



**MATEMATİK ÖĞRETMENLERİNİN DİNAMİK GEOMETRİ
ORTAMLARIYLA DESTEKLEYEREK HAZIRLADIKLARI
ETKİNLİKLERİN İNCELENMESİ**

Kübra MURAT

Yüksek Lisans Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Sinan CAN

AĞRI-2025

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

Kübra MURAT

MATEMATİK ÖĞRETMENLERİNİN DİNAMİK GEOMETRİ
ORTAMLARIYLA DESTEKLEYEREK HAZIRLADIKLARI
ETKİNLİKLERİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ YÖNETİCİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Sinan CAN

JÜRİ ÜYELERİ
Prof. Dr. Mehmet Fatih ÖÇAL
Doç. Dr. Demet DENİZ YILMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Sinan CAN

AĞRI-2025

TEZ ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum “Matematik Öğretmenlerinin Dinamik Geometri Ortamlarıyla Destekleyerek Hazırladıkları Etkinliklerin İncelenmesi” adlı tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

Temmuz, 2025

Kübra MURAT

	LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI	Doküman No	FR-211
		İlk Yayın Tarihi	26.02.2024
		Revizyon Tarihi	
		Revizyon No	00
		Sayfa No	1/1

MATEMATİK ÖĞRETMENLERİNİN DİNAMİK GEOMETRİ
ORTAMLARIYLA DESTEKLEYEREK HAZIRLADIKLARI
ETKİNLİKLERİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Sinan CAN danışmanlığında, Kübra MURAT tarafından hazırlanan bu çalışma, 10/07/2025 tarihinde aşağıda isimleri belirtilen jüri tarafından değerlendirilmiş olup Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Demet DENİZ YILMAZ İmza: Aslı ıslak imzalıdır

Üye : Prof. Dr. Mehmet Fatih ÖÇAL İmza: Aslı ıslak imzalıdır

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ömer Sinan CAN İmza : Aslı ıslak imzalıdır

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu .../.../... tarih ve / numaralı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet TEYFUR

Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

HAZIRLAYAN	KONTROL EDEN	ONAYLAYAN

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMETİK ÖĞRETMENLERİNİN DİNAMİK GEOMETRİ ORTAMLARIYLA DESTEKLEYEREK HAZIRLADIKLARI ETKİNLİKLERİN İNCELENMESİ

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ömer Sinan CAN

2025, 90 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Mehmet Fatih ÖÇAL

Doç. Dr. Demet DENİZ YILMAZ

Dr. Öğr. Üyesi. Ömer Sinan CAN

Bu araştırmanın amacı, Matematik öğretmenlerinin Dinamik Geometri Yazılımlarını kullanarak hazırladıkları etkinlikleri Troçki ve Hollebrands'ın "Dinamik Geometri Görev Analizi Çerçevesi" doğrultusunda incelemektir. Bu çalışmada nitel araştırma desenleri arasında yer alan durum çalışması yöntemi benimsenmiştir. Çalışma Ağrı ilinde görev yapan 21 matematik öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerden verilen yönerge doğrultusunda Dinamik Geometri Yazılımlarını kullanarak etkinlik hazırlamaları istenmiştir. Hazırlanan etkinlikler hakkında detaylı veri elde etmek amacıyla öğretmenler ile mülakat yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda öğretmenlerin hazırlamış oldukları etkinlikler matematiksel derinlik düzeylerine ve teknolojik eylem seviyelerine göre analiz edilmiştir. Çalışmanın bulguları öğretmenlerin daha önceden eğitim aldıkları da göz önünde bulundurulduğunda, tasarlanan görevlerin matematiksel derinlik düzeylerinin genellikle orta seviyede olduğu, daha düşük veya daha yüksek seviyelerde matematiksel derinliğe sahip etkinlik sayısının sınırlı kaldığı görülmüştür. Hedefledikleri teknolojik eylem türüne bakıldığında, neredeyse tamamının yazılımın sadece sürgü/sürüklemeye özelliğini kullanarak bazı ilişkilerin veya örüntülerin fark edilmesini gerektiren etkinlik tasarladıkları görülmüştür. Matematik öğretmenlerinin hazırladığı etkinliklerde, matematiksel derinlik seviyesi yüksek olan etkinliklerin genellikle birden fazla teknolojik eylem çeşidine sahip olduğu görülmekle birlikte, bu durumun zorunlu bir koşul olmadığını göstermektedir.

2025, 90 sayfa

Anahtar Kelimeler: Dinamik Geometri Ortamları, Matematiksel Görev Tasarımı, Matematiksel Derinlik, Teknolojik Eylem

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

EXAMINATION OF ACTIVITIES PREPARED BY MATHEMETICS TEACHERS WITH SUPPORT OF DYNAMIC GEOMETRY ENVIRONMENTS

Advisor: Dr. Öğr. Üyesi Ömer Sinan CAN

2025, Page; 90

Jury: Prof. Dr. Mehmet Fatih Öçal

Doç. Dr. Demet DENİZ YILMAZ

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Sinan CAN

The purpose of this study is to examine the activities prepared by mathematics teachers using dynamic geometry software in line with Troçki and Hollebrands' Dynamic Geometry Task Analysis Framework. In this study, the case study method, which is one of the qualitative research designs, was adopted. The study was conducted with 21 mathematics teachers working in Ağrı province. Teachers were asked to prepare activities using dynamic geometry software in line with the instructions given. Teachers were interviewed to obtain detailed data about the prepared activities. In line with the data obtained, the activities prepared by the teachers were analyzed separately according to their Mathematical Depth levels and Technological Action levels. The findings of the study showed that the mathematical depth levels of the designed tasks were generally at the medium level, and the number of activities with lower or higher levels of mathematical depth was limited, considering that the teachers had received previous education. In terms of the type of technological action targeted, it was found that nearly all participants designed activities that involved identifying certain relationships or patterns by exclusively utilizing the sliding/dragging feature of the software. In the activities designed by mathematics teachers, it is observed that tasks with a high level of mathematical depth often incorporate multiple types of technological actions; however, this does not constitute a necessary condition.

2025, 90 Pages

Keywords: Dynamic Geometry Environments, Mathematical Task Design, Mathematical Depth, Technological Action

ÖN SÖZ

Geometri; şekil tanıma, ilişkileri kavrama ve problem çözme becerileri geliştirmede temel bir rol üstlenmektedir. Günümüzde teknolojinin hızlı gelişimi ile birlikte teknoloji destekli öğrenme ortamlarının kullanımı geometri öğrenme ve öğretme niteliğini arttırmak için önemli olanaklar sunar. Bu olanaklardan biri olan Dinamik Geometri Yazılımlarının eğitim ortamlarına entegrasyonu, soyut kavramların somutlaştırılarak daha anlamlı öğrenmelerin gerçekleştirilmesine, öğrencinin sorgulayarak ve deneyimleyerek keşfetmesine olanak sağlar. Bununla birlikte öğretmenlerin teknoloji destekli etkinlikler hazırlarken karşılaştıkları güçlükler ele alınarak Dinamik Geometri Yazılımlarının eğitim ortamlarına daha etkili entegrasyonunun sağlanması önemlidir. Bu bağlamda yapılan çalışmada öğretmenlerin dinamik geometri ortamlarıyla hazırladıkları etkinliklerin matematiksel derinlik düzeylerine ve teknolojik eylem türlerine göre analizlerine yer verilmiştir.

Yüksek lisans eğitimimde ve araştırma süreci boyunca çalışmam konusunda bilgi, deneyim ve yönlendirmeleriyle araştırma sürecine katkı sağladığı, sabırla rehberlik ettiği ve akademik gelişimime büyük destek verdiği için değerli danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ömer Sinan Can'a teşekkür ederim.

Değerli görüş ve katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. M.Fatih ÖÇAL ve Sayın Doç. Dr. Demet DENİZ YILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında olduğu gibi bu süreçte de yanımda olan, desteklerini ve sevgilerini daima hissettiren canım anneme, babama ve kardeşlerime teşekkür ederim. Onların sonsuz desteği ve inancı, bu akademik yolculuğumun en güçlü dayanağı olmuştur. Bu çalışmanın yürütülmesinde gönüllü olarak yer alarak değerli zamanlarını ayıran ve sürece katkı sağlayan tüm katılımcılara içten teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz, 2025

Kübra MURAT

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖN SÖZ.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
1.GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	4
1.2. Araştırmanın Amacı	4
1.3. Araştırmanın Önemi.....	5
1.4. Sayıtlar	6
1.5. Sınırlılıklar	7
1.6. Tanımlar	7
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	8
2.1. Geometri Öğretimi ve Bilişsel Beceriler.....	8
2.2. Teknolojinin Eğitime Katkısı.....	11
2.3. Ders Planlama ve Değerlendirme.....	13
2.4. Teknolojinin Eğitime Entegrasyonu	15
2.5. İlgili Çalışmalar.....	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	28
3.1. Araştırma Deseni.....	28
3.2. Çalışma Grubu	29
3.3. Veri Toplama Araçları	29
3.3.1. Ortaokul matematik öğretmenlerinin dinamik geometri ortamlarıyla hazırladıkları etkinlikler	30
3.3.2. Yarı yapılandırılmış mülakat.....	31
3.4. Veri Toplama Süreci	34
3.5. Veri Analizi	34

3.6. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği.....	36
4. BULGULAR.....	37
4.1. Matematiksel Derinlik Seviyesi	38
4.1.1. Matematiksel derinlik seviyesi 0 olan etkinlikler	40
4.1.2. Matematiksel derinlik seviyesi 1 olan etkinlikler	42
4.1.3. Matematiksel derinlik seviyesi 2 olan etkinlikler	44
4.1.4. Matematiksel derinlik seviyesi 3 olan etkinlikler	46
4.1.5. Matematiksel derinlik seviyesi 4 olan etkinlikler	48
4.1.6. Matematiksel derinlik seviyesi 5 olan etkinlikler	50
4.2. Teknolojik Eylem Türü	52
4.2.1. Teknolojik eylem türü B olan etkinlikler	53
4.2.2 Teknolojik eylem türü D olan etkinlikler.....	54
4.2.3 Teknolojik eylem türü E olan etkinlikler	55
5. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER.....	57
5.1. Sonuç ve Tartışma.....	57
5.2. Öneriler	63
KAYNAKLAR.....	65
EKLER.....	73
EK 1: Yönerge.....	73
EK 2: Etik Kurul Kararı	74
Ek 4: Gönüllülerin Bilgilendirilmiş Olur Formu	76
Ek 5: Yarı Yapılandırılmış Mülakat Soruları.....	77
Ek 6: Rastgele Seçilen Etkinliğe İlişkin Mülakat Transkripti.....	78

KISALTMALAR DİZİNİ

DGY	Dinamik Geometri Yazılımları
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
NCSM	National Council of Supervisors of Mathematics (Ulusal Matematik Yönetici/Denetleyici Konseyi)
NTCM	National Council of Teachers of Mathematics (Ulusal Matematik öğretmenleri Konseyi)
PISA	Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)
TPAB	Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu)
QUASAR	Quantitative Understanding: Amplifying Student Achievement and Reasoning (Amerika Birleşik Devletleri'nde yürütülen kapsamlı bir matematik eğitimi reform çalışması)

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.5.1. Troçki ve Hollebrands'in (2018) Dinamik Geometri Görev Analizi Çerçevesi (Yiğit-Koyunkaya ve Bozkurt, 2019)	35
Tablo 4.1.1. Matematiksel derinlik seviyesi.....	38
Tablo 4.2.1. Teknolojik Eylem Türleri.....	52

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.1.1. Ö3'ün hazırladığı etkinlik.....	40
Şekil 4.1.1.2. Ö9'un hazırladığı etkinlik.....	41
Şekil 4.1.2.1. Ö19'un hazırladığı etkinlik.....	42
Şekil 4.1.2.2. Ö2'nin hazırladığı etkinlik.....	43
Şekil 4.1.3.1. Ö18'in hazırladığı etkinlik.....	44
Şekil 4.1.3.2. Ö6'nın hazırladığı etkinlik.....	45
Şekil 4.1.4.1. Ö1'in hazırladığı etkinlik.....	46
Şekil 4.1.4.2. Ö5'in hazırladığı etkinlik.....	47
Şekil 4.1.5.1. Ö13'ün hazırladığı etkinlik.....	48
Şekil 4.1.5.2. Ö10'nun hazırladığı etkinlik.....	49
Şekil 4.1.6.1. Ö11'in hazırladığı etkinlik.....	50
Şekil 4.1.6.2. Ö20'nin hazırladığı etkinlik.....	51
Şekil 4.2.1.1. Ö8'in hazırladığı etkinlik.....	53
Şekil 4.2.2.1. Ö4'ün hazırladığı etkinlik.....	54
Şekil 4.2.3.1. Ö16'nın hazırladığı etkinlik.....	55
Şekil 4.2.3.2. Ö7'nin hazırladığı etkinlik.....	56

1.GİRİŞ

Günümüz eğitim sistemleri, bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişmelerin etkisiyle köklü ve kapsamlı bir dönüşüm süreci içindedir. Bu dönüşüm, eğitimde yalnızca müfredat içeriklerinde değil; aynı zamanda öğretim yöntemlerinde, öğrenme ortamlarının yapısında ve benimsenen pedagojik yaklaşımlarda da derin değişikliklere yol açmaktadır. Geleneksel öğretim anlayışından öğrenci merkezli, etkileşimli ve keşfetmeye dayalı öğrenme modellerine doğru yaşanan bu geçiş, teknolojinin sunduğu olanakların eğitimdeki işlevinin yeniden tanımlanmasını beraberinde getirmiştir (Ertmer and Ottenbreit-Leftwich 2010; Mishra and Koehler 2006). Bu bağlamda, Türkiye’de Millî Eğitim Bakanlığı’nın (MEB 2024) güncel öğretim programları, öğrencilerin sadece bilgi edinmelerini değil, aynı zamanda problem çözme, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeyi, iş birliği ve iletişim gibi üst düzey bilişsel yetkinlikleri kazanmalarını amaçlamaktadır. Bu yaklaşımla, bireylerin değişen toplumsal ve teknolojik koşullara etkin biçimde uyum sağlayabilen ve yaşam boyu öğrenme becerileriyle donanmış bireyler olarak yetişmeleri hedeflenmektedir.

Teknoloji entegrasyonu, eğitim politikalarında ulusal ve uluslararası ölçekte artan öneme sahiptir. OECD’nin 2021 raporu da göstermektedir ki, teknolojinin eğitimde sadece bir araç olarak değil, pedagojik süreçlerin ayrılmaz ve merkezî bir parçası olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Mishra and Koehler 2006). Bu kapsamda, teknoloji destekli öğrenme ortamları, öğrenme süreçlerini daha erişilebilir ve motive edici hale getirmekte, aynı zamanda eğitimde fırsat eşitliğinin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır (UNESCO 2021). Dijital öğrenme ortamları, öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurarak bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunmakta, böylece derinlemesine ve anlamlı öğrenmeyi mümkün kılmaktadır.

Matematik eğitimi, soyut ve karmaşık kavramlar içermesi nedeniyle teknoloji entegrasyonu açısından öncelikli bir alan olarak öne çıkar (Weigand 2010). Dinamik Geometri Yazılımları (DGY), geometri öğretiminde önemli bir yenilik ve fırsat olarak değerlendirilmektedir. GeoGebra, Cabri Geometry, Cinderella ve Geometers Sketchpad gibi DGY araçları, öğrencilere geometrik nesnelerle doğrudan etkileşim

kurma, sezgisel keşif yapma ve kavramsal anlam oluşturma süreçlerinde aktif katılım imkânı sağlamaktadır (Hanna 2000). Bu teknolojik yazılımlar sayesinde öğrenciler, yalnızca görsel destekli öğrenmenin ötesinde, hipotez geliştirme, doğrulama ve matematiksel akıl yürütme gibi üst düzey bilişsel süreçleri deneyimleyebilmektedir (Baki 1996). Dolayısıyla, DGY'ler öğrencilerin matematiksel kavramları daha derin ve kalıcı biçimde anlamalarına katkıda bulunan güçlü araçlar olarak ön plana çıkmaktadır.

DGY'nin, ulusal öğretim programları ve uluslararası eğitim standartlarında yer bulması, bu teknolojilerin öğretimde sadece tamamlayıcı değil, pedagojik süreçlerin merkezinde konumlandığını göstermektedir (MEB 2018a, 2018b; NCSM 2024; NCTM 2000). DGY'lerin sağladığı sürüklenme, yeniden şekillendirme, anlık geri bildirim gibi etkileşimli özellikler, öğrencilerin geometrik kavramları deneyimlemelerini kolaylaştırmakta ve yüzeysel öğrenme yerine kavramsal derinlik kazanmalarını desteklemektedir (Laborde 2005; Marrades and Gutiérrez 2000).

Ancak, DGY'lerin eğitimde etkin olarak kullanılabilmesi, yalnızca yazılımların teknik becerilerle kullanılmasını değil, öğretmenlerin pedagojik bilgi ve donanımlarını da gerektirmektedir. Mishra ve Koehler'in (2006) Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) modeli, öğretmenlerin teknoloji, pedagojik ve içerik bilgilerini birleştirerek etkili öğretim ortamları tasarlamalarının önemini vurgulamaktadır. Şahin ve arkadaşlarının (2024) araştırmasında da belirtildiği üzere, öğrenciler DGY'leri kullanırken çoğunlukla görsel destekten faydalanmakta, ancak hipotez geliştirme ve matematiksel ispat süreçlerinde zorluk yaşamaktadır. Bu durum, DGY'nin tam potansiyeliyle kullanılabilmesi için öğretmenlerin yönlendirici, yapılandırıcı ve destekleyici rollerinin kritik olduğunu göstermektedir. Ayrıca literatüre de bakıldığında Fahlgren ve Brunström'ün (2014) beş aşamalı görev modeli bu süreci daha etkili kılacak pedagojik yaklaşımlardan biridir. Bu model; sunum, keşif açıklama, derinleştirme ve değerlendirme aşamalarında oluşmaktadır. Bu aşamalar DGY'nin matematiksel düşünmeyi, kavramsal derinliği ve ispat süreçlerini daha etkili bir biçimde ortaya çıkarmasında oldukça önem taşımaktadır. Temelinde hazırlanan etkinliklerin, öğrencilerin yazılım katılımını ve matematiksel ispat süreçlerine aktif dâhil olmalarını artırdığı tespit edilmiştir. Nitekim Fahlgren ve Brunström'ün (2014)

alışmalarında da bu yaklaşıma göre tasarlanan görevlerin, öğrencilerin yazılım katılımını artırıp matematiksel ispat süreçlerine daha aktif dâhil olmasını sağladığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla, TPAB modelinde vurgulanan pedagojik, teknolojik ve matematiksel bilgi arasında etkili bir denge oluşturularak, beş aşamalı görev tasarımıyla birleştirildiğinde, DGY, matematik ğretiminde daha etkili, derinlemesine ve kalıcı öğrenmeler elde etme imkânı sunmaktadır.

Öğretmenlerin DGY destekli etkinlik tasarımlarının niteliği, teknoloji-pedagoji entegrasyonu açısından belirleyici bir faktördür. Turuş ve Ulusoy'un (2024) Türkiye'de bir devlet niversitesinde eğitim gören 50 ğretmen adayının GeoGebra destekli etkinlik tasarımlarını inceleyen çalışmalarında, toplam 85 etkinlik analiz edilmiştir. Sonuçlar, ğretmen adaylarının çoğunlukla düşük matematiksel derinlik içeren ve sınırlı teknolojik eylem barındıran etkinlikler geliştirdiğini ortaya koymuştur. Yüksek matematiksel derinliğe sahip etkinliklerin daha fazla teknolojik eylem içerdiği genel bir eğilim olsa da bu her zaman geçerli bir durum değildir. Ayrıca, ğretmen adaylarının, öğrencilerin düşünme süreçlerini harekete geçiren ve keşfetmeye dayalı görevler oluşturmakta zorluk çektiği gözlemlenmiştir.

Bu bulgular, öğretmenlerin mesleki gelişimi ve pedagojik yeterliliklerinin teknoloji entegrasyonunda başarının anahtarı olduğunu göstermektedir. Tondeur, van Braak, Ertmer ve Ottenbreit-Leftwich'in (2017) vurguladığı üzere, öğretmenlerin teknolojiyi sadece kullanabilmeleri değil, aynı zamanda bu araçları anlamlı ve etkili ğretim etkinliklerine dönüştürebilmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda, ğretmen yetiştirme programları ve hizmet içi eğitimlerin, DGY tabanlı etkinlik tasarımı, uygulama ve değerlendirme süreçlerini kapsamlı biçimde içerecek şekilde yapılandırılması büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, diğital çağın gereksinimlerine uygun bir eğitim anlayışı geliştirmek, teknolojiyi sınıf ortamına taşımaktan çok daha öte bir anlam ifade etmektedir. Teknolojik araçların, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştiren, anlamlı ve etkileşimli öğrenme ortamları yaratmada güçlü bir potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Bu potansiyelin tam olarak değerlendirilebilmesi için, ğretim süreçlerinde teknolojik araçların pedagojik amaçlarla bütünleştirilmesi ve

öğretmenlerin bu entegrasyonu yönlendirecek bilgi, beceri ve tutumlarla donatılması şarttır. Dinamik Geometri Yazılımları, bu açıdan yalnızca bir öğretim aracı olmayıp, öğrencilerin düşünme, keşfetme ve öğrenme süreçlerini yeniden şekillendiren güçlü bir eğitimsel ortam sunmaktadır (Laborde 2001).

1.1. Problem Durumu

Bu araştırmanın odak noktası, matematik öğretmenlerinin DGY ile hazırladıkları etkinliklerin Görev Analizi Çerçevesi'ne göre değerlendirildiğinde hangi düzeyde olduklarını analiz etmektir. Bu çerçevede aşağıdaki problemlere cevap aranacaktır.

- Matematik öğretmenleri hazırladıkları dinamik geometri etkinliklerinde hangi teknolojik eylemleri kullanmışlardır?
- Matematik öğretmenleri hangi matematiksel derinlik düzeylerinde dinamik geometri etkinlikleri hazırlamışlardır?

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın asıl amacı, matematik öğretmenlerinin DGY kullanarak hazırladıkları etkinlikleri Troçki ve Hollebrands'in (2018) Dinamik Geometri Görev Analizi Çerçevesi doğrultusunda sistematik bir şekilde değerlendirmek ve analiz etmektir. Geometri öğretimi bağlamında gerçekleştirilen bu çalışma, öğretmenlerin teknoloji destekli etkinlik tasarımlarının bilişsel düzeyini ortaya koymayı ve bu etkinliklerin matematiksel düşünme süreçlerine olan katkısını incelemeyi hedeflemektedir. Ayrıca hizmet içi eğitimler ve üniversitelerde verilen ilgili eğitim programlarının etkinliğinin değerlendirilmesi açısından da önemli bir veri sağlamaktadır. Bu bağlamda, öğretmenlerin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) kapsamında teknoloji, pedagojik yöntemler ve alan bilgilerini bütünleştirerek gerçekleştirdikleri etkinliklerin niteliğinin artırılması ve bu tür eğitimlerin daha yaygın ve düzenli olarak sunulması gerektiğine dair gereksinimi ortaya koymaktadır. Çalışma, DGY'nin öğretim sürecine entegrasyonuna dair öğretmenlerin uygulamalarını detaylı bir şekilde analiz ederek, matematik eğitiminde teknoloji kullanımının geliştirilmesine yönelik öneriler sunmayı amaçlamaktadır. Sonuç olarak, bu araştırma hem öğretmenlerin mevcut etkinlik tasarımlarını anlamaya hem de matematik eğitimi

alanında teknolojinin etkili kullanımını artıracak eğitim politikalarının geliştirilmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Son yıllarda teknolojinin eğitimdeki rolü giderek artmakta ve öğrencilere farklı öğrenme deneyimleri sunma potansiyeli büyümektedir. Bu bağlamda, DGY'nin kullanımı, öğretmenler ve eğitim sistemleri için modern öğrenme ortamlarını oluşturarak öğrencilerin çağın gereksinimlerine uygun beceriler geliştirmelerine katkıda bulunmaktadır. DGY'nin öğrencilere interaktif ve görsel bir öğrenme deneyimi sunarak soyut geometrik kavramların anlaşılmasını kolaylaştırması, öğrencilerin geometriye karşı ilgilerini arttırmakla birlikte matematikle olan ilişkilerini güçlendirmesi geometri öğrenimi açısından önem kazanmaktadır.

Teknolojinin matematik öğretimi üzerindeki potansiyelini tam anlamıyla kullanabilmek için öğretmenlerin sadece teknik bilgiye değil, aynı zamanda etkili pedagojik stratejilere de hâkim olmaları kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, araştırma, öğretmenlerin teknolojiyi daha etkili ve yaratıcı bir şekilde kullanabilmeleri için öğretim stratejilerinin geliştirilmesi ve profesyonel gelişim programlarının bu yönde düzenlenmesi gerekliliğine işaret etmektedir (Adnan and Tondeur 2018).

Bu çalışma, matematik öğretmenlerinin teknoloji entegrasyonunda karşılaştıkları zorlukları aşabilmeleri ve öğrenci merkezli öğrenmeyi destekleyebilmeleri için gelişim fırsatlarına odaklanmanın önemini vurgulamaktadır. Matematik öğretmenlerinin DGY kullanarak oluşturdukları etkinlikleri Troçki ve Hollebrands'ın (2018) Dinamik Geometri Görev Analizi Çerçevesini temel alarak değerlendirecektir. Bu çerçeve, öğrencilerin soyut matematik kavramlarını nasıl anladıklarını ve çözdüklerini anlamak amacıyla öğretmenlerin tasarladığı görevleri değerlendirmek üzere kullanılmaktadır. Dolayısı ile bu çalışmada elde edilecek bulguları, matematik öğretmenlerinin DGY'yi etkili bir şekilde kullanma düzeylerini anlamak, DGY ile hazırladıkları etkinliklerin Görev Analizi Çerçevesi'ne göre değerlendirildiğinde hangi bilişsel düzeyde etkinlik hazırladıklarını değerlendirmek ve öğretmenlere bu teknolojik araçları daha etkili bir şekilde entegre etmelerine yönelik (Özdan 2018) eğitim programlarının geliştirilmesinde yol gösterici olması hedeflenmektedir.

