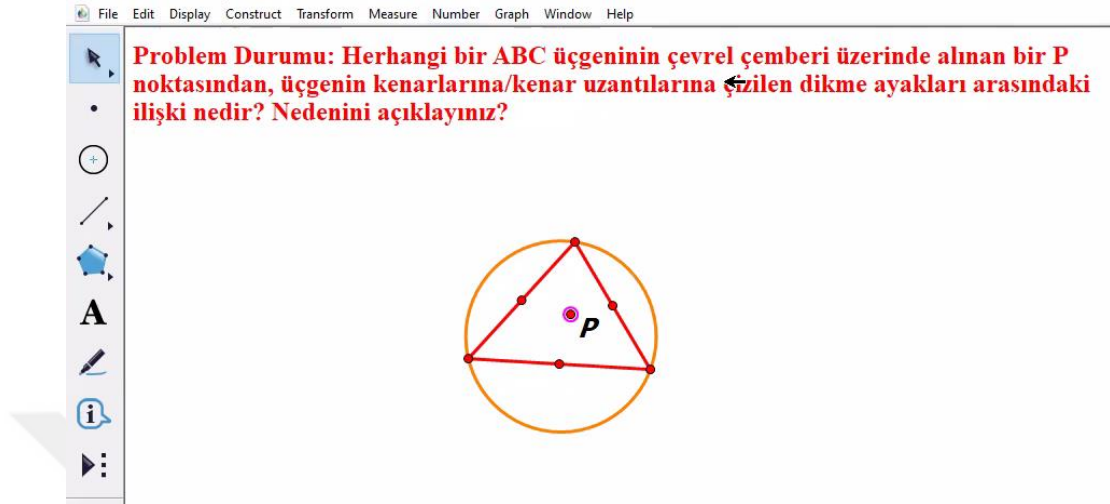
Katılımcının problemi dikkatli bir şekilde okumadığı düşünülmüştür. Ancak daha sonra;

“Öğrencinin ilk önce çevrel çemberin ne olduğunu bilmesi gerekiyor, bu zaten soruda bize çevrel çember denilmiş, ama öğrenci çevrel çemberi bilmediği zaman zaten problemin başında bunu yapamaz. Bu kenarlardan, hani herhangi bir kenardan bir P noktası alacak, bu verilmiş bize. Daha sonra bu P noktasından da işte o kenarlara ve ayaklardan kenar uzantılarına dikme çizmemi istiyor. Benden istediği bu. Bilinmeyenimiz ise aralarındaki ilişki bu dikme ayakları”

demiştir.

Yaptığı açıklamalardan problemin anlaşılmadığı fark edilmiştir. Ancak bu durumda katılımcıya müdahale edilmemiştir. Etkinliğin devamında ise katılımcı

sözel olarak ifade ettiklerini, görsel üzerinde de yapmış ve problemde üçgenin çevrel çemberi üzerinde alması gereken P noktasını, üçgenin iç bölgesinde almıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Ö4'ün P noktasını çevrel çemberin içinden almasına ilişkin görsel.

Bunun üzerine kendisi ile aşağıdaki görüşme gerçekleşmiştir:

A: “ P nasıl bir nokta?”

Ö4: “Kendi seçtiğimiz keyfî bir nokta.”

A: “Peki nereden seçtiğimiz bir nokta?”

Ö4: “Çevrel çemberin herhangi bir yerinde (Problemi içinden tekrar okudu) çevrel çemberin üzerinde alınan diyor, ben orayı kaçırmışım.”

Katılımcı, P noktasını sürükleyerek çevrel çemberin üzerine getirmeye çalışmış ancak üçgenin köşelerinden B köşesini hareket ettirdiğinde P noktası çevrel çemberin üzerinde kalmamıştır. Yani P noktasını sürükleyerek çevrel çemberin üzerine getirdiğinde, görsel olarak P noktası çevrel çemberin üzerinde olmasına rağmen, oluşturulma aşamasında P noktası keyfî olarak seçildiği için üçgen veya elamanlarından herhangi bir tanesi hareket ettirildiğinde çevrel çemberin üzerinde olmamıştır. Bunun üzerine Ö4, “Burdan daha çıkabileceğini düşünmüyorum şuan. Yani içerisinde bir nokta aldım. Ben bunu hareket ettirsem de büyük ihtimal buda (P noktası) kayacak” demiştir.

Katılımcı tarafından problem tekrar okunmuş ve problemin anlaşılmadığı fark edilmiştir. Daha sonra Ö4, P noktasını çevrel çemberin üzerinde alarak sürece devam etmiştir.

Katılımcılardan Ö2 de benzer şekilde problemi dikkatli bir şekilde

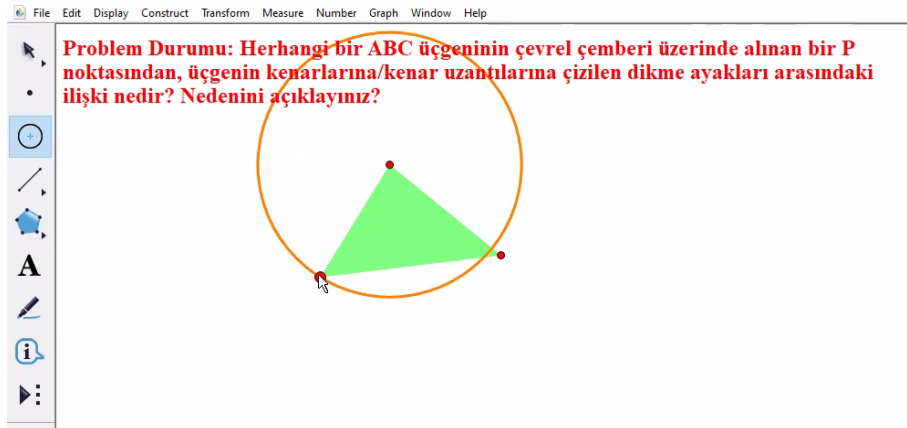
okumamıştır. “Çevrel çemberden üçgene dikmeler çizeceğim. Sanırım her noktasından mı?... Limit kavramı gibi düşünüyorum, sonsuz tane çizgi olacak ve onların arasındaki ilişkiyi soracak gibi düşünüyorum bize, ama doğru mu düşünüyorum acaba?” diyerek P noktasını çevrel çember üzerinden alması gerektiği kısmına dikkat etmemiştir. Ancak planı uygulama aşamasında, problemde verilenleri sırasıyla şekil üzerinde oluştururken P noktasını çevrel çember üzerinde almıştır.

Ö9 ise problemi ilk önce sesli olarak okumuş, daha sonra ise

“Şimdi ABC üçgeni üzerinden alıyorum P noktasını, çevrel çemberinin üzerinden alıyorum. Çevrel çemberin merkezi... Himm... Kenarorta dikmelerdi dimi. Evet kenarorta dikmeler. P noktasını aldım. Üçgenin kenarlarına kenar uzantılarına çizilen... Himm üçgenin kenarlarına kenar uzantılarına... Kenarortadan mı bahsediyor? P noktasından üçgenin kenarlarına kenar uzantılarına dikilen dikler...”

diye sesli düşünerek anlamaya çalışmıştır. Katılımcı problem durumunda verilenleri okumuş ve sonra düşünmüş, daha sonra “çizersem daha iyi görebilirim” diyerek; Ö3 ise “Çevrel çember üzerinden bir tane P noktası alıyorum. Himm... kenarlarına... ve kenar ayaklarını buluyorum ikisinde bunlar verilmiş. Sonra da ilişkiyi görmeye çalışacağım” diyerek verilenleri görselleştirmek istemiştir.

Diğer katılımcılardan da benzer şekilde Ö1 “...nasıl bir ilişki olduğu gözümde canlanmadı şu an...”, Ö7 “...hayal edemedim ya, hayal ettim de ilişkiyi göremiyorum şu an...” Ö5 ise “...şöyle bir resmedebilir miyim?” şeklinde problemi anlamak için görselleştirmeleri gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu katılımcı üçgen yerine üçgensel bölge almıştır. Üçgenin kenarları ile ilgili orta noktasını bulma gibi işlemler yapmak istediğinde ise, kenar olmadığı için herhangi bir işlem yapamamış ve çevrel çemberin merkezini herhangi bir yerden alarak üçgenin köşelerinden geçecek şekilde çizmeye çalışmıştır (Şekil 4. 2).



Şekil 4.2. Ö5’in üçgensel bölge alması ve çevrel çemberin merkezini keyfi olarak seçip üçgenin köşelerine denk getirmeye çalışmasına ilişkin görsel.

Ö5'in oluşturduğu görsel üzerine araştırmacı ile arasında aşağıdaki görüşme gerçekleşmiştir:

A: “Çizdiğimiz şekil sizce bir üçgen mi?”

Ö5: “Evet, üç noktadan geçiyor, kapalı, üçgen değil mi?”

A: “Peki üçgen ile üçgensel bölge aynı şey midir?”

Ö5: “Üçgen ve üçgensel bölge...”

A: “Aynı şey mi?”

Ö5: “Değil, ne farkı var?”

A: “Peki senin çizdiğin ne? Bu bir üçgeni mi gösteriyor yoksa fazlasını mı?”

Ö5: “Daha fazlasını gösteriyor, içi taralı bir şekilde çizili.”

Katılımcı daha sonra üç nokta alıp bunları birleştirerek bir üçgen oluşturup sürece devam etmiştir.

Ö8 problemi sesli olarak okuduktan sonra, problemde verilenleri sırasıyla görsel üzerinde uygulamaya başlamıştır. Ö6 ise problemi sesli olarak okuduktan sonra verilenleri doğru bir şekilde ifade etmiştir. Ancak istenileni “Çevrel çember üzerinden herhangi işte, ...kenarlara... AB kenarına, AC kenarına sabit bir noktadan, BC kenarına... çizilen dikmelerin uzunlukları arasındaki ilişkiyi bulmamızı istiyor” şeklinde ifade etmiştir. Problemi sessiz olarak okuduktan sonra ise “Hımm... uzunluk değil, aslında farklı bir ilişki de olabilir, uzunluk demiyor. Bir ilişki bulmamız gerekiyor aslında. Uzunluk da olabilir, farklı bişey de olabilir” diyerek istenilen ilişkinin uzunluk olması gerekmediğini fark etmiştir.

Ayrıca katılımcıların tamamı “dikme ayağı” kavramını uzunluk olarak algılamışlar ve dikme ayağı kavramını dikme uzunluğu olarak kullanmaya çalışmışlardır. Dikme ayağı kavramının bilinmemesi durumunda süreç sonlanacağı için çeşitli yöntemlerle (keşfetme, analogi) dikme ayağı kavramının ne olduğu fark ettirilmiş ve sürece devam edilmiştir.

4.2. GSP Ortamında Plan Yapma ve Planı Uygulama Süreci

Verilen problem bir geometri problemi olduğu için katılımcıların tamamı verilenleri GSP ortamında oluşturmayı seçmişlerdir. Ö5, verilen problemi okuduktan sonra

“Üçgenin çevrel çemberi üzerinde. O zaman ilk öncelikle çevrel çemberi çizip, ya da ABC üçgenini çizip, kenarlarından çemberi geçirmemiz lazım, çevreleyecek şekilde. Şimdi bu çizim esnasında hangisini çizip ondan sonra da diğerine geçebilirim onu bir düşünüyorum”

demiş, Ö4 ise

“Öğrencinin ilk önce çevrel çemberin ne olduğunu bilmesi gerekiyor, bu zaten soruda bize çevrel çember denilmiş ama öğrenci çevrel çemberi bilmediği zaman zaten problemin başında bunu yapamaz. Bu kenarlardan hani herhangi bir P noktası alacak bu verilmiş bize. Daha sonra bu P noktasından da işte o kenarlara ve ayaklara, kenar uzantılarına dikme çizeceğiz”

şeklinde düşüncelerini ifade etmiştir. Ö3, *“Önce üçgen çizeceğim. Sonra kenarorta dikmeleri ile merkez noktayı bulup çevrel çemberi çizeceğim. Ondan sonra da şekle bakıp ona göre yorum yapmaya çalışacağım.”* diyerek şekil çizmeyi ve sonra şekle göre yorum yapmayı seçmiştir. Ö7 de benzer şekilde *“ABC üçgenimiz var, üçgenin çevrel çemberinin olduğunu biliyoruz. Çevrel çemberin üzerinde bir P noktası var, sonrasını biz oluşturacağız.”* diyerek verilenleri şekil üzerinde oluşturup sonrasında oluşacak olan şekle göre yorum yapmayı düşünmüştür. Bunun üzerine Ö7 ile araştırmacı arasında şu görüşme geçmiştir:

A: *“Problemin çözümü için şekil çizmek dışında başka bir çözüm yolu kullanmayı düşünüyor musunuz?”*

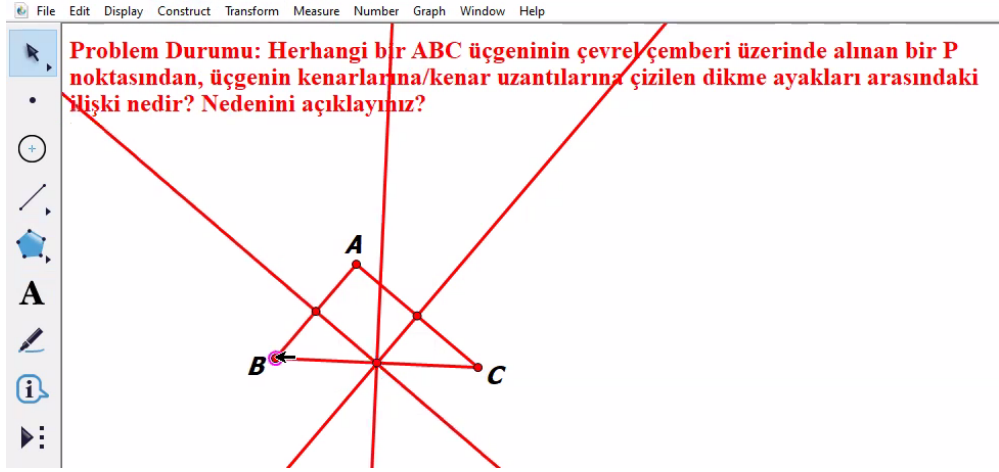
Ö7: *“Geometri problemi olduğu için çizerek görmek daha uygun olacak gibi duruyor, onun dışında başka çözüm yolu şuan yok”*

Ö9, problemde verilenleri okuyup, okuduktan sonra GSP ortamında şekli oluşturmaya başlamıştır.

Bu aşamada katılımcıların seçtikleri stratejiyi uygulama süreçleri elde edilen bulgulara göre kategorilere ayrılmıştır. Bu kategoriler çevrel çemberi oluşturma, P noktasının yerini belirleme ve dikme ayakları arasındaki ilişkinin bulunmasıdır.

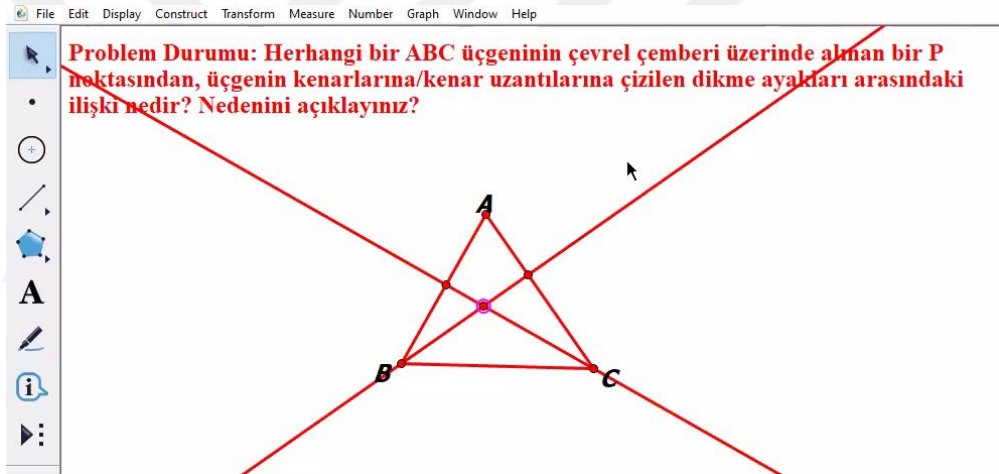
4.2.1. Çevrel Çemberi Oluşturma

Katılımcılardan Ö4, *“Burada ben çevrel çemberi çizebilmem için öncelikle buradaki kenar orta dikmelerini almak zorundayım.”*, Ö9 *“...direk çember çizmeyeyim, kenarorta dikmelerden gideyim”*, Ö1 üçgeni oluşturduktan sonra *“Kenarorta dikmelerini buluyorum, çünkü çevrel çemberin merkezi için ihtiyacımız var.”*, Ö8 ise *“ABC üçgeninin kenarorta dikmelerini bulacağım”* ve *“Şu üçünün kesim noktası, merkezi burası olacak”* diyerek problemi çözmeye başlamışlardır. Ö8, Şekil 4.3’deki gibi kenarorta dikmelerin kesim noktasının çevrel çemberin merkezi olduğunu ifade ederek görselleştirmiştir.



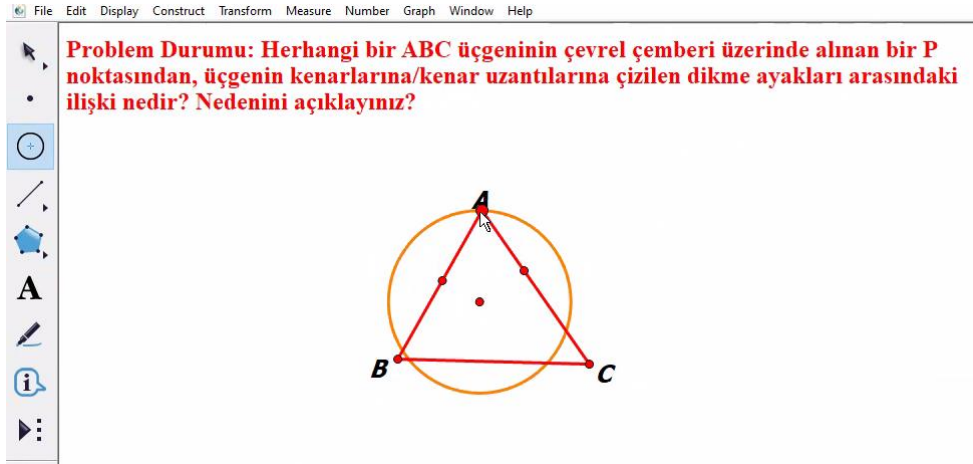
Şekil 4.3Ö8'in çevrel çemberin merkezini bulmasına ilişkin görsel.

Ö3, Şekil 4.4'deki gibi yüksekliklerin kesim noktasını çevrel çemberin merkezi olarak almıştır.



Şekil 4.4. Ö3'ün yüksekliklerin kesim noktasını işaretleyerek bu noktayı çevrel çemberin merkezi olarak bulmasına ilişkin görsel.

Çember oluşturmak istediğinde ise Ö3, Şekil 4.5'deki gibi oluşturulan çemberin üçgenin bütün köşelerini kesmediğini fark etmiştir.



Şekil 4.5. Ö3'ün yüksekliklerin kesim noktasından çizdiği çember.

Bunun üzerine Ö3 ile araştırmacı arasında aşağıdaki görüşme gerçekleşmiştir:

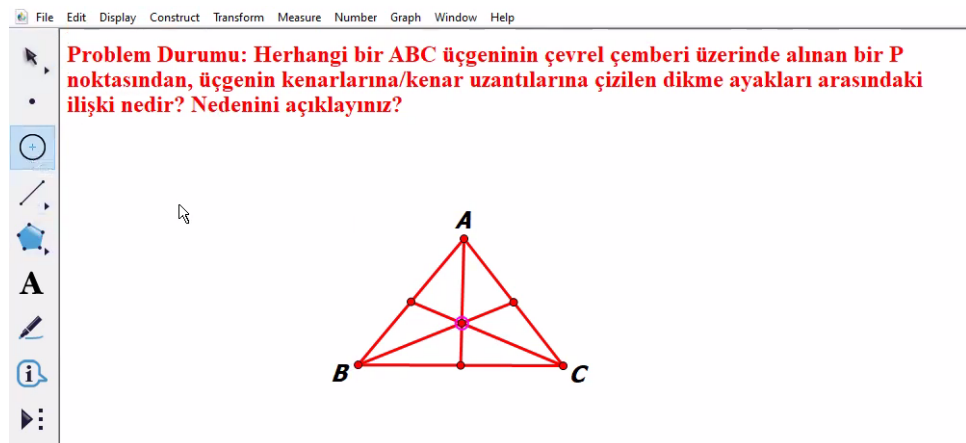
Ö3: “Çevrel çember olmadı”

A: “Sizce neden olmadı?”

Ö3: “Birşeyi yanlış düşündüm. Çevrel çemberi yanlış düşündüm o zaman, kenarorta dikmeleri. Kenarortalarını bulup sonra dikmeleri çizmeliydim. Doğru düşünüp yanlış yaptım.”