Ayrıca bu araştırma, yalnızca mevcut durumu ortaya koymakla kalmayıp, ileride yapılacak çalışmalara da önemli katkılar sağlayabilecek niteliktedir. Literatürde, DGY ile tasarladıkları görevlerin matematiksel derinlik ve teknolojik eylem bağlamında çok boyutlu analizini içeren çalışmaların sınırlı sayıda olması, bu araştırmayı alana özgün bir katkı sağlayan konuma getirmektedir. Bu yönüyle, ileride yapılacak araştırmalarda farklı coğrafi bölgelerde, farklı eğitim kademelerinde veya uzun vadeli mesleki gelişim programlarının etkililiğinin ölçülmesinde karşılaştırmalı çalışmalar yapılmasına olanak tanıyabilir. Ayrıca, bu çalışma, öğretmenlerin DGY tabanlı etkinlikleri ne şekilde yapılandığına ortaya koyarak, sınıf içi uygulamalara doğrudan ışık tutmaktadır. Özellikle öğrenci merkezli, keşfetmeye dayalı öğrenme ortamlarının yaygınlaştırılmasında, öğretmenlerin hangi tür teknolojik eylemleri ve hangi düzeyde matematiksel derinlik içeren görevleri kullanmaları gerektiğine dair somut örnekler sunmaktadır. Bu durum, öğretmenlerin pedagojik kararlarını şekillendirmeleri açısından yol gösterici nitelik taşımaktadır. Ayrıca program geliştiriciler açısından da bu araştırmanın önemli sonuçları bulunmaktadır. Eğitim fakültelerinde ve hizmet içi eğitim programlarında, öğretmen adaylarına kazandırılacak becerilerin yapılandırılmasında; DGY gibi dijital araçların etkili kullanımını içeren uygulamalı modüllerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Bu bağlamda çalışma, hem politika yapıcılara hem de öğretmen eğitimi programlarını düzenleyen kurumlara, teknoloji-pedagoji içerik bileşenlerinin dengeli bir şekilde entegre edildiği çağdaş müfredatların geliştirilmesi yönünde önemli veriler sunmaktadır.

1.4. Sayıtlar

Bu çalışmanın varsayımları aşağıdaki gibidir:

- Araştırmaya katılan öğretmenlerin gerekli ilgiyi gösterdikleri ve etkinlikleri kendilerinin hazırladıkları varsayılmaktadır.
- Araştırmaya katılan öğretmenlerin hazırladıkları etkinlikler sonucu yapılan mülakatta sorulan soruları içtenlikle yanıtladıkları varsayılmaktadır.
- Kullandığımız Dinamik Geometri Görev Analiz Çerçevesi'nin araştırmanın amacına uygun olduğu varsayılmaktadır.

1.5. Sınırlılıklar

- 2024- 2025 eğitim öğretim yılı içerisinde Ağrı ili ortaokul öğretmenleri evreninden amaçlı örnekleme yöntemi doğrultusunda, eğitimleri süresince ya da mesleki yaşamları boyunca dinamik geometri eğitimi almış ve araştırma sürecinde erişilebilir durumda olan 21 öğretmenler arasından seçilmiştir.
- Elde edilen veriler Dinamik Geometri Görev Analiz Çerçevesi ile hazırlanan etkinlikler doğrultusunda yapılan mülakatlar ile sınırlıdır.
- Kazanımlar, örneklem grubunun tercihleri doğrultusunda seçilmesinden dolayı sınırlıdır.
- Yapılacak uygulamalar planlanan sürelerle sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

- **Bilişsel Beceriler:** Bireyin karşılaştığı karmaşık durumlar karşısında bilgiye dayalı olarak akıl yürütmesini, karar vermesini ve çözüm üretmesini mümkün kılan temel zihinsel yetkinliklerdir (OECD 2005).
- **Dinamik Geometri Yazılımları:** Geometrik nesnelerin hareket ettirilerek incelenmesini sağlayan ve böylece geometrik kavramların daha iyi anlaşılmasını destekleyen yazılım (Jones and Sinclair 2013) Geogebra, Cabri Geometry, Cinderella ve Geometers Sketchpad gibi araçların ortak adıdır.
- **Matematiksel Düşünme:** Mevcut kavramları kavrama, düşünceler arasındaki bağlantıları ortaya çıkarma, bu bağlantıların temelini açıklama ve bu düşüncelerle ilgili problemleri çözme yeteneğidir (Lutfiyya 1998)
- **Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi:** Öğretmenlerin teknoloji, öğretim yöntemleri ve kendi branş bilgilerini uyumlu bir şekilde birleştirerek, teknolojiyi derslerinde etkili ve amaca uygun kullanabilme yetkinliğidir (Mishra and Koehler 2006).
- **Uzamsal Düşünme:** Bireyin nesnelerin konumlarını, yönelimlerini, boyutlarını ve bu nesneler arasındaki ilişkileri zihinsel olarak canlandırma, analiz etme ve dönüştürebilme becerisidir (Uttal and Cohen 2012).
- **Yapılandırmacı Yaklaşım:** Öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif rol aldığı, yeni bilgileri önceki deneyim ve bilgilerle bağlantı kurarak anlamlandırdığı

öğrenme durumlarına dair tutum ve görüşlerin bütünüdür (Von Glasersfeld 1989)

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu kısımda geometri öğretimi ve bilişsel beceriler, teknolojinin eğitime katkısı, ders planlama ve değerlendirme ve teknolojinin eğitime entegrasyonu konusuna yer verilmiştir. Araştırmamızın konusu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalardan kısaca bahsedilmiştir.

2.1. Geometri Öğretimi ve Bilişsel Beceriler

Geometri, temel olarak şekillerin ve uzamsal ilişkilerin incelendiği bir matematik dalıdır (Anıkaydın 2017). Tarihsel süreçte yer ölçümü anlamında kullanılan geometri (Develi ve Orbay 2003; Jones 2002), yalnızca soyut bir alan olarak kalmamış, aynı zamanda birçok günlük ve mühendislik temelli problemin çözümünde de etkin bir biçimde kullanılmıştır. Örneğin, köprü inşası, arazi ölçümleri, mesafe hesaplamaları ve yapıların hacimsel değerlendirmeleri gibi çeşitli uygulama alanlarında geometrik bilgi vazgeçilmez bir araç hâline gelmiştir. Günlük yaşamda bireyler, çevrelerinde karşılaştıkları nesnelerin çevresini, alanını ve hacmini belirleyebilmek için geometrik kavramlara ihtiyaç duymaktadırlar. Bu ihtiyaç, bireylerin erken yaşlardan itibaren çevrelerindeki şekillerin benzerlik ve farklılıklarını fark etmeye başlamalarını, bu farkındalıkla nesneler arasında ilişkiler kurmalarını ve şekilleri tanımlarını teşvik eder (Jones 2002).

Bireylerin bu süreçte geliştirdikleri geometrik düşünme becerileri, “Van Hiele Geometri Gelişim Düzeyleri Modeli” ile açıklanabilir (Clements and Battista 1992). Söz konusu model, bireylerin geometrik düşünme süreçlerini beş düzeyde ele almaktadır. Bu düzeyler; görsel, analiz, basit çıkarım, çıkarım ve sistematik düşünme olarak adlandırılmaktadır. İlk düzey olan görsel algılama düzeyinde, bireyler şekilleri yalnızca görünümlerine dayanarak tanıyabilmekte fakat şekillerin farklı yönelimlerdeki görünümleri karşısında tanıma becerileri sınırlı kalmaktadır. İkinci düzey olan analiz düzeyine ulaşıldığında ise bireyler, şekillerin özelliklerini tanımlayabilir ve bu özellikler aracılığıyla şekiller arasındaki ilişkileri kurabilir hâle

gelirler. Basit çıkarım düzeyinde bireyler özellikler arasında neden-sonuç ilişkileri kurabilir ve geometrik kavramları daha soyut ve hiyerarşik bir şekilde organize edebilirler. Çıkarım düzeyinde, bireyler aksiyomları, tanımları ve teoremleri mantıksal bir bütün içinde ilişkilendirebilir, bunun sonucunda yeni özellikleri ve teoremleri ispatlayabilir. Son olarak sistematik düşünme düzeyinde, bireyler geometriyi formal ve aksiyomatik bir sistem olarak ele alabilir, matematiksel ifadeleri daha kesin, eksiksiz ve tutarlı bir biçimde ortaya koyabilirler.

Örneğin, görsel düzeyde bir üçgeni yalnızca üç kenarlı bir şekil olarak tanıyan bir öğrenci, şekil farklı bir konumda gösterildiğinde onu tanımakta güçlük çekerken; analiz düzeyindeki öğrenci, üçgenin açı ve kenar özelliklerini dikkate alarak onu her durumda tanıyabilecektir. Üçüncü aşama basit çıkarım düzeyinde, çocuklar bu özellikler arasında neden-sonuç ilişkileri kurabilir; örneğin, “Eğer üç kenarı ve üç köşesi varsa bu zorunlu olarak üçgendir” diyebilirler. Dördüncü aşama olan çıkarım düzeyinde, çocuklar aksiyomları ve özellikleri daha tutarlı ve neden-sonuç bağlarıyla ilişkilendirebilir; bu sayede yeni özellikleri ya da teoremleri ispatlayabilirler, örnek olarak “Bu üçgen bir eşkenar üçgen ise bütün iç açıları da birbirine eşittir” gibi. Son olarak, beşinci aşama olan sistematik düşünme düzeyinde, çocuklar geometriyi artık aksiyomatik ve oldukça tutarlı bir matematik sistemi içinde ele alabilir; matematiksel ifadeleri daha eksiksiz, daha tutarlı ve daha formel bir biçimde ortaya koyabilirler. Bu sayede, üçgen gibi temel şekiller üzerinden daha soyut ve genel geometri kavrayışına ulaşabilirler. Bu düzeyde şekillerin sınıflandırılması ve tanımlanması, geometri bilgisinin temellerini oluşturan bilişsel süreçlerin gelişimi açısından kritik bir rol oynar. Buna karşın DGY ile hazırlanan etkileşimli etkinlikler, bu gelişim düzeyleri arasında geçişi desteklemede etkili araçlardır. Sürüklemeye, yeniden yapılandırma ve anlık geri bildirim gibi özellikler sayesinde öğrenciler, şekiller arasındaki ilişkileri keşfetme ve bu ilişkileri gerekçelendirme süreçlerinde aktif rol alabilirler.

Geometrik düşünmenin gelişimi, yalnızca şekil bilgisiyle sınırlı değildir; aynı zamanda bireylerin düşünme, analiz etme ve değerlendirme gibi üst düzey bilişsel becerilerini de içermektedir (Antonijević 2016; Jones and Tzekaki 2016; Özsoy 2005). Dolayısıyla etkili bir geometri öğretimi yalnızca bilgi aktarımını değil, aynı zamanda öğrencinin bilişsel becerilerini geliştirmeyi de amaçlamalıdır. Geleneksel geometri

öğretimi çoğunlukla kâğıt-kalem temelli olup öğretmenin etkin olduğu ve öğrencinin pasif olarak bilgi aldığı bir yapı sergilemektedir (Balaman 2018). Bu öğretim yaklaşımında öğretmen, geometrik kavramları tahtada açıklayarak öğrencilere doğrudan aktarmakta ancak bu süreç öğrencilerin eleştirel düşünme, analiz etme ve problem çözme gibi ileri düzey bilişsel becerilerini geliştirmeleri açısından yeterli imkân sunmamaktadır (Haseki 2018). Bu durum, öğrencilerin kavramları anlamlandırmadan, ezber yoluyla öğrenmelerine ve dolayısıyla geometri alanında düşük başarı göstermelerine yol açmaktadır.

Bu eksikliklerin giderilmesi ve öğrencilerin daha derinlemesine öğrenme deneyimleri yaşamalarının sağlanabilmesi için, öğrenme sürecini öğrencinin aktif katılımına dayandıran yapılandırmacı yaklaşımlar ön plana çıkmaktadır. Öte yandan, öğrencinin aktif katılımını esas alan yapılandırmacı yaklaşımda ise öğretmen, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerini ve bireysel farklılıklarını dikkate alarak öğrenme sürecini planlamaktadır. Bu yaklaşımda öğretmen, rehberlik rolü üstlenerek öğrencilerin öğrenmelerini kendi çabalarıyla yapılandırmalarını destekler. Öğrenci, bilgiyi sorgulayan bir tutum geliştirerek kendi öğrenme sürecinin sorumluluğunu üstlenir. Bu süreçte karşılaştığı bilgi eksikliklerini fark ederek eksikliklerini giderme yoluna gider ve böylece kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirme imkânı bulur (Metin 2017). Ayrıca, öğretmenin kavramları günlük yaşamla ilişkilendirmesi, öğrencinin öğrenmeye karşı güdülenmesini artırmakta ve anlamlı öğrenmeyi desteklemektedir. Öğretmenin süreç boyunca sunduğu dönütler ise öğrencinin bilgiye ulaşma ve bilgiyi keşfetme sürecini daha etkin hâle getirmektedir. Öğrenme sürecine aktif biçimde katılan ve bilgilerini kendileri yapılandıran öğrencilerin, geometri alanındaki akademik başarılarının da olumlu yönde etkilendiği görülmektedir.

Türkiye’de gerçekleştirilen araştırmalar ve uluslararası sınav sonuçları (PISA ve TIMSS) incelendiğinde, öğrencilerin matematik ve geometri başarılarının istenilen düzeyde olmadığı görülmektedir (Er 2019). Özerbaş ve Safi (2022) tarafından yürütülen araştırmada, uluslararası sınavlarda başarılı olan ülkelerin eğitim sistemleri incelenmiş ve bu ülkelerde eğitimde niteliğin artırılmasında öğretmen eğitimi ile öğretmenlerin sahip olduğu niteliklerin önemli bir rol oynadığı vurgulanmıştır. Dolayısıyla öğrenci başarısının artırılması adına öğretim süreçlerinin iyileştirilmesi

kadar öğretmen eğitiminin niteliği ve öğretmenlerin mesleki yeterliliklerinin artırılması da büyük önem taşımaktadır.

2.2. Teknolojinin Eğitime Katkısı

Yapılandırımcı yaklaşımın benimsendiği öğretim ortamlarında, öğrencilerin bireysel farklılıkları ve hazır bulunuşlukları dikkate alınarak öğrenmenin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Bu süreçte öğrenciler; verilen bilgileri sorgulayıcı bir yaklaşımla ele almakta, kendi öğrenme eksikliklerinin farkına vararak bu eksiklikleri gidermek suretiyle kavramsal öğrenmelerini inşa etmektedirler (Metin 2017). Öğrencinin öğrenme sürecinde aktif hâle gelmesini sağlayan yapılandırımcı yaklaşıma uygun öğretim ortamlarında, öğretmenin rehberliği önemli bir yer tutar. Öğretmen, kavramları öğrencinin yaşamıyla ilişkilendirerek derse olan ilgisini artırmakta sürece dâhil ettiği dönütlerle öğrencinin bilgiye ulaşmasını ve anlamlandırmasını desteklemektedir. Bu bağlamda kendi öğrenmelerini yapılandırabilen bireylerin, geometri öğreniminde daha başarılı oldukları görülmektedir (Metin 2017).

Bilişsel becerilerin gelişimini destekleyen bu tür yapılandırımcı öğretim ortamlarının niteliğini artırmada teknolojinin katkısı oldukça belirgindir (Karaağaçlı ve Mahiroğlu 2005). Teknoloji, bireyin yaşamına birçok alanda kolaylıklar sağlayarak günlük yaşantının ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir (Özocak 2022). Zamanla bireylerin ihtiyaçlarına yönelik gelişen teknoloji, eğitim ortamlarını da dönüştürmüş; böylece öğrenme süreçleri daha etkili ve verimli hâle gelmiştir. Eğitimde teknolojinin kullanılması, özellikle soyut kavramların anlaşılmasını kolaylaştırarak öğrencilerin daha anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmelerine olanak tanımaktadır.

Gelişen teknolojiyle birlikte, eğitim ortamlarında kullanılan teknolojik araçların sayısı da artmıştır. Bu araçlardan biri olan bilgisayar, günümüzde yalnızca iş ve sosyal yaşamda değil, eğitim-öğretim süreçlerinde de önemli bir yer edinmiştir. Okullarda kullanılan bilgisayar destekli uygulamalar; öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmalarına (Aydın 2021), verilen sorulara dönüt alarak kendi öğrenmelerini yapılandırmalarına (Baki 2001), çoklu duyu organlarına hitap ederek öğrenmenin kalıcılığını artırmalarına (Batdı ve Anıl 2021) katkı sağlamaktadır. Ayrıca etkileşimli

öğretim yazılımları, öğrencinin dikkatini çekerek güdülenmesini desteklemektedir. Bu doğrultuda, bilgisayar destekli öğretim yazılımlarının, yalnızca bilgiye erişimi kolaylaştırma amacıyla değil, öğrencinin aldığı dönütler doğrultusunda bilgiyi araştırması ve kendi öğrenmesini gerçekleştirmesi amacıyla kullanıldığında daha etkili sonuçlar doğurduğu ifade edilmektedir (Baki 1996). Teknoloji, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının benimsendiği sınıf ortamlarında, bireysel farklılıkları göz önüne alarak öğrencinin aktif katılımını sağlayan çeşitli yazılımlar sunmaktadır (Aydın 2021). Bu yazılımlar; öğrencilerin gözlem yaparak, çıkarımlar oluşturarak ve genellemelere ulaşarak bilişsel becerilerini geliştirmelerine katkıda bulunmaktadır.

Bu kapsamda, eğitimde öğrenme sürecini destekleyen etkili teknolojik araçlardan biri de DGY olarak öne çıkmaktadır. DGY, geometri öğretiminin kalitesini artırmak amacıyla geliştirilen, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını sağlayan ve yapılandırmacı yaklaşımla uyumlu dijital araçlardır (Juandi et al. 2021; López and Velázquez 2021). Geleneksel öğretim yaklaşımlarından farklı olarak, bu yazılımlar öğrencinin şekiller üzerinde doğrudan işlem yapmasına, şekilleri sürükleyerek değiştirmesine ve bu süreçte geometrik ilişkileri keşfetmesine olanak tanır (Trocki and Hollebrands 2018). Öğrenci, bir şekli farklı biçimlerde sürükleyerek yeniden boyutlandırabilir; şekillerdeki değişimleri gözlemleyerek bunlar arasında ilişki kurar ve çıkarımda bulunur. Bu süreçte edinilen deneyimler, öğrencinin yalnızca hazır bilgi almasını değil, aynı zamanda kendi öğrenmelerini yapılandırmasını sağlamaktadır. DGY, şekillerin görselleştirilmesiyle soyut kavramların somutlaştırılmasına, yapılan gözlemlerle çıkarımların oluşturulmasına ve alınan anlık dönütlerle öğrenme eksikliklerinin belirlenmesine katkı sağlamaktadır (Yılmaz, Ertem ve Güven 2010).

Bu yazılımların etkili biçimde kullanılabilmesi sürecinde öğretmenin rolü oldukça önemlidir. Öğretmenin, öğretim ortamlarının hazırlanmasında zaman kaybını önleyerek etkili bir planlama yapması, öğrencilerin bireysel farklılıklarını ve hazır bulunuşluk düzeylerini dikkate alarak uygun etkinlikler tasarlaması gerekmektedir (Metin 2018). Ayrıca öğretmenin, teknolojik bilgi açısından yeterli donanımına sahip olması beklenmektedir. Teknolojik yeterliliği yüksek olan öğretmenler, teknolojiyi etkili biçimde derslerine entegre ederek öğrencilerin eleştirel düşünme, problem

özme, analiz yapma gibi ileri düzey düşünme becerilerini kazanmalarını desteklemektedir (Karaağaçlı ve Mahiroğlu 2005).

Sonuç olarak, DGY'nin öğretim süreçlerine entegre edilmesi, geometri öğretiminin niteliğini artırmakta ve öğrenmenin daha kalıcı hâle gelmesini sağlamaktadır. Öğretmen, bu yazılımları kullanarak öğrencinin sorgulamasına, keşfetmesine ve aldığı dönütlerle öğrenme sürecini yeniden yapılandırmasına zemin hazırlamaktadır. Bu bağlamda, öğretmenlerin öğrenme-öğretme sürecine rehberlik etmeleri ve öğrencilerin bilişsel becerilerini geliştirmeyi hedefleyen etkinlik ve görevler içeren ders planları hazırlamaları büyük önem taşımaktadır (Chizhik and Chizhik 2018; Hall and Smith 2006; Zengin 2023).

2.3. Ders Planlama ve Değerlendirme

Eğitim-öğretim sürecinin etkili bir şekilde yürütülebilmesi bu sürecin önceden planlanmasına bağlıdır. Bu nedenle öğretim sürecinin niteliğini belirleyen temel unsurlardan biri, öğretmenlerin hazırladıkları ders planlarıdır. Ders planı, öğretim sürecinin hangi yöntem ve tekniklerle, hangi araç ve gereçler kullanılarak ve ne şekilde yürütüleceğini sistematik bir biçimde planlanmasını sağlar. Öğretmenler tarafından hazırlanan ders planları, sadece dersin hedeflerine ulaşılmasına değil; aynı zamanda ders esnasında zamanın verimli kullanılmasına, öğretim sürecinin düzenli işlemesine ve öğretimin kalitesinin artırılmasına önemli katkılar sunar (Çetin 2022).

Bu doğrultuda, ders planlamaya yönelik çeşitli modeller geliştirilmiştir. Söz konusu modellerin çoğu genel olarak bu süreci; giriş, gelişme ve sonuç olmak üzere üç ana bölümde ele alır. İlk aşama olan giriş bölümünde, dersin işlenişini etkileyebilecek çevresel ve pedagojik faktörler dikkate alınır. Bu aşamada, sınıfın fiziksel özellikleri, öğrenci sayısı ve öğrenme ortamının düzenlenişi gibi faktörler değerlendirilir. Ayrıca öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerine uygun olarak günlük yaşamla ilişkilendirilmiş örneklerle derse giriş yapılmalı, böylece öğrencilerin derse karşı ilgilerinin ve güdülenmelerinin artırılması sağlanmalıdır. Bu şekilde dersin öğrenciler açısından anlamlı hale gelmesi ve kalıcı öğrenmelerin gerçekleşmesi amaçlanır.

İkinci aşama olan gelişme bölümünde ise, öğrencilerin edinmesi beklenen kazanımların nasıl gerçekleştirileceği üzerinde durulur. Bu aşamada öğretmen, ders süreci boyunca öğrencilerin dikkatini sürdürebilecek etkili etkinlikler tasarlamalı ve uygulamalıdır. Aynı zamanda öğrencilerin yeni bilgileri daha önceki bilgilerle ilişkilendirerek yapılandırmalarını sağlayacak etkinliklerin oluşturulması büyük önem taşır. Öğrencilerin eleştirel düşünme, analiz etme ve problem çözme gibi bilişsel becerilerini geliştirecek şekilde yapılandırılan bu etkinlikler, onların aktif katılımını destekler. Süreç boyunca öğretmen tarafından verilen dönütlerle öğrencilerin öğrenme eksikliklerinin fark edilmesi ve bu eksikliklerin giderilmesine yönelik düzenlemeler yapılması da bu aşamanın temel hedefleri arasındadır.

Son aşama olan sonuç bölümü, ölçme ve değerlendirme süreçlerini kapsamaktadır. Bu aşamada öğrencilerin öğrenme düzeyleri belirlenerek sürecin ne derece etkili olduğu değerlendirilir. Ölçme ve değerlendirme, sadece öğrencilerin başarılarını belirlemek amacıyla değil, aynı zamanda öğretim sürecinin etkililiğini analiz etmek ve gelecekteki öğretim etkinliklerini iyileştirmek amacıyla da kullanılmalıdır. Bu çerçevede, farklı ders planı modelleri değerlendirme basamağını içerecek şekilde tasarlanmıştır. Örneğin, Dee Fink'in (2005) geliştirdiği Bütünleştirilmiş Ders Tasarımı Modeli, değerlendirme sürecini hem geçmişe hem de geleceğe dönük olarak iki yönlü ele alır. Geriye dönük değerlendirme; öğrencilerin belirli bir konuyu ne ölçüde öğrendiğini belirlemeye yönelik sorular içerirken, ileriye dönük değerlendirmesi öğrencilerin edindikleri bilgileri karşılaştıkları yeni problemlerde ne derece kullanabildiklerini ortaya koymayı amaçlar. Örneğin; geriye dönük değerlendirmede öğrenciye bir geometrik şeklin alanını hesaplaması istenirken, ileriye dönük değerlendirmede gerçek yaşamla bağlantılı bir problem bağlamında, belirli ölçülerdeki karolarla bir odanın zemininin nasıl kaplanacağı ve kaç karo gerektiği gibi sorular yöneltir. Böylece ezbere dayalı bilgi yerine anlamlı öğrenme hedeflenir. Ayrıca bu aşamada, öğrencilerin kendi öğrenmelerini değerlendirmelerine imkân tanıyan öz değerlendirme uygulamaları da sürece dahil edilmelidir.

Tüm bu aşamalar dikkate alındığında, öğretmenin öğretim sürecini önceden planlaması; sadece zamandan tasarruf sağlamaz, aynı zamanda öğrencilerin bireysel

farklılıklarını dikkate alan etkinliklerin hazırlanmasına ve böylelikle öğretimin daha etkili ve verimli bir biçimde gerçekleştirilmesine katkı sunar (Davran 2020). Bu nedenle ders planı, öğretmen açısından yalnızca bir hazırlık dokümanı değil, aynı zamanda öğretim sürecinin sistematik bir yol haritası olarak değerlendirilmelidir. Öğretmenler, bu yol haritasını izleyerek ders esnasında öğrencilerin öğrenmelerine daha fazla odaklanabilir ve öğretim sürecini daha etkili bir şekilde yönetebilir (Özkan 2021). Bununla birlikte, iyi yapılandırılmış bir ders planı sayesinde öğrenciler derse daha iyi odaklanmakta bu da sınıf içinde oluşabilecek olumsuz davranışların azalmasına ve öğretim süresince sınıf kontrolünün korunmasına yardımcı olmaktadır.

2.4. Teknolojinin Eğitime Entegrasyonu

Son yıllarda teknolojinin hızlı gelişimi ve yaygın kullanım alanlarının artmasıyla birlikte, öğrencilerin teknoloji ile yakın ilişki içinde olmaları kaçınılmaz hale gelmiştir. Eğitim alanında da teknolojinin etkin kullanımı giderek önem kazanmakta, öğretmenlerin öğretim süreçlerine teknolojiyi entegre etmeleri gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Çoban, Gülşen ve Bayhan, 2019; NCTM, 2020). Teknolojinin eğitim ortamlarına dahil edilmesi, öğrencilerin bilişsel becerilerinin gelişimini desteklemenin yanı sıra, onların kendi öğrenme süreçlerini aktif şekilde yönetmelerine olanak tanır. Bu bağlamda, günümüzde eğitim ortamlarını zenginleştirmek amacıyla pek çok farklı öğretim yazılımı geliştirilmiştir. Bu yazılımlar, öğrencilerin çoklu duyu organlarına hitap ederek öğrenmenin kalıcılığını artırmakta, bireysel farklılıkları göz önünde bulundurarak çeşitli etkinliklerin tasarlanmasına imkân sağlamaktadır. Ayrıca, öğrencilere anlık geri bildirim sunarak kavramsal bağlantılar kurmalarını ve anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmelerini desteklemektedir. Öğretim yazılımlarının eğitim süreçlerine sistematik ve bilinçli biçimde entegre edilmesi, öğretim kalitesinin artırılmasında kritik bir rol oynamaktadır (Poçan 2023).

Matematik öğretimi bağlamında değerlendirildiğinde, sınıf içi uygulamalarda eğitim amaçlı yazılımlar, akıllı tahtalar ve bilgisayar gibi teknolojik araçlar kullanılarak öğrencilere daha zengin ve çeşitli öğrenme olanakları sağlanmaktadır. Bu teknolojiler, matematiksel kavramların daha etkili bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlamak amacıyla öğretim sürecine entegre edilmektedir (Öçal ve Şimşek

2017). Türkiye’de teknolojinin öğretim ortamlarında kullanım olanakları değerlendirildiğinde, genel olarak olumlu bir düzeyde olduğu bilinmekle birlikte (Seferoğlu 2015), öğretmenlerin bu teknolojileri eğitime entegre etme konusunda bazı zorluklar yaşadığı da ortaya konmuştur. Seferoğlu, Akbıyık ve Bulut’un (2008) yaptıkları araştırma, öğretmenlerin teknolojiyi eğitim sürecine etkin biçimde katmada yetersizlikler yaşadığını göstermektedir. Benzer şekilde Demiraslan ve Usluel’in (2005) çalışmasında, öğretmenlerin büyük çoğunluğunun bilgisayar kullanımında sorun yaşamadığı ancak teknolojiyi eğitimde aktif olarak kullanmadığı tespit edilmiştir. Bu durum, öğretmenlerin teknolojinin eğitimdeki potansiyel katkısını kabul etmelerine rağmen, teknolojiyi nasıl entegre edeceklerine dair bilgi ve beceri eksikliği yaşadıklarını ortaya koymaktadır (Seferoğlu, Akbıyık ve Bulut, 2008). Bu sorunların temelinde ise teknolojiyi kullanma konusunda güvensizlik, isteksizlik, yeniliklere karşı direnç ve teknolojiyi etkili biçimde yönetememe gibi faktörlerin yer aldığı ifade edilmektedir (Özçelik 2021).

Bu noktada, öğretmenlerin teknoloji kullanımına dair sahip oldukları tutumlar kadar, bu teknolojiyi pedagojik amaçlarla nasıl bütünleştirdikleri de önemli bir belirleyici hâline gelmektedir. Yalnızca teknik becerilere sahip olmak, öğretim sürecine etkili teknoloji entegrasyonu için yeterli görülmemektedir. Etkili entegrasyonun sağlanabilmesi, öğretmenlerin teknoloji, pedagojik yöntemler ve içerik bilgisi arasında dengeli ve bütüncül bir yapı kurabilmelerine bağlıdır. Bu bağlamda Mishra ve Koehler (2006) tarafından geliştirilen Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) modeli, öğretmenlerin bu üç temel bilgi alanını bir araya getirerek teknoloji destekli öğrenme ortamlarını etkin şekilde tasarlamalarına rehberlik eden kuramsal bir çerçeve sunmaktadır. Bu model, öğretim sürecinde yalnızca konuya hâkim olmanın ya da pedagojik stratejileri bilmenin yeterli olmadığını; teknolojik araçların, pedagojik yaklaşımlarla ve alan bilgisiyle uyumlu biçimde bütünleştirilmesi gerektiğini savunur. Modeldeki alt bileşenlerden teknolojik alan bilgisi, teknolojinin belirli bir içeriği öğretme biçimini nasıl dönüştürdüğünü anlamaya yönelikken; teknolojik pedagojik bilgi, öğretmenin bir teknolojik aracın hangi öğretim stratejileriyle daha etkili kullanılabileceğine dair bilgisini ifade eder. TPAB ise bu iki bileşeni içerik bilgisiyle harmanlayan, bağlama özgü, dinamik ve pratik bir bilgi biçimidir.

Öğretmenlerin bu bileşenler arasında kurduğu denge, onların sınıf içinde yaratıcı, esnek ve etkili öğretim uygulamaları geliştirmelerine olanak tanır.

Bueno, Niess, Engin, Ballejo ve Lieban (2023) TPAB doğasına ilişkin yaptıkları meta-sentez çalışması sonucunda, biri TPAB 'in bileşenlerini açıkça ayıran, diğeri ise homojen ve dönüşmüş bir bilgi yapısı olarak ele alan iki temel anlayış ortaya koymuştur. Birinci yaklaşıma göre, teknolojik, pedagojik ve alan bilgisi ayrı ayrı geliştirilmelidir; ikinci yaklaşıma göre ise bu bilgi alanları birbiriyle kaynaşmış durumdadır ve TPAB, öğretmenlerin teknolojik pedagojik akıl yürütmesiyle sürekli evrilen bütüncül bir bilgi formudur. Bu bağlamda, TPAB'in yalnızca alt alanların toplamı olmadığı, aksine özgün ve birleşik bir bilgi türü olarak ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca, TPAB gelişiminde “ön-farkındalık” düzeyinin tanımlanması önerilmekte ve bu düzeye ulaşamamış öğretmenler için özel destek programları geliştirilmesi gerektiği ifade edilmektedir. Bununla birlikte, teknolojinin ve öğretim bağlamlarının sürekli değiştiği göz önüne alındığında, öğretmenlerin TPAB yapılarını dönüştürmeye devam edebilmeleri için sürekli mesleki gelişim ve destek almaları gerekmektedir. Öğretmenlerin, teknolojiyi içerik ve pedagojik stratejilerle bütünleştirerek anlamlı öğrenme ortamları oluşturabilmeleri için, öğretmen eğitimcilerinin de model olarak bu sürece aktif şekilde katılmaları gerektiği vurgulanmaktadır (Mishra and Koehler 2006).

Bu çalışmada öğretmenlerin DGY kullanarak hazırladıkları etkinlikler, yalnızca teknolojik bilgi düzeylerini değil, aynı zamanda bu bilgiyi pedagojik yaklaşımlar ve geometri alan bilgisiyle nasıl bütünleştirdiklerini ortaya koymaktadır. Özellikle etkinliklerin matematiksel derinlik düzeyleri ile teknolojik eylem türleri dikkate alındığında, öğretmenlerin TPAB bileşenlerini nasıl yapılandırdıkları ve bu bileşenleri etkili öğretimsel çıktılara dönüştürebilme kapasiteleri değerlendirilebilmektedir. TPAB modelinin vurguladığı gibi, bu üç bilgi alanının birbiriyle bütünleşik şekilde işlenmesi, öğretim etkinliklerinin niteliğini belirleyici bir faktör hâline gelmektedir.

Bu çerçevede, literatürde nitelikli bir eğitim için teknolojinin kullanımının önemi sıklıkla vurgulanmakta öğretmenlerin teknolojik yenilikleri takip etmeleri ve teknolojiyi eğitim süreçlerine etkin bir biçimde entegre edebilmeleri için profesyonel gelişim programlarıyla desteklenmelerine ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Adnan and Tondeur 2018; Özdan 2018). Bu değerlendirmeler ışığında, çalışma kapsamında öğretmenlerin, özellikle DGY gibi yazılımların kullanıldığı etkinlikler incelenerek, teknolojinin eğitim-öğretim süreçlerine entegrasyon düzeylerinin ve bu sürecin kalitesinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2.5. İlgili Çalışmalar

Smith ve Stein (1998) yaptıkları çalışmada öğrencilerin matematiksel düşünme ve akıl yürütme becerilerinin gelişiminde matematiksel görevlerin belirleyici rolünü ele almaktadır. QUASAR projesi verilerine dayanan çalışmada, öğrencilerin üst düzey bilişsel etkinliklerde bulunmalarının ancak başlangıçta bilişsel olarak zorlu görevlerle mümkün olduğu savunulmaktadır. Dolayısıyla öğrencinin yaşı, sınıf düzeyi, hazır bulunuşluğu gibi etkenler göz önünde bulundurularak verilen zorlu görevler öğrencileri yüksek düzeyde düşünmeye yöneltmede ve sorgulamalarını sağlamada etkilidir. Bu görevler dört bilişsel talep düzeyi altında sınıflandırılmaktadır: ezberleme, bağlantısız işlemler, bağlantılı işlemler ve matematik yapma. Ezberleme, öğrencinin yalnızca daha önce öğrendiği bilgi, kural ya da tanımları hatırlamasını gerektiren ve kavramsal bir anlam ilişkisi içermeyen düşük bilişsel düzeyli görevlerdir. Bağlantısız işlemler ise belirli algoritmaların uygulanmasını gerektiren ancak kavramsal temellerden bağımsız olarak yalnızca doğru sonuca ulaşmayı hedefleyen etkinliklerdir. Bağlantılı işlemler, işlem basamakları ile kavramsal anlayış arasında ilişki kurmayı gerektiren ve görsel temsiller, materyaller ya da farklı gösterim biçimlerinin kullanılabilirdiği görevlerdir. En yüksek bilişsel talep düzeyini içeren matematik yapma görevleri ise belirli bir çözüm yolu sunmaz; öğrencinin problem durumunu anlamasını, kendi stratejisini geliştirmesini ve matematiksel ilişkileri analiz etmesini gerektirir. İlk iki kategori, düşük bilişsel talep düzeyine sahip görevleri temsil ederken son iki kategori, öğrencinin kavramsal düşünmesini, bağlantılar kurmasını ve kendi çözüm yollarını geliştirmesini gerektiren yüksek düzeyli görevleri ifade etmektedir. Çalışmada öğretmenlere yönelik bir görev analiz aracı ve görev sınıflama etkinliği

tanıtılarak öğretmenlerin sınıfta yüksek düzey düşünmeyi teşvik eden görevleri tanıma, seçme ve tasarlama becerilerinin gelişimi hedeflenmektedir.

Trocki ve Hollebrands'ın (2018) çalışması, Smith ve Stein'in (1998) geliştirdiği bilişsel talep düzeylerine dayanmaktadır. Bu sınıflama, matematiksel görevleri ezberleme, işlemler (bağılantısız ve bağılantılı) ve “matematik yapma” düzeyleri olarak dört ana başlık altında tanımlamaktadır. Bu modelin temelinde, öğrenciden beklenen zihinsel süreçlerin karmaşıklığına göre görevlerin niteliksel olarak ayrıştırılması yer almaktadır. Trocki, bu sınıflamayı dinamik geometri ortamlarına uyarlayarak görevlerde yer alan matematiksel derinlik düzeyi ile teknolojik eylemler arasında bir eşleşme kurmayı hedeflemiştir. Matematiksel derinlik, 0'dan 5'e kadar sayısal bir ölçekle değerlendirilmekte olup bu ölçek öğrenciden yalnızca temel bilgi ya da gözlem gerektiren görevlerden; genelleme, gerekçelendirme ve soyutlama içeren üst düzey görevlere kadar uzanmaktadır. Örneğin, yalnızca nesneleri tanıma veya isimlendirme gibi düşük düzeyli görevler 0–1 puan alırken öğrencinin geometrik ilişkileri analiz edip, sürüklemeye yoluyla elde ettiği gözlemleri genelleştirmesini ve gerekçelendirmesini isteyen görevler 4–5 düzeyinde puanlanmaktadır. Teknolojik eylemler ise A'dan F'ye kadar harflendirilmiş kategorilerle sınıflandırılmakta bu kategoriler öğrencinin DGY'de gerçekleştirdiği etkileşimlerin bilişsel niteliğini yansıtmaktadır. Örneğin, sadece şekil çizimi (A) veya ölçüm alma (B) gibi temel etkileşimler düşük düzeyde kabul edilirken, sürüklemeye sırasında ortaya çıkan beklenmedik durumlarla başa çıkmayı ve bu süreçte düşüncelerini yeniden yapılandırmayı gerektiren görevler (F kategorisi), en yüksek düzeyde teknolojik eylem olarak değerlendirilmektedir. Bu puanlama sistemi, görevlerin hem içeriksel hem de etkileşimsel niteliğini dikkate alarak öğrencilerin düşünme süreçlerini ne ölçüde harekete geçirdiğini bütüncül biçimde analiz etmeye olanak tanımaktadır. Çerçevenin geçerliliğini test etmek amacıyla, farklı kalitelerde (düşük, orta, yüksek) üç görev geliştirilmiş ve bu görevler 12 lise öğrencisine uygulanmıştır. Bulgular, çerçeveye göre “yüksek kaliteli” olarak etiketlenen görevlerin, öğrencilerin daha güçlü ve gerekçelendirilmiş matematiksel argümanlar üretmelerine olanak tanıdığını göstermiştir. Buna karşın, düşük kaliteli görevlerde öğrencilerin yalnızca yüzeysel gözlemler yaptıkları, ilişkileri genellemekte zorlandıkları ve gerekçelendirme süreçlerinin sınırlı kaldığı gözlemlenmiştir. Bu

durum, görev kalitesinin öğrenci performansı üzerindeki etkisini doğrudan ortaya koymaktadır.

Hoyles ve Jones'un (1998) çalışması, ispatın problem çözme süreçlerinin ayrılmaz bir parçası olması gerekliliğine odaklanmaktadır. Araştırmada, ispatın amacını anlamayan veya matematiksel faaliyetlerindeki rolünü dikkate almayan öğrencilerin bağlantı kurma becerilerinde başarısız oldukları belirtilmiştir. Özellikle dinamik geometri sistemlerinin kullanıldığı öğretim ortamlarında, ispatın öğrencilere nasıl yardımcı olabileceği ve ispatın kavramsal bir çerçeve geliştirmede ve geometrik fikirleri anlamada nasıl bir rol oynayabileceği üzerine bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, öğrencilere Cabri adlı DGY kullanarak çeşitli görevler verilmiştir. Öğrenciler, kâğıt üzerinde verilen şekilleri Cabri kullanarak herhangi bir noktayı sürükleyerek şeklin biçimini değiştirmeden yeniden inşa etmeleri istenmiştir. Bu bağlamda, öğrencilerin oluşturdukları şekiller arasında bağlantı kurma, çıkarımda bulunma ve Cabri kullanarak kendi öğrenmelerini gerçekleştirerek varsayımlarını ispatlama becerilerini geliştirebilecekleri vurgulanmıştır. Çalışma, DGY'nin ispat süreçlerini anlama ve kavrama konusunda öğrencilere yardımcı olabileceğini, bu yazılımların öğrencilere geometrik kavramları daha etkili bir şekilde öğrenme fırsatı sunabileceğini ifade etmektedir. Ayrıca, ispatın sadece bir ihtiyaç ortadan kaldırmak için değil, aynı zamanda kavramsal bir çerçeve oluşturmak ve geometrik fikirleri aydınlatmak için nasıl kullanılabileceği üzerine vurgu yapmaktadır.

De Villiers (1998), geometri öğretiminde ispatların anlamlılığını artırmak ve DGY'nin ispat öğretimine katkısını değerlendirmek amacıyla yürütülmüş bir araştırma üzerinde odaklanmıştır. Villiers, geleneksel geometri öğretim yaklaşımına alternatif bir perspektif sunarak öğrenci tutumları üzerinde olumlu bir etki yaratmayı amaçlamıştır. Özellikle, kanıtın sadece bir doğrulama aracı olmanın ötesinde, aynı zamanda bir açıklama yöntemi olarak sunulmasının öğrenci algısını olumlu bir şekilde etkileyebileceğini vurgulamıştır. Araştırma, DGY'nin kullanılmasıyla öğrencilere deneysel keşifler yapma fırsatı verilerek geniş bir geometrik bilgi birikimi edindikleri varsayımını temel almaktadır. Bu bağlamda; kanıtın sadece bir ispat aracı olmanın ötesinde, aynı zamanda bir açıklama aracı olarak sunulmasıyla öğrenci katılımının artabileceği ve kanıt sürecine olumlu bir tutum geliştirilebileceği belirtilmektedir.

Araştırmada öne çıkan bir diğer nokta, öğrencilere açıklamanın nasıl üretileceği, alternatif açıklamaların nasıl oluşturulacağı ve bunların nasıl karşılaştırılacağı konusunda rehberlik edilmesi gerekliliğidir. Bu yönlendirme, öğrencilerin eleştirel düşünce becerilerini geliştirmelerine ve kendi açıklamalarını oluşturma yeteneklerini artırmalarına katkıda bulunabilir. Araştırma, alternatif yaklaşımın öğrenci tutumları üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermiş olsa da öğrencilerin bu tür çalışmalarla etkileşime girdikten sonra kendi açıklamalarını oluşturma ve eleştirel bir şekilde karşılaştırma konusunda yetenekli hale gelmelerinin zaman alabileceği hususunda da dikkat çekmektedir.

Jones'un (2000) çalışması, DGY'nin uzun vadede 12 yaşındaki öğrencilerin matematiksel düşünce becerilerini nasıl etkileyebileceğine dair bilgi sunmaktadır. Araştırmada, öğretmenin genel yaklaşımı, öğrencileri küçük gruplar halinde probleme dayalı görevler üzerinde aşamalı olarak çalışmaya yönlendirmektir. Öğretim süresince öğrenciler, DGY'yi kullanarak çeşitli dörtgen yapılarını keşfetmeye odaklanmışlardır. Araştırmanın bulgularında, aşamalar ilerledikçe öğrencilerin matematiksel düşünce tarzlarında belirgin bir değişiklik gözlemlendiği vurgulanmıştır. Öğretmen rehberliği, özenle tasarlanmış görevler ve matematiksel açıklamalara odaklanan bir sınıf ortamının, öğrencilerin matematiksel kavramları anlama ve açıklamaları analiz etme becerilerinde ilerleme kaydetmelerine katkıda bulunabileceği belirtilmiştir. Çalışma, DGY'nin matematik öğretiminde etkili bir araç olarak kullanılmasının, öğrencilerin problem çözme yeteneklerini artırma ve matematiksel düşünce becerilerini geliştirme konusunda potansiyel taşıdığını göstermektedir. Bu bağlamda, öğrencilere problem tabanlı görevler üzerinde çalışma fırsatı tanımanın, DGY'nin etkili bir şekilde kullanılmasına yönelik önemli bir strateji olduğu ifade edilmektedir.

Mariotti'nin (2000) çalışması, bir bilim lisesinin 9-10. sınıflarındaki (15-16 yaş) öğrencilere teorik düşünceyi tanıtmayı amaçlayan uzun vadeli bir öğretim deneyimini incelemektedir. Bu çalışma, Cabri ortamının öğrencilere teorik düşünceyi benimsetmedeki potansiyellerini vurgulamaktadır. Özellikle, sürüklenme işleminin öğrencilerin teorik doğruluğa yönelik algısını nasıl değiştirdiği ve Cabri ortamının göstergebilim olarak nasıl işlev gördüğü üzerinde odaklanmaktadır. Araştırma, öğrencilerin teorik düşünceyi içselleştirme sürecinde dış kontrolün yavaş ve desteklenmeye ihtiyaç duyan bir süreç olduğunu göstermektedir. Cabri ortamının

sunduğu komutlar, geometrik düşünceyi kontrol etme ve organize etme araçlarına dönüşerek öğrencilerin hipotezler üretmelerine ve ispatlar oluşturmalarına katkı sağlamaktadır. Sonuç olarak, Cabri yazılımının sınıf kültürünü etkileyerek öğrencilerin teorik doğruluğa olan yaklaşımlarını değiştirdiği ve matematiksel düşünceyi teşvik ettiği gözlemlenmiştir. Bu çalışma, Cabri ve benzeri DGY'nin matematik öğretimine olan katkılarını anlamamıza yardımcı olmaktadır.

Hölzl (2001) tarafından yürütülen çalışma, DGY'nin yönlendirilmiş keşif ortamlarındaki kullanımını vurgulamaktadır. Bu bağlamda, öğrencilere geometrik problemleri çözmek ve yazılımları kullanarak çözümlerini sunmak için yönlendirici bir yaklaşım benimsemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada, öğrencilere DGY'nin, özellikle de sürükleme özelliğinin, geometrik şekillerin sadece hareket eden ve değişen formlar olmanın ötesinde, belirli noktalarını hareket ettirdikçe ortaya çıkan değişen veya değişmeyen özelliklere odaklanma fırsatı sağladığı belirtilmektedir. Bu şekilde, öğrencilere geometrik nesneler arasında bağlantılar kurarak keşfetme yeteneği kazandırılması hedeflenmiştir. Araştırma sonuçları, DGY'nin kullanıldığı ortamlarda yapılan yönlendirilmiş keşiflerin, öğrencilerin geometri konusundaki anlayışlarını derinleştirdiğini ortaya koymaktadır. Öğrencilere öğrenme hedefleri belirleme, deneyimler üzerinde düşünme, çıkarımda bulunma, benzer durumlarla karşılaşınca öğrendikleri arasında bağlantı kurma ve genelleyici sonuçlara ulaşma süreçlerini yönlendirme, geometri konusundaki kavrayışlarını geliştirmelerine katkı sağlamıştır.

Güven ve Karataş'ın (2003) araştırmasında, öğretim ortamlarının DGY'dan biri olan Cabri ile desteklenmesinin öğrencilerin görüşleri üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Araştırmada, DGY'nin öğrencilere soyut düşünme yeteneği kazandırdığı savunulmuştur. Bu bağlamda, öğrencilerin DGY aracılığıyla geometrik şekilleri inşa edebildikleri ve yazılımın özellikleri sayesinde bu şekiller üzerinde değişiklik yaparken gözlem yapma ve analiz etme fırsatına sahip oldukları belirtilmiştir. Araştırmada, Cabri ile desteklenen etkinlikler öğrencilere sunulmuş ve bu etkinlikleri desteklemek amacıyla kullanılabilecek matematiksel yapıları ortaya çıkarabilecekleri çalışma yaprakları verilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, yapılan mülakatlar sırasında öğrencilerin geometriyi ezberci, soyut ve formül odaklı bir konu olarak algıladıkları ve bu nedenle öğrenmenin sadece öğretmen anlatımıyla mümkün olmadığını düşündükleri ortaya çıkmıştır. Ancak, Cabri yazılımı ile desteklenen

öğretim ortamının sonuçlarına göre, öğrencilerin keşfederek öğrendiklerini, öğrendikleri arasında bağlantılar kurabildiklerini ve kendi öğrenmelerini gerçekleştirebildiklerini fark ettikleri belirtilmiştir. Bu bağlamda, yapılan mülakatlar sonucunda öğrencilerin geometri dersine karşı olumsuz düşüncelerinin önemli ölçüde değiştiği gözlemlenmiştir.

Coelho ve Cabrita'nın (2015) araştırmasında, yaratıcı düşünmenin günümüzde temel bir yetenek olarak kabul edilmesine rağmen, eğitim sisteminin bu yeteneğin gelişimini desteklemede yetersiz kaldığı savunulmuştur. Araştırma, kâğıt-kalem ve dinamik geometri ortamlarını birleştirerek öğrenme ortamlarını zenginleştirip öğrencilerin geometrik kavramları anlama düzeyini ve geometrik becerilerinin gelişimini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Gerçekleştirilen nitel durum çalışmasında, iki beşinci sınıf öğrenci grubuyla çalışılmış ve yedi görevden oluşan bir öğretim tasarlanmıştır. Bu görevlerin bazıları geleneksel malzemelerle, bazıları kâğıt-kalemle, bazıları dinamik geometri ortamlarındaki yazılımlar kullanılarak, bazıları ise bu ortamların kombinasyonu kullanılarak çözülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, bu ortamları birleştiren yaklaşımların iş birliğini artırdığı ve bu nedenle öğrencilerin verilen görevlerin çözümüne ulaşmada daha yaratıcı ve istekli oldukları gözlemlenmiştir. Ayrıca, bu yaklaşımın geometriye karşı olumlu bir tutum geliştirdiği öne sürülmüştür. Bu bulgular, kâğıt-kalem ve DGY'nin birleştirilmiş kullanımının öğrenci öğrenme deneyimini zenginleştirebileceğini ve yaratıcı düşünmeyi teşvik edebileceğini göstermektedir.

Özgen, Aparı ve Zengin'in (2019) çalışması, DGY'nin kullanıldığı etkinliklerin aktif öğrenme çerçevesinde nasıl gerçekleştirildiğini ve bu etkinliklerin öğrencilerin problem çözme becerileri üzerinde oluşturabileceği etkiyi incelemiştir. *‘‘Aktif öğrenme çerçevesi, modellerin örneklenmesi, dikkat çekme, araştırma, problem çözme, problem kurma ve tartışma olmak üzere altı aşamadan oluşmaktadır.’’* Bu aşamalar, Geogebra yazılımı kullanılarak hazırlanan etkinliklerle desteklenmiştir. Araştırmanın bulgularına göre, aktif öğrenme çerçevesini benimseyerek tasarlanan ve DGY ile desteklenen etkinliklerin, öğrencilerin somutlaştırma, sorgulama ve tartışma yoluyla çıkarımda bulunma becerilerini geliştirdiği gözlemlenmiştir. Bu etkinliklerin öğrencilere problem çözme becerilerini geliştirme açısından katkı sağladığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, Özgen, Aparı ve Zengin'in (2019) çalışması, DGY ile

hazırlanan etkinliklerin aktif öğrenme çerçevesinde kullanılmasının, öğrencilerin problem çözme becerilerini artırma konusunda etkili bir strateji olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu yaklaşımın, öğrencilerin matematiksel düşünme ve problemleri çözme yeteneklerini geliştirmeye yönelik bir katkı sağlayabileceği vurgulanmaktadır.

Laborde'nin (2001) çalışmasının amacı, lise birinci sınıf öğrencileri için DGY ile geliştirilen öğretim senaryolarını analiz etmektir. Matematik öğretmenleri tarafından hazırlanan senaryolar, bir ekip içinde tartışılmış ve sürekli olarak güncellenmiştir. Yapılan analizde, yeni senaryoların oluşturulmasında etkinliğin öğretim programındaki yeri, öğretmenin rolü, sınıf öğretim sürecinde teknolojinin entegre edildiği etkinliklerin yaratılabilmesi durumu incelenmiştir. Analiz sonuçları, teknolojinin rolündeki evrimi göstermiştir. Başlangıçta, teknoloji daha çok söyleneni desteklemek veya örneklendirmek için görsel bir arttırıcı olarak kullanılmaktaydı. Ancak zaman içinde, teknolojinin kullanılarak gerçekleştirilen öğretim süreçlerinin kavramsal öğrenmeleri desteklemede önemli bir rol oynadığı gözlemlenmiştir. Bu değişimle birlikte, önceleri sadece görsel destek sağlamak için kullanılan teknolojinin, öğretim süreçlerine entegre edilmesiyle öğrencilerin kendi öğrenmelerini gerçekleştirebilecekleri, çıkarımlarda bulunabilecekleri ve matematiksel düşüncelerini destekleyebilecek etkinlikler için kullanıldığında, öğrencinin bilişsel becerilerini geliştiren bir araç haline geldiği öne sürülmüştür.