Ö3 daha sonra yüksekliklerin kesim noktası yerine kenarorta dikmelerin kesim noktasını çevrel çemberin merkezi olarak düşünmüş ve çevrel çemberi oluşturmuştur.

Ö7 ise kenarortayların kesim noktasının çevrel çemberin merkezi olduğunu düşünerek Şekil 4.6'daki gibi çevrel çemberi oluşturmak istemiştir.



Şekil 4.6. Ö7'nin kenarortayların kesim noktasına bulmasına ilişkin görsel.

Bunun üzerine Ö7 ve araştırmacı arasında aşağıdaki görüşme gerçekleşmiştir.

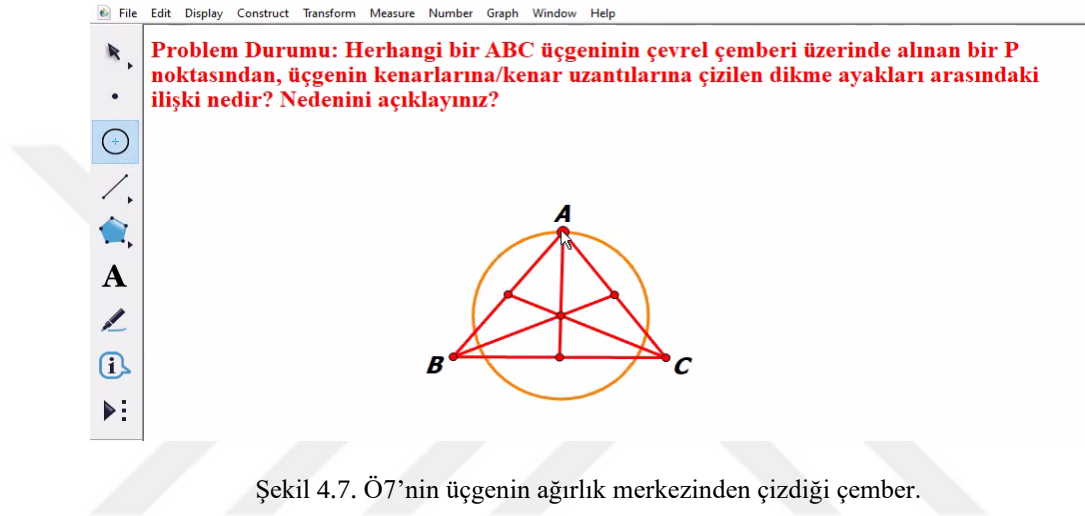
Ö7: “...öncelikle merkezini bulmam gerekiyor ki çevrel çemberi çizebileyim, ama işte

kenarortayların kesim noktası mıydı yoksa kenarorta dikmelerin kesişim noktası mıydı onu şu an hatırlayamıyorum.”

A: “Düşündüklerinizi GSP ortamında test edebiliriz.”

Ö7: “Kenarortayların kesişim noktası olma ihtimali daha yüksek gibi geliyor bana.”

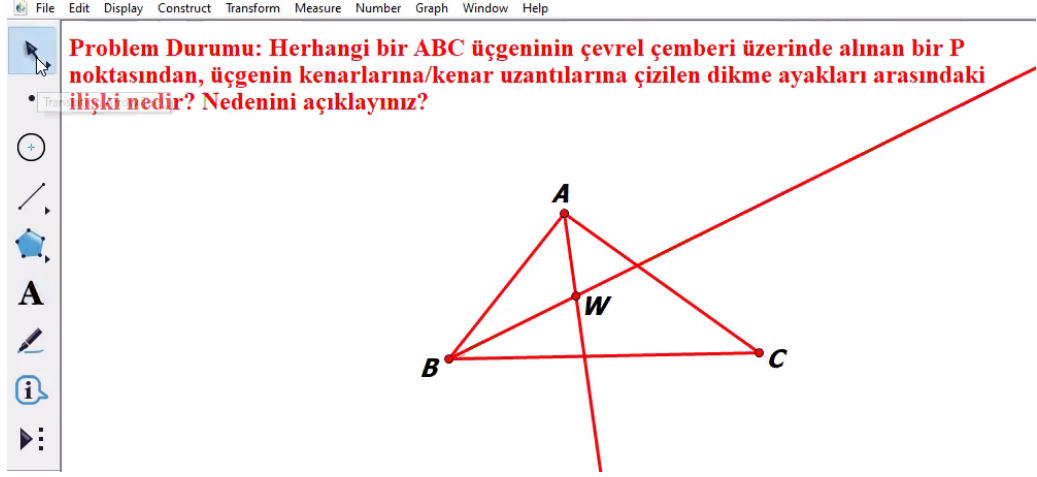
Daha sonra bulunan kesim noktasını merkez kabul eden çemberi oluşturmak istediğinde ise çemberin üçgenin bütün köşelerini kesmediğini Şekil 4.7’deki gibi fark etmiş ve “O değilmiş, diğerini çizeceğim şimdi.” şeklinde düşüncesini ifade etmiştir.



Ö6, açılırtayların kesim noktasının çevrel çemberin merkezi olduğunu düşünmüş ve ABC üçgenini oluşturduktan sonra,

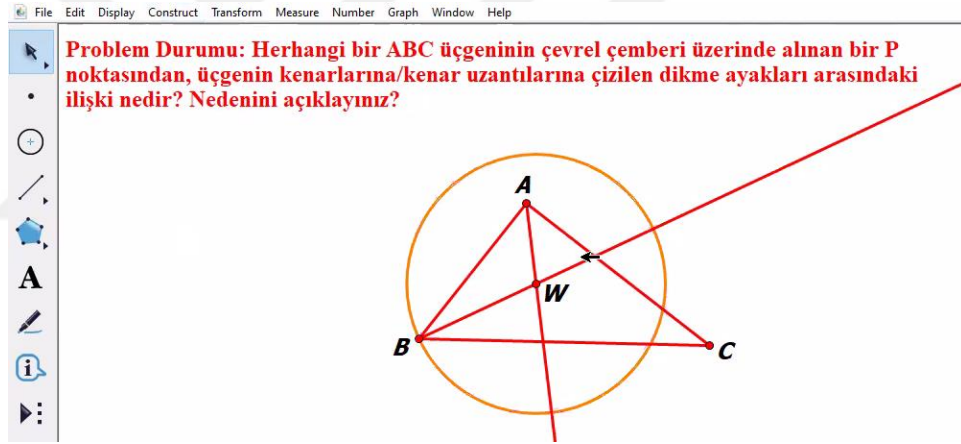
“Şimdi bunun çevrel çemberini bulmam gerekiyor. Çevrel çemberde merkezinden gidebilirim. Çevrel çemberin merkezi de açılırtayların kesişim noktası oluyordu yanlış hatırlamıyorsam. Bu yüzden açılırtay bulmam lazım çevrel çembere ulaşmak için. İki tane oluşturmam yeterli, zaten üçüncünün de ordan geçeceğini bildiğim için.”

diyerek düşüncesini Şekil 4.8’deki gibi görselleştirmiştir.



Şekil 4.8. Ö6'nın açıortayların kesim noktasını bulmasına ilişkin görsel.

Daha sonra, oluşturduğu görselde belirlediği W noktasını merkez kabul eden çemberi çizmek istediğinde ise üçgenin bütün köşelerini kesmediğini Şekil 4.9'daki gibi fark etmiştir.



Şekil 4.9. Ö6'nın iç açıortayların kesim noktasını merkez kabul ederek çizdiği çember.

Bunun üzerine Ö6 ve araştırmacı arasında aşağıdaki görüşme gerçekleşmiştir:

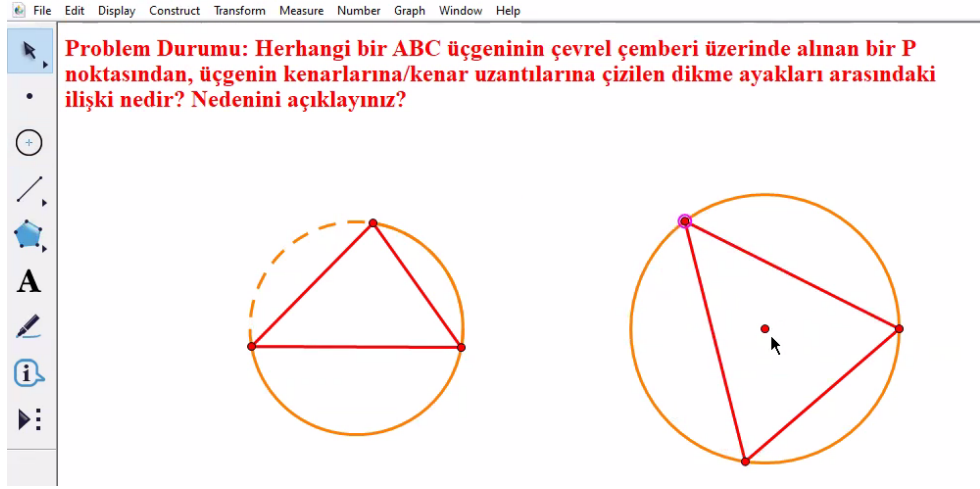
Ö6: “Bu olmadı, büyük ihtimal karıştırdım çünkü.”

A: “Neden olmadı?”

Ö6: “Açıortayların kesişimi iç teğet çemberin merkezidi çünkü... Dış teğet çemberin merkezi... Çevrel çemberin merkezi neylerin kesişimiydi? Hımm... (Biraz düşündükten sonra) Kenarorta dikmelerin kesişimiydi sanırım ya, orda hata yaptım. O bilgiyi hatırlayamadım şu an, onu karıştırdım.”

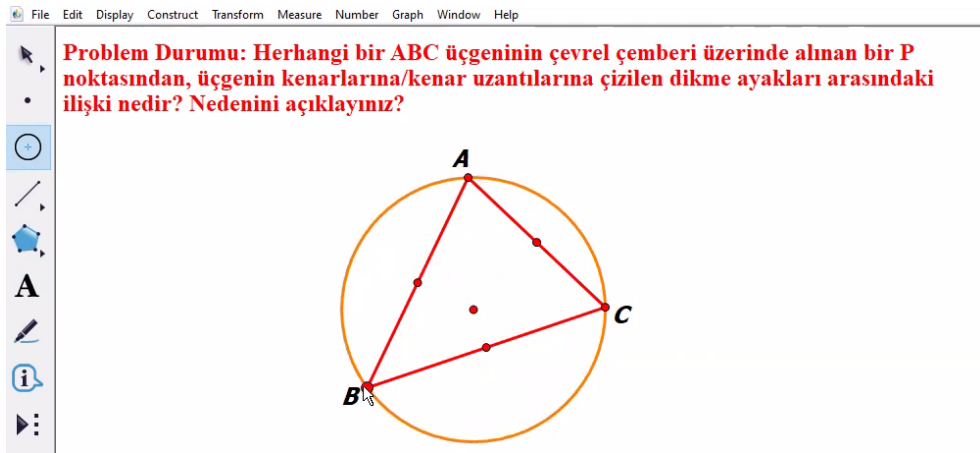
Katılımcılardan farklı olarak Ö2, kenarorta dikmelerin kesim noktasını bulmadan önce, ilk olarak bir çember oluşturmuş, sonra bu çember üzerinde üç tane nokta alarak bu noktaları birleştirmiş ve (ABC) üçgeni Şekil 4.10'daki gibi

oluşturmuştur.



Şekil 4.10. Ö2'nin çevrel çemberi oluşturmaya ilişkin görsel.

Ö5 ise “Çevrel çember dediğimiz şey... Bir üçgen çizeceğiz, o zaman üçgenin tüm köşelerinden geçen bir çember... Çevrel çember kenarorta dikmelerin kesim noktasıydı galiba öyle hatırlıyorum, dikmelerin kesim noktası” ifadeleriyle çevrel çemberin merkezinin kenarorta dikmelerin kesim noktası olduğu bilgisini hatırlamakta zorlanmıştır. Ö5 daha sonra kenarorta dikmeleri Şekil 4.11'deki gibi oluşturmuş ve kesim noktalarını çemberin merkezi olarak kabul ederek çemberi oluşturduğunda üçgenin üç köşesi ile de kesiştiği için çevrel çember olduğunu düşünmüştür.



Şekil 4.11. Ö5'in oluşturduğu çevrel çember.

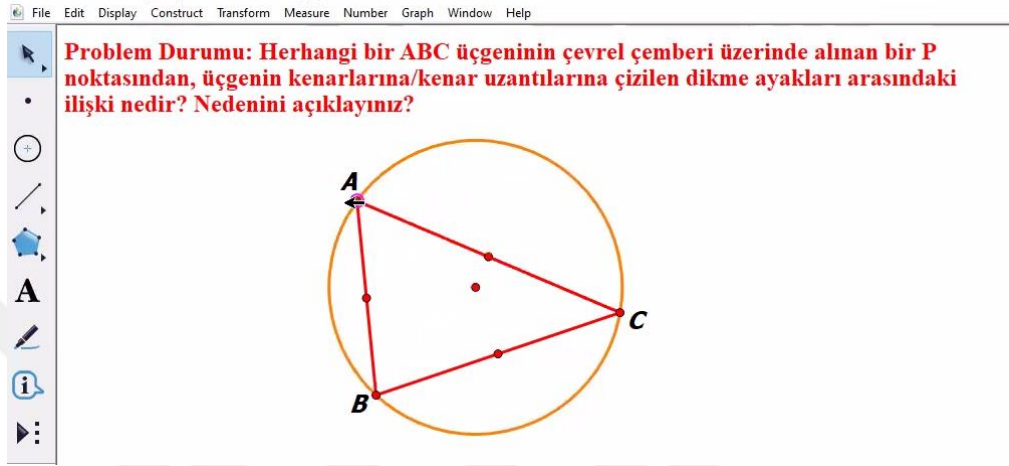
Bunun üzerine Ö5 ve araştırmacı arasında aşağıdaki görüşme gerçekleşmiştir:

Ö5: “Tamamdır bu çevrel çemberimiz.”

A: “Bu çember ABC üçgeninin çevrel çemberi midir peki?”

Ö5: “O zaman A, B, C noktalarından birini hareket ettireyim...”

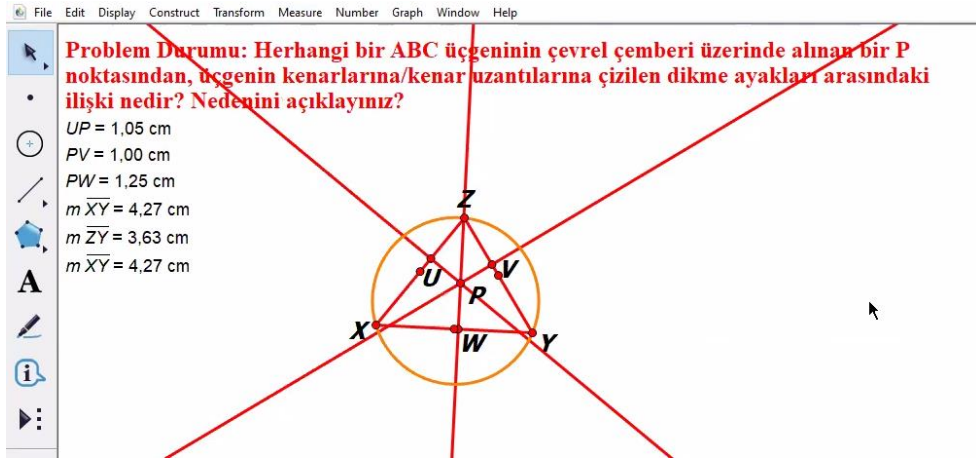
Katılımcı üçgenin A köşesini Şekil 4.12’deki gibi sola doğru sürükleyerek oluşturduğu çemberin üçgenin köşelerinde kalıp kalmadığını “Evet, çevrel çemberidir.” diyerek test etmiştir. Burada GSP’nin sürükleme özelliği, ulaşılan yargıların doğrulanmasını sağlamıştır.



Şekil 4.12. Ö5’in üçgenin A köşesini sola doğru sürüklemesi.

4.2.2. P Noktasının Yerini Belirleme

Çevrel çember oluşturulduktan sonra, çember üzerinde bir P noktasının alınması gerektiğinde Ö4, P noktasını çevrel çemberin üzerinden değil Şekil 1’deki gibi çemberin içinden almıştır. Daha sonra ise, aşağıda Şekil 4.13’deki gibi bu P noktasından üçgenin kenarlarına dikmeler çizmiştir.



Şekil 4.13. Ö4’ün üçgenin içinde aldığı bir P noktasından kenarlara çizdiği dikmeler.

Bu süreçte araştırmacı ve Ö4 arasında aşağıdaki görüşme geçmiştir:

Ö4: “O zaman buradaki P noktasından kenarlarına/kenar uzantılarına dikmeler çizeceğim. Benden UP , PV ve PW arasındaki ilişkiyi istiyor. Ben burda uzunluklarına baksam, üçgenin uzunluklarına da. Bir de üçgenin çevresini bulmaya çalışsam.”

A: “Neden çevresini bulmak istiyorsun?”

Ö4: “Yani çevrel çemberde çevre ile alakalı bir ilişki olabilir, alanla alakalı bir ilişki olabilir. Ona bakmak için çevreyi bulmak istedim.”

Ö4, P noktasını üçgenin iç bölgesinden almıştır ve dikme ayakları yerine ise dikme uzunluklarını almıştır. P noktasını hareket ettirerek bu uzunluklar arasında bir ilişki bulmaya çalışmıştır. Problemi birkaç defa okuduktan sonra P noktasını yanlış yerde aldığını fark etmiştir. Bunun üzerine araştırmacı ve katılımcı arasında aşağıdaki görüşme geçmiştir:

Ö4: “Ben içerisinde bir nokta alacağımı düşünüp ilerlemeye çalıştım, ama P noktasını herhangi bir yerde alarak hata yaptım.”

A: “Peki P yi nerden alman gerekiyordu?”

Ö4: “Çemberin üstünde almam gerekiyordu.”

A: “Peki bundan sonraki süreç hakkında ne düşünüyorsun?”

Ö4: “Yani burdan daha çıkabileceğini pek düşünmüyorum şuan, yani içerisinde bir nokta aldım, ben bunu hareket ettirsem de büyük ihtimal bu da, P noktası da kayacak.”

Ö4 dışında diğer katılımcılar ise çevrel çember üzerinde bir nokta alarak sürece devam etmişlerdir.

4.2.3. Dikme Ayakları

Dikme ayakları arasındaki ilişkinin bulunması, dikme ayaklarının çizilmesi ve dikme ayakları arasındaki ilişkinin belirlenmesi olarak iki alt başlık altında incelenmiştir.

4.2.3.1. Dikme Ayaklarının Çizilmesi

P noktası çevrel çember üzerinde olduğu için üçgenin kenarlarına/kenar uzantılarına dikme ayağı çizilmek istenildiği zaman bu dikme ayaklarından bazıları üçgenin kenar uzantıları üzerinde olmak zorundadır. Katılımcılardan Ö4, P noktasını doğru yerde düşündükten sonra, üçgenin kenarlarına dikmeler çizmek istediğinde üçgenin kenarı ile kesişmediğini görünce çizdiği dikmeyi silmiş ve araştırmacı nedenini sorduğunda ise “Yanlış olabileceğini, aa... Doğru aslında. Bir an yanlış yaptım gibi düşündüm, bunun uzantısının orayı da kesebileceğini düşünemedim” demiştir.

Katılımcılardan Ö9, problemi dikkatlice okumadığını bu süreçte fark etmiştir.

Araştırmacı ile aralarındaki görüşme şöyledir:

Ö9: “Tamamdır bir P noktası seçtim. Üçgenim var. Hımm... Diyor ki, çevrel çemberini çizdim. Üçgenin kenarlarına kenar uzantılarına çizilen dikme ayakları... Üçgenin kenarlarına ya da kenar uzantılarına çizilen dikme ayakları... Kenarlarından ya da kenar uzantılarından, yani bu doğru üzerinden de (AC kenarının uzantısını göstererek) alabilirim. Çizilen dikme ayakları... Yani, A 'ya ya da C 'ye çizilen dikme ayaklarından mı bahsediyor. Yok, onlar köşeler.”