Bu çalışmalar, matematik öğretimi ve öğreniminde DGY'nin rolünü anlamaya yönelik kapsamlı bir perspektif sunmaktadır. Özellikle, Villiers'in (1998) geometri öğretimine getirdiği alternatif bakış açısı, kanıtın sadece doğrulama aracı olmanın ötesinde bir açıklama yöntemi olarak kullanılmasının öğrenci tutumları üzerinde olumlu bir etki yaratabileceğine odaklanmaktadır. Hoyles ve Jones'un (1998) çalışması, DGY'nin öğrencilerin problem çözme becerilerini nasıl destekleyebileceğine dair önemli bulgular ortaya koymaktadır. Öte yandan, Mariotti (2000) ve Jones'un (200) Cabri yazılımı üzerine yaptığı çalışmalar, bu dinamik geometri aracının öğrencilere teorik düşünceyi tanıtmada ve matematiksel düşünce tarzlarını geliştirmede etkili olabileceğini vurgulamaktadır. Güven ve Karataş'ın (2003) araştırması, Cabri yazılımının soyut düşünme olanağı sağlayarak öğrencilerin geometriye yönelik tutumlarını olumlu yönde değiştirebileceğini göstermektedir. Coelho ve Cabrita'nın (2015) çalışması, kâğıt-kalem ve DGY'nin birleştirilmiş

kullanımının öğrencilerin problem çözme becerilerini artırabileceğini vurgulamaktadır. Özgen, Aparı, Zengin'in (2019) çalışması, DGY ile hazırlanan etkinliklerin aktif öğrenme çerçevesinde öğrencilerin geometri anlama düzeyini ve problem çözme becerilerini artırabileceğini gösterirken, Laborde'nin (2001) araştırması da DGY'nin evrimini ve teknolojinin öğrencilerin bilişsel becerilerini nasıl geliştirebileceğini ele almaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmalar kolektif bir perspektifte, DGY'nin matematik eğitimindeki önemini vurgulayarak, öğrenci öğrenimini derinleştirmek ve matematiksel düşünce becerilerini güçlendirmek adına etkili bir araç olarak kabul edilebileceğini ortaya koymaktadır.

Baştürk ve Yavuz (2008) tarafından gerçekleştirilen araştırma, öğretmen adaylarının Cabri adlı DGY'yi kullanarak hazırladıkları etkinliklerde karşılaştıkları öğrenme ve öğretme zorluklarını ele almaktadır. İnceleme sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının geliştirdikleri etkinliklerde Cabri'yi genellikle bir doğrulama aracı olarak kullanmış oldukları, ancak öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini yönlendirecek, çıkarımlar yapmalarını sağlayacak bir problem çözme ortamı oluşturmak konusunda yetersiz kaldıkları belirlenmiştir. Yapılan etkinliklerin uygulanma süreci incelendiğinde, öğrencilerin genellikle verilen talimatları yerine getirme üzerine odaklandığı ve bu nedenle sorgulama düzeyinin kısıtlandığı görülmüştür. Bu durum, öğrencilerin etkinlikleri tamamlama aşamasında sadece yönergeleri takip etmeye odaklandıkları ve daha derinlemesine düşünme veya problem çözme becerilerini geliştirmekte zorlandıkları anlamına gelmektedir. Araştırma, Cabri yazılımının etkili bir öğrenme aracı olarak kullanılabilmesi için öğretmen adaylarının etkinlik tasarımında daha fazla öğrenci katılımını teşvik etmeye yönelik stratejiler geliştirmeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, öğrencilere sadece talimatları uygulama değil, aynı zamanda problem çözme becerilerini kullanma ve sorgulama yeteneklerini geliştirme fırsatı veren etkinlikler tasarımları önemli bir öneri olarak öne çıkmaktadır.

Yiğit-Koyunkaya ve Bozkurt'un (2019) gerçekleştirdikleri çalışma, matematik öğretmeni adaylarının Geogebra yazılımını kullanarak hazırladıkları etkinlikleri Trocki ve Hollebrands'in (2018) Dinamik Geometri Görev Analizi Çerçevesi üzerinden analiz etmiştir. Araştırma bulguları, öğretmen adaylarının genellikle matematiksel derinlik düzeyi açısından başlangıç seviyesinde etkinlikler

geliştirdiklerini ve bu etkinliklerde genellikle sürgü/sürükme özelliğini tercih ettiklerini ortaya koymaktadır. Yüksek matematiksel derinlik hedefleyen etkinliklerde ise farklı teknolojik eylemlerin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Çalışmanın vurguladığı önemli bir nokta, öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonunu etkili bir şekilde gerçekleştirebilmeleri için matematiksel derinliğe daha fazla odaklanmalarının gerekliliğidir. Bu bağlamda, matematik öğretmeni adaylarına teknoloji temelli etkinlikler tasarlarken matematiksel içeriklerin derinliği konusunda daha bilinçli olmaları ve çeşitli teknolojik eylemleri etkin bir biçimde kullanmaları için rehberlik yapılması önerilmiştir. Çalışma, Dinamik Geometri Görev Analizi Çerçevesi'nin, teknoloji tabanlı etkinliklerin içeriğini analiz etme ve öğretmen adaylarına rehberlik etme konusunda etkili bir araç olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Bu çerçevenin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin etkinlik tasarlama ve değerlendirme süreçlerinde rehberlik etmek adına önemli bir kılavuz olabileceğini vurgulamaktadır.

Zengin (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışma, bilgi ve iletişim teknolojileri destekli eğitimin matematik öğretmenlerinin teknoloji destekli görev tasarlama yetenekleri üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında, eğitim öncesi ve sonrasında matematik öğretmenleri tarafından hazırlanan görevler, Troçki ve Hollebrands'in (2018) Dinamik Geometri Görev Analizi Çerçevesi doğrultusunda değerlendirilmiştir. Yapılan analizler, eğitimin matematik öğretmenlerinin görev tasarlama yeteneklerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Katılımcılar, eğitim sonrasında teknolojiyi etkili bir şekilde kullanma becerilerini geliştirdiklerini ve matematiksel akıl yürütme yeteneklerini artırdıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, matematiksel kavramları daha iyi anlama konusunda da ilerleme kaydedildiği ifade edilmiştir. Dinamik yapı analizi sonuçları, matematik öğretmenlerinin akıl yürütme ve algoritmik düşünme alanlarında farkındalık kazandıklarını göstermektedir. Bu çalışma, matematik öğretmenlerinin ihtiyaçlarına odaklanarak tasarlanan profesyonel gelişim eğitimlerinin, öğretmenlerin teknoloji destekli görev tasarlama yeteneklerini geliştirmelerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Pratik ve pedagojik açıdan etkili olan bu tür eğitimlerin, öğretmenlerin matematik öğretiminde daha etkili ve yenilikçi yaklaşımlar benimsemelerine katkı sağladığı vurgulanmaktadır.

Turuş ve Ulusoy (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 50 İlköğretim Matematik Öğretmeni adaylarının Geogebra kullanarak açılar konusuna yönelik geliştirdikleri etkinliklerin matematiksel derinlik seviyeleri ve içerdiği teknolojik eylemler incelenmiştir. Çalışma, Trocki ve Hollebrands'ın (2018) dinamik geometri etkinlik analiz çerçevesine dayanmaktadır. Bulgular, öğretmen adaylarının büyük oranda düşük matematiksel derinlik seviyesinde etkinlikler geliştirdiğini, teknolojik eylem olarak ise genellikle çizim, ölçme ve sürükleme işlemlerine yer verdiklerini göstermiştir. Ayrıca, yüksek matematiksel derinlik seviyesine sahip etkinliklerin, düşük derinlik seviyesine sahip etkinliklere göre daha fazla teknolojik eylem içerdiği, ancak bu durumun bir gereklilik olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışma, öğretmen adaylarının DGY içerikli etkinlik tasarlama süreçlerinde karşılaştıkları zorluklara ve gelişim alanlarına ışık tutarak, öğretmen eğitimi programlarında teknoloji entegrasyonunun önemine dikkat çekmektedir.

Baştürk ve Yavuz (2008) öğretmen adaylarının Cabri'yi genellikle doğrulama aracı olarak kullandıklarını, daha derin problem çözme ve sorgulamaya yönelik etkinlik tasarımında eksiklikler olduğunu göstermiştir. Yiğit-Koyunkaya ve Bozkurt (2019) ise öğretmen adaylarının Geogebra etkinliklerinde matematiksel derinliği artırmaya ihtiyaç duyduklarını ve teknolojik eylemlerin çeşitlendirilmesinin önemini vurgulamıştır. Zengin (2023), teknoloji destekli profesyonel gelişim programlarının öğretmenlerin görev tasarlama becerilerini olumlu etkilediğini ortaya koyarken, Turuş ve Ulusoy (2024) öğretmen adaylarının DGY etkinliklerinde düşük matematiksel derinlik ve sınırlı teknolojik eylemler kullandıklarını belirtmiş, teknoloji entegrasyonunun öğretmen eğitimi programlarında güçlendirilmesi gerektiğine dikkat çekmiştir.

Bu çalışmalar, matematik öğretmen adaylarının ve matematik öğretmenlerinin teknoloji tabanlı öğretim araçlarını kullanma becerilerini ve bu araçların matematik öğrenme süreçlerine etkilerini inceleyerek önemli bulgular sunmaktadır. Araştırmalar, öğretmen adaylarının Cabri, Geogebra gibi DGY ile hazırladıkları etkinliklerde karşılaştıkları zorlukları, matematiksel derinlik düzeylerini ve teknoloji entegrasyonunu değerlendirmeyi amaçlamıştır. Ortaya çıkan sonuçlar, öğretmen adaylarının teknolojiyi genellikle sadece doğrulama aracı olarak kullanma eğiliminde olduklarını, ancak öğrencilere derinlemesine düşünme ve problem çözme

yeteneklerini geliştirecek bir öğrenme ortamı sağlama konusunda sınırlı olduklarını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, matematik öğretmen adaylarının ve öğretmenlerinin teknik becerilerini artırmakla birlikte, pedagojik becerilerini de güçlendirmeleri gerekmektedir. Teknolojinin matematik öğretimi üzerindeki potansiyelini tam anlamıyla kullanabilmek için öğretmenlerin sadece teknik bilgiye değil, aynı zamanda etkili pedagojik stratejilere de hâkim olmaları kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, öğretmenlerin teknolojiyi daha etkili ve yaratıcı bir şekilde kullanabilmeleri için öğretim stratejileri geliştirilmesi ve profesyonel gelişim programlarının bu yönde düzenlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmalar, matematik öğretmenlerinin teknoloji entegrasyonunda karşılaştıkları zorlukları aşabilmeleri ve öğrenci merkezli öğrenmeyi destekleyebilmeleri için gelişim fırsatlarına odaklanmanın önemini vurgulamaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Deseni

Bu çalışmada nitel araştırma yaklaşımlarından durum çalışması deseni benimsenmiştir. Durum çalışmaları, bir olayı detaylarıyla birlikte tanımlamak, olaya ilişkin muhtemel açıklamalar geliştirmek ve olayı değerlendirmek amacıyla yapılan araştırmalardır (Büyüköztürk vd 2015). Bu çalışmalar, bir olayın nedenlerini, sonuçlarını ve etkilerini derinlemesine inceleyerek, olayın daha geniş bir bağlam içinde anlaşılmasını sağlamayı hedefler. Bu sayede, olayın dinamikleri ve çeşitli bileşenleri hakkında daha kapsamlı ve detaylı bilgiler elde edilir. Bu çalışmada da matematik öğretmenlerinin dinamik geometri ortamlarında hazırladıkları etkinlikleri Troçki ve Hollebrands'ın (2018) hazırladıkları teorik çerçeveye göre incelenmiştir. Matematik öğretmenlerinin hazırladıkları etkinliklerde hangi teknolojik eylemleri kullandıkları ve bu etkinliklerin matematiksel derinlik düzeyleri ayrı ayrı analiz edilmiştir. Bu türden detaylı ve bağlama özgü analizlerin gerçekleştirilebilmesi, ancak durum çalışması deseninin sunduğu esneklik ve derinlemesine inceleme imkânı ile mümkün olabilmektedir. Bu nedenle, araştırmanın temel amacı doğrultusunda, durum çalışması deseni en uygun yöntem olarak tercih edilmiştir.

3.2. Çalışma Grubu

Katılımcıların belirlenmesinde, amaçlı örneklem yaklaşımlarından biri olan kolay ulaşılabilir durum örnekleme tekniğinden yararlanılmıştır. (Yıldırım ve Şimşek 2013). Bu teknik, araştırmacının belirli kriterlere göre katılımcılara kolayca erişimini sağlamak amacıyla tercih edilmiştir. Böylece, araştırmanın uygulanabilirliği artırılarak, veri toplama sürecinin daha etkili ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

Araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 eğitim-öğretim yılı içerisinde Ağrı ilinde görev yapmakta olan ve araştırmaya gönüllü olarak katılan toplam 21 ilköğretim matematik öğretmeni oluşturmaktadır. Bu öğretmenlerin 2'si erkek, 19'u kadın olup, farklı mesleki deneyim seviyelerine sahiptirler. Katılımcıların öğretmenlik deneyimleri 1 ile 9 yıl arasında değişmekte olup, büyük çoğunluğunun öğretmenlik mesleğinde erken kariyer döneminde olduğu görülmektedir. Katılımcıların tamamı ya lisans eğitimleri süresince ya da meslek hayatlarının farklı aşamalarında dinamik geometri yazılımları ile ilgili çeşitli eğitim programlarına katılmışlardır. Bu durum, öğretmenlerin dijital teknolojileri öğretim süreçlerine entegre etme konusunda belirli bir farkındalık ve yeterliliğe sahip olmalarını sağlamaktadır.

Bu bağlamda, katılımcıların seçiminde hem ulaşılabilirlik hem de araştırma konusu ile ilgili deneyime sahip olma ölçütleri esas alınmıştır. Bu sayede çalışma grubunun araştırma amacıyla uygunluğu sağlanmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada, öğretmenlerin dinamik geometri ortamlarını nasıl kullandıklarını ve bu kullanımın pedagojik süreçlerine nasıl yansıdığını çok boyutlu olarak incelemek amacıyla nitel veri toplama araçları kullanılmıştır. Veri toplama sürecinde, öğretmenlerin oluşturdukları özgün etkinlikler ve bu etkinliklere ilişkin görüşlerini derinlemesine anlamayı amaçlayan yarı yapılandırılmış mülakatlar temel alınmıştır. Bu bölümde kullanılan veri toplama araçları ve bu araçların geliştirilme süreci detaylı biçimde açıklanmıştır.

3.3.1. Ortaokul matematik öğretmenlerinin dinamik geometri ortamlarıyla hazırladıkları etkinlikler

Araştırma kapsamında veri toplama aracı olarak, öğretmenlerin dinamik geometri ortamları kullanarak hazırladıkları 21 özgün etkinlik değerlendirilmiştir. Bu etkinlikler, öğretmenlerin teknoloji destekli öğretim süreçlerine ilişkin bilgi ve becerilerini yansıtan önemli veriler sunmaktadır. Etkinlikler, araştırma sürecinde geliştirilen ve Ek 1’de yer alan yönerge doğrultusunda oluşturulmuştur. Yönerge hazırlanırken alanyazın incelenmiş, dinamik geometri ortamlarında etkinlik tasarımına ilişkin öneri ve ölçütler dikkate alınmıştır (Baştürk ve Yavuz 2008; Turuş ve Ulusoy 2024; Yiğit-Koyunkaya ve Bozkurt 2019; Zengin 2003). Buna ek olarak, Trocki ve Hollebrands’ın (2018) Dinamik Geometri Görev Analizi Çerçevesi esas alınarak yönergenin ölçütleri yapılandırılmıştır. Etkinliklerin, pedagojik amaca hizmet etmesi, matematiksel içeriğe uygun olması, belirli bilişsel düzeyleri hedeflemesi ve teknolojik eylemleri açık biçimde içermesi yönünde kriterler belirlenmiştir. Yönergenin geçerlik süreci kapsamında, taslak form iki alan uzmanı (matematik eğitimi alanlarında biri profesör, biri doktor öğretim üyesi) tarafından içerik açısından değerlendirilmiştir. Uzmanlardan gelen görüşler doğrultusunda yönergedeki bazı açıklamalar sadeleştirilmiş, bazı maddeler yeniden yapılandırılmış ve yönergeye örnek etkinlik açıklamaları eklenmiştir. Bu süreç sonunda, yönergenin araştırma amacına uygun ve içerik açısından geçerli olduğu uzman görüş birliğiyle teyit edilmiştir. Güvenirlik boyutunda ise, yönergeye göre hazırlanan etkinliklerin analizinde kullanılacak kriterlerin açık ve uygulanabilir olması sağlanmıştır.

Yönergede, öğretmenlerden belirli ölçütleri karşılayacak şekilde, dinamik geometri yazılımlarını kullanarak matematik öğretimine yönelik etkinlikler geliştirmeleri istenmiştir. Bu doğrultuda, öğretmenlere etkinliklerini hazırlamaları için iki haftalık bir süre tanınmıştır. Süreç boyunca öğretmenlere herhangi bir yazılım zorunluluğu getirilmemiş, hangi dinamik geometri yazılımını kullanacakları tamamen kendi tercihlerine bırakılmıştır. Ayrıca, öğretmenler kendi belirledikleri kazanıma uygun etkinlik tasarlamaşlardır.

Ancak öğretmenlerin tamamı, etkinliklerini Geogebra yazılımı aracılığıyla hazırlamayı seçmişlerdir. Hazırlanan bu etkinlikler, hem öğretmenlerin teknolojiyi pedagojik amaçlarla nasıl kullandıklarını ortaya koymakta hem de dinamik geometri ortamlarının eğitimdeki potansiyeline dair önemli veriler sunmaktadır. Bu nedenle, öğretmenlerin oluşturduğu etkinlikler, araştırmanın temel veri kaynakları arasında yer almaktadır.

3.3.2. Yarı yapılandırılmış mülakat

Araştırmalarda katılımcıların düşünce yapılarını, deneyimlerini ve konuya yönelik bireysel yaklaşımlarını derinlemesine anlamak amacıyla sıklıkla kullanılan veri toplama araçlarından biri mülakattır (Yıldırım ve Şimşek 2013). Özellikle doğrudan gözlemlerle elde edilmesi güç olan bilgi ve değerlendirmelerin açığa çıkarılmasında etkili bir yöntem olan mülakatlar, araştırmacıya katılımcının düşünsel dünyasına dair kapsamlı bir bakış sunar. Bu yöntem, bireylerin sadece ne yaptığını değil aynı zamanda ne düşündüğünü, nasıl hissettiğini ve belirli durumlara nasıl yaklaştığını anlamayı mümkün kılar (Patton 1987).

Bu çalışmada, veri toplama sürecinde yarı yapılandırılmış mülakat tekniğinden yararlanılmıştır. Yarı yapılandırılmış mülakatlar, nitel araştırmalarda sıklıkla tercih edilen ve araştırmacıya hem belirli bir soru yapısını koruma hem de esneklik sağlama imkânı sunan bir tekniktir. Bu yöntemde, mülakat öncesinde araştırma amacına uygun olarak geliştirilen soru formu doğrultusunda görüşmeler gerçekleştirilmekle birlikte, görüşme sırasında katılımcıların verdikleri yanıtlar doğrultusunda yeni sorular eklenebilir ya da mevcut sorular yeniden şekillendirilebilir. Böylece, veri toplama süreci doğal bir akış içinde ilerler ve katılımcıların düşüncelerini daha açık ve ayrıntılı şekilde ifade etmelerine olanak tanıyan esnek bir yapıya sahiptir (Kallio, Pietilä, Johnson and Kangasniemi 2016). Bu esnek yapı, özellikle bireylerin düşünce yapılarını, deneyimlerini ve inançlarını derinlemesine anlamayı amaçlayan araştırmalar açısından son derece değerli veriler sağlar. Bu bağlamda, araştırmanın amaçları doğrultusunda geliştirilen yarı yapılandırılmış mülakat formu aracılığıyla öğretmenlerin dinamik geometri ortamlarını kullanma sürecine, pedagojik yaklaşımlarına ve teknoloji entegrasyonuna yönelik görüş ve deneyimlerinin kapsamlı biçimde incelenmesi hedeflenmiştir. Yarı yapılandırılmış mülakatlar kapsamında,

öncelikli olarak etkinliklerde yer alan yönergelerin katılımcılar tarafından ne ölçüde anlaşıldığı, bu yönergelerin verilen görevleri yerine getirmede yeterli olup olmadığı ve katılımcıların yönergelerde herhangi bir eksiklik veya kafa karışıklığı yaşayıp yaşamadıkları sorgulanmıştır. Ayrıca, katılımcıların kendi matematiksel düşüncelerine dayalı olarak iddialar oluşturup oluşturamadıkları ve bu sürece dair yaşadıkları güçlükler hakkında görüşlerine başvurulmuştur.

Bu mülakatlar, yalnızca katılımcıların deneyim ve görüşlerini ifade etmelerine olanak tanımakla kalmamış, aynı zamanda doğrudan gözlem yoluyla ulaşılması güç olan içsel bilişsel ve duyuşsal süreçlerin anlaşılmasına da önemli katkılar sağlamıştır. Özellikle öğretmenlerin etkinlik hazırlama sürecinde hangi adımlarda zorlandıkları, hangi teknolojik araçları hangi amaçlarla tercih ettikleri, bu araçları nasıl entegre ettikleri ve hangi tür pedagojik yönlendirmelerin öğretim sürecinde daha etkili olduğu gibi nitel bulguların açığa çıkarılmasında mülakatlar belirleyici bir rol oynamıştır. Katılımcıların kendi anlatımları üzerinden yapılandırılan bu veriler, yalnızca uygulamaya ilişkin betimsel bilgiler değil, aynı zamanda öğretmenlerin karar alma süreçleri, pedagojik tercihlerinin dayanakları ve teknolojiye yönelik algıları hakkında da derinlemesine bilgi sunmuştur. Bu bağlamda, mülakat bulgularının gözlem verileriyle birlikte analiz edilmesi, araştırmaya hem nitel derinlik hem de bağlamsal zenginlik kazandırarak yorumların daha bütüncül ve çok boyutlu yapılmasına olanak tanımıştır. Böylece öğretmenlerin TPAB yapılarının sadece ürün odaklı değil, aynı zamanda süreç odaklı olarak da değerlendirilmesi mümkün olmuştur.

Bu çalışmada gerçekleştirilen mülakatlar yüz yüze yapılmıştır ve her bir görüşme ortalama 10 ila 15 dakika arasında sürmüştür. Mülakat sürecinde, katılımcıların verdikleri yanıtların ayrıntılı biçimde analiz edilebilmesi amacıyla ses kayıtları alınmıştır. Katılımcıların rızası doğrultusunda kaydedilen bu ses dosyaları, veri analiz sürecinde kullanılarak görüşmelerin doğruluğunun ve bütünlüğünün korunması sağlanmıştır. Böylece elde edilen nitel verilerin sistematik biçimde çözümlenmesine ve katılımcı ifadelerinin doğrudan alıntılarla desteklenerek yorumlanmasına olanak tanınmıştır. Bu uygulama, analiz sürecinin şeffaflığını ve geçerliliğini artırmak adına önemli bir yöntemsel katkı sağlamıştır.

Araştırma kapsamında kullanılan yarı yapılandırılmış mülakat formunun geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla sistematik bir süreç izlenmiştir. Öncelikle, mülakat soruları araştırmanın temel amacı doğrultusunda, öğretmenlerin dinamik geometri ortamlarını kullanma süreçlerini, teknolojik-pedagojik yaklaşımlarını ve öğretim sürecine ilişkin bireysel deneyimlerini derinlemesine anlamaya yönelik olarak oluşturulmuştur. Sorular, özellikle öğretmenlerin TPAB yapılarını anlamayı hedefleyen açık uçlu ifadelerle yer vererek, nitel veri üretimini teşvik edecek şekilde tasarlanmıştır. İçerik geçerliği, geliştirilen mülakat formunun kapsayıcılığı ve araştırma amaçlarına uygunluğunu test etmek üzere iki alan uzmanının (biri profesör, biri doktor öğretim üyesi) görüşlerine başvurulmuş ve sağlanmıştır. Uzmanlar, soruların ifade netliği, kapsam uygunluğu, yönlendirici olup olmaması ve araştırmanın odaklandığı bilişsel ve pedagojik boyutlara ne ölçüde hizmet ettiği konularında değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Gelen dönütler doğrultusunda bazı sorular sadeleştirilmiş, bazı soruların ifadesi genişletilmiş ve alt boyutlara yönelik açıklamalar eklenmiştir. Bu doğrultuda, mülakat formunun içerik açısından geçerli olduğu ve araştırmanın amaçlarını yansıtacak nitelikte olduğu uzman görüş birliği ile teyit edilmiştir. Mülakatların güvenilirliği, veri toplama sürecinde elde edilen yanıtların doğruluğunu ve yorumların tutarlılığını güvence altına almak amacıyla ses kayıtları alınarak, analiz sürecinde doğrudan alıntılarla katılımcı ifadeleri belirtilmiştir.

Mülakatlar öğretmenlerin hazırladıkları etkinlikler hakkında daha detaylı ve güvenilir veriler elde etmek amacıyla yapılmıştır. Öğretmenlerin etkinliklerini hazırlarken hangi teknolojik eylemleri kullandıklarını ve bu etkinliklerin derinlik düzeylerini belirlemek için aşağıdaki sorular sorulmuştur:

- DGY'yi kullanarak etkinlik hazırlarken izlediğiniz adımları detaylandırabilir misiniz?
- Hazırladığınız etkinliklerde hangi spesifik teknolojik eylemleri kullanıyorsunuz?
- Bu teknolojik eylemleri kullanmanın etkinliklerinize nasıl katkı sağladığını düşünüyorsunuz?
- Hazırladığınız etkinliklerde hangi bilişsel düzeyi hedeflediniz?

3.4. Veri Toplama Süreci

Veri toplama süreci, 2024 yılının Ekim ayından başlayarak 2025 yılının Ocak ayı sonuna kadar, Ağrı ilinde görev yapan ortaokul matematik öğretmenlerinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Veri toplama araçları belirlenip araştırma süreci planlandıktan sonra, çalışmanın etik ilkelere uygun biçimde yürütülebilmesi için öncelikle ilgili üniversitenin Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (Ek 2). Etik kurul izninin ardından, Ağrı İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli resmi izinler temin edilmiş olup etik ilkeler doğrultusunda okul isimleri karalanmıştır. İzin belgelerinin bir tanesi ekte sunulmuştur (Ek 3).

Araştırma başlamadan önce, çalışmaya katılacak öğretmenler, Gönüllülerin Bilgilendirilmiş Olur Formu (Ek 4) kapsamında detaylı biçimde bilgilendirilmiş ve yazılı onayları alınmıştır. Katılımcı öğretmenlerden, kendi tercih ettikleri herhangi bir kazanım doğrultusunda ve yine kendi tercih ettikleri dinamik geometri yazılımını kullanarak, öğrencilerin bireysel olarak kullanabileceği bir etkinliği tasarlamaları istenmiştir. Süreç boyunca öğretmenlerin tamamı Geogebra yazılımını kullanmayı tercih etmiştir.

Öğretmenlerin hazırladıkları etkinliklerin ardından, her biriyle yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerde, öğretmenlerden tasarladıkları etkinliği hangi amaçla oluşturdukları, tasarım sürecinde izledikleri adımlar, kullandıkları teknolojik eylemler, karşılaştıkları güçlükler ve pedagojik tercihlerine ilişkin detaylı bilgiler alınmıştır. Elde edilen bu bilgiler doğrultusunda hem yazılı etkinlikler hem de mülakat verileri içerik analizine tabi tutulmuş ve öğretmenlerin teknolojiyi öğretim süreçlerine nasıl entegre ettikleri çok boyutlu olarak incelenmiştir.

3.5. Veri Analizi

Matematik öğretmenlerinin dinamik geometri yazılımı kullanarak hazırladıkları etkinlikler ile bu etkinliklere ilişkin gerçekleştirilen mülakatlar, Troçki ve Hollebrands'in (2018) Dinamik Geometri Görev Analizi Çerçevesi temel alınarak analiz edilmiştir (Bkz. Tablo 3.5.1). Bu çerçeve, öğretim sürecinde teknolojinin

pedagojik amaçlarla nasıl kullanıldığını değerlendirmeye yönelik sistematik bir yapı sunmakta olup; öğretmenlerin teknolojik eylemleri nasıl gerçekleştirdiklerini, öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerini nasıl desteklediklerini ve etkinliklerin bilişsel derinlik düzeyini belirlemeye olanak tanımaktadır. Bu doğrultuda yapılan analizler, öğretmenlerin etkinlik tasarımında hangi bilişsel ve pedagojik stratejileri benimsediklerini ve teknolojiyi ne düzeyde anlamlı şekilde entegre ettiklerini ortaya koymuştur.

Tablo 3.5.1. Troçki ve Hollebrands'ın (2018) Dinamik Geometri Görev Analizi Çerçevesi (Yiğit-Koyunkaya ve Bozkurt 2019, s.523)

Matematiksel Derinlik	
Seviyeler	Hiyerarşik Seviyeleri ve Tanımları
Puansız	<i>“Etkinliğin odağında matematiksel bir kavram, konu veya kazanım olmaması”</i>
0	<i>“Etkinliğin bir matematiksel doğruyu, kuralı, formülü kullanmayı, hatırlatmayı veya pekiştirmeyi amaçlaması”</i>
1	<i>“Etkinliğin matematiksel bir anlam inşa edilmesinden çok verilmek istenen kavram veya anlama dair işlem yapmayı ve doğru cevabı bulmayı gerektirmesi”</i>
2	<i>“Öğrencinin verilen çizimi yorumlaması ve buradan bilgi etmesini amaçlayan etkinlikler- Veri Toplama (Öğrenciden açıklama yapması beklenmemektedir veya açıklamalar yapılan işlemi tarif etme ile sınırlıdır”</i>
3	<i>“Etkinliğin matematiksel kavramları, süreçleri veya ilişkileri göz önünde bulundurarak öğrencide etkinlikte verilmek istenen amaca uygun olarak kavramsal fikirlerin oluşmasına ve matematiksel anlamının sağlanmasına hizmet etmesi”</i>
4	<i>“Etkinliğin matematiksel kavramları, süreçleri veya ilişkileri açıklamayı gerektirmesi”</i>
5	<i>“Etkinliğin yapılan çizimden öte matematiksel kavramlar, süreçler ve ilişkilerin doğasının keşfedilmesine ve genelleme yapılmasını sağlaması”</i>

Tablo 3.5.1. Devamı

Teknolojik Eylem	
Sağlayıcılık	Tanımları
Puansız	<i>“Etkinliğin yazılımın dinamik özelliklerinden birini (çizim yapma, ölçme, sürüklenme, manipülasyonlar) kullanılmasının gerektirmemesi”</i>
A	<i>“Etkinliğin bir çizim yapılmasını gerektirmesi”</i>
B	<i>“Etkinliğin bir ölçüm yapılmasını gerektirmesi”</i>
C	<i>“Etkinliğin bir inşa yapılmasını gerektirmesi”</i>
D	<i>“Etkinliğin sürgü/sürüklenme veya diğer dinamik özellikleri kullanmayı gerektirmesi”</i>
E	<i>“Etkinliğin bazı ilişkilerin veya örüntülerin fark edilmesini gerektirmesi”</i>
F	<i>“Etkinliğin, araştıran kişiyi manipülasyonlar yaparak şaşırtabilmesi ve bu şaşırtma halinde olağan dışı durumları test etme yoluyla da ortaya çıkabilecek temalara dayanarak temsili ilişkilerin keşfedilmesi veya düşüncelerin geliştirilmesi (Sinclair'den (2003) alınmıştır, sf. 312)”</i>

3.6. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Bu çalışma kapsamında, Matematik öğretmenlerinin DGY kullanarak hazırladıkları öğretim etkinlikleri nitel veri olarak incelenmiştir. Çalışmanın temel veri kaynağını, katılımcıların Geogebra gibi DGY'yi kullanarak oluşturdukları etkinlikler oluşturmaktadır. Etkinliklerin içeriksel analizi, öğretmenlerin matematiksel ve teknolojik yeterliklerini değerlendirme açısından önemli veriler sağlamıştır. Bununla birlikte, katılımcılarla gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış mülakatlar, araştırmaya ek nitel veriler kazandırarak bulguların yorumlanmasına derinlik katmıştır.

Araştırmanın geçerliliğini artırmak amacıyla, etkinlik analizleri sadece ürün temelli değil, aynı zamanda bu ürünün oluşturulma süreci de ele alınarak yapılmıştır. Bu kapsamda, mülakatlar yoluyla elde edilen katılımcı görüşleri, hazırlanan

etkinliklerin nasıl bir düşünsel süreçle oluşturulduğunu ve hangi aşamalarda hangi kararların alındığını ortaya koymaya yardımcı olmuştur. Bu uygulama, Miles ve Huberman'ın (1994) nitel araştırmalarda veri kaynağı çeşitliliğinin geçerliliği artıran bir unsur olduğuna dair vurgusuyla örtüşmektedir. Nitekim araştırma kapsamında toplanan verilerin birbiriyle çapraz doğrulama (triangulation) yöntemiyle desteklenmesi, elde edilen bulguların sağlamlığını güçlendirmiştir.

Etkinliklerin değerlendirilmesi sürecinde iki araştırmacı (biri profesör, biri doktor öğretim üyesi) bağımsız olarak analiz gerçekleştirmiştir. Bu uygulama, veriler arası tutarlılığın kontrolünü mümkün kılmıştır. Analiz süreci sonunda elde edilen veriler karşılaştırılmış, anlamlı farklılıklar tespit edildiğinde tartışılmış ve fikir birliğine varılarak sonuçlandırılmıştır. Araştırmacılar arası görüş birliğine ulaşmak için yürütülen bu süreç, araştırmanın güvenilirliğini destekleyen önemli bir adımdır. Lincoln ve Guba (1985) tarafından da belirtildiği üzere, araştırmacılar arasında tutarlılığın sağlanması, nitel bir çalışmanın iç tutarlılığını ve inandırıcılığını güçlendirmektedir.

Bu doğrultuda, araştırmada hem veri çeşitliliği sağlanmış hem de çoklu analiz stratejileri kullanılarak geçerlilik ve güvenilirlik ölçütlerinin titizlikle karşılanmasına özen gösterilmiştir. Etkinliklerin değerlendirilmesinde temel alınan Görev Analizi Çerçevesi, elde edilen bulguların mülakat verileriyle desteklenmesiyle birlikte, etkinliklerin matematiksel derinlik ve teknolojik uygulama boyutları açısından çok yönlü ve kapsamlı biçimde analiz edilmesine imkân tanımıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde, 21 matematik öğretmenin DGY'yi kullanarak hazırladıkları etkinliklere ve yapılan mülakatlara dair bulgular sunulmaktadır. Öğretmenlerin oluşturduğu her bir etkinlik, matematiksel derinlik ve teknolojik eylem açısından ayrı ayrı analiz edilmiştir. Matematiksel derinlik düzeylerinin puansal dağılımı incelendiğinde, bazı etkinliklerin birden fazla matematiksel derinlik seviyesini aynı anda içerebildiği ve bu düzeylerin hiyerarşik bir sıraya bağlı olarak ilerlemediği görülmüştür. Yani, bir etkinlik yalnızca tek bir seviyeye indirgenmeden, içeriğinde barındırdığı farklı düşünme düzeylerine göre birden fazla seviyede puan alabilmiştir.

Bu durum, toplam frekansın öğretmen sayısından fazla olmasına yol açmıştır. Dolayısıyla analizlerde her bir öğretmenin birden fazla matematiksel derinlik ve teknolojik eylem türü içeren etkinlik tasarlamış olabileceği dikkate alınmıştır. Verilerin sunumunda, öncelikle matematiksel derinlik seviyelerinin frekans dağılımları tablo ve grafiklerle açıklanmış, ardından öğretmen etkinlikleri detaylı nitel analizle örneklenmiştir. Bu yöntem, öğretmenlerin düşünsel süreçlerini de açığa çıkarmayı hedeflemiştir. Araştırma problemleri bu bağlamda şekillendirilmiş; öğretmenlerin dinamik geometri yazılımı kullanarak geliştirdikleri etkinliklerin hem matematiksel derinlik düzeylerini hem de teknolojik eylem türlerini ortaya koymak ve bu iki değişken arasındaki olası ilişkileri anlamlandırmak amaçlanmıştır. Aynı zamanda, öğretmenlerin hazırladıkları etkinliklerde görülen çeşitlilik, onların teknolojiyi pedagojik olarak nasıl bütünleştirdiklerine ve matematiksel düşünmeyi nasıl yapılandırdıklarına dair derinlemesine veri sağlamıştır.

4.1. Matematiksel Derinlik Seviyesi

Tablo 4.1.1. Matematiksel derinlik seviyesi

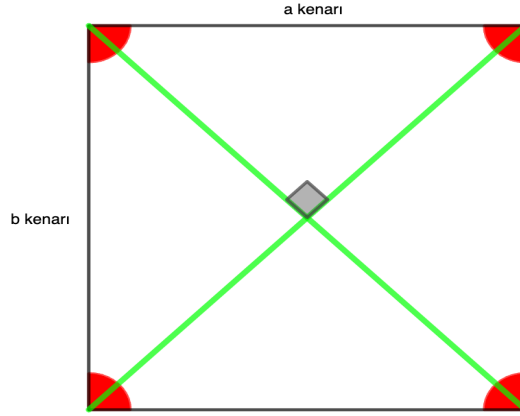
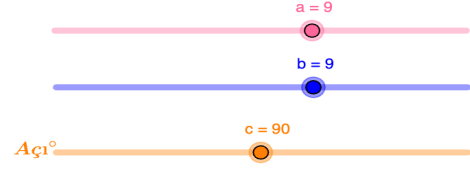
Matematiksel Derinlik	Öğretmen	Frekans
Puansız		0
0	Ö1, Ö2, Ö3, Ö9, Ö11, Ö18, Ö19	7
1	Ö2, Ö19	2
2	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö21	17
3	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20, Ö21,	19
4	Ö2, Ö4, Ö7, Ö10, Ö11, Ö13, Ö15, Ö17, Ö20	9
5	Ö4, Ö10, Ö11, Ö20	4
Toplam		58

Öğretmenlerin hazırladıkları etkinliklerde farklı matematiksel derinlik düzeyleriyle karşılaşmıştır. Bu etkinlikleri hazırlarken bazı öğretmenler en fazla 2 matematiksel derinliğe ulaşmışken bazı öğretmenler daha fazla matematiksel derinliğe ulaşmıştır. Seviyelere sırasıyla bakıldığında, etkinliğin odağında matematiksel bir kavram, konu veya kazanımın olmamasından kaynaklı puansız olarak değerlendirilebilecek bir etkinliğin olmadığı, “*Bir matematiksel doğruyu, kuralı formülü kullanmayı hatırlatması veya pekiştirmeyi amaçlayan*” etkinlik tasarlayan 7 kişi 0 puan, “*Matematiksel bir anlam inşa edilmesinden çok verilmek istenen kavram veya anlama dair işlem yapmayı ve doğru cevabı bulmayı gerektiren*” etkinlik tasarlayan 2 kişi 1 puan, “*Verilen çizimi yorumlaması ve buradan bilgi edinmesini amaçlayan*” etkinlik tasarlayan 17 kişi 2 puan, “*Matematiksel kavramları, süreçleri veya ilişkileri göz önünde bulundurarak öğrencide etkinlikte verilmek istenen amaca uygun olarak kavramsal fikirlerin oluşmasına ve matematiksel anlamının sağlanmasına hizmet eden*” etkinlik tasarlayan 19 kişi 3 puan, “*Matematiksel kavramları, süreçleri veya ilişkileri açıklamayı gerektiren*” etkinlik tasarlayan 9 kişi 4 puan ve yapılan çizimden öte matematiksel kavramlar, “*süreçler ve ilişkilerin doğasının keşfedilmesini ve genelleme yapılmasını sağlayan*” etkinlik tasarlayan 4 kişi 5 puan olacak şekilde derinliklere yer vermişlerdir. Yapılan mülakatlarda alınan yanıtlar doğrultusunda hazırlanan etkinliklerin hangi matematiksel derinlik seviyesinde değerlendirildikleri aşağıda detaylı olarak ele alınmaktadır.

En yüksek frekansın 3 puan seviyesinde olması, öğretmenlerin etkinlikleri oluştururken belirli bir matematiksel düşünme süreci izlediklerini ancak daha derinlemesine kavramsal düşünme gerektiren etkinliklerin daha az üretildiğini göstermektedir. Matematiksel derinlik düzeyine bakılarak her bir seviye için farklı öğretmen analiz edilmiştir. Matematiksel derinlik düzeyi puansız olarak analiz edilen bir etkinliğe rastlanmamıştır. Diğer seviyeler ayrı ayrı farklı öğretmenlerde analiz edilmiştir.

4.1.1. Matematiksel derinlik seviyesi 0 olan etkinlikler

KARE

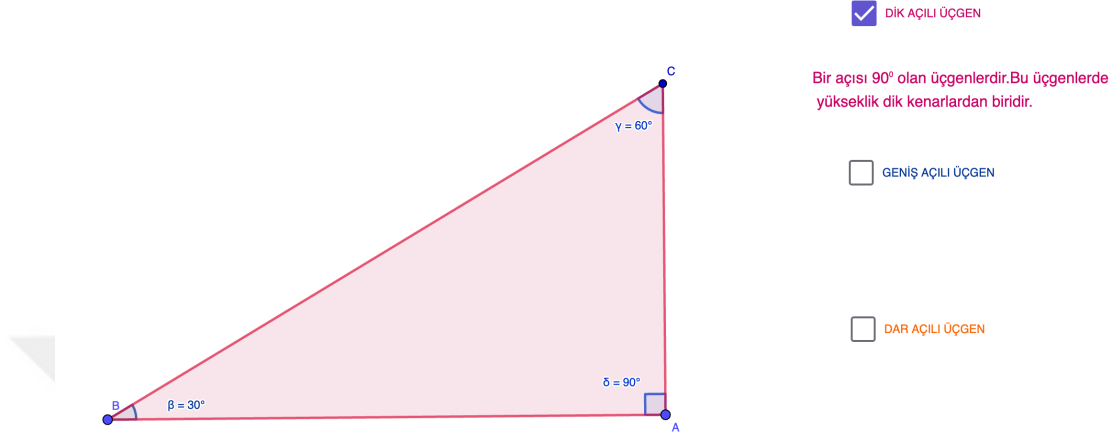


Şekil 4.1.1.1. Ö3'ün hazırladığı etkinlik

Ö3'ün hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik seviyesi 0-2-3 olarak değerlendirilmiştir. Bu etkinlikte öğretmen öğrencinin sürgüleri oynatarak dörtgenlerin temel özelliklerini fark etmesini ve bu durumda oluşan dörtgeni sınıflandırmasını amaçlamıştır. Bir dörtgenin hangi özellikler oluşturulduğunda kare, dikdörtgen veya eşkenar dörtgen olduğunu yazılımın dinamik özelliğini kullanarak öğrenmesi beklenmiştir. Ö3 ile yapılan mülakatta “*Hocam öğrenci burada sürgülerle oynayarak metinlerle karşılaştığı zaman giderek dörtgen özelliklerini keşfetmeye başlayacak, öğrenecek yani kendi keşfedecek. Daha sonra bu uygulamayı kullanırken de belli bir zaman sonra eşkenar dörtgen buymuş, kare buymuş yani hatırlama basamağına geliyor.*” şeklinde dile getirmiştir. Yapılan mülakatta değerlendirildiğinde öğrencinin sürgüleri kullanarak oluşturulan kare, dikdörtgen ve

eşkenar dörtgenin temel özelliklerini pekiştirmeyi amaçlamıştır. Bu bağlamda Ö3'ün hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik düzeyi 0 olarak analiz edilmiştir.

AÇILARINA GÖRE ÜÇGENLER



Şekil 4.1.1.2. Ö9'un hazırladığı etkinlik

Ö9'un hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik düzeyi 0-2-3 olarak değerlendirilmiştir. Bu etkinlikte öğretmen öğrencinin üçgenleri açılarına göre sınıflandırılmasını amaçlamış. Öğretmen burada açılarının değişimi için DGY'nin canlandırma özelliğini kullanmış böylelikle öğrenci dik açılı üçgen yazan işaret kutusuna bastığında ekranda çıkan üçgenin iç açıları yazılımın canlandırma özelliği sayesinde değişiyor ve öğrenci burada diğer açılar değişse bile bir açının 90 derece olarak kalması bu üçgeni dik açılı üçgen yapmaya yettiğini gözlemlemiş oluyor. Öğretmen bunu geniş açılı üçgen ve dar açılı üçgende de uyguladığını belirtti. Ö9 ile yapılan mülakatta öğretmen “*Hocam bu etkinliği seçmemin sebebi isim olarak biraz karışık olabilir dar açılı geniş açılı dik açılı. Bunu seçtim çünkü bu öndeki isimlerin açılarla bağdaşması lazım öğrenci bu açığı gördüğü zaman tamam bu dar açılı üçgen diyebilmeli mesela geniş gördüğünde bu geniş açılı üçgen ve özellikleri de şu şuydu diye bilsin diye ben bu etkinliği seçtim.*” şeklinde söylemiştir. Mülakata verilen yanıtlar değerlendirildiğinde öğrencinin üçgenleri açılarına göre sınıflandırmayı ve bu sınıflandırmayı yaparken yazılımın canlandırma özelliği sayesinde bütün durumları gözlemleyerek matematiksel bir kuralı hatırlaması ve pekiştirmesi hedeflenmiştir. Bu

bağlamda Ö9'un hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik seviyesi 0 olarak analiz edilmiştir.

4.1.2. Matematiksel derinlik seviyesi 1 olan etkinlikler

5'in karesi

7'nin küpü

$(-3)^{\text{7.kuvveti}}$

$(-4)^{\text{5.kuvveti}}$

3'ün 7.kuvveti

4'ün 5.kuvveti

-2187

343

25

1024

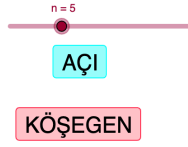
2187

-1024

Aşağıdaki dörtgen yüzler içinde belirtilen üslü ifade yazılarının değerlerini bularak mavi üçgen ayaklılarla eşleştiriniz (Eşleştirmeyi, mavi üçgenlere tıklayıp sürükleyerek, üçgenleri dörtgenlerin altına yerleştirecek şekilde yapınız).

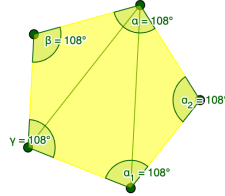
Şekil 4.1.2.1. Ö19'un hazırladığı etkinlik

Ö19'un hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik seviyesi 0-1 olarak değerlendirilmiştir. Bu etkinlikte öğretmen öğrencilerden verilen üs işlemlerini çözerek DGY'nin teknolojik eylemlerinden sürükleme özelliğini kullanarak doğru sonuçları eşleştirmelerini amaçlamıştır. Ö19 ile yapılan mülakatta etkinlik hazırlarken kullanılan DGY'nin sunduğu sürükleme, renklendirme ve şekil çizme gibi özelliklerin çocukların dikkatini çektiğini ve geometrik şekillerin daha düzgün ve kolay bir şekilde oluşturulmasının zamandan tasarruf sağladığını, ayrıca öğrencinin doğru cevaba ulaşmasının verilen öğrenme çıktısının pekişmesini hedeflediğini belirtmiştir. Bu bağlamda Ö19'un hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik düzeyi 1 olarak analiz edilmiştir.



Çokgenin köşegenlerinin oluşturduğu
denklem ile iç açıları bulunur: $\{(n-2) \times 180\} : 540^\circ$

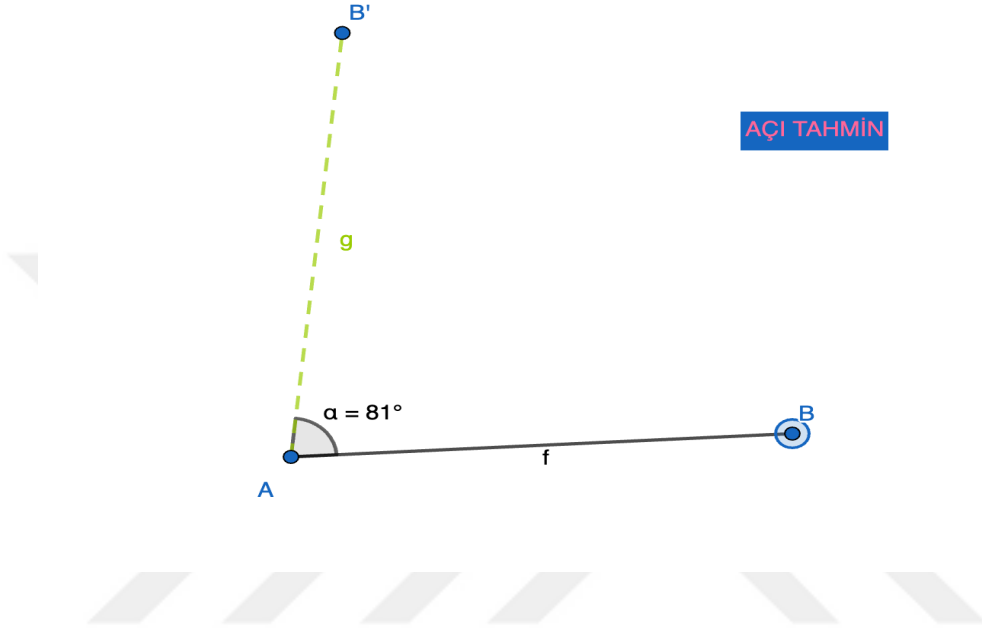
Düzgün Çokgen: Bütün kenarlarının uzunlukları eşit ve bütün açıların ölçüleri eşit olan çokgenlere düzgün çokgen denir.
Yapmış olduğumuz kazanımda sürgü ile birlikte çokgen şekli değişirken aynı zamanda açı ölçüleri ve kenar uzunlukları da değişmektedir.



Şekil 4.1.2.2. Ö2'nin hazırladığı etkinlik

Ö2'nin hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik seviyesi 0-1-2-3-4 olarak değerlendirilmiştir. Bu etkinlikte öğretmen düzgün çokgenlerin iç açıları toplamını, bir iç açısını ve köşegen uzunluklarını göstermeyi hedeflemiştir. Ö2 ile yapılan mülakatta “Öğrencilerimin burada düzgün çokgenin bir iç açısını tahmin etmesini, kendilerinin bulmasını istiyorum düğmeyi göster dediğim zaman da öğrenciler sonucu doğru bulup bulmadıklarını kontrol ediyorlar.” şeklinde söylemiştir. Burada öğretmen birinci metnin bilgi amaçlı olduğunu ve hangi şartlarda bir çokgenin düzgün çokgen olduğunu hatırlatmayı, ikinci metinde ise öğrencilerin formülü kullanarak buldukları sonucun kontrolünü yapmalarını amaçlamıştır. Yapılan mülakata bakıldığında etkinliğin çokgenin bir iç açısını formül kullanarak bulmalarını gerektirdiği ve sonucun doğruluğunu kontrol ederek formülü pekiştirmelerini sağlamıştır. Bu bağlamda Ö2'nin hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik düzeyi seviye 1 olarak analiz edilmiştir.

4.1.3. Matematiksel derinlik seviyesi 2 olan etkinlikler



Şekil 4.1.3.1. Ö18'in hazırladığı etkinlik

Ö18'in hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik seviyesi 0-2 olarak belirlenmiştir. Bu etkinlikte öğretmen öğrenciler ile açı tahmin oyunu hazırladığını belirtti. Ö18 ile yapılan mülakatta öğretmen “*Görsel odaklı bir ders olduğu için matematikten çok daha fazla etkinlik kullanılması gerektiğini düşünüyorum. Öğrencilerin de zihninde daha iyi canlandığını, en azından dar açı, geniş açı veya bir açının ölçüsüne göre kollarının nasıl şekillendiğini görmeleri benim dersime katkı sağladı. Öğrencilerin de eğlenerek öğrendiklerini düşünüyorum.*” şeklinde ifade etmiştir. Yapılan mülakata bakıldığında öğrencinin verilen açının ölçüsüne göre açının kollarının nasıl şekillendiğini yorumlaması ve buradan bilgi edinmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda Ö18'in hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik düzeyi 2 olarak analiz edilmiştir.

Aşağıda dörtgene ait elemanlar verilmiştir. görmek istediklerinizi işaretleyiniz.

- ☒ dörtgeni göster
- ☒ dörtgenin köşelerini göster
- ☒ dörtgenin kenarlarını göster
- ☒ köşegenleri göster
- ☒ iç açıları göster
- ☐ dış açıları göster

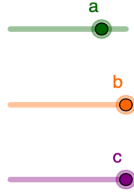
Şekil 4.1.3.2. Ö6'nın hazırladığı etkinlik

Ö6'nın hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik seviyesi 2-3 olarak belirlenmiştir. Bu etkinlikte dörtgenin temel özelliklerini göstermeyi ve dörtgenin köşelerini hareket ettirdiğinde farklı dörtgen türlerini gözlemleyerek ilişkileri fark etmesini amaçlamıştır. Ö6 ile yapılan mülakatta “*Şöyle yaptığım etkinlik açısından bakacak olursak oluşturduğum çokgen herhangi bir dörtgene dönüştürülebilir bir çokgen. Ben köşeleri sürüklediğimde, hareket ettirdiğimde farklı boyutlarda farklı açılarda farklı ölçülerde dörtgenler elde edebiliyorum aslında bu da etkinliğimi çeşitliliğini arttırmış oluyor. Öğrenci açısından baktığımda da bir dörtgenin dörtgen ne kadar biçim değiştirse de köşegenlerin özelliklerin aynı kaldığını görmüş oluyor yine karşılıklı komşu olmayan köşelerini birleştirdiği doğru parçaları olarak algılamış oluyor farklı alanlarda aynı özelliği korumuş oluyor.*” şeklinde söylemiştir. Burada öğretmen öğrencilerin dörtgenin şekil değiştirdiğinde de oluşan yeni şekilde dörtgenin temel özelliklerini gözlemlemelerini ve bilgi edinmelerini hedeflemiştir. Bu bağlamda Ö6'nın hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik düzeyi 2 olarak analiz edilmiştir.