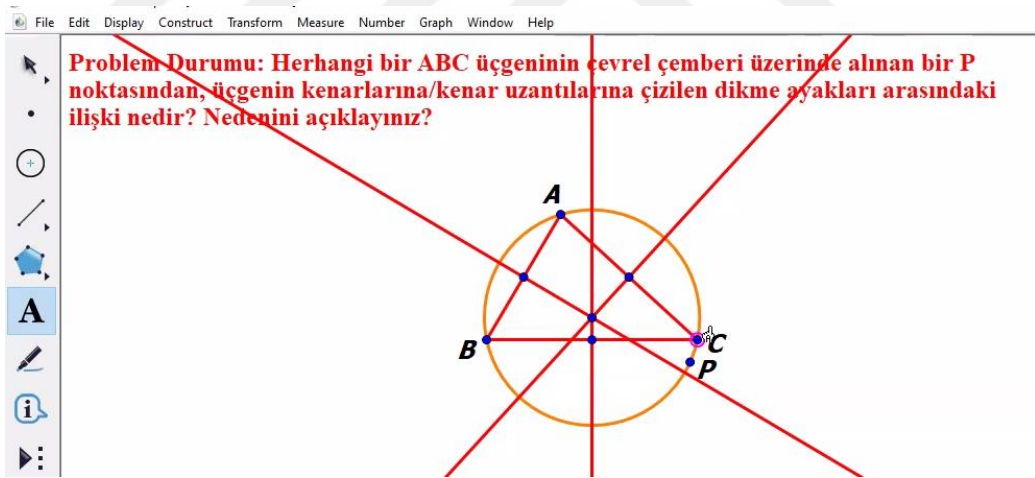
A: “Soruda ne diyor?”

Ö9: “Şimdi üçgenin kenarlarına çizilen dikme ayaklarından bahsediyor zaten şu dikmelerden bir tanesi (AC kenarına ait kenarorta dikme doğrusunu gösteriyor) çizdiğim. Çevrel çemberin merkezi dikmelerden bir tanesi değil midir hocam? O şekilde çizilen bir dikme, ama dikme ayaklarından kastını anlamadım.”

A: “Soruyu bir daha okuyalım mı, ne diyor soruda?”

Ö9: (Soruyu dikkatlice okumuştur). “Evet, soruyu okumamışım. P noktasından üçgenin kenarına çizilen dikme ayakları arasındaki ilişkiyi arıyorum. O zaman üçgenin kenarlarına P noktasından dikmeler çizmeliyim.”

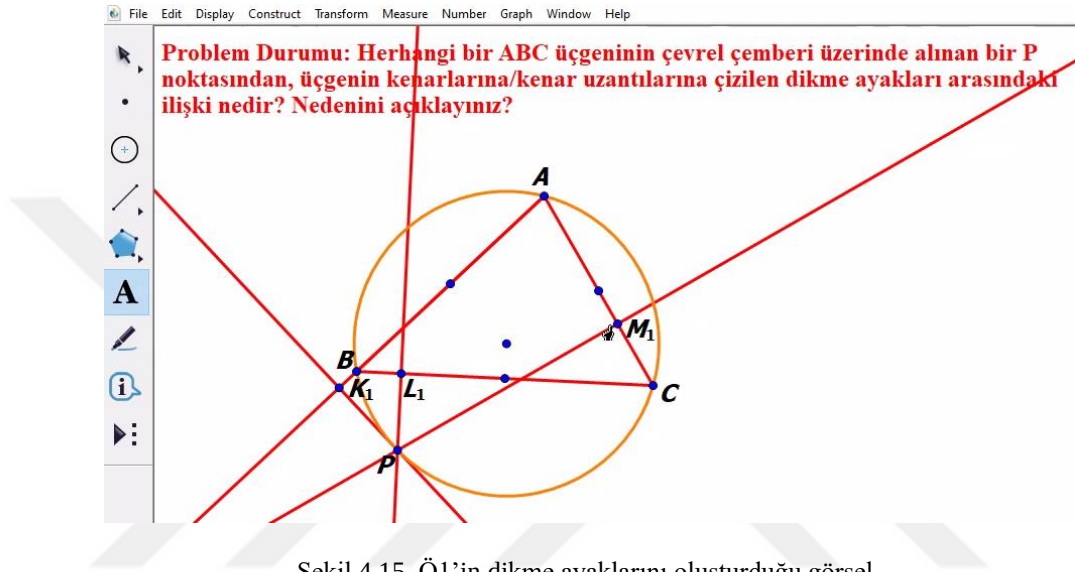
Katılımcının bu süreçteki görseli ise Şekil 4.14'deki gibidir.



Şekil 4.14. Ö9'un P noktasından üçgenin kenarlarına kenar uzantılarına dikme ayaklarını çizme sürecine ilişkin görsel.

Ö1 ise, dikme ayaklarını oluştururken problemi sesli olarak okumuş ve “Hımm... Buradan kenarlarlara herhangi bir şekilde mi çezeceğim yoksa dik bir şekilde mi çezeceğim P noktasından?” demiştir. Bunun üzerine araştırmacı dikme ayağının ne olduğunu sormuş ve Ö1, “Dikme ayağı, yani dik.” cevabını vermiş ve araştırmacının problemde istenenin ne olduğunu sorması üzerine ise, problemi tekrar okuyup “Yani dikme ayaklarını istiyorsa dik çekeceğiz. Dikme ayağı, üçgende genelde, şeyi ikiye ayıran tam ve dik gelen şeyden, bir kenarı.” demiştir. Devamında

araştırmacı dikme ayağının uzunluk mu yoksa nokta mı olduğunu sorduğunda, uzunluk olduğunu ifade etmiştir. Araştırmacı daha iyi düşünebilmesi için vücudumuzdan bir örnekle ilişkilendirmeye çalışmış ve ayak ile bacak arasındaki ilişki üzerinden düşünmesini istemiştir. Bunun üzerine ise katılımcı “*Ha anladım. Ayak deyince o zaman uç kısım bir nokta alacağız. Yani P noktası ile J noktasını birleştireceğiz, galiba dikme ayaklarını.*” diyerek düşüncelerini Şekil 4.15’deki gibi görselleştirmiştir.



Şekil 4.15. Ö1’in dikme ayaklarını oluşturduğu görsel.

Katılımcıların tamamı dikme ayağı kavramını uzunluk olarak düşünmüşlerdir. Örneğin Ö6, dikme ayaklarını doğru olarak bulmuştur ancak işaretlediği noktaların dikme ayakları olduğunun farkında değildir. Bunun üzerine araştırmacı ne düşündüğünü sorduğunda, katılımcı ilişkiyi görmek için kenarlara baktığını söylemiş ve aralarındaki görüşme şöyle devam etmiştir:

A: “Neyin ilişkisini soruyor?”

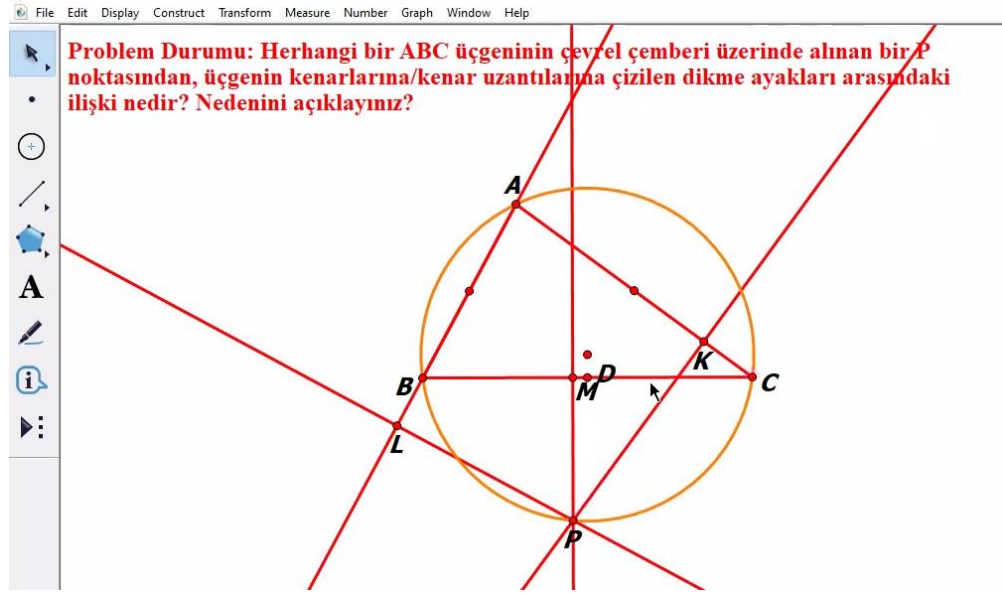
Ö6: “Dikme ayakları arasındaki ilişkiyi diyor.”

A: “Yani neyi soruyor?”

Ö6: “Yani şu mesafeyi soruyor (görseldeki PK dikme uzunluğunu gösteriyor). Mesafeleri kastetmiyor mu indirdiğimiz dikmeleri, dikme ayağı derken onu kastetmiyor mu?”

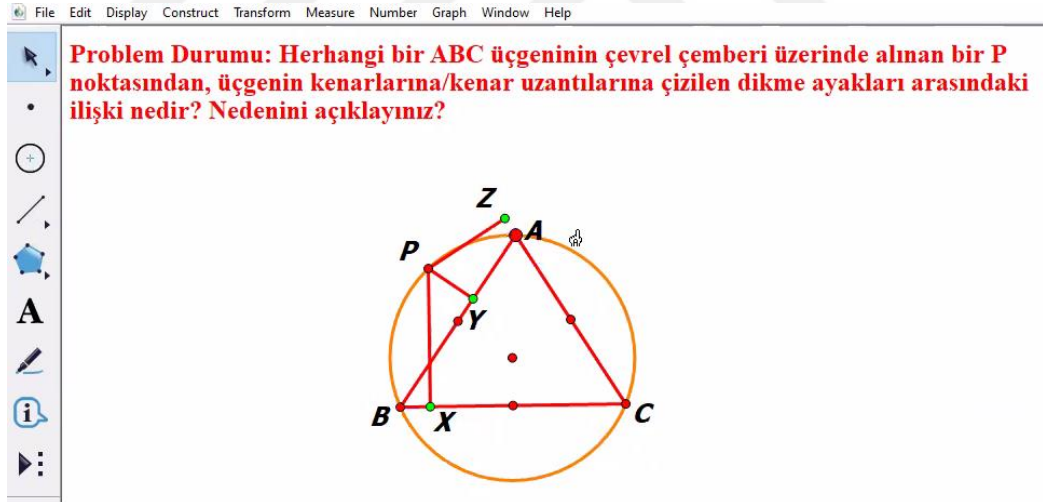
A: “Peki dikme ayağı bir uzunluk mudur? Dikme uzunluğu nedir, dikme ayağı nedir, bunlar aynı şeyler midir?”

Ö6: “Dikme uzunluğu dediğimiz şey şu aralarındaki mesafe (PM uzunluğu) dikme ayağı da kestiği noktaya diyeceğiz o zaman.”



Şekil 4.16. Ö6'nın dikme ayaklarını bulduğu görsel.

Benzer şekilde Ö7 de dikme ayaklarını görsel üzerinde doğru bir şekilde işaretlemiş ve farklı bir renkle Şekil 4.17'deki gibi belirtmiştir. Ancak dikme ayağı ile dikme uzunluğu kavramlarını aynı düşünmektedir.

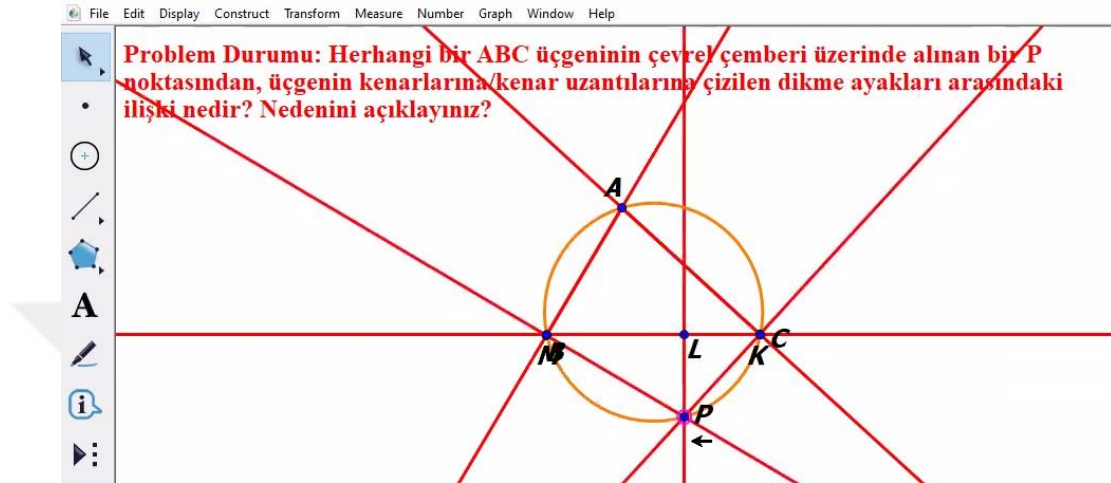


Şekil 4.17. Ö7'nin oluşturduğu dikme ayakları.

Bunun üzerine Ö7'ye araştırmacı, problemde istenenin ne olduğunu sormuş ve Ö7, “Üçgenin kenarlarına kenar uzantılarına çizilen dikme ayakları arasındaki ilişki nedir diye soruyor.” şeklinde ifade etmiştir. Dikme ayağının nerede olduğu sorulduğunda ise, önce PZ 'nin, AC kenarına ait dikme ayağı olduğunu söylemiş, AC kenarına ait dikme uzunluğunun neresi olduğu sorusuna ise “O, PZ 'dir, dikme ayağı Z'dir.” diyerek doğru bir şekilde belirtmiştir.

4.2.3.2. Dikme Ayakları Arasındaki İlişkinin Bulunması

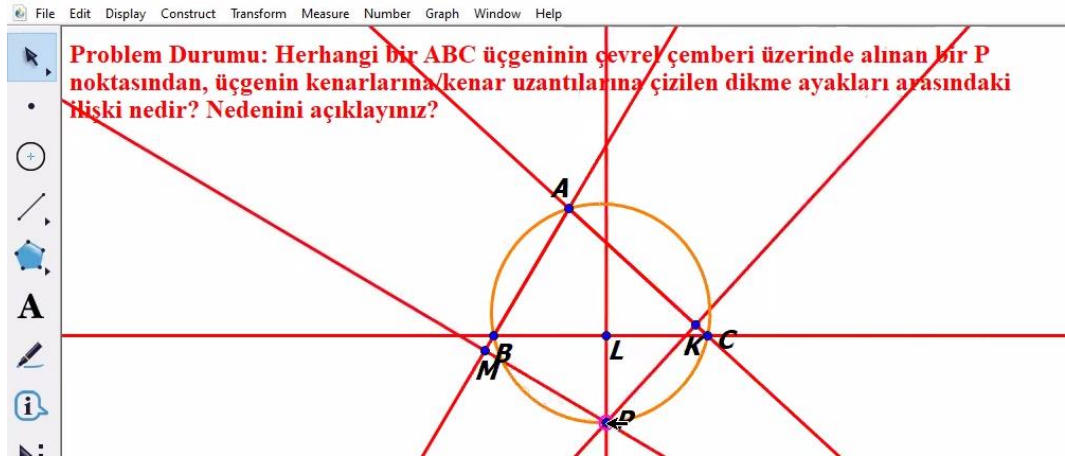
P noktasından üçgenin kenarlarına/kenar uzantılarına dikme ayağı çizildikten sonra katılımcılar bu dikme ayakları arasındaki ilişkiyi görmeye çalışmışlardır. Örneğin Ö9, P noktasını hareket ettirirken bu üç noktanın “*kenarlara denk geldiklerinde*” doğrusal olduğunu Şekil 4.18’deki görselle ifade etmiştir.



Şekil 4.18. Ö9'un dikme ayaklarını üçgenin bir kenarı üzerine denk getirmesine ait görsel.

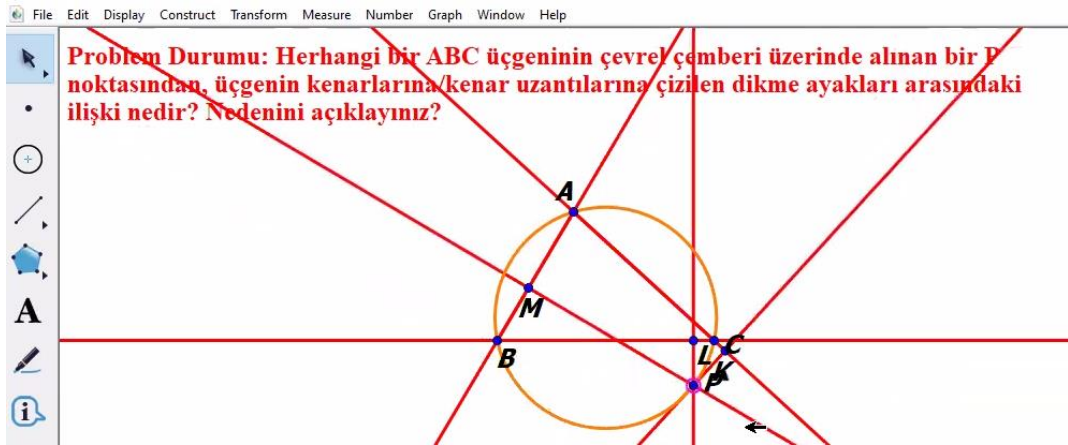
Ö9, “*Şu P yi hareket ettirsem daha iyi anlarım gibi*” diyerek P noktasını hareket ettirmiş ve dikme ayakları üçgenin BC kenarı üzerine denk gelmiştir. Devamında görseli incelediğinde “*Kenarlara denk geldiklerinde doğrusal oluyorlar.*” şeklinde ifade etmiştir. Üç noktanın doğrusal olup olmadığını nasıl inceleyebileceği sorusuna M ve L noktalarını göstererek “*Bundan bir doğru alırım, eğer diğer noktalar o doğru üzerinde ise doğrusaldır. Ama şu an doğrusal olmadığını görebiliyorum.*” şeklinde cevap vermiştir.

Katılımcı bunun kenarlar üzerinde doğrusal, diğer durumlarda ise doğrusal olmadığını düşünmektedir. Dikme ayaklarının kenarlar üzerinde olmadığı durumlarda da doğrusal olup olmadığını incelemek için M ve L noktalarını seçerek bir doğru oluşturmuş ve K noktasının da bu doğru üzerinde olup olmadığını Şekil 4.19'daki gibi görmek istemiştir.



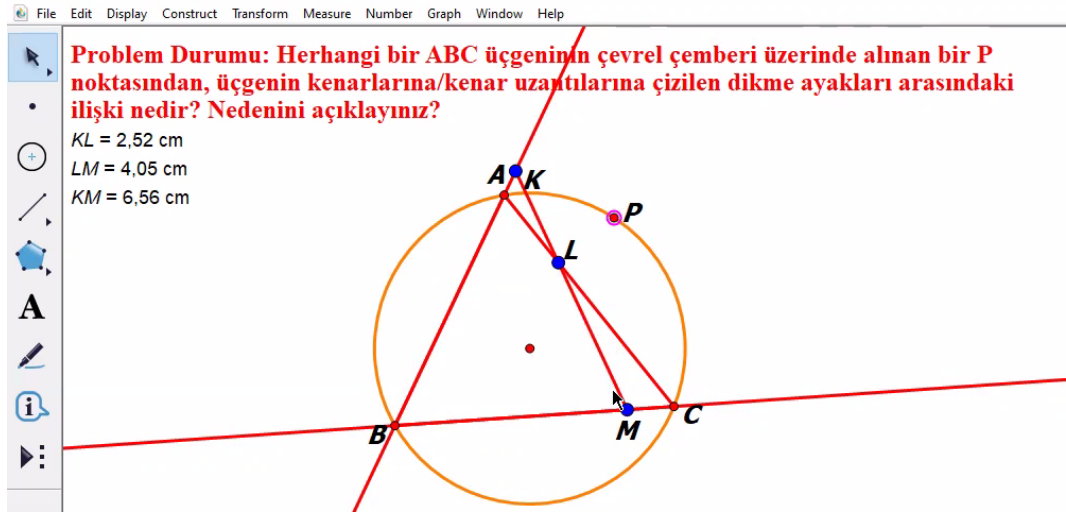
Şekil 4.19. Ö9'un dikme ayaklarından geçen bir doğru oluşturmasına ait görsel.

Katılımcı Ö9, bu doğruyu oluşturduğunda üçüncü noktanın da bu doğru üzerinde kaldığını görmüştür. Bunun her zaman geçerli olup olmadığını görmek için ise P noktasını hareket ettirmiş ve “*Bozuluyor mu bu doğrusallık, bozulmuyor.*” diyerek bu üç noktanın doğrusal olduğunu Şekil 4.20'deki gibi görmüştür.



Şekil 4.20. Ö9'un dikme ayaklarının doğrusallığını genellemesine ait görsel.

Katılımcıların çoğu tarafından süreç, doğrusal olduğunun tahmin edilmesi ve daha sonra iki nokta seçilip doğru çizilerek üçüncü noktanın da bu doğru üzerinde kalıp kalmadığının kontrolü için P noktasının hareket ettirilmesi şeklinde devam etmiştir. Farklı olarak Ö2, bu üç nokta ile GSP ortamında üçgen oluşturmak istediğinde program tarafından üçgen çizmeye izin verilmemiş ve katılımcı bu üç noktanın doğrusal olduğunu fark etmiştir. Ayrıca Ö5 de Şekil 4.21'deki gibi üçgen eşitsizliğinden yararlanmıştır. Ö5 dikme ayaklarının uzunluklarını ölçmüş ve üçgen eşitsizliğini sağlamadığını fark etmiştir.