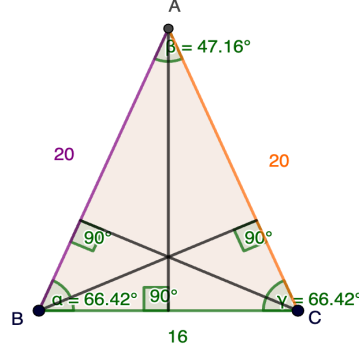
4.1.4. Matematiksel derinlik seviyesi 3 olan etkinlikler

Yönerge:Sürgüyü hareket ettirerek üçgen çeşitlerini ve özelliklerini görebilirsiniz.Düğmelere basarak da üçgenin yardımcı elemanlarını görebilirsiniz. İkiisi arasındaki ilişkiyi incelemek istiyorsanız aynı anda hareket ettirin.

Üçgen Çeşitleri



Üçgen Çeşitleri ve Üçgenin Yardımcı Elemanları



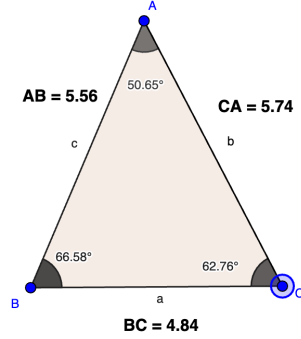
Üçgenin Yardımcı Elemanları

- ☒ Yükseklik
- ☐ Açıortay
- ☐ Kenarortay

İkizkenar Üçgen

Şekil 4.1.4.1. Ö1'in hazırladığı etkinlik

Ö1'in hazırladığı etkinlik matematiksel derinlik seviyesi 0-2-3 olarak belirlenmiştir. Bu etkinlikte öğretmen öğrencilerin üçgen çeşitlerinin ve üçgenin yardımcı elemanlarının özelliklerini ve bu elemanların arasındaki ilişkiyi gözlemlemelerini amaçlamıştır. Ö1 ile yapılan mülakatta “Öğrenci sürgüleri hareket ettirdiğinde açılar da farklı olduğunu gördü ve açılar farklı olmasına rağmen iç açılarının 180° sabit kaldığını gördü. Sürgüleri hareket ettirdiğinde açılar birbirinden açılmadığını hala bir geometrik şekil olarak kaldığını, üçgenin yardımcı elemanlarında düğme de ise yüksekliğin şekle göre değiştiğini açıortayın şekle göre değiştiğini kenar ortayında açıyı değiştirdiğinde şekli değiştirdiğinde bunlara göre değiştiğini gördü.” şeklinde ifade etmiştir. Yapılan mülakatta değerlendirildiğinde etkinliğin üçgen çeşitlerini ve üçgenin yardımcı elemanlarının özelliklerini yazılımın dinamik özelliklerini kullanarak değişen şekiller arasında ilişki kurması ve kavramsal fikirlerin anlamlandırılması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda Ö1'in hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik düzeyi 3 olarak analiz edilmiştir.



$$66.58^\circ > 62.76^\circ > 50.65^\circ$$

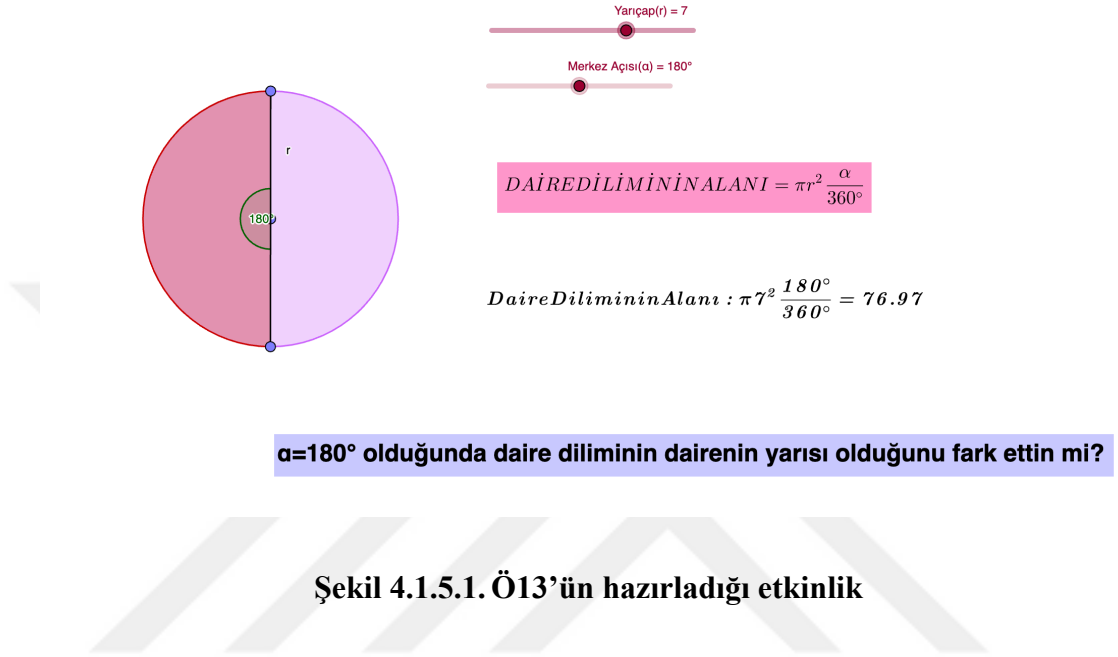
$$b > c > a$$

**ÜÇGENİN HERHANGİ BİR KENARINI HAREKET
ETTİRDİĞİMİZDE BÜYÜK AÇININ KARŞISINDA
BÜYÜK KENAR OLDUĞUNU GÖRÜRÜZ.**

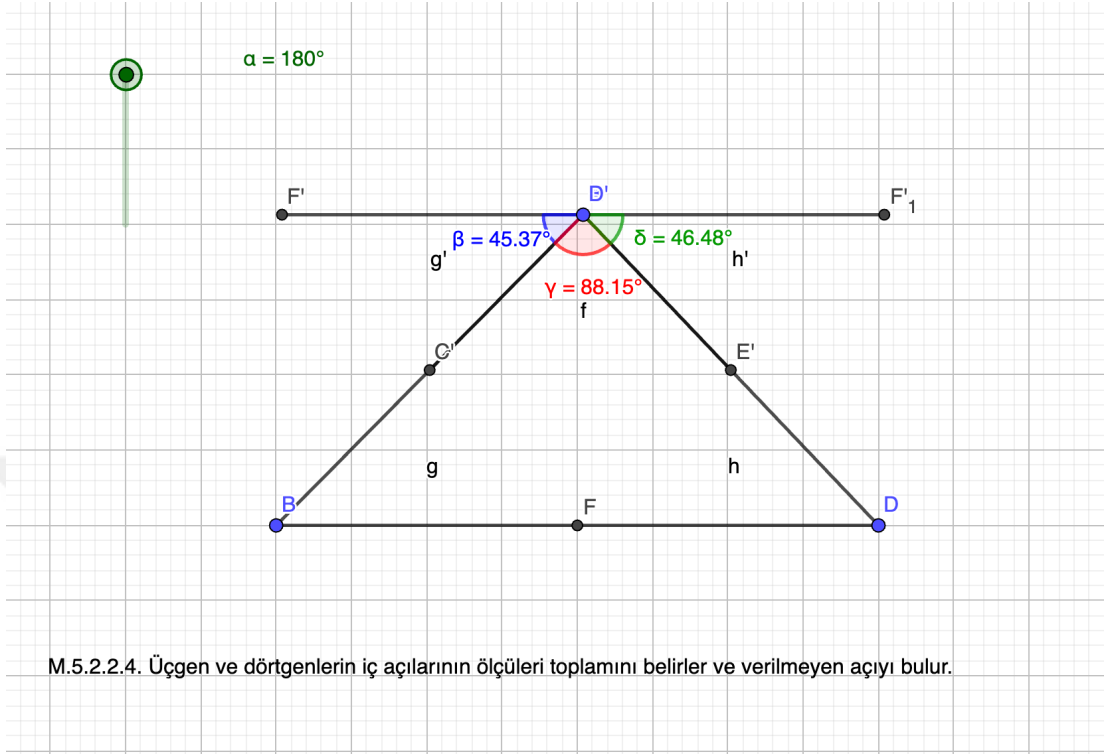
Şekil 4.1.4.2. Ö5'in hazırladığı etkinlik

Ö5'in hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik seviyesi 2-3 olarak belirlenmiştir. Bu etkinlikte öğretmen öğrencilerin üçgende açı kenar ilişkisini gözlemleyerek çıkarım yapmalarını hedeflemiştir. Ö5 ile yapılan mülakatta öğretmen “Üçgenin açılarını istediğimiz gibi büyütüp küçültmemiz ve öğrencinin büyük açı karşısında büyük kenar küçük açı karşısında da küçük kenarın olduğunu görmesi yani uygulayarak bunların farkına varması farklı durumlarda uygulayabilmesini sağladım.” şeklinde dile getirmiştir. Yapılan mülakat değerlendirildiğinde öğretmen hazırladığı etkinlikte öğrencinin üçgende açı kenar arasındaki ilişkiyi göz önünde bulundurarak öğrencide matematiksel fikirlerin oluşmasına ve matematiksel anlamanın sağlanmasını amaçlamıştır. Bu bağlamda Ö5'in hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik düzeyi 3 olarak analiz edilmiştir.

4.1.5. Matematiksel derinlik seviyesi 4 olan etkinlikler



Ö13'ün hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik seviyesi 2-3-4 olarak belirlenmiştir. Bu etkinlikte öğretmen öğrencilerin yarıçap ve açıyı değiştirdiklerinde daire diliminin alanının nasıl değiştiğini gözlemlemelerini amaçlamıştır. Ö13 ile yapılan mülakatta öğretmen “Daire diliminin alanı büyüdükçe çapın ya da işte çapı büyüdükçe alanın nasıl değiştiğini kendi anlayabiliyor bir de değerlendirmede en son yarıçap büyüdü o yüzden alan böyle oldu açı büyüdü böyle oldu bu şekilde bir değerlendirme yapabilir. 90° 'nin dairenin çeyreği 180° 'in dairenin yarısı ve 360° 'in dairenin kendisi olduğunu fark etmesini sağladım.” şeklinde söylemiştir. Yapılan mülakatta değerlendirildiğinde öğrencinin çeyrek daire, yarım daire ve tam daire kavramlarının hangi durumlarda gerçekleştiğini süreç içerisinde gözlemleyerek bu ilişkileri açıklaması hedeflenmiştir. Bu bağlamda Ö13'ün hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik seviyesi 4 olarak analiz edilmiştir.

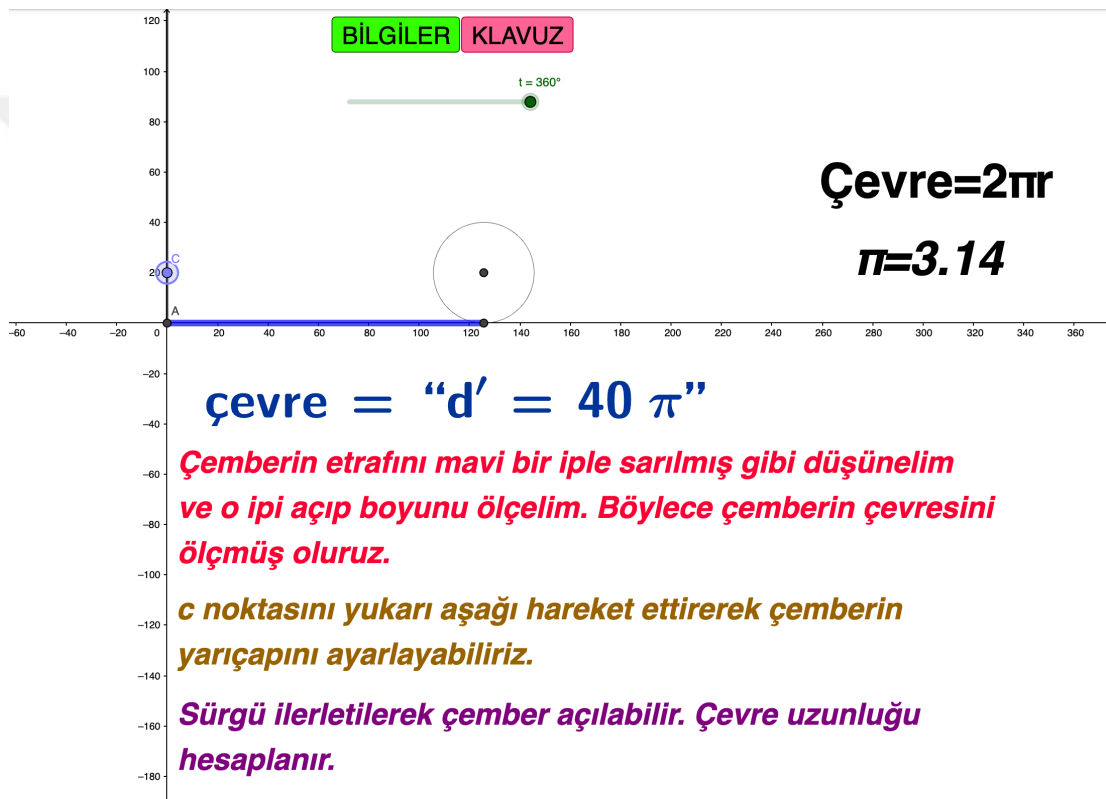


Şekil 4.1.5.2. Ö10'nun hazırladığı etkinlik

Ö10'nin hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik seviyesi 3-4-5 olarak değerlendirilmiştir. Bu etkinlikte öğretmen üçgenin iç açılarının toplamının 180° olduğunu öğrencilerin kavramasını amaçlamıştır. Öğrencinin sürgü yardımıyla B ve D açılarını 180° döndürdüğünde bu iki açının üçgenin diğer açısıyla birlikte doğru açı oluşturduğunu ve bu üç açının toplamının 180° 'ye eşit olduğunu fark etmesi hedeflenmiştir. Ö10 ile yapılan mülakatta öğretmen “Üçgenin ne kadar formunu değiştirirsek de bu orta noktaların ne tarafından tutarsak tutalım, üçgen çok farklı bir yere evrilse de yine de her zaman açıları değiştiği halde üçgenin iç açıları toplamının 180° 'ye tamamlandığını farklı üçgenlerde görmüş oluyor. Ve şöyle bir durum da var öğrenciler özellikle açıları değiştirdikleri zaman üçgenin iç açıları toplamının değişmediğini görmüş olmaları onların dikkatini çekiyor. Yani böyle bir inatlaşma olabilir. Acaba bakalım şöyle yapsak nasıl olur, böyle yapsak nasıl olur hala değişmiyor gibisinden daha da dikkat çekici olabilir. Aynı zamanda da bu üçgenin iç

açıları toplamının 180° olduğunu bir kavram olarak öğretim konusunda bize katkı sağlıyor.” şeklinde ifade etmiştir. Yapılan mülakat değerlendirildiğinde öğrencinin üçgenin biçimi ve iç açıları değiştiği zaman iç açılarının toplamının değişmediği ve doğru açıyı oluşturduklarından 180° ’ye eşit olduğunu ilişkilendirmesi gerekmektedir. Bu bağlamda Ö10’nun hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik düzeyi 4 olarak değerlendirilmiştir.

4.1.6. Matematiksel derinlik seviyesi 5 olan etkinlikler



Şekil 4.1.6.1. Ö11’in hazırladığı etkinlik

Ö11’in hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik seviyesi 0-2-3-4-5 olarak belirlenmiştir. Bu etkinlikte öğretmen çemberin çevresinin yarıçapa bağlı olduğunu görselleştirerek öğrencilerin anlamaya odaklanmalarını amaçlamıştır. Ö11 ile yapılan mülakatta öğretmen “Çemberin çevresinin $2\pi r$ ’ye eşit olduğunu ne bunun nasıl gerçekleştiğini uygulama yaparak anladığını düşünüyorum. Çemberin sürgüyü hareket ettirdiğinde yarıçapı daha doğrusu merkezi değiştirdiğini ve çemberin

çevresinin düz bir doğru haline gelecek geldiğini görünce işte çemberin çevresini $2\pi r$ 'ye işte olduğunu anlıyor. Matematiksel ifadeleri böyle daha çok genelleylebilmek için örneğin yarıçapı beş olan bir çemberi de açabiliyoruz bu etkinlikte yarıçapı 10 cm olan çemberi de açabiliyoruz bunu sağlayabildim.” şeklinde dile getirmiştir. Yapılan mülakat değerlendirildiğinde öğrencinin çizimden öte çevre, çap gibi matematiksel kavramları aralarındaki ilişkiyi keşfetmesi ve genelleme yapması amaçlanmıştır. Bu bağlamda Ö11'in hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik düzeyi 5 olarak analiz edilmiştir.



Şekil 4.1.6.2. Ö20'nin hazırladığı etkinlik

Ö20'nin hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik seviyesi 3-4-5 olarak değerlendirilmiştir. Bu etkinlikte öğretmen öğrencilerin yazı-tura atışlarının olasılık sonuçlarını ve oranlamayı incelemeyi amaçlamıştır. Etkinlikte sürgü hareket ettirilerek olayın kaç defa gerçekleştirileceğini örneklerle çeşitlendirilerek, birden fazla olasılığın hesaplanması sağlanır. Ö20 ile yapılan mülakatta öğretmen “Normalde yazı tura olayını ders içerisinde yine kısıtlı bir süremiz varken anlattığımızda bir veya iki örnekle canlandırabiliyorken, burada sürgü ile beraber istersek 10, istersek 100 ya da bine kadar götürebiliyoruz. Ve öğrenci burada çeşitli örneklerle konuyu kafasında canlandırabiliyor ve resim ekleyerek de hafızasında kalıcılığı daha çok arttırabiliyoruz. Yazı gelme olasılığını yazı resminin altına yazarak ve tura gelme

olasılığını tura resminin altına yazarak, çocukların ikisinin toplamının hem bir olduğunu görmesi ve olasılığın en fazla 1 gelebileceğini görmesini amaçladım.” şeklinde söylemiştir. Yapılan mülakat değerlendirildiğinde birden fazla olasılık durumunun gözlemlenerek öğrencinin genellemeye ulaşmasını ve bir olayın olma olasılığının en az sıfır en fazla bir değerleri arasında olduğunu keşfederek çıkarımda bulunmasını hedeflenmiştir. Bu bağlamda Ö20’nin hazırladığı etkinliğin matematiksel derinlik düzeyi 5 olarak analiz edilmiştir.

4.2. Teknolojik Eylem Türü

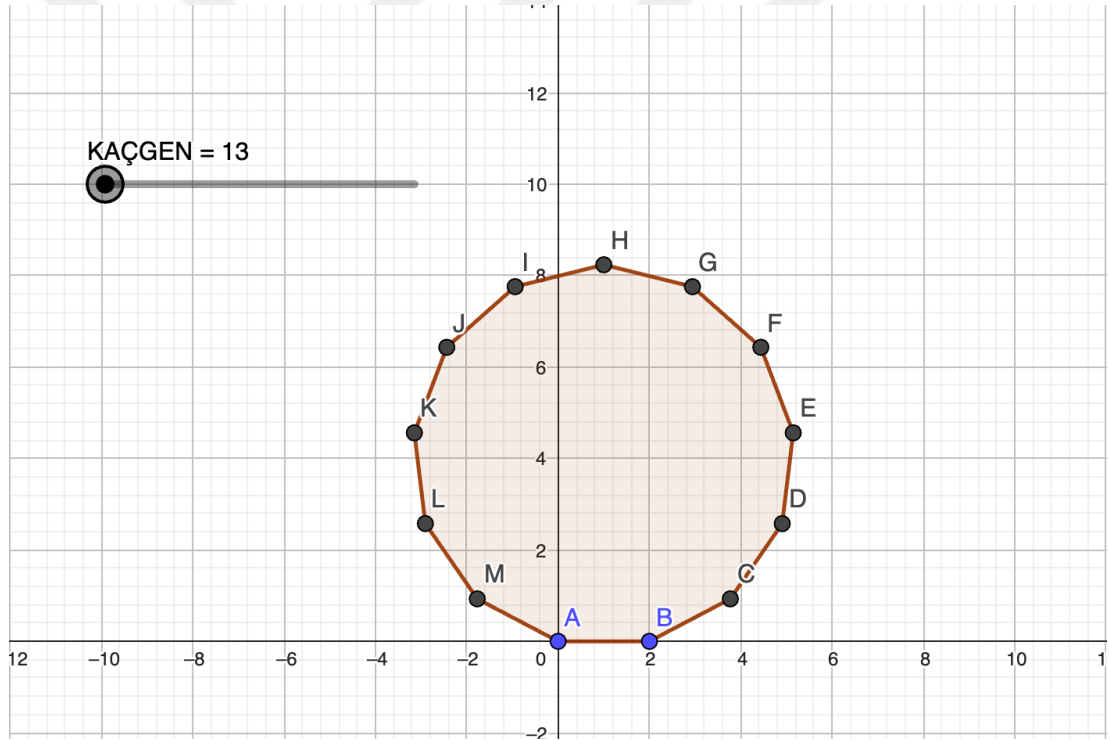
Tablo 4.2.1. Teknolojik Eylem Türleri

Teknolojik Eylem	Öğretmen	Frekans
Puansız		0
A		0
B	Ö8	1
C		0
D	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21	20
E	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö20, Ö21	20
F		0
Toplam		41

Öğretmenlerin hazırladıkları etkinliklerde farklı teknolojik eylem çeşitlerine rastlanmıştır. Bu etkinlikleri hazırlarken bazı öğretmenler en fazla 1 teknolojik eylem çeşidi kullanırken bazı öğretmenler daha çok teknolojik eylem çeşidi kullanmıştır. Teknolojik eylem çeşitlerine sırasıyla bakıldığında, etkinliğin yazılımın dinamik özelliklerinden birini kullanılmasının gerektirmemesinden kaynaklı puansız, bir çizim yapılmasını gerektirecek A türü, bir inşa yapılmasını gerektirecek C türü veya “*Etkinliğin, araştıran kişiyi manipülasyonlar yaparak şaşırtabilmesi ve bu*

şaşıрма halinde olağan dışı durumları test etme yoluyla da ortaya çıkabilecek temalara dayanarak temsili ilişkilerin keşfedilmesi veya düşüncelerin geliştirilmesini sağlayacak” F türü olarak değerlendirilebilecek herhangi bir etkinlik tasarlanmamıştır. Diğer türlere bakıldığında “ölçüm yapılmasını gerektirecek” etkinlik tasarlayan 1 kişi B türü, “Sürgü/sürüklenme veya diğer dinamik özellikleri kullanmayı gerektirecek” etkinlik tasarlayan 20 kişi D türü ve “Bazı ilişkilerin veya örüntülerin fark edilmesini gerektirecek” etkinlik tasarlayan 20 kişi E türü olacak şekilde teknolojik eylem çeşitlerine etkinliklerinde yer vermişlerdir. Yapılan mülakatlarda alınan yanıtlar doğrultusunda hazırlanan etkinliklerin hangi teknolojik eylem çeşidi olarak değerlendirildikleri aşağıda detaylı olarak ele alınmaktadır.

4.2.1. Teknolojik eylem türü B olan etkinlikler

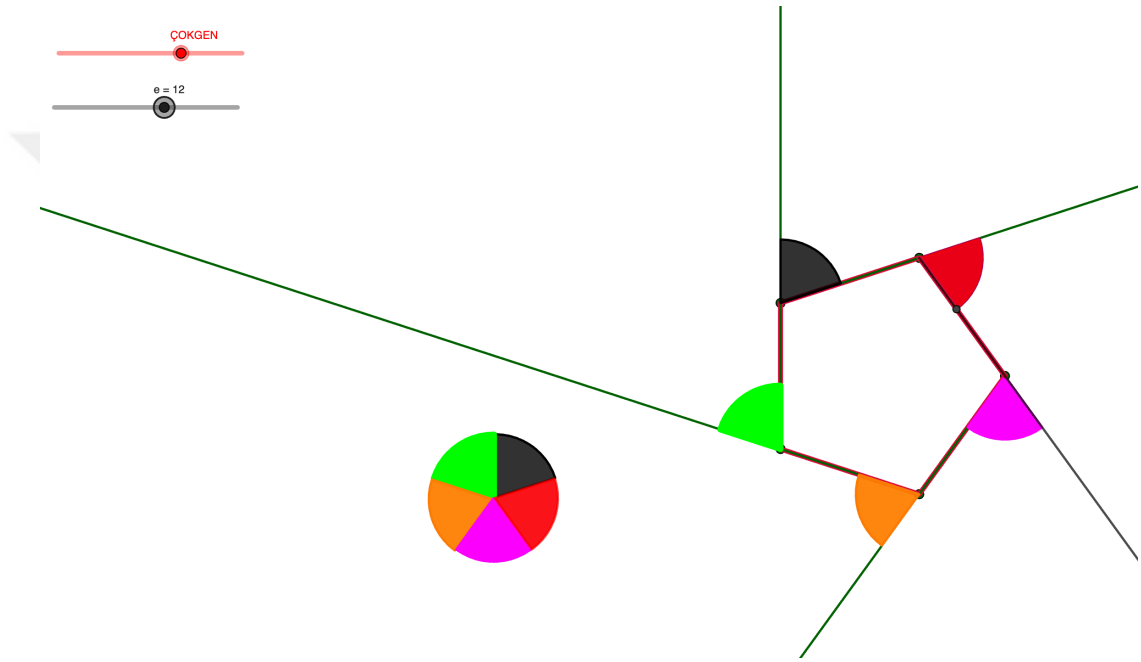


Şekil 4.2.1.1. Ö8'in hazırladığı etkinlik

Ö8'in hazırladığı etkinliğin teknolojik eylem çeşitleri B-D ve E olarak analiz edilmiştir. Burada öğretmen öğrencilerin açı ve kenar ilişkilerini gözlemleyerek düzgün çokgenin temel özelliklerini öğrenmelerini amaçlamıştır. Aynı zamanda öğrencinin sürgüyü oynattığında çokgenin kenar sayısı arttıkça şeklin çembere benzediğini fark etmelerini sağlayacağını düşündüğünü belirtmiştir. Ö8 ile yapılan mülakatta öğretmen “Etkinliğin üzerinde bir ölçüm yok ama mesela çokgenlerden

üçgen oluşturduğumuzda öğrencinin uzunluk ölçme birimini ve açı ölçme birimini kullanarak açıların birbirine eşit olduğunu kenarların birbirine işte olduğunu görmesini yani kullanırken buradaki araçları kullanmasını düşünüyoruz.” şeklinde ifade etmiştir. Yapılan mülakata verilen yanıtlar doğrultusunda öğrencilerin düzgün çokgen özelliklerini gözlemlemeleri için etkinliğin bir ölçüm yapılmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda Ö8’in hazırladığı etkinliğin teknolojik eylem çeşidi B olarak analiz edilmiştir.

4.2.2 Teknolojik eylem türü D olan etkinlikler

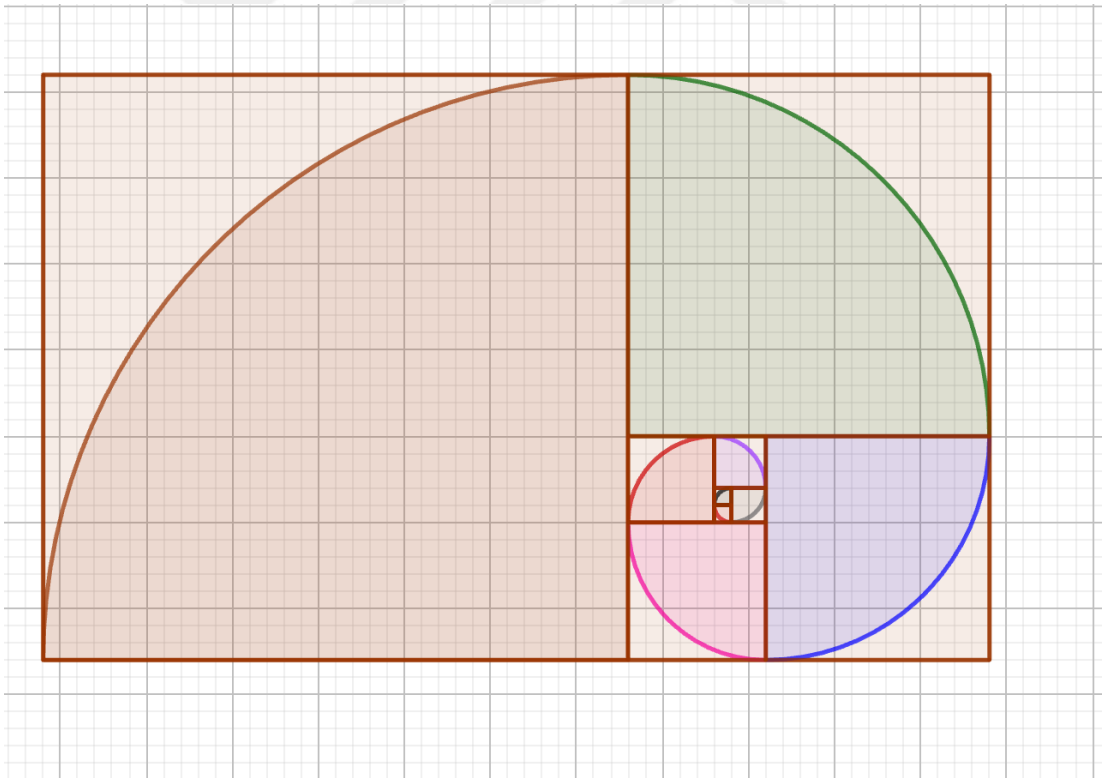


Şekil 4.2.2.1. Ö4'ün hazırladığı etkinlik

Ö4'ün hazırladığı etkinliğin teknolojik eylem çeşitleri D ve E olarak değerlendirilmiştir. Bu etkinlikte öğretmen öğrencinin yazılımın dinamik özelliklerini kullanarak herhangi bir çokgenin dış açıları toplamının daima 360° 'ye eşit olduğunu ve çokgenin kenar sayısı değiştiğinde dış açıların toplamının değişmediğini gözlemleyerek keşfetmesini amaçlamıştır. Ö4 ile yapılan mülakatta öğretmen “Öncelikle öğrenciye bu uygulamayı açıklama yapma gereksinimi ya da öğrencinin belli bir süre keşfetmesini bekleme sürecini yani öğrenciden direkt şu şöyle böyle yap demeyi beklemiyoruz öğrenecek uğraşacak kendi keşfedecek iyice bir anlayacak ya da biz onu karşı tarafa aktaracağız anladıktan sonra yani bu düzeyi geçtikten sonra uygulama aşaması var yani öğrenci birazcık inceledikten sonra artık uygulamaya

başlayacak çokgen kenarlarını arttıracak dış açılarıyla arasında yorum yapmayı sağlayabilmek için öncelikle bir uygulama aşamasından geçecek daha sonra analiz yapacak yani evet ben bunları alıyorum birleştiriyor bu şekilde parçaları elde ediyorum parçaları tekrar ayırdığımda yerine götürdüğümde dış açılar gelip birleştiğinde yine bana 360° 'yi getiriyor yani parçalayıp tekrar birleştirdiğimde birleştirip tekrar ayırmayı analiz aşamasında gerçekleştiriyor ve değerlendirmede diyebiliriz en son bir çıkarımda bulunabiliyor bir değerlendirmede bulunabiliyor.” olduğunu ifade etmiştir. Mülakatta alınan yanıtlar doğrultusunda öğrenci çokgen isimli sürgü yardımıyla istediği çokgeni oluşturabildiğini ve diğer sürgü ile bu çokgenlerin dış açılarının birleşiminin 360° ye eşit olduğunu gözlemlemektedir. Bu bağlamda Ö4'ün hazırladığı etkinliğin yazılımın dinamik özelliklerinden sürgüyü kullanmayı gerektirdiğinden teknolojik eylem çeşidi D olarak analiz edilmiştir.

4.2.3 Teknolojik eylem türü E olan etkinlikler



Şekil 4.2.3.1. Ö16'nın hazırladığı etkinlik

Ö16'nın hazırladığı etkinliğin teknolojik eylem çeşidi yalnız E olarak değerlendirilmiştir. Öğretmen bu etkinlikte öğrencilerin Fibonacci sarmalının nasıl oluştuğunu gözlemlemelerini ve kavramsal fikirlerin oluşmasını amaçlamıştır. Ö16 ile

yapılan mülakatta öğretmen “*Etkinlik şunu hedefliyor ilk başta Fibonacci sayılarını anlama üzerine hani nasıl ilerlediğini sonraki sıranın nasıl geleceğini anlama üzerine daha sonra anladığını görsel üzerinde görüyor, sonra bakarak yorumlayabilir nasıl bir sarmal olduğunu*” dile getirmiştir. Mülakatta alınan yanıtlar doğrultusunda öğrencinin Fibonacci sarmalının her sayının kendinden önceki ile toplanması sonucu oluşan bir sayı dizisi olduğunu bazı ilişkileri veya örüntüleri fark ederek gözlemlemesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda Ö16’nın hazırladığı etkinliğin teknolojik eylem çeşidi E olarak analiz edilmiştir.

Şekil 4.2.3.2. Ö7'nin hazırladığı etkinlik

Ö7'nin hazırladığı etkinliğin teknolojik eylem çeşitleri D ve E olarak değerlendirilmiştir. Bu etkinlikte öğretmen öğrencilerin çokgenlerin iç açıları toplamını bulmalarını ve bunun için kullanılan formülün anlaşılmasını amaçlamıştır. Öğretmen ile yapılan mülakatta “*Şu şekilde direkt öğrenciye iç açılarının toplamının 180° olduğunu söylemekle bu etkinliği uygulamak arasında dağlar kadar fark var direkt söylediğimizde öğrenci ezbere gittiğinde yani her an her zaman unutulabilir ve aklına gelmeyebilir bu etkinlik ile gösterildiğinde tüm çokgenlerin üçgenlere bölündüğünü yani düzgün çokgenlerin üçgenlere bölündüğünde ve her üçgenin iç açıları toplamının 180 derece olup tüm çokgenlerin iç açı toplamı bulunabilir bir formül olmadan öğrencinin kendisi bu formülü ortaya çıkarır kendisi çözümünü yapabilir.*” şeklinde ifade etmiştir. Mülakatta alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen

öğrencilerin çokgenin kenar sayısı ile iç açıları toplamı arasındaki ilişkiyi fark etmelerini ve matematiksel anlamının sağlanmasını hedeflemiştir. Bu bağlamda Ö7'nin hazırladığı etkinliğin teknolojik eylem çeşidi E olarak analiz edilmiştir.

5. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmanın problemlerine yönelik sonuç, tartışma ve önerilere değinilmiştir. Oluşan sonuçlar alan yazın ile ilişki kurularak tartışılmıştır. Tartışmalardan ve elde edilen sonuçlardan hareketle önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, ortaya çıkan bulgular doğrultusunda öğretmenlerin hazırladıkları etkinliklerin matematiksel derinlik ile kullandıkları teknolojik eylem türlerinin analizi yapılmıştır. Bu bağlamda öğretmenlerin hazırladıkları etkinliklerin matematiksel derinlik düzeylerinde belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Etkinliklerin büyük kısmı öğrencilerin yazılım dinamik özelliğini kullanarak oluşan durumları yorumlaması ve bu yolla bilgi edinmelerine olanak tanımaktadır. Ayrıca bu etkinlikler matematiksel kavramları, süreçleri ve ilişkileri dikkate alarak, öğrencilerin etkinlikte hedeflenen amaca uygun kavramsal anlayış geliştirmelerine ve matematiksel anlamayı desteklemeyi amaçlayan etkinlikler olup 2 ve 3 düzeyine sahipken düşük ya da yüksek düzeyde matematiksel derinlik seviyesine sahip etkinlik sayısı daha sınırlı kalmıştır.

Matematiksel derinliği yüksek etkinliklerin sayıca az olması, matematiksel kavramları veya ilişkileri açıklama, keşfetme ve genelleme yapma gibi ileri düzey matematiksel düşünme becerilerini hedefleyen etkinlik hazırlamada sınırlı kaldıkları görülmüştür (Smith and Stein, 1998). Daha yüksek matematiksel derinlik puanına sahip etkinliklerde öğretmenler teknolojiyi karmaşık inşalar ve genelleme yapmaya olanak veren eylemlerle zenginleştirmiştir. Örneğin, Ö20 tarafından hazırlanan etkinlik, öğrencilerin yazı-tura deneyleri üzerinden olasılık kavramını farklı tekrarlarla gözlemleyerek genellemelere ulaşmasını hedeflemiş ve bu yönüyle değerlendirildiğinde matematiksel düşünme beceri düzeyi ileri düzey olarak değerlendirilmiştir.

Öğretmenlerin öğrenim hayatları boyunca DGY ile ilgili çeşitli eğitim programlarına katıldıkları ve bu alanda belli bir düzeyde bilgi sahibi oldukları göz önünde bulundurulduğunda, elde edilen bulgular öğretmenlerin teknoloji destekli etkinlik tasarlama konusunda temel bir yeterlilik seviyesine ulaştıklarını göstermektedir. Ancak öğretmenlerin hazırladıkları etkinliklerin matematiksel derinlik düzeylerine bakıldığında, ileri düzey matematiksel düşünme becerilerini gerektiren, yani öğrencilerin kavramsal anlamalarını derinleştiren, soyutlama ve genelleme yapmalarını sağlayan etkinlikler hazırlamada öğretmenlerin önemli güçlükler yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Bu durum, alan yazında da sıklıkla dile getirilen teknolojinin eğitime entegrasyonu sorunununa işaret etmektedir. Buna paralel olarak, Özgen, Aparı ve Zengin'in (2019) yaptığı çalışmada, DGY'nin öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini destekleyen güçlü bir araç olduğu vurgulanmakla birlikte, bu potansiyelin öğretmenler tarafından etkin ve kapsamlı bir şekilde kullanılmadığı ifade edilmiştir. Öğretmenlerin genellikle yazılımı temel düzeyde, daha çok görselleştirme ve doğrulama amacıyla kullanmaları, teknoloji entegrasyonunun derin matematiksel öğrenme süreçlerine yansıtılamamasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, teknolojiyi matematik öğretiminde sadece bir araç olarak görmekten ziyade, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmek için güçlü bir öğrenme ortamı oluşturacak biçimde kullanabilmeleri adına öğretmenlerin pedagojik bilgi ve becerilerinin daha da geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bulgular ayrıca, araştırmaya katılan tüm öğretmenlerin Geogebra yazılımını tercih ettiklerini ve bu yazılım aracılığıyla çeşitli teknolojik eylemleri etkinliklerinde kullandıklarını ortaya koymuştur. Teknolojik eylem türleri incelendiğinde ise öğretmenlerin en sık D türü (sürükleme/sürgü kullanımı) ve E türü (örüntü oluşturma/farkındalık sağlama) eylemleri tercih ettikleri görülmüştür. Bu tür eylemler, öğrencilerin farklı senaryoları gözlemleyerek ilişkileri keşfetmelerine olanak tanımakla birlikte, çoğunlukla öğretmenin hazırladığı yapılar üzerinden pasif bir gözlem sürecini içermektedir.

Hazırlanan etkinlikler incelendiğinde, öğretmenlerin Geogebra yazılımının sunduğu dinamik özelliklerden – ölçüm, çizim ve inşa yapma gibi – genellikle sadece etkinliği hazırlama aşamasında faydalandıkları; öğrencilerin bu özellikleri kullanarak

yapıcı ve keşfedici bir öğrenme sürecine katılmalarını gerektirecek yapılandırmaların ise oldukça sınırlı olduğu belirlenmiştir. Yani, yazılımın sağladığı dinamik olanakların öğrenci merkezli keşfetmeye dayalı öğrenme süreçlerine tam anlamıyla yansıtılamadığı anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, çoğu öğretmen teknolojiyi daha çok görselleştirme ve doğrulama amacıyla kullanmayı tercih etmiş, öğrencinin etkinlikte aktif rol alacağı ve teknolojiyi doğrudan kullanacağı etkileşimli öğrenme ortamları kurgulamakta zorlanmıştır. Bu durum, DGY'nin potansiyelinden tam anlamıyla yararlanılamadığını göstermektedir (Laborde 2001; Zbiek et al. 2007).

Özellikle dikkat çeken bir bulgu da, öğretmenlerin hazırladığı etkinliklerde F türü teknolojik eylemlere (yani öğrencinin manipülasyonlarla beklenmedik durumlarla karşılaşmasını sağlayan, olağan dışı senaryoları test etmeye ve bu sayede bilişsel çatışma yaratarak öğrenmeyi derinleştirmeye yönelik eylemler) hiç yer verilmemesidir. Bu tür eylemler, öğrencinin tahmin yürütme, hipotez geliştirme ve genelleme yapma gibi üst düzey düşünme becerilerini harekete geçirmeye yönelik olduğundan, matematiksel derinliği yüksek öğrenme yaşantılarının oluşturulmasında kritik bir rol oynamaktadır (Smith and Stein 1998). Ancak araştırma kapsamında böyle eylemlerin kullanılmamış olması, öğretmenlerin bu tür pedagojik kurguları gerçekleştirmede ya da bu tür eylemlerin öğretim sürecine entegrasyonu konusunda zorlandıklarını göstermektedir.

Bu bulgu, bazı öğretmenlerin Geogebra yazılımını sadece görsel bir sunum aracı olarak kullanmaya eğilimli olduklarını ve yazılımın dinamik doğasını daha üst düzey bilişsel kazanımları destekleyecek şekilde entegre etmekte güçlük yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Bu durum, Mishra ve Koehler'in (2006) TPAB modeline de uygun biçimde, öğretmenlerin yalnızca teknoloji bilgisine değil, bu teknolojiyi etkin öğretim stratejileriyle nasıl bütünleştireceklerine dair pedagojik bilgiye de sahip olmalarının gerekliliğine işaret etmektedir. Teknoloji farkındalığının varlığı tek başına yeterli olmamakta, bu farkındalığın bilişsel anlamda öğrenciyi derinlemesine öğrenmeye teşvik edecek biçimde yapılandırılması gerekmektedir. Literatürde bu duruma işaret eden pek çok çalışma, öğretmenlerin teknolojiyi yalnızca bilgi sunma ya da doğrulama amacıyla kullanmalarının, öğrenmeyi yüzeysel düzeyde bıraktığını

ve öğrencinin kavramsal gelişimine sınırlı katkı sağladığını vurgulamaktadır (Baştürk ve Yavuz 2008; Yiğit-Koyunkaya ve Bozkurt 2019).

Sonuç olarak, öğretmenlerin Geogebra gibi dinamik yazılımları sadece teknik bir araç değil, matematiksel düşünmeyi geliştirecek zengin bir öğrenme ortamı olarak görmeleri ve bu doğrultuda pedagojik uygulamalar geliştirmeleri büyük önem taşımaktadır.

Mülakat bulguları, öğretmenlerin DGY'yi çoğunlukla ders konularını görsel olarak desteklemek, öğrenmeyi somutlaştırmak, öğrencilerin dikkat ve ilgisini artırmak, kâğıt-kalemle çizilmesi güç olan örnekleri kolaylıkla sunmak ve hızlı ölçümler yaparak zamandan tasarruf sağlamak amacıyla kullandıklarını ortaya koymaktadır. Bu kullanım biçimleri, teknolojinin öğretim sürecini kolaylaştırıcı rolünü ön plana çıkarmakta, ancak aynı zamanda öğretmenlerin teknolojiyi daha çok yüzeysel amaçlarla kullandıklarına da işaret etmektedir. Nitekim, yalnızca görselleştirmeye dayalı öğretim uygulamaları, öğrencilerin kavramsal anlam oluşturma, genelleme yapma veya matematiksel düşünme becerilerini geliştirme gibi daha üst düzey bilişsel süreçlerini her zaman desteklememektedir (Zbiek et al. 2007; Stein et al. 2000). Bu nedenle, teknolojinin potansiyelinden etkili şekilde yararlanılabilmesi, onun pedagojik bağlamda nasıl kullanıldığıyla doğrudan ilişkilidir.

Bu duruma örnek olarak, Ö11 kodlu öğretmenin hazırladığı etkinlikte çemberin çevresi ile yarıçapı arasındaki ilişkinin Geogebra aracılığıyla dinamik biçimde gösterildiği ve öğrencilerin bu görsel deneyimden yola çıkarak söz konusu ilişkiyi genelleylebilmelerinin hedeflendiği görülmüştür. Bu tür uygulamalar, DGY'nin sunduğu dinamik özelliklerin uygun pedagojik yönlendirmelerle birleştirildiğinde, öğrencilerin sadece gözlem yapmalarını değil, aynı zamanda hipotez geliştirme, test etme ve genelleme yapma gibi üst düzey bilişsel etkinliklere yönlendirilebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, öğretmenin teknolojiye dair farkındalığı kadar, bu farkındalığı nasıl yapılandığı ve hangi pedagojik amaçla yönlendirdiği de öğrenme çıktılarının niteliğini doğrudan etkilemektedir (Mishra and Koehler 2006).

Benzer şekilde, Laborde (2001) de teknolojinin yalnızca görselleştirme işleviyle sınırlı kalmaması gerektiğini, bunun ötesine geçerek öğrencilerin kavramsal

anlamalarını yapılandırmalarını destekleyen bir öğrenme ortamı olarak tasarlanmasının gerekliliğini vurgulamıştır. Bu bağlamda, yazılımın araçsal değil kavramsal bir düzlemde kullanımı önem kazanmaktadır. Teknolojinin bu şekilde yapılandırılması, öğrencinin sadece pasif bir izleyici olmaktan çıkıp aktif bir öğrenen konumuna geçmesini sağlayarak, derinlemesine öğrenmenin ve kalıcı kavrayışın önünü açar.

Ancak elde edilen bulgular, öğretmenlerin bu tür pedagojik yaklaşımları uygulamada yeterince yaygın olmadığını ortaya koymaktadır. Görselleştirmenin ötesine geçerek öğrencinin düşünsel süreçte aktif olarak katılımını sağlayan etkinliklerin azlığı, öğretmenlerin DGY'yi didaktik araç olarak görme eğiliminde olduklarını, yani teknolojiyi daha çok anlatımı desteklemek üzere kullandıklarını göstermektedir. Bu durum, öğretmen eğitim programlarında yalnızca yazılımın teknik kullanımına değil, aynı zamanda bu araçların nasıl anlamlı pedagojik ortamlara dönüştürülebileceğine dair içeriklere yer verilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Araştırmada öğretmenlerin geliştirdikleri etkinlikler; içerdiği matematiksel derinlik düzeyleri ile bu etkinliklerde kullanılan teknolojik eylem türleri bakımından karşılaştırıldığında dikkat çekici bir ilişki ortaya çıkmıştır. Etkinliklerin büyük çoğunluğunun 2. ve 3. düzey matematiksel derinlik içerdiği; bu etkinliklerde ağırlıklı olarak D (sürükleme/sürgüleme) ve E (örüntü oluşturma/farkındalık kazandırma) türü teknolojik eylemlerin tercih edildiği tespit edilmiştir. Buna karşılık, B türü (ölçüm yapma) teknolojik eylemin yalnızca bir etkinlikte yer aldığı görülmüştür. Bu durum, öğretmenlerin Geogebra gibi dinamik geometri yazılımlarının sunduğu tüm potansiyeli pedagojik olarak çeşitlendirilmiş biçimde kullanmakta sınırlılıklar yaşadıklarına işaret etmektedir.

Özellikle matematiksel derinlik düzeyi 3 ve üzeri olan etkinliklerde, öğrencinin aktif katılımını teşvik eden, problem çözme ve modelleme süreçlerini içeren, ayrıca genellemeye olanak sağlayan yapılar dikkat çekmiştir. Bu düzeydeki etkinliklerde teknoloji, yalnızca görselleştirme ya da dinamik özellikleri kullanmakla sınırlı kalmamakta; öğrencinin dinamik ortamda ilişkileri keşfetmesine, örüntüler oluşturarak matematiksel genellemelere ulaşmasına imkân tanıyacak şekilde

işlevselleştirilmektedir. Bu bağlamda, E (örüntü/farkındalık) ve F (şaşırtıcı durumlar/keşfetme) türündeki teknolojik eylemlerin yüksek matematiksel derinlik düzeyine sahip etkinliklerde daha belirgin şekilde öne çıktığı görülmektedir. Ancak dikkat çeken önemli bir bulgu da derinlik düzeyi 5 olan bazı etkinliklerde dahi F türü bir teknolojik eylemin yer almamış olmasıdır. Benzer olarak Yiğit-Koyunkaya ve Bozkurt'un (2019) matematik öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada da F türünde hiçbir etkinliğe yer verilmediği görülmüştür. Bu durum, öğretmenlerin öğrenciyi beklenmedik durumlarla yüzleştirme veya matematiksel tahminlerini test etmeye teşvik etme gibi üst düzey bilişsel süreçlere odaklanan etkinlikleri tasarlamada zorlandıklarını düşündürmektedir.

Örneğin, öğretmen adayı Ö4 tarafından geliştirilen bir etkinlikte, öğrencilerin Geogebra ortamında sürgü özelliği yardımıyla farklı çokgenlerin kenar sayılarını değiştirmeleri sağlanmış; bu sayede dış açılar toplamının sabitliği gözlemlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Bu etkinlik, öğrencilerin sadece geometrik bir kuralı öğrenmelerini değil, aynı zamanda bu ilişki üzerine düşünmelerini, genellemeler yapmalarını ve matematiksel akıl yürütme becerilerini kullanmalarını amaçlamaktadır. Söz konusu etkinlik, matematiksel derinlik düzeyi 5 olarak kodlanmış ve teknolojinin hem araçsal hem de kavramsal düzeyde etkili şekilde kullanıldığı nadir örneklerden biri olmuştur. Buna karşın, derinlik düzeyi 0 veya 1 olan etkinliklerde teknoloji çoğunlukla öğretmenin çizim yapması ya da çözümleri sunması için bir araç olarak kullanılmış; öğrenci etkileşimi ise ya hiç gerçekleşmemiş ya da oldukça sınırlı kalmıştır.

Öğretmenlerin teknoloji okuryazarlığının yanında, bu teknolojileri ne zaman, nasıl ve hangi amaçlarla kullanmaları gerektiğine ilişkin pedagojik bilgiye de sahip olmaları gerektiği açıktır. Öğretmen eğitiminde bu iki alanın birlikte ele alınması; teknolojinin sadece bir sunum aracı olmaktan çıkarılarak, öğrenmeyi derinleştiren ve düşünmeyi teşvik eden bir öğrenme ortamına dönüşmesini sağlayacaktır (Turuş ve Ulusoy 2024; Zengin 2023).

Bu bulgular, matematiksel derinlik seviyesi yüksek olan etkinliklerde, genellikle birden fazla teknolojik eylemin kullanıldığı görülmekle birlikte, bu durumun zorunlu bir koşul olmadığını göstermektedir (Turuş ve Ulusoy, 2024).

Örneğin Ö8 ve Ö20'nin hazırladığı etkinlikler incelendiğinde; Ö8'in üç adet teknolojik eylem türü kullanarak matematiksel derinlik seviyesinin 3'e kadar ilerlediği görülmekte birlikte, Ö20'nin 2 adet teknolojik eylem türü kullanarak matematiksel derinlik seviyesinin 5'e kadar ilerlediği görülmektedir. Ancak etkinliklerde tercih edilen eylem çeşidi, öğrenciyi teknoloji aracılığıyla ne ölçüde aktif kıldığı, ilişkileri sorgulama ve keşfetme süreçlerine ne derece dâhil edildiği, etkinliğin matematiksel içeriğinin derinliğini de belirlemektedir. Bu noktada, yalnızca teknolojik aracı kullanmak değil; bu aracın sunduğu olanakları pedagojik amaçlar doğrultusunda planlamak, yapılandırmak ve uygulamak da en az teknik bilgi kadar önem arz etmektedir.

5.2. Öneriler

Araştırmanın yalnızca 21 öğretmenle gerçekleştirilmiş olması, bulguların genellenebilirliğini sınırlayabilir. Bu nedenle, ilerleyen çalışmalarda örneklem sayısının artırılması, elde edilecek sonuçların daha geniş bir öğretmen grubuna uygulanabilirliğini artıracaktır.

Yine çalışmanın bir sınırlılığı olarak hazırlanan etkinliklerin öğretmenler tarafından sınıflarda uygulanması sürecinde sorulacak sorular ve alınacak cevaplar doğrultusunda oluşacak durumlar neticesinde etkinliğin matematiksel derinlik ve teknolojik eylem düzeyleri değişiklik gösterebilir. Bu bağlamda, hazırlanan etkinliklerin sınıf içi uygulamaları ve bu süreçte yapılacak gözlemler çalışmanın kapsamını arttıracaktır.