Şekil 4.21. Ö5'in üçgen eşitsizliğini kullanmak istemesine dair görsel.

Katılımcılardan Ö4 ve Ö5, dikme ayaklarını bulduktan sonra bu noktaların rengini değiştirerek istenen ilişkiyi görmeye çalışmışlardır.

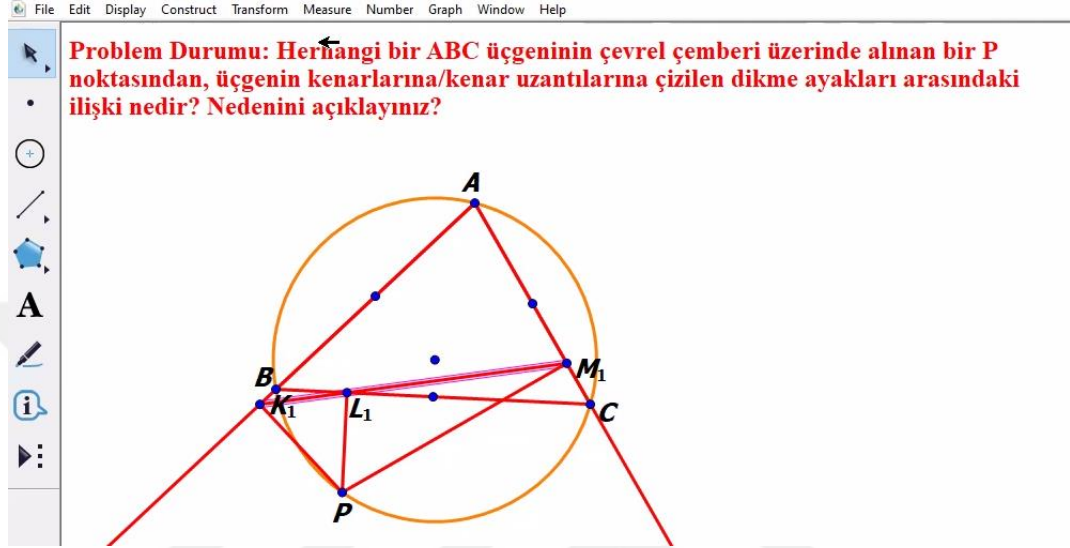
4.3. GSP Ortamında Çözümün Değerlendirilmesi Süreci

Katılımcıların tamamı verilen problem durumundaki dikme ayaklarının doğrusal olduğu ilişkisini bulmuşlardır. Katılımcılardan bu aşamada ise ilk olarak çözümün doğruluğunu kontrol etmeleri ve dikme ayaklarının neden doğrusal olduğunun araştırılması istenilmiştir. Daha sonra ise başka çözüm yolları varsa araştırmaları ve verilen problem durumundan yararlanarak yeni bir problem oluşturmaları istenilmiştir. Katılımcıların çözümü değerlendirme süreçleri üç kategoriye ayrılmıştır.

4.3.1. Farklı Çözüm Bulma

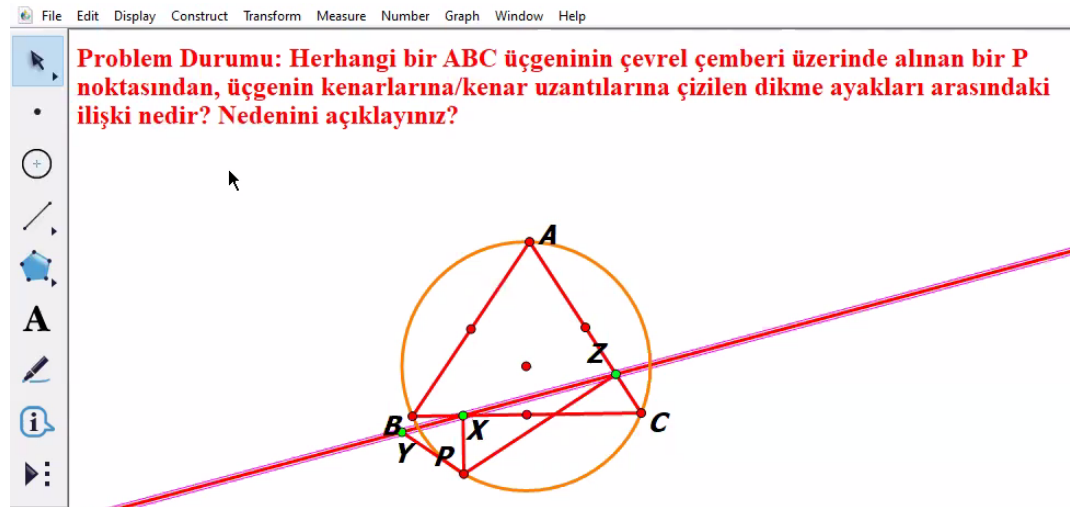
Katılımcılar, problemde istenen dikme ayakları arasındaki ilişkinin doğrusallık olduğuna “tahmin etme”, “görme” ya da “keşfetme” şeklinde çözümlere ulaşmışlardır. Katılımcılardan Ö5 dışındaki bütün katılımcılar, iki nokta seçip bir doğru oluşturarak diğer noktanın bu doğru üzerinde kalıp kalmadığını incelemiştir. Doğrusal olduklarını farklı bir şekilde nasıl ifade edecekleri sorulduğunda ise, eğimden yararlanma (Ö4, Ö1, Ö3, Ö8), üçgen eşitsizliğinden yararlanma (Ö2, Ö5), iç ters açılardan yararlanma (Ö4), simetri/öteleme/dönme gibi dönüşümlerden yararlanma (Ö1, Ö5), bu üç noktayı seçerek çember veya üçgen oluşturmaya çalışma (Ö1, Ö2), üç noktanın oluşturduğu açının 180 derece olduğunu ölçme (Ö9, Ö2, Ö3) gibi çözümler sunmuşlardır. Ayrıca Ö9, benzerlik kurmaya çalışmış ancak bir sonuca ulaşamamıştır.

Dikme ayaklarının doğrusal olduğunu göstermek için, iki noktanın seçilip bu iki noktadan geçen bir doğru oluşturulmasından sonra, diğer noktanın da bu doğru üzerinde kalıp kalmadığına ilişkin çözümlerden bazıları şu şekildedir: Örneğin Ö1, oluşturduğu çözümle ilgili Şekil 4.22'deki gibi “*Evet hocam doğrusallar. Yani M noktası ile çakıştıracak olsam yine M çıkacak*” diyerek ifade etmiştir.



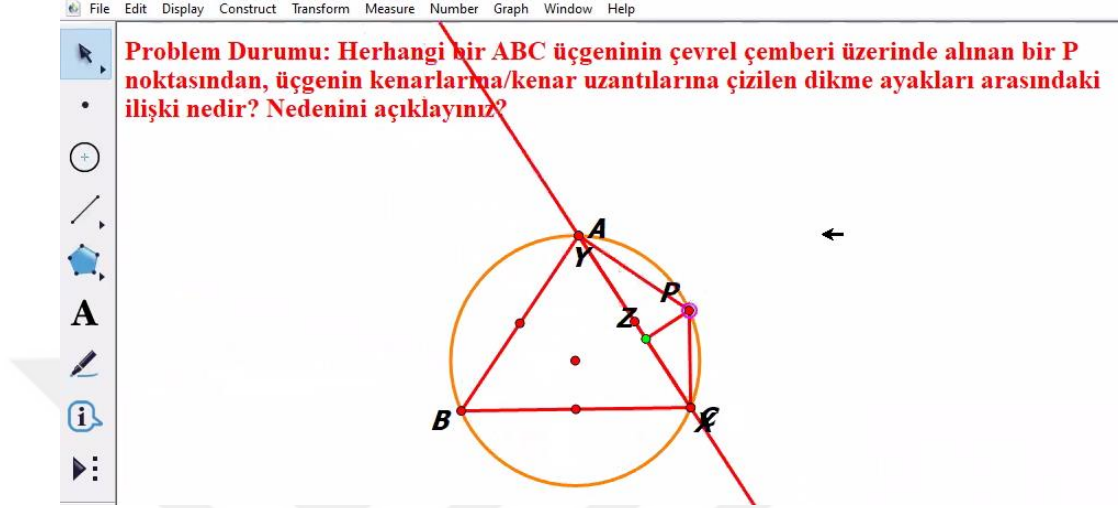
Şekil 4.22. Ö1'in iki noktadan geçen bir doğru oluşturmasına dair görsel.

Katılımcılardan Ö7, bu üç noktanın doğrusal olabileceğini tahmin etmiş, daha sonra “*İki noktayı seçip doğru çizebiliyor muyum diye bakacağım. X ve Y noktalarını seçiyorum*” deyip iki nokta seçerek (X ve Y) bir doğru çizmiş ve üçüncü noktanın (Z) da bu doğru üzerinde kaldığını “*Evet hocam doğruduşmuş*” diyerek Şekil 4.23'deki gibi ifade etmiştir.



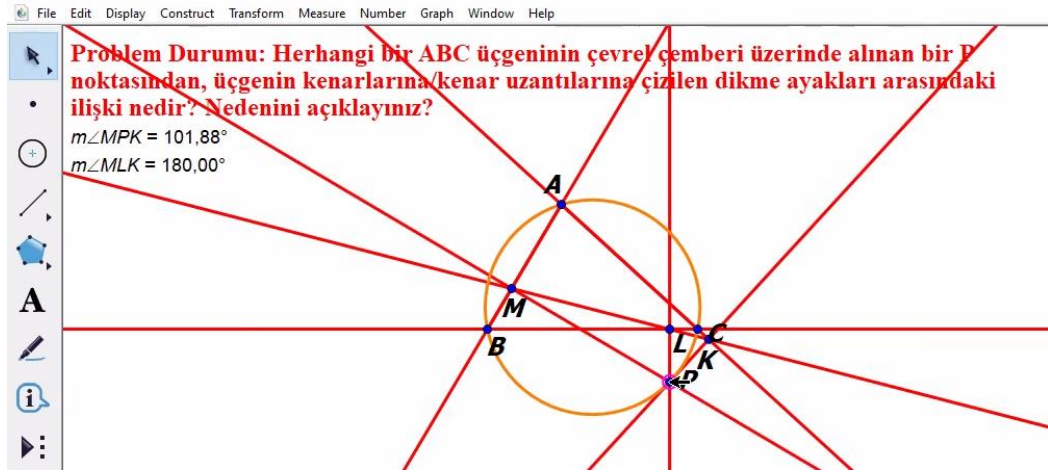
Şekil 4.23. Ö7'nin iki nokta seçip bir doğru oluşturmasına dair görsel.

Üç noktanın doğrusal olması durumunun ise her zaman sağlanıp sağlanmadığının sorulması üzerine, Ö7 bunu göstermek için “*Evet öyle gözüküyor, P noktasını hareket ettirdiğimde hep doğrusal oluyor*” diyerek P noktasını hareket ettirip doğrusallığın bozulmadığını Şekil 4.24’deki gibi göstermiştir.



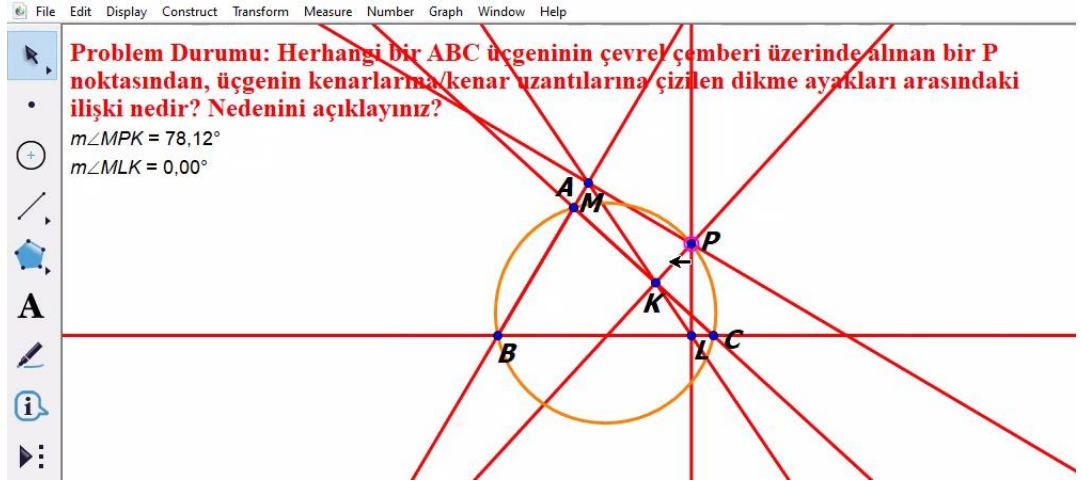
Şekil 4.24. Ö7’nin P noktasının hareket ettirilmesinden sonraki durumuna dair görsel.

Katılımcılardan Ö9, doğrusal olduğunu göstermek için başka bir çözüm yolu bulması istenildiğinde, dikme ayaklarını (sırasıyla M, L ve K noktaları) seçerek aralarındaki açıyı Şekil 4.25’deki gibi ölçmüştür.



Şekil 4.25. Ö9’un dikme ayaklarını seçerek açıyı ölçmesine dair görsel.

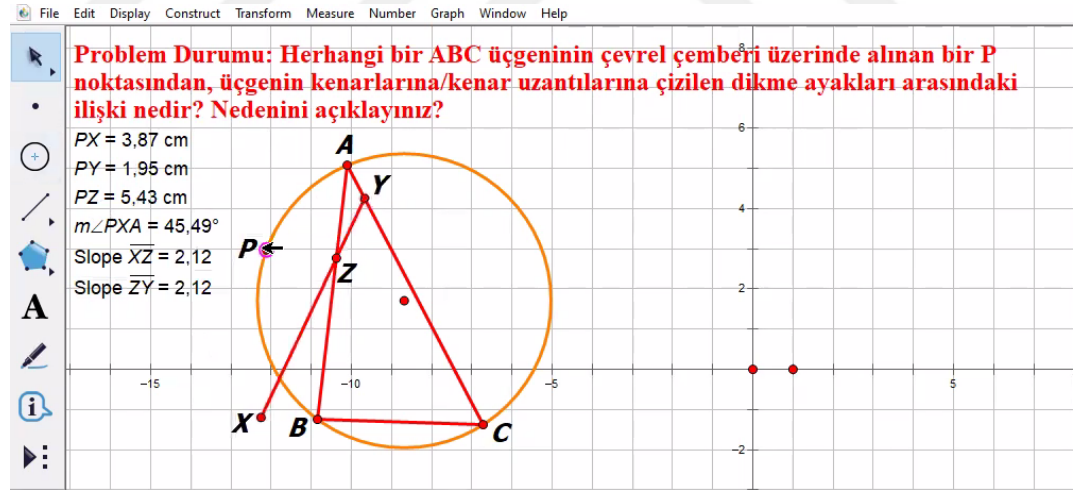
Sonrasında ise P noktasını hareket ettirmiş ve “*her şekilde 180 derece*” diyerek Şekil 4.26’daki gibi bu doğrusallığın değişmediği sonucuna varmıştır.



Şekil 4.26. Ö9'un P noktasını hareket ettirdikten sonraki durumuna dair görsel.

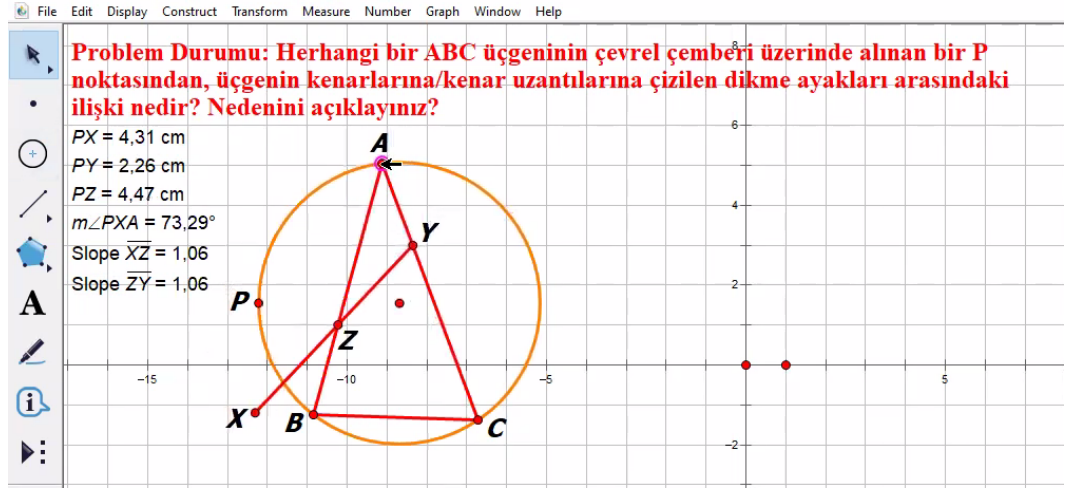
Dikme ayaklarının doğrusal olduğunu göstermek için eğimden yararlanan katılımcılar (Ö4, Ö1, Ö3, Ö8), bu dikme ayaklarından iki tanesini seçerek bir doğru oluşturmuşlar, daha sonra farklı iki nokta ile yine bir doğru oluşturarak oluşan bu doğruların eğimlerini karşılaştırmışlardır.

Ö8 ilk olarak Şekil 4.27'deki gibi iki doğru parçası çizmiş, daha sonra bu doğruların eğimlerini karşılaştırmıştır.



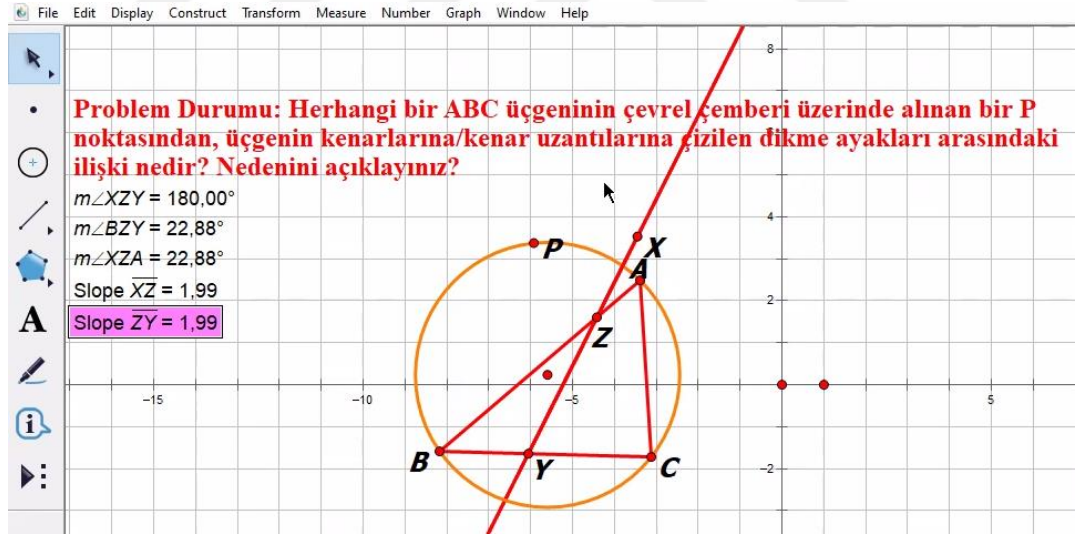
Şekil 4.27. Ö8'in iki doğru parçasının eğimlerini karşılaştırmasına ilişkin görsel.

Daha sonra Şekil 4.28'deki gibi üçgenin köşelerini hareket ettirerek eğimlerin her zaman aynı olup olmadığını kontrol etmiştir.



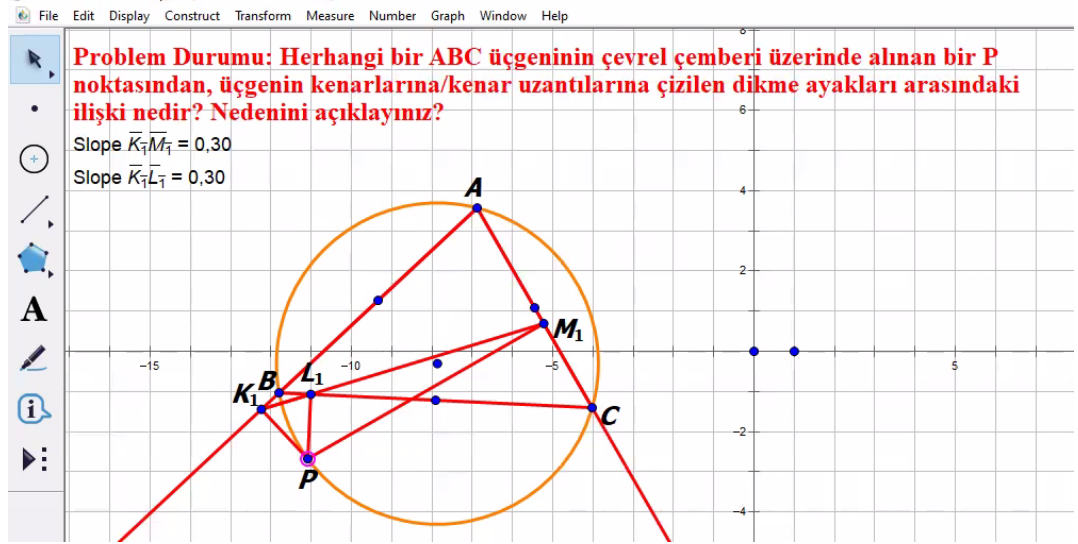
Şekil 4.28. Ö8'in üçgenin A köşesini hareket ettirmesine ilişkin görsel.

Katılımcılardan Ö3 ise benzer şekilde ilk olarak XZ doğrusunun daha sonra ise ZY doğrusunun eğimini GSP yardımıyla Şekil 4.29'daki gibi hesaplamıştır. Araştırmacının eğimlerin eşit olmasının doğrusallık durumunu gösterip göstermeyeceğini sorması üzerine Ö3, "İkisi de Z'yi içerdiği için ve aynı eğime sahip olduğu için doğrusaldır." şeklinde cevap vermiştir.



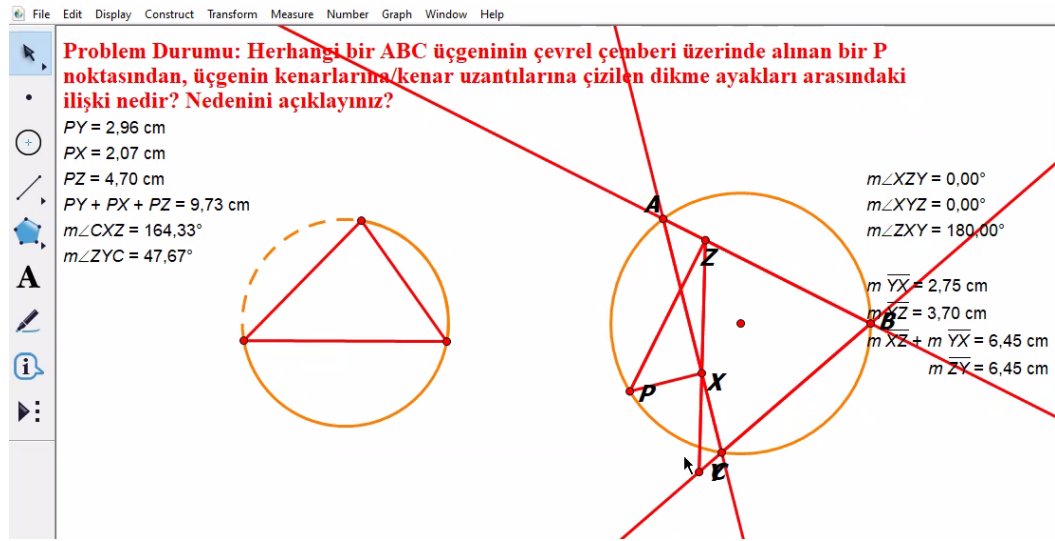
Şekil 4.29. Ö3'ün iki doğru parçasının eğimlerini karşılaştırmasına ilişkin görsel.

Katılımcılardan Ö1 de benzer şekilde, istenilen farklı bir çözüm olarak Şekil 4.30'daki gibi eğimi kullanmıştır.



Şekil 4.30. Ö1'in iki doğru parçasının eğimlerini karşılaştırmasına ilişkin görsel.

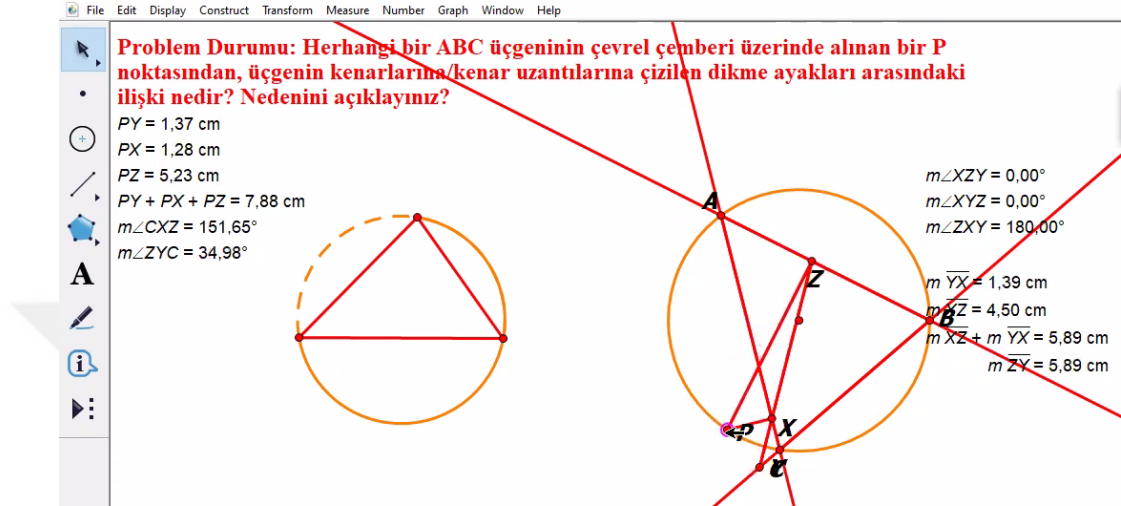
Katılımcılardan Ö2 ise, dikme ayaklarının doğrusallığını gösterme ile ilgili alternatif bir çözüm ararken, Şekil 4.31'deki gibi dikme noktaları arasındaki uzunlukları hesaplamış ve “*Şu anda ZY doğrusu doğru zaten, Y den X'e ve X'den Z'ye çizdiğimiz doğruların toplamaları ZY'ye eşitse ZY doğrusaldır yani*” diyerek düşüncelerini ifade etmiştir. Araştırmacının herhangi iki tane uzunluğun toplamının, aynı uzunlukta ki başka bir uzunluğa eşit olduğunda bunun doğrusalılığı ifade edip etmemesini sorması üzerine Ö2, “*Tam olarak diyemeyiz her zaman ama şu anda X noktası Y ve Z'nin ortasında kaldığı için öyledir. Ama ayrı ayrı doğru parçaları için aynısını diyemeyiz, ama böyle şeylerde düşünebiliriz*” şeklinde cevap vermiştir.



Şekil 4.31. Ö2'nin iki doğru parçasının toplam uzunluğunda olan başka bir doğruya eşit olması için ortak noktalarının bulunması gerektiğine ilişkin oluşturduğu görsel.

Ö2'ye bulduğu sonucun her zaman doğru olup olmadığı sorulduğunda ise P

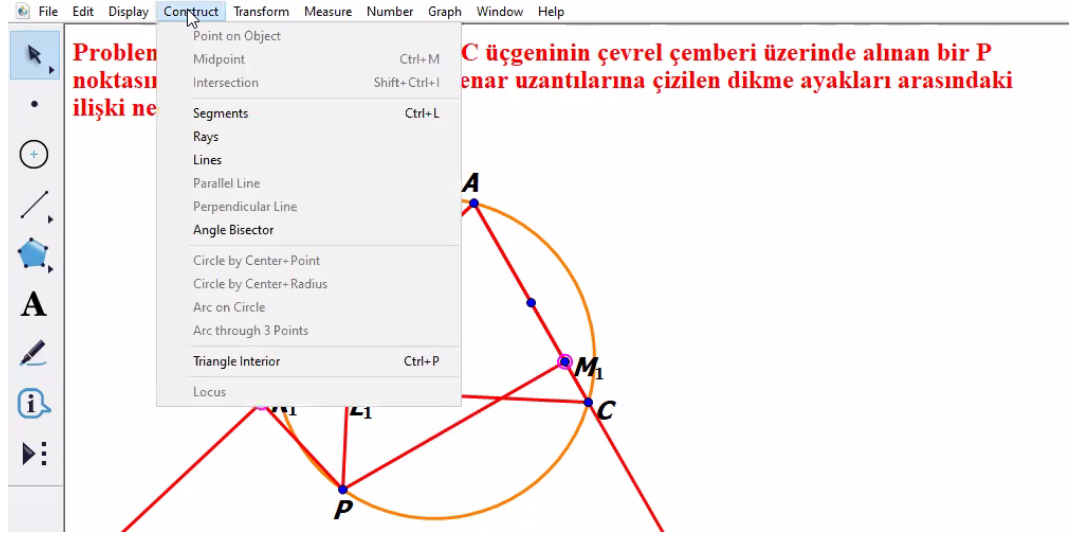
noktasını hareket ettirerek her zaman sağlandığını Şekil 4.32’deki gibi göstermiş ve “*P noktasının yerini değiştirirsek, ama mesela X’in ortada kalma durumunda her zaman sağlar. Yani bu diğer noktalar içinde mesela aynı şeyi bu sefer Y için uygularsak, Z ortada olduğunda aynı şeyi sağlayacaktır.*” diyerek düşüncelerini açıklamıştır.



Şekil 4.32. Ö2’nin P noktasının yerini değiştirerek toplam uzunluğun değişmediğini göstermesine ilişkin görsel.

Katılımcı, P noktasının yerini değiştirdiğinde, GSP ortamında yapılan hesaplamaların da değişebileceğini ve P noktasının konumuna göre aynı hesaplamaların yeniden yapıldığında doğrusallığın yine değişmeyeceğini ifade etmiştir.

Ö1, GSP ortamında dikme ayakları arasındaki ilişkiyi görebilmek için bir çember oluşturmak istemiştir. Ancak, program bu üç noktadan geçen bir çember oluşturmaya izin vermemiştir. Ö1 ise “*normalde üç noktadan bir çember oluşuyor ya, bunların doğrusal olmaması gerekiyor dedim, o zaman çember oluşturamıyorsa bunlar doğrusaldır*” diyerek Şekil 4.33’deki gibi dikme ayaklarının doğrusal olması gerektiği sonucuna ulaşmıştır.



Şekil 4.33. Ö1'in seçtiği noktalardan program tarafından çember oluşturulamamasına ilişkin görsel.

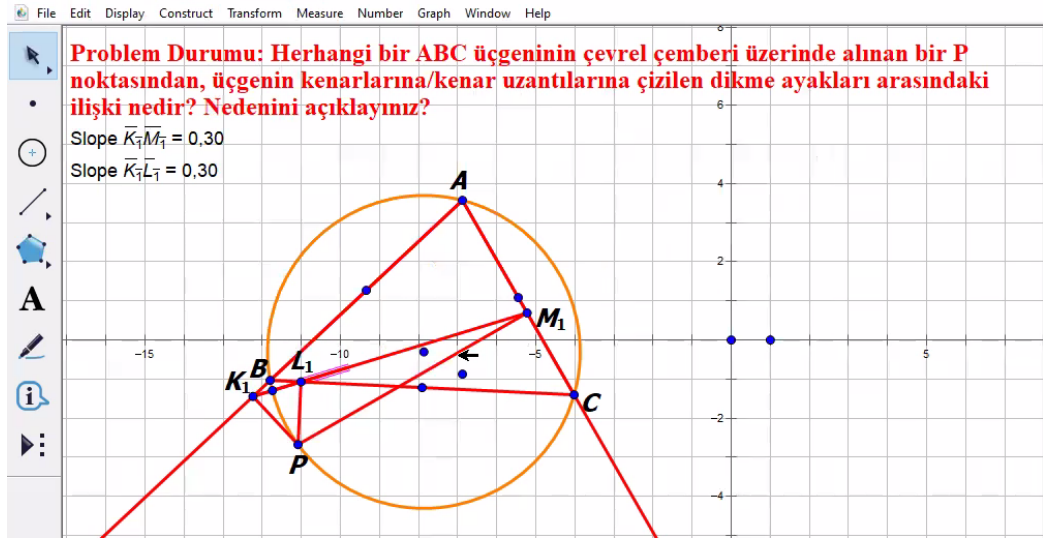
Program tarafından doğrusal olmayan üç nokta seçildiğinde çember oluşturulabilirken, doğrusal olan üç nokta seçildiğinde ise çember oluşturulamamaktadır.

Katılımcılardan simetri, öteleme, dönme gibi dönüşümleri kullanarak doğrusallığın gösterilebileceğini ifade edenler de olmuştur (Ö1, Ö5). Örneğin Ö5; “doğrusallığı göstermek için simetrisini, mesela K noktasının L 'ye göre simetrisini aldığım da yine bu doğru üzerinde bir noktada olması gerekir. Aynı şekilde öteleme, yansıma için de bu yorumu yapabilirim.” şeklinde dönüşümlerden yararlanılabileceğini ifade etmiştir.

Ö1 ise 180 derece döndürme işlemi uyguladığında, döndürülen doğrunun yine dikme ayakları arasında oluşturulan doğrunun üzerine denk gelmesinden dolayı doğrusal olduğunu Şekil 4.34'deki gibi göstermiş ve

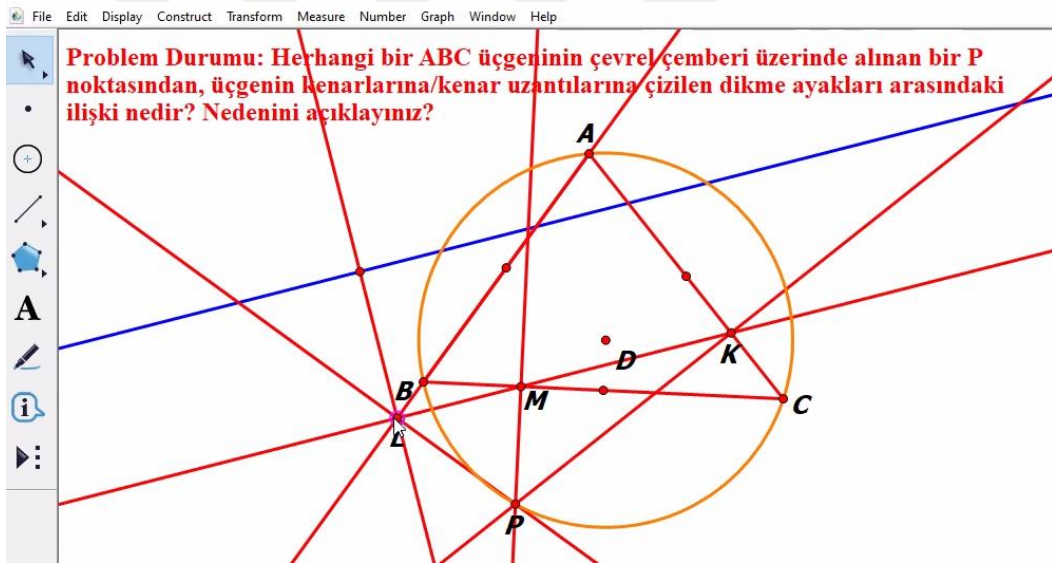
“ K 'nın L 'ye göre simetriğini aldığım da tekrardan LM üzerinde ise, bu bana bunların doğrusal olduğunu gösterir aslında. K 'nın L 'ye göre simetriğini alınca hocam, KM üzerinde oluyor ya, bu doğru üzerinde oluyor tekrardan. 180 derece döndürdüğümüzde KL doğrusu KM doğrusu üzerinde hala, eğer doğrusal olmasaydı bu doğru üstünde olmazdı”

şeklinde ifade etmiştir.



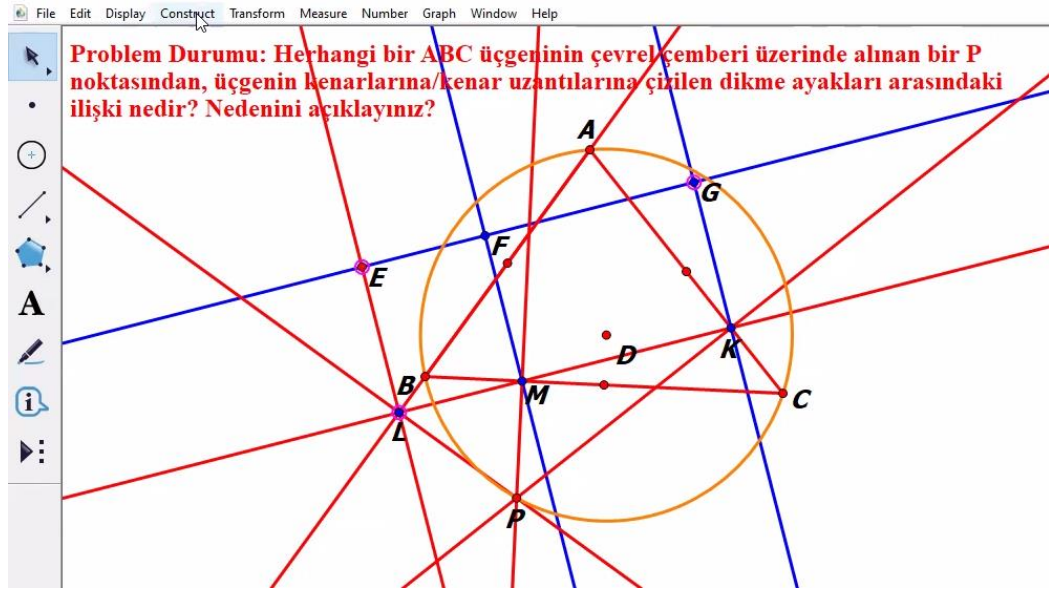
Şekil 4.34. Ö1'in KL doğru parçasını 180 derece döndürmesine ilişkin görsel.

Katılımcılardan Ö6 ise Şekil 4.35'deki gibi paralel bir doğru yardımıyla dikme ayaklarının doğrusallığını göstermeye başlamıştır.



Şekil 4.35. Ö6'nın oluşturduğu paralel doğru.

Katılımcı, ilk olarak L noktasına dik bir doğru çizmiştir. Daha sonra L noktasına çizilen bu dik doğru üzerinde bir nokta almış ve bu noktadan geçen dik bir doğru daha çizmiştir. Bu düşüncelerini ise Şekil 4.36'daki gibi gösteren Ö6, “ M noktasından da bu paralele dikme iniyorum. Kesişimlerini oluşturuyorum. K noktasından da çekiyorum. Kesişimlerini oluşturuyorum. Bu kesişim noktalarına da E, F ve G isimlerini verelim” şeklinde ifade etmiştir.



Şekil 4.36. Ö6'nın paralel doğru üzerinde bulduğu kesişim noktaları.

Araştırmacı ve Ö6 arasındaki görüşme ise şu şekilde devam etmiştir:

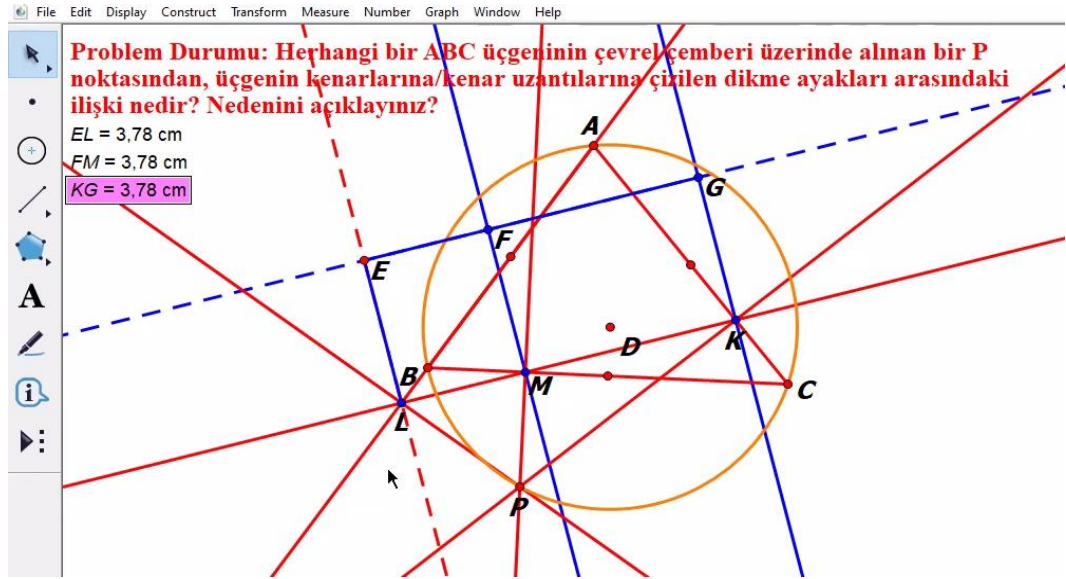
A: “Peki mesafeler eşitse EG doğrusu LK doğrusuna her zaman paralel midir?”

Ö6: “Yani hocam şey, rastgele bir uzunluk almadığım için, bunu dik uzunluk olarak aldığım için evet öyle düşünüyorum. Yani bu doğruyu özelleştirip dik olarak oluşturduğum için. Eğer özelleştirmemiş olsaydım mantıklı olmazdı yaptığım şey.”

A: “Peki bunların paralel olması KL'den bir doğru geçtiğini gösterir. İki noktadan bir doğru geçer ama bu doğrunun M'den geçtiğini garantiler mi?”

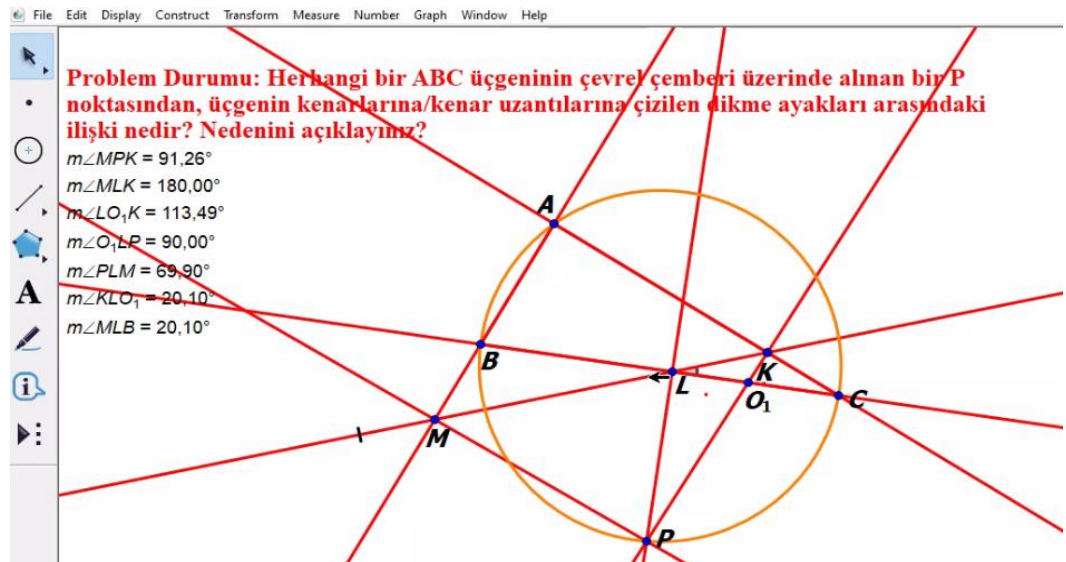
Ö6: “İşte hocam M'den geçtiğini garantilemek için de uzunluğu kullanmak istiyorum. Yani eşit uzunluktaysa dikmeler M'den de geçer diye düşünüyorum”

Daha sonra katılımcı oluşturduğu paralel doğru ile dikme ayakları arasındaki mesafeleri Şekil 4.37'deki gibi ölçmüş ve eşit olarak bulmuştur. Paralel bir doğruya eşit uzaklıkta bulunan noktaların oluşturduğu kümenin de bir doğru oluşturduğunu, dolayısıyla, dikme ayaklarının doğrusal olduğunu göstermiştir.



Şekil 4.37. Ö6'nın dikme uzunluklarını eşit olarak göstermesine ilişkin görsel.

Katılımcılardan Ö9 ise, oluşan üçgenler arasında benzerlik olabileceğini ve benzerlik yardımıyla doğrusal olabileceğini göstermek istemiştir. Ancak benzerlik olabileceğini düşündüğü açıları Şekil 4.38'deki gibi ölçerken birbirine eşit çıkan açıların iç ters açılar olduğunu fark etmiştir. Benzerlikten bir sonuca ulaşamamış fakat benzerliği araştırırken ölçtüğü açılar yardımıyla iç ters açılara, dolayısıyla doğrusallığa ulaşmıştır.



Şekil 4.38. Ö9'un benzerlik ilişkisi ararken iç ters açıları keşfetmesine ilişkin görsel.

4.3.2. Verilen Problemden Yararlanarak Yeni Bir Problem Oluşturma

Katılımcılardan verilen problem durumundan yararlanarak yeni bir problem durumu ifade etmeleri istenildiğinde katılımcıların zorlandıkları gözlemlenmiştir. Ö9, "Ben P ile birleştirdiklerindeki bağlantıyı bulmalarını isteyebilirdim. Herhangi

bir çevrel çember üzerinden aldığımız herhangi bir P noktası ile oluşan şeklin arasındaki bağlantıyı bulun, yaylarla arasındaki bağlantıyı bulun gibi bir problemde oluşturulabilirdi” şeklinde ABC üçgeninin kenarorta dikmelerinin kesim noktasını yeni bir problem olarak sormak istemiştir. Ö2 ise, “Herhangi bir ABC üçgeni ve düzlem üzerinde herhangi bir P noktası verilmiş olsun ve bu P noktasından ABC üçgeninin kenarlarına veya kenar uzantılarına çizilen dikme ayakları doğrusal ise, P noktası neyin üzerindedir?” şeklinde P noktasının yerini soracak şekilde problem oluşturmuştur. Ö6, “Yani aynı şey iç teğet çember için olabilir belki. Bilemiyorum aynı şekilde aynı sonucu mu verir, belki benzer problem olabilir” şeklinde çevrel çember yerine iç teğet çemberin kullanılabileceği bir problem oluşturulabileceğini ifade etmiştir. Ö5 ise, “burada bize tek bir p noktası vermişti değişken olarak, yani değişken de üçgenin... Ama oradan çizemezdik. Üçgenin kenarlarından bir nokta seçtirip, o şekilde çizimler yapabilir miyiz diye düşündüm de, oradan nasıl bir ilişki bulabiliriz? Aslında birçok şekilde değiştirilip soru yazılabilir bence.” diyerek birçok şekilde bu probleme benzer problemler yazılabileceğini ifade etmiştir.

4.3.3. Çözümün Değerlendirilmesi

Katılımcıların buldukları çözümleri değerlendirmeleri istenilmiştir. Katılımcılardan Ö9’un değerlendirmesi şu şekildedir:

“180 derece olarak ölçtüğümde zaten doğrusaldır dedim ama tam emin olamadım. Yani söyle ki, doğrusaldır dedim ama hareket ettirdim, nerden geldiğini düşündüm. Başka şekillerde doğrusal olabilir mi diye düşündüm. Bence 180 derece olduğunu direk ölçmek hem çok fazla karşı tarafa da kazandırmaz gibi geliyor bana. Yani bir açı ölçümü sadece. Bu şekilde göstermek ise daha netlik oluşturuyor. Yani iç ters açılarının özelliğinden yola çıkıyor, hem de daha fazla özellik kullanabildim. Bildiğimi daha fazla uyguladığımı düşünüyorum bu iç ters açıda.”

Ö1’in değerlendirmesi ise,

“Şöyle düşündüm açıkçası, normalde üç noktadan bir çember oluşuyor ya, bunların doğrusal olmaması gerekiyor. Dedim, o zaman çember oluşturamıyorsa bunlar doğrusaldır. Burada çok kolay bir şekilde eğimini hesaplayabiliyoruz.”

şeklinde olmuştur.

Ö3 ise,

“Ben doğrusal olduğunu açıkçası gözümlle görmüştüm, ona göre yorum yaptım. Ve üç tane farklı çözüm yaptım. Benim için bu çözümler yeterli.”

şeklinde ifade ederek düşüncesini açıklamıştır.

Ö8 düşüncelerini,

“Bazı anlamadığım noktalar oldu, dikme ayakları filan şeyleri algılayamadım. Tamam dikme ayağının 90 derece olduğunu biliyorum ama dikme ayakları tabirini algılayamadım başta. Onda bir sıkıntı yaşadım.”

şeklinde belirtmiştir.

Ö6 ise,

“Bence tek çözüm kuşku bırakabilir. Belki çok ileri düzeydeki eğitim seviyesi yüksek insanlar için yeterli olabilir bazı şeyler ama temel düzeyde bir lise öğrencisi için kuşku bırakabilir. Diğer çözümle birlikte verildiği zaman, daha net, daha açıklayıcı, bu şekilde teknolojiden de destek alınırsa, az önce şekli oynattığımız gibi, yani bunu normal bir tahtada yaptığın zaman oynatma şansın yok. Bu şekilde de gösterilirse, bence çok kuşku bırakmaz, pekişir öğrencide de. Bence yeterli böyle, ikisini beraber vermek yeterli.”

şeklinde değerlendirme yapmıştır.

Ö5’in değerlendirmesi ise,

“Bence bu çözümler içinde en etkilisi, yine hani iki noktayı seçip doğru oluşturup, üçüncü nokta bunun üzerinde mi diye kontrol etmek. Yani benim ilk aklıma gelen de oydu, doğrusallığını kanıtlama kısmında ama onun dışında da hani belki öğrencilerde simetri konusunda benim gibi düşünürler mi bilmiyorum ama öteleme de bunların arasında en açıklayıcı olan olabilirdi”

şeklinde olmuştur. Araştırmacının diğer çözümleri değil de bu çözümü neden seçtiğini sorması üzerine

“Çünkü dediğim gibi simetri kısmında bir eşit olma durumu varya bizde burada ilk başta toplamdan gittiğimiz için belki öğrencinin kafasında da o ikilem olabilir diye düşündüm. Mesela L’ye göre simetrisini alıyorsak, K noktası M nin üzerinde mi olmalı acaba diye düşünüp yanlış bir düşünceye kapılabilir.”

diyerek cevap vermiştir.

5. TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma problemine ve araştırma probleminin alt problemlerine ait sonuçlar alan yazında yer alan çalışmalarla karşılaştırılarak verilmiştir. Daha sonra ise çalışmanın sonuçları ve daha sonra ise önerilere yer verilmiştir.

Teknolojinin kullanımı, matematik öğretimini geliştirme potansiyeline sahiptir (Cullen vd, 2020). NCTM (2000), matematiği öğrenme ve öğretme sürecinde teknolojinin esas olduğunu, teknolojinin matematiği öğretme sürecini etkilediğine ve öğrenenlerin öğrenmesini geliştirdiğine dikkat çekmektedir. Ancak matematik eğitiminde teknolojiyi yararlı bir şekilde kullanabilmek için teknolojinin uygun bir şekilde kullanılması gerekir ki bu da öğretmen eğitimi gerektirir (Üredi ve Kösece, 2020; Wenglinsky, 1998).

Matematik öğretmen adaylarının GSP destekli ortamda problem çözme süreçlerinin incelenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, bilgisayar ortamında DMY'larından GSP programı kullanılmış, süreç devam ederken yarı-yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla katılımcılara sorular yöneltilmiş, katılımcıların sürecin tamamında sesli olarak düşünceleri istenilmiştir.

İlk aşamada katılımcıların problemi sesli olarak okuması, problemi kendi cümleleriyle ifade etmesi ve problemin anlaşılması beklenmiştir. Katılımcıların tamamı problemi sesli olarak okumuştur. Problemin anlaşılıp anlaşılmadığının tespit edilebilmesi için katılımcılara verilenler, istenenler ve problemde bilinmeyen bir kavram olup olmadığı sorulmuştur. Katılımcıların tamamı problemde bilinmeyen bir kavram olmadığını ifade etmiş ancak süreç içerisinde dikme ayağı kavramı ile dikme uzunluğu kavramını aynı olarak düşündükleri, dolayısıyla dikme ayağı kavramını bilmedikleri tespit edilmiştir. Katılımcılardan biri problemi hızlıca okuyup geçmiş, diğeri ise soruyu dikkatli okumamış, plan yapma ve uygulama aşamasında ise ya çözüme ulaşamamışlar ya da problemin anlaşılmadığını fark ederek problemi anlama aşamasına geri dönmüşlerdir. Katılımcıların problemi anlama basamağında yaptıkları hatalar, okuduklarını anlamak için yeterince vakit ayırmadıklarını veya bilinmeyen kavramların farkına varmadıklarını göstermektedir. Schurter (2002) problemi okuma becerisinin problemin çözülmesi için bir gereklilik olduğunu savunmaktadır. Ayrıca, Van de Walle (1989), problem çözme basamaklarının öğrencilere açıkça öğretilmesinin problem çözme becerilerini geliştirebileceğini ve Altun (2018) ise problem çözme basamaklarının birbirine bağlı olduğunu ve bir önceki aşama

tamamlanmadan bir sonraki aşamaya geçilemeyeceğini ifade etmektedir. Ön bilgilerin problem çözmede kilit bir rol oynadığı (Mayer, 1982; Schoenfeld, 1985; ve Silver, 1982) göz önünde bulundurulduğunda ise, problemin anlaşılması sürecinde bilinmeyen kavramların tespit edilmesi önemlidir. Bu çalışmada ulaşılan sonuçlar ise problemin anlaşılması için problemi dikkatlice okumanın önemli olduğunu ve problemin anlaşılmadan bir sonraki basamaklarda ilerleme kaydedilemeyeceği, alan yazında yer alan bu çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Üçgen oluştururken katılımcılar genel olarak üç nokta alıp bu noktaları ikişerli olarak birleştirip üçgen oluşturmuşlardır. Katılımcılardan Ö5 ise üçgen yerine üçgensel bölge almış, ancak kenarorta dikmeleri çizmek istediğinde, problemde istenenden daha fazlasını aldığını, üçgen alması gerektiğini fark ederek üçgen oluşturmuştur.

Çevrel çemberi oluştururken ise katılımcılardan bazıları kenarorta dikmelerin kesim noktasının çevrel çemberin merkezi olduğu bilgisine sahiptir. Ancak katılımcılardan, kenarortayların kesim noktasının, açıortayların kesim noktasının, yüksekliklerin kesim noktasının, üçgenin çevrel çemberin merkezi olduğunu ifade edenler olmuştur. Çevrel çemberin merkezini yanlış ifade eden katılımcılar, çevrel çemberi çizmek istediklerinde, üçgenin köşelerinin çevrel çemberin üzerinde olmadığını fark etmişlerdir. Çevrel çember bilgisini hatırlamayan katılımcı ise önce çember çizip sonra bu çember üzerinden aldığı üç nokta ile üçgen oluşturmuştur.

P noktasını katılımcılardan biri, çevrel çemberin üzerinde almak yerine çevrel çemberin içinde aldığı için çözüme ulaşamamış daha sonra ise soruyu tekrar okuduğunda çevrel çemberin üzerinde alması gerektiğini fark etmiştir.

Katılımcılar tarafından problem görsel olarak oluşturulduktan sonra istenilen ilişkinin bulunması ise daha kolay olmuştur. Ancak problemi görselleştirme aşamasında problemi anlamadıklarını, istenilen ifadeyi yanlış belirlediklerini, aslında bildikleri kavramları ise yanlış algıladıklarını fark etmişlerdir. Problem görselleştirildikten sonra ise problemin yapısı hakkında derinlemesine düşünme fırsatı bulmuşlardır. Benzer şekilde bu araştırmanın sonuçları, Domenech (2009)'ın, dinamik ortamların, problemdeki derin anlamların ortaya çıkarılması ve problem çözümü için yararlı olduğunu belirttiği çalışmasıyla ve Christou, Mousolides, Pittalis ve Pitta-Pantazi (2004)'nin problemin mantıksal yapısını anlama konusunda ulaştıkları sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Geometrik bir yapıyı kâğıt kalem ortamında çizmekle, GSP ortamında

oluşturmak arasında büyük bir ayrım vardır. Örneğin GSP ortamında bir üçgenin çevrel çemberini çizebilmek için kenarorta dikmelerin kesim noktasının çevrel çemberin merkezi olduğu bilgisine sahip olunması gerekmektedir. Kâğıt kalem ortamına göre bu geometrik yapıyı oluşturmak daha çok vakit alsa da geometrik ilişkilerin görülmesi ve bu ilişkilerin incelenmesi problemin koşullarının daha iyi gözlemlenmesi açısından daha avantajlı durumda olacaktır. Bu durumlar GSP ortamında daha fazla düşünme sürecini gerektirmektedir. Düşünme süreçleri, problemin anlaşılmasına katkı sağlayarak problemin çözümünde önemli rol oynamaktadır. Araştırmada katılımcılar dikme ayağı kavramını araştırırken problemi anlamadıklarını fark etmişler ve problemde istenen doğrusallık ilişkisini ise GSP'nin görselleştirme ve sürüklenme özelliklerinden yararlanarak keşfetmişlerdir. Ayrıca çevrel çemberin oluşturulmasında sürüklenme özelliği ile üçgen ve üçgensel bölge kavramlarının ayrımının yapılması sürecinde GSP katkı sağlamıştır. Dikme ayaklarının doğrusal olduğu ilişkisine ise katılımcılardan üçü tahmin ederek ve sonrasında doğru çizerek ulaşmışlardır. Hohenwarter (2008)'ın DMY ortamlarının matematiksel kavramları anlamak ve görselleştirmek için yararlı olduğu; Erdener ve Gür (2019)'ün GSP'nin kullanımının öğrencilerin geometrik kavramları öğrenmesini kolaylaştırdığı ve öğrenilen kavramların kalıcılığını artırdığı; Ulusoy (2019)'un ise matematik öğretmen adaylarının DGY destekli ortamda keşfe dayalı öğrenmelerinin sağlanması ve geometri konularının öğreniminde yardımcı olması açısından DGY kullanılması gerektiğini ifade ettikleri çalışmalar dikkate alındığında, bu araştırmada katılımcıların bilinmeyen ya da hatırlanmayan kavramlara ulaşmaları sürecinde GSP'nin sürüklenme ve görselleştirme gibi özelliklerinin kullanılmasının bahsedilen bu çalışmaların sonuçlarını destekler nitelikte olduğu görülmüştür. Ancak Ulusoy (2019) DGY'nın, katılımcıların aynı hızda ilerleyememesi, gerekçe sunmada yetersiz kalması ve derinlemesine muhakeme yapamaması açısından olumsuz olduğunu belirtmiştir. Bireysel öğrenme hızı açısından, bu araştırmadaki her bir görüşme bireysel şekilde gerçekleştiği için, etkinlik süreci bireysel hızlara göre yönetilmiştir. Dolayısıyla Ulusoy (2019)'un çalışmasından elde edilen sonuçlar ile bu araştırmanın sonuçlarının farklılık gösterdiği düşünülmektedir.

Koyuncu, Akyüz ve Çakıroğlu (2014)'nın ölçme ve sürüklenme gibi DGY ortamlarına özgü kullanımlardan direkt olarak elde edilen sonuçların nedenleri mantıksal olarak açıklanamadığında DGY ortamları düşünme süreçlerine yardımcı bir araç olmaktan çıkacağı ve Bosse, vd. (2018)'nin zayıf matematik becerilerine

sahip öğrencilerin DGY kullanarak problem çözmesi durumunda matematiksel becerilerin gelişimine katkı sağlamayacağı düşünceleri dikkate alındığında, araştırmada GSP'nin bir araç olarak ele alınması fikrine dayalı olarak katılımcıların açığı ya da uzunluk ölçerek buldukları çözümler aslında GSP ortamına özgü bir çözüm olarak kabul edilebilir görünse de, çözümün nedenini açıklayamadığı durumda bunların geçerli çözüm olarak kabul edilmemesi gerektiği düşünülmektedir.

Katılımcılardan buldukları çözümleri değerlendirmeleri ve başka alternatif çözüm yolları bulmaları istenmiş ve katılımcılar GSP ortamında alternatif çözüm yolları bulmaya çalışırken, ulaştıkları ifadelerin doğruluğunu test etmiş ve genellemelerde bulunmuşlardır. GSP ortamının keşfedici doğası sayesinde katılımcılar esnek düşünme imkânı bulmuşlardır. Bu durum ise Chapman (2005)'in sorgulayıcı yaklaşımın katılımcıların problem çözme sürecinde daha derinlemesine düşünme, Dhayanti, Johar ve Zubainur (2018)'un problemi çözmenin çeşitli yollarını bulmalarına ve tanımlamalarına yardımcı olduğu, tek bir çözümle sınırlı kalmayacak şekilde düşüncelerini geliştirme imkânı sağladığı fikirlerine ve GSP ortamında gerçekleştirilen diğer çoğu çalışmalar (örneğin, Köse, Urgan ve Özen, 2013; Dokur, 2013; Kılıç, 2013; Urgan, 2019) ile paralellik arz etmektedir.

Katılımcılardan değerlendirme aşamasında yeni bir problem kurmaları istenildiğinde zorlandıkları belirlenmiştir. Ayrıca katılımcılar, GSP ortamında tahmin ve kontrolü sürüklemeye özelliği ile gerçekleştirmişlerdir. İlk olarak yapılan sürüklemeler rastgele iken, geometrik yapının özellikleri keşfedildikçe yapılan sürüklemeler amaçlı sürüklemeye dönüşmüştür. Bu durum ise Capraro vd. (2012)'nin öğretmen adaylarının açık uçlu problemleri çözmekte zorlandıklarında başvurdukları ilk yolun rastgele tahmin ve kontrol stratejisine odaklandıkları fikri ile benzerdir. Araştırmada katılımcıların etkinliğin sonunda, bu sürecin kendileri açısından verimli olduğunu, özellikle geometrik kavramların öğretiminde öğrenciler açısından etkili olacağını belirtmişlerdir. Bu anlamda katılımcıların belirttikleri olumlu düşüncelerin yapılan dinamik matematik yazılımı destekli ortamdaki çalışmaların (örneğin; Akciğer, 2019; Dimakos ve Zaranis, 2010; Erkuş, 2014; Kayan, 2007; Meng ve Sam, 2013; Öz, 2012; Urgan, 2019; Uzun, 2013) olumlu sonuçlarını destekler niteliktedir.

Bu araştırmada katılımcıların gösterdikleri performanslar göz önünde bulundurulduğunda, MPC dersi alan katılımcıların problem çözme sürecini yönetmede zorluk çekmedikleri, Ersoy ve Güner (2015)'in problem çözme

stratejilerinin öğretilmesiyle problem çözme becerilerinin, Wilburne (2006)'nin ise rutin olmayan problemleri analiz yeteneğinin gelişeceğini belirttiği çalışmaların sonuçlarıyla paralellik bulunmaktadır. Ancak MPC dersi almayıp problem çözme sürecini yönetirken zorluk çekmeyen katılımcı da bulunmaktadır. Süreç içerisinde katılımcıların en çok düşündükleri süreç, hatırladıkları bilginin doğru olup olmaması ve bilinmeyen kavramlardır. GÖ dersi alan katılımcılar ise buldukları çözümlere gerekçe oluşturmakta zorlanmamışlardır.

Bu araştırma kapsamında GSP aracılığıyla sağlanan geri bildirimler, Wilson Hernandez ve Hadaway (1993)'in varsayımda bulunma ve varsayımları test etme (McClintock, Jiang ve July, 2002), genelleme ve soyutlama gibi süreçleri destekleyen bir matematik problem çözme aracı olarak kullanılabileceği ve Laborde (2011)'nin ise görsel geri bildirim ve sürüklemeye ile geri bildirim şeklinde ifade ettiği geri bildirim mekanizmalarını destekler niteliktedir. Dolayısıyla süreç içerisinde görselleştirme ve sürüklemeye özelliğinin kullanılması, geri bildirim sağlamanın yanında katılımcıların geometri problemi ile etkileşim hâlinde olmalarını, verilen problemin yapısının üzerinde düşünülmesini ve aralarındaki ilişkilerin görülmesine olanak sağlamıştır. Bu durum ise Lee ve Hollebrands (2008)'in DGY'nin etkileşimli doğasının problem çözme sürecinde derinlemesine inceleme imkânı sunduğunu belirttiği çalışmasını destekler niteliktedir.

Araştırma sonucunda katılımcıların bazı bilişsel stratejileri ortaya koyduğu görülmüştür. Problemi anlama aşamasında katılımcılar sık sık problemi kendi kendilerine okumuş ve tekrar etmişlerdir. Ayrıca, problemde verilenlerin veya bazı kelimelerin üzerinde durarak çözüm için kendilerine soru sorarak detaylandırmaya gitmişlerdir. Ortaya konulan bir diğer bilişsel strateji ise organizasyondur. Dahası, katılımcılar problemin bölümleri arasında bağlantı kurarak ve problemi görselleştirerek istenilen ifadeyi bulmaya çalışmışlardır. Bu anlamda bahsedilen bu sonuçların, Gürat ve Medula (2016)'nın öğretmen adaylarıyla yaptıkları çalışmada ortaya çıkan tekrarlama, detaylandırma ve organizasyon bilişsel stratejileri ile benzerlik gösterdiği ifade edilebilir.

Genel olarak araştırmada GSP ortamı problem çözme sürecine etkili bir araç olarak katkı sağlamıştır. Ancak dinamik ortamlar araç olarak kullanılırken, sonuçtan ziyade süreç de göz önünde bulundurulmalıdır. Ezber bilgilerin uygulanması ve sadece sonuç odaklı yaklaşılması DGY ortamlarının etkinliğini azaltacağı düşünülmektedir. Bu araştırmada derinlik odaklı uzun süreli görüşmeler yapılmış ve

süreç bir bütün olarak değerlendirilmeye çalışılmıştır. Dolayısıyla, GSP'nin çoğunlukla kullanılan hareket ettirme ya da sürüklenme özelliği, katılımcıların keşifsel tahmin yapmasına olanak sağlamış, planın uygulanması ve değerlendirilmesi aşamasında etkin olarak rol oynamıştır. Özellikle ulaşılan yargıların her zaman doğru olup olmadığının kontrol edilmesi sürüklenme ya da hareket ettirme özelliği ile sağlanmıştır. Sürüklenme özelliği katılımcılara esnek bir düşünme ortamı sağlamış, bu sayede katılımcıların keşifsel tahmin yapabilmesine ve ulaştıkları sonuçları genellemesine imkân vermiştir. Ayrıca görsel geri bildirim ve sürüklenme özelliği ile oluşturulan yapının ortamdaki etkilerinin gözlemlenmesi de sağlanmıştır. Bu nedenle problem çözme sürecinde GSP kullanımının, problem çözme sürecinde güçlü bir yardımcı araç olarak destek sağladığı söylenebilir.

Özellikler geometri problemlerinde problemin anlaşılmasının büyük önem taşıdığı düşünülmektedir. Araştırmada GSP destekli ortamda tasarlanan problemde, problemin her an okunabilecek konumda bulunmasının ve problem cümlesinin kolay anlaşılabilir olmasının problem çözümü için kolaylık sağladığı görülmüştür. Özellikle, tasarlanan geometri probleminin görselleştirilebilir olması, katılımcıların GSP ortamında verilen sözel problem durumunu görsele dönüştürerek sözel olarak verilen problem durumunda fark edilemeyen ilişkilerin fark edilmesine imkân sağlamıştır.

Hareket ettirme ya da sürüklenme özelliği katılımcıların keşifsel tahmin yapmasına olanak sağlamış, planın uygulanması ve değerlendirilmesi aşamasında etkin olarak rol oynamıştır. Özellikle her zaman doğru olup olmadığının kontrolü sürüklenme ile sağlanmıştır.

GSP ortamının, problem çözme sürecinde esnek bir ortam sunarak problemin derinlemesine analiz edilmesini ve üst bilişsel becerilerin ortaya çıkmasını sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca uygulanan etkinlik her ne kadar ortalama bir sürede gerçekleşse de bu süreç içerisinde katılımcıların problemi irdeledikçe üst-bilişsel becerilerini daha çok ortaya koydukları görülmüştür. Bu bağlamda GSP ortamında problem çözme etkinliğinin katılımcıların problem çözme sürecine olumlu anlamda katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Öneriler

Teknolojinin gelişimi, her ne kadar matematik öğretiminin içeriğini değiştirmese de matematiğin nasıl öğretileceğini ve araç olarak kullanılan yazılımların rolünü de etkilemektedir. Alışlagelmiş olan kâğıt-kalem ortamından bilgisayar ortamında dinamik yazılımlar aracılığıyla öğretime geçiş, öğretim içeriğinin anlaşılması için yeni imkânlar da sunacaktır. Genel anlamda DMY ve hatta özel olarak DGY kullanımı, katılımcıların daha iyi birer problem çözücü olmalarına ve öğrettikleri içeriği de ona göre verimli bir şekilde aktarmalarına katkı sağlayacaktır. Problem çözerken sonuçtan ziyade sürecin ön planda olması gerektiği ve doğru ya da yanlış bir sonuç bulmayı gerektiren bir problemin çözülüp çözülemeyeceğinin çok kısa sürede ortaya çıkacağı düşünüldüğünde, sonuç odaklı çalışmaların süreç ve bilişsel becerileri ön plana çıkmayacağı bilinmektedir. Bu nedenle problem çözme sürecinde GSP ortamlarının esnek bir düşünme ortamı olarak bu sürecin etkililiğini artıracığı ve oluşturulacak etkinliklerin ise problemi çözenlerin hem problem çözme süreçlerini pekiştirecek hem de bilişsel becerilerinin gelişmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma sonuçlarına göre bundan sonra yapılabilecek çalışmalarda araştırmacılara şu öneriler yapılabilir:

1. Ön öğrenmeler geometri problemlerini çözme sürecinde önemli bir rol oynadığı için farklı kademelerde çalışmalar gerçekleştirilebilir.
2. GSP ortamında gerçekleştirilen etkinliklere ait sonuçlar, tasarlanan farklı DGY ortamlarındaki etkinliklere ait sonuçlarla karşılaştırılabilir.
3. GSP ortamında tasarlanacak olan bir araştırma, problem çözme sürecinde sürüklenme çeşitlerinin rolünü incelemek amacıyla gerçekleştirilebilir.
4. GSP'nin daha farklı özelliklerinin uygulanabileceği etkinlikler tasarlanarak gerçekleştirilebilir.
5. Benzer geometri problemleri eklenerek tasarlanacak farklı çalışmalar üzerinden katılımcıların problem çözme süreçlerinde kaydettiği ilerlemeler ve aktarılabilirlik durumları incelenebilir. Ayrıca farklı problemler verilerek katılımcıların problem çözme süreçleri zenginleştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Adair, J. (2000). *Karar verme ve problem çözüme*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Akciğer, S. (2019). *Dinamik geometri yazılımı geometer's sketchpad kullanımının 12.sınıf öğrencilerinin türev uygulamaları konusundaki akademik başarılarına etkisi ve öğrenci görüşleri*. Yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Altun, M. (2018). *İlkokullarda Matematik Öğretimi*. Bursa: Aktüel Yayınları.
- Aktümen, M., Yıldız, A., Horzum, T., & Ceylan, T. (2011). İlköğretim matematik öğretmenlerinin GeoGebra yazılımının derslerde uygulanabilirliği hakkındaki görüşleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 2(2), 103-120.
- Aktürk, A. O., Şahin, İ., & Sünbül, A. M. (2008). Bilgisayar Öğretmen Adaylarının Web Temelli Öğretim Hakkındaki Görüşleri. *VIII. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Konferansı*, Eskişehir.
- Anzul, M., Ely, M., Freidman, T., Garner, D., & McCormack-Steinmetz, A. (2003). *Doing qualitative research: Circles within circles*. Routledge.
- Arzarelo, F., Olivero, F., Paola, D., & Robutti, O. (2002). A cognitive analysis of dragging practises in Cabri environments. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 34(3), 66-72.
- Baccaglini-Frank, A., & Mariotti, M. A. (2010). Generating conjectures in dynamic geometry: The maintaining dragging model. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 15(3), 225-253.
- Baki, A. (2020). *Matematiği öğretme bilgisi*. Ankara: Pegem.
- Baki, A., Güven, B., & Karataş, İ. (2001). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri ile Yapısalıcı Öğrenme Ortamlarının Tasarımı, I. Uluslararası Öğreti Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı, Sakarya.
- Baki, A., Kosa, T. ve Guven, B. (2011). A comparative study of the effects of using dynamic geometry software and physical manipulatives on the spatial visualisation skills of pre-service mathematics teachers. *British Journal of Educational Technology*, 42(2), 291-310.
- Baykul, Y. (2009). *İlköğretimde matematik öğretimi*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Bedir, D., Yılmaz, S. Ve Kesan, C. (2005). Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminin İlköğretimde Öğrenci Başarısına Etkisi (ss. 372-376). XIV. Eğitim Bilimleri Kongresi, sunulmuş bildiri.
- Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J., & Lefler, M. (2017). Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 87(2), 309-344.
- Bergqvist, T. (2005). How students verify conjectures: Teachers' expectations. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8, 171-191.
- Bernardo, A. B. (1999). Overcoming obstacles in understanding and solving word problems in mathematics. *Educational Psychology*, 19(2), 149-163.
- Bhagat, K. K., & Chang, C. Y. (2015). Incorporating GeoGebra into Geometry learning-A lesson from India. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 77-86.
- Bintaş, J., & Bağcıvan, B.(2007). İlköğretim yedinci sınıfta bilgisayar destekli geometri öğretimi, *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(7), 33-45.

- Bloom, W. & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications and links to other subjects. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 37-68.
- Borazan, K. (2019). *11. sınıf dönüşümler konusunun öğretiminde dinamik geometri yazılımlarının öğretmen ve öğrenci merkezli kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve motivasyonlarına etkisi*. Doktora tezi, İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Bosse, M. J. (2018). Problem Solving Trajectories in a Dynamic Mathematics Environment: The Geometer's Sketchpad. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 19(1), 69-89.
- Brock, C., Cappo, M., Carmon, N., Erdős, A., Kamay, Y., Kaplan, D., et al. (2003). *Geometry Inventor* (v.3.04) (Computer Program). San Francisco, CA, USA: Riverdeep.
- Bruder, R., & Collet, C. (2011). *Problemlösen lernen im Mathematikunterricht*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Buckley, B. C., Gobert, J. D., Kindfield, A. C., Horwitz, P., Tinker, R. F., Gerlits, B., Wilensky, U., Dede, C., & Willett, J. (2004). Model-based teaching and learning with BioLogica: What do they learn? How do they learn? How do we know?. *Journal of Science Education and Technology* 13(1), 23-41.
- Bull, G. (2009). Tutor, tool, tutee: A vision revisited. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(2), 89-94.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2019). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (268-272). Ankara: Pegem Akademi Yayınevi.
- Capraro, M. M., An, S. A., Ma, T., Rangel-Chavez, A. F., & Harbaugh, A. (2012). An investigation of preservice teachers' use of guess and check in solving a semi open-ended mathematics problem. *The Journal of Mathematics Behavior*, 31(1), 105-116.
- Chapman, O. (2005). Constructing Pedagogical Knowledge of Problem Solving: Preservice Mathematics Teachers. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 225-232.
- Crespo, S. (2003). Learning to pose mathematical problems: Exploring changes in preservice teachers' practices. *Educational studies in Mathematics*, 52, 243-270.
- Creswell, J. W., & Miller, D. L. (2000). Determining validity in qualitative inquiry. *Theory into practice*, 39(3), 124-130.
- Creswell, J. W. (2013). Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni, (Bütün, M. Çev. Ed.), Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Cullen, C. J., Hertel, J. T., & Nickels, M. (2020, April). The roles of technology in mathematics education. In *The Educational Forum* (Vo. 84, No. 2, pp. 166-178). Routledge.
- Çoklar, A. N. ve Tercan, İ. (2014). Opinions of Teachers toward the Use of Smart Boards. *Elementary Education Online*, 13(1), 14.
- Demircioğlu, H., Argün, Z., & Bulut, S. (2010). A case study: assessment of preservice secondary mathematics teachers' metacognitive behaviour in the problem-solving process. *ZDM*, 42, 493-502.
- Dhayanti, D., Johar, R., & Zubainur, C. M. (2018). Improving Students' Critical and Creative Thinking through Realistic Mathematics Education Using Geometer's Sketchpad. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, 3(1), 25-35.

- Dimakos, G., & Zaranis, N. (2010). The influence of the Geometer's Sketchpad on the geometry achievement of Greek school students. *The Teaching of Mathematics*, 25, 113-124.
- Dokur, N. (2013). *Somut materyal ve Geometer's Sketchpad destekli eğitimlerin matematik öğretmenliği öğrencilerinin başarılarına ve çözümlerini açıklamalarına etkilerinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Gaziantep Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Domenech, N. I. (2009). *Influence of dynamic geometry software on plane geometry problem solving strategies*, Doctoral dissertation, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Dreyfus, T. (1999). Why Johnny can't prove. *Forms of mathematical knowledge: Learning and teaching with understanding*, 85-109.
- Dunham, P. H. Ve Dick, T. P. (1994). Research on Graphing Calculators. *The Mathematics Teacher*, 87(6), 440- 445.
- Duval, R. (1999). Representations, vision and visualition: Cognitive functions in mathematical thinking. Basic issues for learning. In F. Hitt & M. Santos (Eds.), *Proceedings of the 21st Conference of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 3-26). Mexico: Morelos.
- Eberts, R. E. (1997). Computer-based instruction. In *Handbook of human-computer interaction* (pp. 825-847). North-Holland.
- English, L. D., & Gainsburg, J. (2015). Problem solving in a 21st-century mathematics curriculum. In *Handbook of international research in mathematics education* (pp.313-335). Routledge.
- Erdener, K. & Gür, H. (2019). Ortaokul matematik derslerinde dinamik geometri yazılımı Geometer's Sketchpad kullanımı ile ilgili öğrenci görüşleri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21 (1), 364-377.
- Erkan, B., & Kar, T. (2022). Pre-Service Mathematics teachers' problem-formulation processes: Development of the revised active learning framework. *The Journal of Mathematical Behavior*, 65, 100918.
- Erkuş, Y. (2014). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının bilgisayar destekli eğitim yapmaya yönelik görüşlerinin belirlenmesi ve Geometer's Sketchpad yazılımını öğrenme süreçlerinin değerlendirilmesi*. Yüksek lisans tezi, Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ersoy, E., & Güner, P. (2015). The place of problem solving and mathematical thinking in the mathematical teaching. *The Online Journal of New Horizons in Education-January* 5(1), 120-130.
- Esen Aygün, H. (2018). The relationship between pre-service teachers' cognitive flexibility and interpersonal problem solving skills. *Eurasian Journal of Educational Research*, 77 105-128.
- Fischbein, E. (1993).The theory of figural concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 24(2), 139-162.
- Flyvbjerg, B. (2011). Case study. (Eds. N.K. Denzin, Y. S. Lincoln). In *The Sage Handbook of qualitative research*, 301-316.
- Gail, M. (1996). Problem solving about problem solving: Framing a research agenda. *17th Proceedings of the Annual National Educational Computing Conference*, Minnesota, 255-261.

- Gal, H., & Linchevski, L. (2010). To see or not to see: analyzing difficulties in geometry from the perspective of visual perception. *Educational studies in mathematics*, 74(2), 163-183.
- Gelbal, S. (1991). Problem çözme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6, 167-173.
- Goldenberg, E. P., Scher, D., & Feurzeig, N. (2008). What lies behind dynamic interactive geometry software. *Research on technology and the teaching and learning of mathematics*, 2, 53-87.
- Gray, E., & Tall, D. (1991, June). Duality, ambiguity and flexibility in successful mathematical thinking. *Proceedings of PME XIII* Vol. II (pp. 72-79). Assisi: PME.
- Greefrath, G., Hertleif, C., & Siller, H. S. (2018). Mathematical modelling with digital tools- a quantitative study on mathematising with dynamic geometry software. *ZDM*, 50(1), 233-244.
- Gunbas, N. (2015). Students' mathematics word problem-solving achievement in a computer-based story. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(1), 78-95.
- Günhan, B. C. & Açıkan, H., (2016). Dinamik geometri yazılımı kullanımının geometri başarısına etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Turkish Journal of Computers and Mathematics Education*, 7(1), 1-23.
- Gürat, M. G., & Medula, C. T. (2016). Metacognitive strategy knowledge use through mathematical problem solving amongst pre-service teachers. *American Journal of Educational Research*, 4(2), 170-189.
- Gür, S., (2002). Matematik Dersi Yazılımlarının Öğretimsel İçeriğinin Değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Güven, B. & Karataş, İ. (2003). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri ile Geometri Öğrenme: Öğrenci Görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 2(2), 67-78.
- Hegedus, S. (2013). Young children investigating advanced mathematical concepts with haptic technologies: Future design perspectives. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1), 87-108.
- Heid, M. K. (1997). The technological revolution and the reform of school mathematics. *American Journal of Education*, 106(1). 5-61.
- Hitt, F. (2002). *Construction of mathematical concepts and internal cognitive frames*. In F. Hitt (Ed.), *Representations and mathematics visualization* (pp. 241-262). International Group for the Psychology of Mathematics Education North American Chapter and Cinvestav-IPN, Mexico.
- Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2008). *Teaching and learning calculus with free dynamic mathematics software GeoGebra*. 11th International Congress on Mathematical Education (ICME 11), Monterrey, Mexico.
- Holland, G. (2002). *GEOLOG* (Computer Program). Giessen, Germany: University of Giessen.
- Jackiw, N. (1991). *The Geometer's Sketchpad* (Computer Program). Berkeley, CA, USA: Key Curriculum Press.
- Jonassen, D. H. (1995). Supporting communities of learners with technology: A vision for integrating technology with learning in schools. *Educational technology*, 35(4), 60-63.
- Jones, K. (2000). Providing a foundation for deductive reasoning: Students' interpretations when using dynamic geometry software and their evolving mathematical explanations. *Educational studies in mathematics*, 44, 55-85.

- Kabaca, T., & Tarhan, V. (2013). Dinamik matematik yazılımı kullanımının lise öğrencilerinin matematik hakkındaki inançlarına etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 4(1).
- Kabaca, T. (2016). Matematik eğitiminde teknoloji kullanımına dair teorik yaklaşımlar. *Matematik eğitiminde teoriler*, 820-838.
- Kadunz, G. & Kautschitsch, H. (1993). *THALES- Software zur experimentellen Geometrie* (Computer Program). Stuttgart, Germany: Ernst Klett Schulbuchverlag.
- Kapa, E. (2001). A metacognitive support during the process of problem solving in a computerized environment. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 317-336.
- Karaaslan, G. (2013). *Geometri dersine yönelik dinamik geometri yazılımlarıyla hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin akademik başarıları ve uzamsal yetenekleri bağlamında incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kayan, F. (2007). *A study on preservice elementary mathematics teachers' mathematical problem solving beliefs*. Master's thesis, Middle East Technical University, The Graduate School of Social Sciences.
- Kepceoğlu, İ. (2015). *Dinamik geometri yazılımlarıyla gerçekleştirilen matematik derslerinin ölçme ve değerlendirme perspektifinden incelenmesi*. Doktora tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Keşan, C., Vatansever, S., & Kaya, D. (2012). Student Opinions about learning primary 7th Grade Geometry Subjects with Geometer's Sketchpad. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(2). 273-282.
- Kılıç, H. (2013). High school students' geometric thinking, problem solving and proof skills. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(1), 222-241.
- Kocasaraç, H. (2003). *Bilgisayarların öğretim alanında kullanılmasına ilişkin öğretmen yeterlilikleri: Çanakkale Müfredat Laboratuvar Okulları Örneği*, Yüksek lisans tezi, Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Koç, O. U., Uysal Koç, O. & Başer, N. (2011). Görselleştirme Yaklaşımının Matematikte Öğrenilmiş Çaresizliğe ve Soyut Düşünmeye Etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(3), 89-108.
- Koyuncu, I., Akyüz, D., & Çakıroğlu, E. (2015). Matematik öğretmeni adaylarının teknoloji ve kâğıt kalem ortamlarında düzlem geometri problem çözme stratejilerinin incelenmesi. *Uluslararası Bilim ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(4), 837-862.
- Koyuncu, M. K. (2018). *Matematik Felsefesi Etkinliklerinin Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Becerilerine, Matematiğe Yönelik Tutum ve İnançlarına Etkisinin İncelenmesi*. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Köklü, O. & Topçu, A. (2012). Effect of Cabri-assisted instruction on secondary school students' misconceptions about graphs of quadratic functions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 43(8), 999-1011.
- Köse, N., Uygan, C., & Özen, D. (2013). Dinamik geometri yazılımlarındaki sürüklemeye ve çeşitlerinin geometri öğretimindeki rolü. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 3(1), 35-52.
- Kuzle, A. (2012). Investigating and Communicating Technology Mathematics Problem Solving Experience of Two Preservice Teachers. *Acta Didactica Napocensia*, 5(1), 1-10.
- Laborde, J. M. (1999). Some issues raised by the development of implemented dynamic geometry as with Cabri-geometry. In H. Brönnimann (Ed.), *Proceedings of the 15th*

- European Workshop on Computational Geometry* (pp. 7-19). Sophia Antipolis, France: INRIA.
- Laborde, C. (2011). Designing substantial tasks to utilize ICT in mathematics lessons. *Mathematics education with digital technology*, 75-83.
- Laborde, C., & Laborde, J. M. (2008). The development of a dynamical geometry environment: Cabri geometre. *Research on technology and the teaching and learning of mathematics*, 2 31-52.
- Laborde, J. M., Baulac, Y., & Bellemain, F. (1988). *Cabri-geometre I* (Computer program). Grenoble, France: University Joseph Fourier.
- Laborde J. M., & Bellemain, F. (1995). *Cabri geometre II* and *Cabri-geometre II plus* (Computer programs). Dallas, USA: Texas Instruments and Grenoble, France: Cabrilog.
- Laborde, C., Kynigos, C., Hollebrands, K. F., Strasser, R. (2006). Teaching and learning geometry with technology. In Gutierrez, A., Poero (Eds). *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future*, 275-304. Sense Publishers.
- Larwin, K. ve Larwin, D. (2011). A Meta-Analysis Examining the Impact of Computer Assisted Instruction on Postsecondary Statistics Education: 40 Years of Research. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(3), 253-278.
- Laughbaum, E. D. (2011). The neuroscience of connections, generalizations, visualizations and meaning. *Mathematics education with digital technology*, 1.
- 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.
- LeCompte, M. D., & Goetz, J. P. (1982). Problems of reliability and validity in ethnographic research. *Review of educational research*, 52(1), 31-60.
- Lesh, R., & Zawojewski, J. S. (2007). Problem solving and modeling. In F. K. Lester, Jr. (Ed.), *The second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 763-804). National Council of Teachers of Mathematics, Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Lester, F., & Kehle, P. E. (2003). From problem solving to modeling: The evolution of thinking about research on complex mathematical activity. In R. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching* (pp. 501-518). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lester, F. K. (2013). Thoughts about research on mathematical problem-solving instruction. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1&2), 245-278.
- Leung, A. (2008). Dragging in a dynamic geometry environment through the lens of variation. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 13(2), 135-157.
- Liao, Y. C. (2007). Effects of Computer-Assisted Instruction on Students' Achievement in Taiwan: A Meta-Analysis. *Computers and Education*, 48(2), 216-233.
- Lichti, M., & Roth, J. (2018). How to foster functional thinking in learning environments using computer-based simulations or real materials. *Journal for STEM Education Research*, 1(1), 148-172.
- Liljedahl, P., Santos-Trigo, M., Malaspina, U., & Bruder, R. (2016). *Problem solving in mathematics education*. Springer Nature.

- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.
- Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of educational psychology*, 106(4), 901.
- McClintock, E., Jiang, Z., & July, R. (2002). Students' Development of Three-Dimensional Visualization in the Geometer's Sketchpad Environment.
- Mariano-Dolesh, M. L., Collantes, L. M., Ibanez, E. D., and Pentang, J. (2022). Mindset and levels of conceptual understanding in the problem-solving of preservice mathematics teachers in an online learning environment. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(6), 18-33.
- Mariotti, M. A. (2000). Introduction to proof: The mediation of a dynamic software environment. *Educational studies in mathematics*, 44(1), 25-53.
- Mason, J., & Johnston-Wilder, S. (2006). *Designing and using mathematical tasks*. St. Albans: Tarquin Publications.
- Mason, L. & Scrivani, L. (2004). Enhancing students' mathematical beliefs: An intervention study. *Learning and instruction*, 14(2), 153-176.
- Mayer, R. E. (1982). Different problem-solving strategies for algebra word and equation problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 8(5), 448.
- Mayer, R. E. (1999). Problem solving. *Encyclopedia of creativity*, 2, 437-447.
- Mayer, R. E. & Wittrock, M. C. (2006). Problem solving. In P.A. Alexander, P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 287-303). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed.). (pp. 31-48). New York: Cambridge University Press.
- McMillan, J. H. (2000). *Educational Research Fundamentals for the Consumers*.
- Meng, C. C., & Sam, L. C. (2013). Developing Pre-Service Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge for Teaching Mathematics with the Geometer's Sketchpad through Lesson Study. *Journal of Education and Learning*, 2(1), 1-8.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: a qualitative approach*. Jossey-Bass.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı-MEB, (2018). *Ortaokul Matematik Öğretim Programı*, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı-MEB (2019). *Pisa 2018 Türkiye ön raporu* (Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi No. 10). 23.11.2022 tarihinde erişim https://meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_12/03103347_PISA_2018_Turkiye_On_Raporu.pdf
- Mili Eğitim Bakanlığı-MEB (2020). *Timss 2019 Türkiye ön raporu* (Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi No. 15). 23.11.2022 tarihinde erişim https://www.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2020_12/08202713_No15_TIMSS_2019_Turkiye_On_Raporu.pdf
- Milli Eğitim Bakanlığı (2022). *Fatih Projesi*. 23.11.2022 tarihinde erişim <http://fatihprojesi.meb.gov.tr/>

- Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive multimodal learning environments. *Educational psychology review*, 19(3), 309-326.
- Morgan, A. (1993). *Improving your students' learning; reflections on the experience of study*. London: Kogan Page.
- National Council of Teachers of Mathematics-NCTM. (2000). *Principles and NCTM standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Novak, E.& Tassell, J. L. (2017). Studying preservice teacher math anxiety and mathematics performance in geometry, word, and non-word problem solving. *Learning and Individual Differences*, 54, 20-29.
- OECD, (2019). PISA 2018 results volume 1: what students know and can do. *OECD Publishing, Paris*.
- Öçal, M. F., & Şimşek, M. (2017). Matematik öğretmen adaylarının FATİH projesi ve matematik eğitiminde teknoloji kullanımına yönelik görüşleri. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 8(1), 91-121.
- Öndeş, R. N. (2021). Research trends in dynamic geometry software: A content analysis from 2005 to 2021. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 13(2), 236-260.
- Öz, A. (2012). *Somut materyallerin ve Geometer's Sketchpad yazılımının derslerde kullanımının öğretmen adaylarının geometri başarılarına etkisinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Papert, S. (1980). *Children, computers, and powerful ideas*. Harvester.
- Passey, D. (2011). Learning mathematics using digital resources: impacts on learning and teaching for 11 to 14 year old pupils. *Mathematics education with digital technology*, 46-60.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Sage Publications.
- Pea, R. D. (1987). Cognitive technologies for mathematics education.
- Pellegrino, J. W., & Goldman, S. R. (2017). Beyond rhetoric: Realities and complexities of integrating assessment into classroom teaching and learning. In *The future of assessment* (pp. 7-52). Routledge.
- Pellegrino, J. W., & Hilton, M. L., (Eds.) (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. Washington, DC: National Academies Press.
- Pittalis, M., Christou, C., Mousoulides, N., & Pitta-Pantazi, D. (2004). A structural model for problem posing. In *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 49-56). Bergen, Norway: PME.
- Polya, G. (1957). *How to solve it?* (2nd ed.). New York: Anchor Books.
- Pomerantz, H. ve Waits, B. (1997). The Role of Calculators in Math Education (ss. 39-43). Department of Mathematics of The Ohio State University: Texas Instruments.
- Pope, S. (2011). ICT and the English mathematics curriculum. *Mathematics Education with Digital Technology*, 30.
- Pyper, J. S. (2017). Learning about ourselves: A review of the mathematics teachers in the digital era. *Canadian journal of science, mathematics and technology education*, 17, 234-242.
- Reznichenko, N. (2007). Learning with Graphing Calculator (GC): GC as a Cognitive Tool. *Online Submission*.

- Reinhold, F., Hoch, S., Werner, B., Richter-Gebert, J., & Reiss, K. (2020). Learning fractions with and without educational technology: What matters for high-achieving and low-achieving students?. *Learning and Instruction*, 65, 101264.
- Rösken, K. R. B., & Liljedahl, P. (2006). Challenging the mathematical beliefs of preervice elementary school teachers. *International group for the psychology of mathematics education*, 4,441.
- Santos-Trigo, M. (2019). Mathematical problem solving and the use of digital technologies. *Mathematical problem solving: current themes, trends, and research*, 63-89.
- Sarı-Yahşi, H. (2012). *İlköğretim 7. sınıf matematik dersi dönüşüm geometrisi alt öğrenme alanının öğretiminde dinamik geometri yazılımlarından Sketchpad ile Geogebra'nın kullanımlarının öğrencilerin başarısına ve öğrenmelerin kalıcılığına etkilerinin karşılaştırılması*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Scher, D. (1999). Lifting the curtain: The evolution of the Geometer's Sketchpad. *The Mathematics Educator*, 10(2).
- Schneider, W., & Artelt, C. (2010). Metacognition and mathematics education. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 42, 149-161.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando: Academic Press.
- Schurter, W. A. (2002). Comprehension monitoring: An aid to mathematical problem solving. *Journal of Developmental Education*, 26(2), 22.
- Schwartz, J., Yerushalmy, M., & Shternberg, B. (1985). *The Geometric Supposer*-(Computer Program). Pleasantville, NY, USA: Sunburst Communication.
- Schwartz, J., Yerushalmy, M., & Shternberg, B. (2000). *The Geometric Supposer-3* (Computer Program). Israel: The Center for Educational Technology.
- Shadaan, P., & Leong, K. E. (2013). Effectiveness of Using GeoGebra on Students' Understanding in Learning Circles. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 1(4), 1-11.
- Silver, E. A. (1982). Problem perception, problem schemata, and problem solving. *The Journal of Mathematical Behavior*.3(2), 169-181.
- Soliman, M. M., & Hilal, A. J. (2016). Investigating the effects of computer-assisted instruction on achievement and attitudes towards mathematics among seventh-grade students in Kuwait. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*, 23(4), 145.
- Stekettee, S. (2009). *Comparison of Sketchpad and Geogebra*. Key Curriculum Press.
- Stevens, A. D. (2009). Social problem-solving and cognitive flexibility: Relations to social skills and problem behavior of at-risk young children. Doktora tezi, Seattle Pacific University, ProQuest Dissertations Publishing.
- Strasser, R. (2002). Research on dynamic geometry software (DGS): An introduction. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 34(3), 65.
- Swanson, R. E. (2013). Overcoming the run response. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 19(2), 94-99.
- Taş, S. Ve Deniz, S. (2018). Sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiğe yönelik öğrenilmiş çaresizliklerinin oradanması: problem çözme becerisi ve bilişsel esneklik. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi* 9(3), 618-635.
- Taylor, R. (Ed.) (1980). *The computer in the School: Tutor, Tool, Tutee*. New York: Teachers College Press.

- Tienken, C. H.& Wilson, M. J. (2007). The Impact of Computer Assisted Instruction on Seventh-Grade Students' Mathematics Achievement. *Planning and Changing*, 38, 181-190.
- Tjoe, H. (2019). "Looking Back" to Solve Differently: Familiarity, Fluency, and Flexibility, *Mathematical Problem Solving: Current themes, trends, and research*, 3-20.
- Toluk, Z., Olkun, S., & Durmuş, S. (2002). *Problem Merkezli ve Görsel Modellerle Destekli Geometri Öğretiminin Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Geometrik Düşünme Düzeylerinin Gelişimine Etkisi*. 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Ankara.
- Türk Dil Kurumu-TDK. (2022). Güncel Sözlük. 18.12.2022 tarihinde erişim <https://sozluk.gov.tr/>
- Uğur, B., Urhan, S., & Kocadere, S. A. (2016). Teaching geometric objects with dynamic geometry software. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 339-366.
- Ulusoy, F. (2019). Matematik öğretmeni adaylarının pergel-cetvel ve dinamik geometri yazılımı kullanarak yaptıkları geometrik inşalar. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 10(2), 336-372.
- Uygun, T. (2019). Matematik öğretmeni adaylarının geometrik şekillerin elemanları ile ilgili konu alan bilgilerinin Geometer's Sketchpad yardımıyla geliştirilmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 59-69.
- Uzun, N. (2013). *Dinamik geometri yazılımlarının bilgisayar destekli öğretim ve akıllı tahta ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında kullanımının öğrencilerin akademik başarısına, uzamsal görselleştirme becerisine ve uzamsal düşünme becerisine ilişkin tutumlarına etkisi*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Üredi, L. & Kösece, P. (2020). Investigating the relationship between critical thinking skills and mathematical problem solving achievements of secondary education students. *European Journal of Educational Sciences*, 7(2), 186-202.
- Van De Walle, J. (1989). *Elementary School Mathematics*. New York: Longman.
- Van der Kleij, F. M., Feskens, R. C., & Eggen, T. J. (2015). Effects of feedback in a computer-based learning environment on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Review of educational research*. 85(4). 475-511.
- van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M. Ve de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577-588.
- Voogt, J. ve Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21 st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299-321.
- Wenglinsky, H. (1998). Does it compute? The relationship between educational technology and student achievement in mathematics.
- Wilburne, J. (2006). Preparing Preservice Elementary Teachers to Teach Problem Solving. *Teaching Children Mathematics*, 12(9), 454-463.
- Wilson, J. W., Fernandez. M. L., & Hadaway, N. (1993). Mathematical problem solving. *Research ideas for the classroom: High school mathematics*, 57, 78.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8.Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, K. (2021). *Öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Yılmaz, R. (2011). *Matematiksel soyutlama ve genelleme süreçlerinde görselleştirme ve rolü*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yin, R. K., (2003). *Case study researches, design and methods* (3rd ed.). California: Sage Publications.
- Yükseköğretim Kurulu-YÖK (2011). Türkiye Yükseköğretim Yeterlilikler Çerçevesi (TYYÇ), Temel Alan Yeterlilikleri. *Öğretmen Yetiştirme ve Eğitim Bilimleri*. Erişim: 10.03.2023 tarihinde http://www.tyyc.yok.gov.tr/raporlar/14_EGITIMBILIMLERI_13_01_2011.pdf
- Zengin, Y., Kağızmanlı, T. B., Tatar, E., & İşleyen, T. (2013). Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Dersinde Dinamik Matematik Yazılımının Kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(23), 167-180.
- Zubieta, G.& Meza, R. (2008). Visualition in the teaching/learning of calculus. In *Proceedings of the 11th International Congress on Mathematical Education*. Monterrey, Mexico. Retirado em (Vol.9).



EKLER

Ek 1.Görüşme Formu

Problem: Herhangi bir ABC üçgeninin çevrel çemberi üzerinde alınan bir P noktasından, üçgenin kenarlarına/kenar uzantılarına çizilen dikme ayakları arasındaki ilişki nedir? Nedenini açıklayınız.

1. Yukarıda verilen problem durumu nedir?

Verilen problemi yeniden kendi ifadelerinizle açıklayınız.

Bu problemde neyin bulunması istenmektedir?

Verilenler nelerdir, koşullar nelerdir, bilinmeyen nedir, problemde çözüm için eksik yada fazla bilgi var mıdır, bilinmeyen bir kavram var mıdır?

2. Problemin çözümü için birden fazla çözüm yolu geliştiriniz.

Size göre bu problemin çözümü için uygulanabilecek en etkili çözüm yolu hangisidir?(Karar veriniz)

3. Problemin çözümü için uygulamaya karar verdiğiniz çözüm yolunu neden seçtiğinizi kısaca açıklayınız.

4. Çözümünüzün doğru olup olmadığını kontrol ediniz.

Çözümünüzün doğru olup olmadığına nasıl karar verirsiniz?

5. Bu problemle ilgili olarak farklı bir çözüm önerisinde bulunabilir misiniz?

6. Size verilen problemten yararlanarak yeni bir problem yazabilir misiniz?

Ek 2. Veri Toplama İzni



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-98725097-045.99-296107
Konu : Uygulama Talebi Hk. (Süleyman GÜNEŞ)

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ BÖLÜM BAŞKANLIĞINA

İlgi : 10.08.2022 tarihli ve E-51747921-100-294902 sayılı yazınız.

Üniversitemiz Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı öğrencisi Süleyman GÜNEŞ'in "Dinamik Matematik Yazılımı Destekli Öğretim Ortamında Matematik Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Süreçleri" isimli yüksek lisans tezi kapsamında, Bölümünüz Matematik ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği programı öğrencilerine (gönüllülük esasına dayalı) uygulama yapma talebi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.
Gereğini rica ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Murat VURAL
Dekan Yardımcısı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : 82MA-ETRR-0MGD Belge Doğrulama Adresi : <https://ebyssorgu.omu.edu.tr/>

Adres: Eğitim Fakültesi Dekanlığı Kurupelit/Samsun

Telefon No :

e-Posta :

Fax No : 0362 457 60 78

İnternet Adresi : <http://www.omu.edu.tr/>

Bilgi İçin :Ayşe ÖZTÜRK

Memur

Telefon No:5294



Ek 3. Etik Kurul Kararı



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI ETİK KURUL KARARLARI

KARAR TARİHİ	TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI
25.06.2021	06	2021/572

KARAR NO: 2021-572 Üniversitemiz Lisansüstü Eğitim Enstitüsü öğrencisi Süleyman GÜNEŞ'in Doç. Dr. Rezan YILMAZ danışmanlığında "Dinamik Matematik Yazılımı Destekli Öğretim Ortamında Matematik Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Süreçleri" isimli yüksek lisans tezine ilişkin mülakat, gözlem, video/film/görüntü kaydı ve ses kaydı analizi çalışmalarını içeren 18494 sayılı dilekçesi okunarak görüşüldü.

Üniversitemiz Lisansüstü Eğitim Enstitüsü öğrencisi Süleyman GÜNEŞ'in Doç. Dr. Rezan YILMAZ danışmanlığında "Dinamik Matematik Yazılımı Destekli Öğretim Ortamında Matematik Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Süreçleri" isimli yüksek lisans tezine ilişkin mülakat, gözlem, video/film/görüntü kaydı ve ses kaydı analizi çalışmalarının kabulüne oy birliği ile karar verildi.

ÖZ GEÇMİŞ

Süleyman Güneş Kayseri Mimar Sinan Anadolu Öğretmen Lisesini bitirdikten sonra, 2017 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi matematik öğretmenliği bölümünden mezun olmuştur. 2020 yılında OMÜ LEE Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Matematik Eğitimi Yüksek Lisans programına başlamıştır. 2017 yılında atanmış olduğu Sinop'taki kamu görevine halen devam etmektedir.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0002-9367-1107

Yayınlar:

1.Güneş, S., & Yılmaz, R. (2022).Problem Solving Processes of Preservice Mathematics Teachers with Geometer's Sketchpad: The Case of Simson Line Theorem. *International Conference on Mathematics and Mathematics Education (ICMME). September 22-24, Pamukkale University, Denizli, Turkey.*