Bu çalışmanın örneklemlerinin öğrenim gördükleri süre boyunca DGY ile ilgili eğitim aldıkları göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak, öğretmenlerin çoğunluğunun bu eğitimleri lisans derslerinde aldığı dikkate alındığında, mezuniyet sonrası yazılımın aktif kullanımında azalma yaşanma ihtimali bulunmaktadır. Bu nedenle, DGY'nin etkin kullanımının sürdürülebilirliği için mezuniyet sonrası da sürekli destek ve hizmet içi eğitim programlarının düzenlenmesi, yazılım kullanımındaki değişimleri gözlemlemek açısından önemlidir.

Öğrencilerin yazılımla doğrudan etkileşimini artırmak amacıyla, sürgü, ölçüm ve yapılandırma gibi işlemleri bizzat yapabilecekleri; aynı zamanda sorgulama ve keşfetme süreçlerine aktif olarak katılabilecekleri etkinliklerin tasarlanması teşvik edilmelidir. Böylece öğrencilerin matematiksel kavramları daha derinlemesine anlamaları ve öğrenme süreçlerine daha etkin katılımları sağlanabilir.

Matematiksel derinlik düzeyinin artırılması için teknolojik eylem çeşitliliği ve niteliğinin zenginleştirilmesi önemlidir. Bu nedenle, öğretmen eğitimi programları yalnızca yazılım kullanımı becerilerini geliştirmeye odaklanmakla kalmayıp, aynı zamanda bu yazılımların matematiksel düşünme süreçlerine nasıl entegre edileceğine yönelik pedagojik yaklaşımları da içermelidir.

Öğretmenlerin DGY'ni yalnızca teknik bir araç olarak değil, pedagojik açıdan işlevsel ve kavramsal öğrenmeyi destekleyici bir yapı olarak kullanmaları adına kapsamlı hizmet içi eğitim programlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu programlar, sadece yazılım kullanımını öğretmekle kalmamalı; aynı zamanda etkinlik tasarımı, matematiksel derinlik oluşturma, öğrencilerin bilişsel süreçlerini destekleme ve teknolojiyi pedagojik yaklaşımlarla bütünleştirme gibi konulara da odaklanmalıdır.

Ülkemizde yapılan araştırmalarda, öğretmenlerin DGY yazılımlarını derslerine entegre etmede çeşitli zorluklar yaşadıklarını ve bu araçları yeterince etkili kullanamadıklarını ortaya koymuştur. Bu durum öğretmen ve öğretmen adaylarının, teknolojik araçları pedagojik yaklaşımla bütünleştirerek kullanmalarını gerektirmektedir. Bu bağlamda öğretmen ve öğretmen adaylarının teknolojiyi eğitim sürecine entegre etmeleri konusunda mesleki gelişim programlarıyla desteklenmeleri önem kazanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Adnan, M., and Tondeur, J. (2018). Preparing the next generation for effective technology integration in education: Teacher educators' perspective. Paper presented at the EdMedia + Innovate Learning Conference, June 25–29, Amsterdam, Netherlands. Retrieved from
- Anıkaydın, Ö. (2017). Öğrencilerin geometriye yönelik öz-yeterlik algıları, geometri tutumları ve geometrik düşünme düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi [Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- Antonijević, R. (2016). Cognitive activities in solving mathematical tasks: The role of a cognitive obstacle. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(9), 2503–2515. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1306a>
- Aydın, H. (2021). Dinamik geometri ile inşa çalışmalarında 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinin incelenmesi [Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi].
- Baki, A. (1996). Matematik öğretiminde bilgisayar her şey midir? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 135–143.
- Baki, A. (2001). Bilişim teknolojisi ışığı altında matematik eğitiminin değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 149(1), 26–31.
- Balaman, F. (2018). Web tabanlı uzaktan eğitim ile geleneksel eğitimin internet programcılığı 2 dersi kapsamında karşılaştırılması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 1173-1200. <https://doi.org/10.15869/itobiad.407953>
- Baştürk, S., ve Yavuz, İ. (2008, Mayıs). Öğretmen adaylarının interaktif geometri programı kullanarak ders etkinliği hazırlamadaki zorlukları. In 8th International Educational Technology Conference Proceedings (ss. 944–950).
- Batdı, V., ve Anıl, Ö. (2021). Bilgisayar destekli eğitimle öğrenme: Bir meta-tematik analiz. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(1), 111-127. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.842078>
- Bueno, R., Niess, M. L., Engin, R. A., Ballejo, C. C., and Lieban, D. (2023). Technological pedagogical content knowledge: Exploring new perspectives. *Australasian Journal of Educational Technology*, 39(1), 88-105.
- Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö. E., Demirel, F., Karadeniz, Ş., ve Çakmak, E. K. (2015). Bilimsel araştırma yöntemleri (19. baskı). Pegem Akademi.

- Chizhik, E. W., and Chizhik, A. W. (2018). Using activity theory to examine how teachers' lesson plans meet students' learning needs. *The Teacher Educator*, 53(1), 67–85. <https://doi.org/10.1080/08878730.2017.1296913>
- Clements, D. H., and Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 420–464). Macmillan.
- Coelho, A., and Cabrita, I. (2015). A creative approach to isometries integrating GeoGebra and ITALC with 'paper and pencil' environments. *Journal of the European Teacher Education Network*, 10, 71–85.
- Çetin, E. (2022). Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü matematik öğretmen adaylarının çevrimiçi ders planı hazırlama ve uygulama süreçlerinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi).
- Çoban, F. N., Gülşen, S., ve Bayhan, G. (2019). Bilim ve sanat merkezi öğretmenlerinin eğitimde dijital teknolojinin kullanımına yönelik farkındalıklarının incelenmesi. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 78–94.
- Davran, A. M. (2020). Eğitim fakültesi öğrencilerinin öğretmenlik uygulamasında ders planı hazırlama ve uygulama durumları (Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Dee Fink, L. (2005). Bütünleşik ders tasarımı (ODTÜ Öğrenme ve Öğretmeyi Geliştirme Merkezi, Çev). The IDEA Center.
- Demiraslan, Y., ve Usluel, Y. K. (2005). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin öğrenme-öğretme sürecine entegrasyonunda öğretmenlerin durumu. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3).
- Develi, M. H., ve Orbay, K. (2003). İlköğretimde niçin ve nasıl bir geometri öğretimi. *Milli Eğitim Dergisi*, 157(1).
- De Villiers, M. (1998). An alternative approach to proof in dynamic geometry. In *Designing learning environments for developing understanding of geometry and space* (pp. 369–393). Routledge.
- Er, G. (2019). Ortaokul öğrencilerinin Van Hiele geometri düşünme düzeylerinin ve geometriye yönelik tutumlarının incelenmesi (Yüksek lisans tezi, Trabzon Üniversitesi).
- Ertmer, P. A., and Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255-284. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>

- Fahlgren, M., and Brunström, M. (2014). A model for task design with focus on exploration, explanation, and generalization in dynamic geometry environments. *Technology, Knowledge and Learning*, 19(3), 287–315. <https://doi.org/10.1007/s10758-014-9213-9>
- Güven, B., ve Karataş, İ. (2003). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile geometri öğrenme: Öğrenci görüşleri. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2).
- Hall, T. J., and Smith, M. A. (2006). Teacher planning, instruction and reflection: What we know about teacher cognitive processes. *Quest*, 58(4), 424–442. <https://doi.org/10.1080/00336297.2006.10491892>
- Hanna, G. (2000). Proof, explanation and exploration: An overview. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1–2), 5-23. <https://doi.org/10.1023/A:1012737223465>
- Haseki, D. (2018). Improving attitudes towards geometric proof in the context of dynamic geometry software-based proof instruction (Master's thesis, Institute for Graduate Studies in the Social Sciences, Boğaziçi University).
- Hoyles, C., and Jones, K. (1998). Proof in dynamic geometry contexts. In C. Mammana and V. Villani (Eds.), *Perspectives on the teaching of geometry for the 21st century* (pp. 121–128). Dordrecht: Kluwer. ISBN 0792349903.
- Hölzl, R. (2001). Using dynamic geometry software to add contrast to geometric situations – A case study. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(1), 63–86.
- 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.
- Jones, K. (2002). Issues in the teaching and learning of geometry. In L. Haggarty (Ed.), *Aspects of teaching secondary mathematics: Perspectives on practice* (pp. 121–139). London: RoutledgeFalmer.
- Jones, K., and Sinclair, N. (2013). Dynamic geometry. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 165–168). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_47
- Jones, K., and Tzekaki, M. (2016). Research on the teaching and learning of geometry. In A. Gutiérrez, G. Leder, and P. Boero (Eds.), *The second handbook of research on the psychology of mathematics education: The journey continues* (pp. 109–149). Rotterdam: Sense. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-561-6_4

- Juandi, D., Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., Siagian, M. D., Sulastri, R., and Negara, H. R. P. (2021). The effectiveness of dynamic geometry software applications in learning mathematics: A meta-analysis study. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 15(02), 18–37. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i02.18853>
- Kallio, H., Pietilä, A. M., Johnson, M., and Kangasniemi, M. (2016). Systematic methodological review: Developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Journal of Advanced Nursing*, 72(12), 2954–2965. <https://doi.org/10.1111/jan.13031>
- Karaağaçlı, M., ve Mahiroğlu, A. (2005). Yapılandırmacı öğretim açısından teknoloji eğitiminin değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16, 47–63.
- Laborde, C. (2001). Integration of technology in the design of geometry tasks with Cabri-Geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6, 283–317.
- Laborde, C. (2005). Robust and soft constructions: Two sides of the use of dynamic geometry environments. In *Proceedings of the 10th Asian Technology Conference in Mathematics* (pp. 22–35). South Korea: Korea National University of Education.
- Lincoln, Y. S., and Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.
- Lutfiyya, L. A. (1998). Mathematical thinking of high school students in Nebraska. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 29(1), 55–64. <https://doi.org/10.1080/0020739980290106>
- López, O. F. L., and Velázquez, O. J. R. (2021). From Euclidean Geometry to Non-Euclidean Geometry, in Particular Hyperbolic Geometry, in *Secondary Education Through Dynamic Geometry*. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(12), 1195-1221.
- Mariotti, M. A. (2000). Introduction to proof: The mediation of a dynamic software environment. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1-3), 25–53.
- Marrades, R., and Gutiérrez, Á. (2000). Proofs produced by secondary school students learning geometry in a dynamic computer environment. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1–2), 87–125. <https://doi.org/10.1023/A:1012785106627>
- Metin, E. (2018). Eğitimde teknoloji kullanımı öğretmen eğitimi: Bir durum çalışması (Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi).
- Metin, T. (2017). İlkokul matematik derslerinde yapılandırmacı yaklaşımla eğitim görmüş ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin hazır bulunuşluk düzeylerinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi).

- Miles, M. B., and Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018a). *Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1–8. Sınıflar)*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018b). *Ortaöğretim Matematik Dersi (9–12.Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı, (2024). *Ortaokul matematik dersi 5-8. sınıflar öğretim programı*, Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Mishra, P., and Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- National Council of Supervisors of Mathematics. (2024). 2024 annual conference overview: Breaking barriers with bold mathematics leadership.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2020). *NCTM standards (2020) – Secondary (initial preparation)*.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2005). *The definition and selection of key competencies: Executive summary*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development
- OECD. (2021). *21st-century readers: Developing literacy skills in a digital world*. OECD Publishing.
- Öçal, M. F., ve Şimşek, M. (2017). Pre-service mathematics teachers' opinions about FATİH Project and technology use in mathematics education. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 8(1), 91-121. <https://doi.org/10.17569/tojq.288857>
- Özçelik, A. (2021). *Okul yönetici ve öğretmenlerinin pandemi sürecinde eğitimde teknoloji kullanımına ilişkin görüşlerinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı)*.
- Özdan, Ş. (2018). *Eğitimde öğretmenlerin teknoloji kullanımı: Bir uygulama örneği (Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü)*.

- Özerbaş, M. A., ve Safi, B. N. (2022). TIMSS ve PISA’da başarılı olan ülkeler ve Türk öğretmen yetiştirme sistemlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 1960-1992.
- Özkan, B. (2021). Learning how to create lesson plans: First year preservice mathematics teachers’experience in university within school model (Master's thesis, Middle East Technical University).
- Özgen, K., Aparı, B., ve Zengin, Y. (2019). Sekizinci sınıf öğrencilerinin problem kurma temelli öğrenme yaklaşımları: GeoGebra destekli aktif öğrenme çerçevesinin uygulanması. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(2), 501-538.
- Özocak, T. (2022). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin 7. sınıf hücre ve bölünmeleri ünitesinde öğrencilerin akademik başarılarına, kalıcılık düzeylerine, artırılmış gerçeklik teknolojisine karşı tutumları ve bilişim teknolojilerinden yararlanma düzeylerine etkisi (Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Özsoy, G. (2005). Problem çözme becerisi ile matematik başarısı arasındaki ilişki. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 179-190.
- Patton, M. Q. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation* (No. 4). Sage.
- Poçan, S. (2023). Matematik eğitiminde dijital oyun tabanlı öğrenme üzerine bibliyometrik analiz. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 648-669. DOI: 10.17679/inuefd.1215903
- Seferoğlu, S. S., Akbıyık, C., ve Bulut, M. (2008). İlköğretim öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının bilgisayarların öğrenme/öğretme sürecinde kullanımı ile ilgili görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 273–283.
- Seferoğlu, S. S. (2015). Okullarda teknoloji kullanımı ve uygulamalar: Gözlemler, sorunlar ve çözüm önerileri. *Artı Eğitim*, 123, 90-91.
- Smith, M. S., and Stein, M. K. (1998). Selecting and creating mathematical tasks: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(5), 344–350.
- Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M. A., and Silver, E. A. (2000). *Implementing Standards-Based Mathematics Instruction: A Casebook for Professional Development*. New York: Teachers College Press.
- Şahin, M., Karakuş, F., Özsoy, M., ve Çınargil, T. (2024). Dinamik geometri yazılımlarıyla zenginleştirilmiş ispat etkinliklerinin tasarlanması. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi (International Journal of Science and Education)*, 7(2), 100–130. <https://doi.org/10.47477/ubed.1513272>

- Tondeur, J., van Braak, J., Ertmer, P. A., and Ottenbreit-Leftwich, A. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 65(3), 555–575. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9492-z>
- Trocki, A., and Hollebrands, K. (2018). The development of a framework for assessing dynamic geometry task quality. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 4, 110–138.
- Turuş, İ. B., ve Ulusoy, F. (2024). Matematik öğretmeni adaylarının oluşturduğu GeoGebra etkinliklerinin matematiksel derinlik seviyeleri ve teknolojik eylemler bakımından incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 53(243), 1329–1356. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.1250883>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2021). Education in a post-COVID world: Nine ideas for public action.
- Uttal, D. H., and Cohen, C. A. (2012). Spatial thinking and STEM education: When, why, and how? *Psychology of Learning and Motivation*, 57, 147–181.
- Von Glasersfeld, E. (1989). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. Falmer Press.
- Weigand, H.-G. (2010). Review of Mathematics education and technology—rethinking the terrain (C. Hoyles and J.-B. Lagrange, Eds.; The 17th ICMI Study). *ZDM Mathematics Education*, 42(7), 801–808. <https://doi.org/10.1007/s11858-010-0286-1>
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (9th ed.). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, G., Ertem, E. ve Güven, B. (2010). Dinamik geometri yazılımı Cabri'nin 11. sınıf öğrencilerinin trigonometri konusundaki öğrenmelerine etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 1(2), 200–216.
- Yiğit-Koyunkaya, M., ve Bozkurt, G. (2019). Matematik öğretmeni adayları tarafından tasarlanan GeoGebra görevlerinin matematiksel derinlik ve teknolojik eylem açısından incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Fen ve Matematik Eğitimi Elektronik Dergisi*, 13(2), 515–544.
- Zengin, Y. (2023). Effectiveness of a professional development course based on information and communication technologies on mathematics teachers' skills in designing technology-enhanced tasks. *Education and Information Technologies*, 1–31. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11728-2>

Zbiek, R. M., Heid, M. K., Blume, G. W., and Dick, T. P. (2007). Research on technology in mathematics education. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 1169–1207). Information Age Publishing.



EKLER

EK 1: Yönerge

Bilgilendirme Formu

Cinsiyetiniz:		
Hizmet Süreniz:		
Görev yaptığınız il:		
Hangi sınıf düzeylerinde öğretmenlik yaptınız?	5.sınıf	
	6.sınıf	
	7.sınıf	
	8.sınıf	
Daha önceden dinamik geometri yazılımlarıyla ilgili eğitim aldınız mı? (Lisans dersleri, hizmet içi eğitim)		

Dinamik geometri yazılımları, somut deneyimler sunarak soyut matematik kavramların görselleştirmelerine ve etkileşimli bir şekilde keşfetmelerine olanak tanır. Bu, matematik ile ilgili kavramların daha derinlemesine kavratılmasına ve öğrenilmesine yardımcı olabilir. Bu çalışmada etkinliğinizin amacını belirlemek, etkinlik tasarımının temelini oluşturur. Seçtiğiniz geometri kazanımına yönelik dinamik geometri yazılımlarından istediğinizi kullanarak (geogebra, cabri geometryri gibi) etkinliğinizi tasarlayabilirsiniz. Hazırladığınız etkinlikleri öğrenciler bireysel olarak kullanabilecek şekilde yönergelerle destekleyerek tasarlayınız. Etkinliklerinizi öğrenciler yardım almadan kullanabilmelidir.

EK 2: Etik Kurul Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 01.07.2024-E.105056



T.C.
AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Hukuk Müşavirliği



Sayı :E-95531838-050.99-105056
Konu :Etik Kurul Kararı

01.07.2024

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ömer Sinan CAN

İlgi : Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünün 07.06.2024 tarih ve 103477 sayılı yazısı

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünün ilgi yazısına istinaden Dr. Öğr. Üyesi Ömer Sinan CAN'ın danışmanlığında yüksek lisans öğrencisi Kübra MURAT'ın "**Matematik Öğretmenlerinin Dinamik Geometri Ortamlarıyla Destekleyerek Hazırladıkları Etkinliklerin İncelenmesi**" başlıklı bilimsel araştırması Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulunca incelenmiş olup, 27.06.2024 tarih ve 257 sayılı karar ile söz konusu araştırmaya izin verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Metin AKGÜN
Etik Kurulu Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : *BS5BCYMVJ4* Pin Kodu : 74382

Belge Takip Adresi : https://ebys.agri.edu.tr/enVision/Validate_Doc.aspx?

Adres : Fırat Mah. Yeni Üniversite cad. No:2 AE/1 04100 Merkez, Ağrı – Türkiye

Telefon : 0472 215 98 63 Faks:0472 216 20 08

e-Posta : hukukburosu@agri.edu.tr Web : www.agri.edu.tr

Kep Adresi : agriibrahimcecenuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için : Yılmaz SABUNCU

Unvanı : Şube Müdürü

Tel No : 1280



Ek 3: İzin Belgesi (MEM)



Ortaokulu Müdürlüğüne



Başvuru No: MEB.TT.2024.001993

Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu: [REDACTED]

T.C. Kimlik No: [REDACTED]

Adı Soyadı: KÜBRA MURAT

Araştırmanın Adı: Matematik Öğretmenlerinin Dinamik Geometri Ortamlarıyla Destekleyerek Hazırladıkları Etkinliklerin İncelenmesi

Araştırmanın Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Araştırmanın Örneklem / Çalışma Grubu: Öğretmen

Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatı: [REDACTED]

Uygulama Yapılacak Birim: Ortaokul

Uygulama Yapılacak İl: AĞRI

Veri Toplama Aracının Başlığı: Dinamik Geometri Etkinliği

Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi: 01.10.2024

Araştırmanın Uygulama İzninin Bitiş Tarihi: 01.10.2025

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Genelgesine (2024/41)" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup araştırma uygulama izni AĞRI İl Millî Eğitim Müdürlüğü tarafından onaylanmıştır.

NOT: Okul/kurum yöneticileri tarafından "Araştırma Uygulama İzni" belgesinin ve veri toplama araçlarının (araçlardaki maddelerinin) modülde yer alan belge ve araçlarla aynı olduğu kontrol edilmelidir. Belgeler aynı olmadığı durumda araştırma uygulama izni verilmeyecektir.

* Başvuru detayını görüntülemek ve belgeyi doğrulamak için '<https://arastirmaizinleri.meb.gov.tr/belge-dogrula>' bağlantısını kullanınız.

- Araştırma Uygulama İzinleri Başvuru ve Değerlendirme Sistemi -

Ek 4: Gönüllülerin Bilgilendirilmiş Olur Formu

GÖNÜLLÜLERİN BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU

Değerli Öğretmenim

Bu araştırma öğretmenlerin dinamik geometri ortamlarıyla destekleyerek hazırladıkları etkinlikleri belirlenen dinamik geometri görev analizi çerçevesi doğrultusunda incelemeyi planladık. Çalışmaya katılmak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek tercihe bağlıdır. Çalışmaya katılırsanız sizinle ilgili kişisel bilgiler tamamen saklı tutulacaktır.

Ekte size doküman sunulmuştur. Dokümanın içerisinde yönerge de hazırlanacak etkinliğin nasıl olacağı açıklanmıştır. Lütfen bu kısmı okuyunuz. Eğer anlaşılmayan bir kısım olursa yardımcı olmaya çalışırım. Dinamik geometri ortamlarıyla hazırladığınız etkinlikleri 2 hafta içerisinde göndermeniz istenmektedir.

Süreç boyunca göstereceğiniz ilgi için şimdiden teşekkür eder, kolaylıklar dilerim.

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı- Soyadı:

İmzası:

Tel:

Açıklamaya yapan araştırmacının

Kübra MURAT

Tel: [REDACTED]

Ek 5: Yarı Yapılandırılmış Mülakat Soruları

Mülakat

Bu çalışmada matematik öğretmenlerinin dinamik geometri ortamlarında hazırladıkları etkinlikleri detaylı bir şekilde incelemek amacıyla öğretmenlerin hazırladıkları etkinliklerde hangi teknolojik eylemleri kullandıklarını ve bu etkinliklerin derinlik düzeylerini belirlemek için aşağıdaki mülakat soruları oluşturulmuştur:

- ✓ Dinamik geometri yazılımlarını kullanarak etkinlik hazırlarken izlediğiniz adımları detaylandırabilir misiniz?
- ✓ Hazırladığınız etkinliklerde hangi spesifik teknolojik eylemleri kullanıyorsunuz?
- ✓ Bu teknolojik eylemleri kullanmanın etkinliklerinize nasıl katkı sağladığını düşünüyorsunuz?
- ✓ Hazırladığınız etkinliklerde öğrencilerin bilişsel düzeylerini nasıl hedefliyorsunuz?

Ek 6: Rastgele Seçilen Etkinliğe İlişkin Mülakat Transkripti

Soru: Hocam merhabalar ben Kübra çalışmama katıldığınız için ve yapacağınız katkılardan dolayı şimdiden teşekkür ederim. Şimdi yaptığınız etkinlik ile ilgili mülakat sorularımız var. İsterseniz ilki ile başlayalım hocam.

Ö8 Cevap: Merhabalar, tabi hocam.

Soru: Dinamik yazılımlarını kullanarak etkinlik hazırlarken izlediğiniz adımları detaylandırabilir misiniz?

Ö8 Cevap: Dinamik Geometri Yazılımlarından Geogebra'yı kullandım. Öncelikle sürgü kullandım sürgüye bağlı bir şekilde ilerleyen çokgenler oluşturdum bunun için önce iki nokta belirledim bir sürgü oluşturdum sürgünün adını kaç gen şekilde koydum minimum üç ile başlayıp maksimum 1000'e kadar ilerledi tam sayı şeklinde ve artış miktarı da bir olacak şekilde ayarladım daha sonra çokgenimi oluşturdum. Bu noktalardan çokgen seçeneğinden düzgün çokgen seçtim düzgün çokgenle noktaları ve sürgüyü bağlayıp düzgün çokgenler elde ettim.

Soru: Teşekkür ederim hocam. Peki yaptığınız bu adımlardan etkinliğiniz için en önemli adım sizce hangisiydi?

Ö8 Cevap: Evet şöyle sürgü oluşturmak daha önemliydi açıkçası çünkü burada bir anda daha fazla çokgeni aynı anda görebiliyor daha pratik bir şekilde çizimle uğraşmadan ilerleyebiliyoruz.

Soru: Hocam ikinci soru olarak hazırladığınız etkinlikte hangi spesifik teknolojik eylemleri kullandınız?

Ö8 Cevap: Hocam sürgü kullandım, çizim araçlarından da düzgün çokgeni kullandım.

Soru: Hocam bu teknolojik eylemleri kullanmanın etkinliğinize nasıl katkı sağladığını düşünüyorsunuz? İkinci soruda sürgü kullandığınızı belirttiniz sizce sürgünün etkinliğinize nasıl bir katkısı oldu?

Ö8 Cevap: Hocam az önce de söylediğim gibi şu şekilde sürgü oynattığında daha hızlı bir şekilde çokgen sayısı oluşacağı için zamandan tasarruf kazanırız.

Soru: Hocam peki çizim araçlarını kullanmanın etkinliğinize nasıl bir katkısı oldu?

Ö8 Cevap: Hocam amacımız zaten düzgün çokgen oluşturmak o yüzden düzgün çokgenin hızlı bir şekilde oluşturduğu için amacımıza bu şekilde bir katkısı var. Burada zaten açı ve uzunluk ölçme birimleri de olduğu için etkinlik üzerinde direkt

öğrencinin katılımıyla açıları belirleyip açıların düzgün çokgen de işte eşkenar üçgen için konuşuyorum bütün açıların 60° olduğu kenar uzunluklarının hepsinin birbirine eşit olduğu bunları görme fırsatı oluşacak yani etkinliği kullanırken buradaki araçları da kullanırız daha faydalı olur. Etkinliğin üzerinde bir ölçüm yok ama mesela çokgenlerden üçgen oluşturduğumuzda uzun ölçme birimi ve açı ölçme birimini kullanarak açıların birbirine eşit olduğunu kenarların birbirine işte olduğunu görmesini yani kullanırken buradaki araçları kullanmasını düşünüyoruz.

Soru: Peki hocam neden bu kazanımı tercih ettiniz?

Ö8 Cevap: Derste anlatım açısından kolaylık olsun diye bu kazanımı seçtim derste de kullandığım bir program zaten. Öğrenciler de bu şekilde dinamik geometri kullanırken daha farklı olacaktır. Öğrenciler meraklıdır teknolojiye bu sayede daha anlamlı öğrenme elde ederiz diye düşünüyorum.

Soru: Öğrenci için bu yaptığınız etkinliğin katkıları neler oldu sizce?

Ö8 Cevap: Hocam şöyle buradaki çizimleri tek tek öğrencilere çizdirmek çok zaman alır ya da tahtada çizmek onun yerine sürgü kullanıp çok hızlı bir şekilde çokgenin oluşturmak açılarının eşit olduğunu falan söylemiştik bütün düzgün çokgenlerin özelliklerini görecektik hızlı hızlı daha fazla şekilde gidecek mesela 10 geni oluşturmak 15 geni oluşturmak öğrenci için zor olur ya da burada 1000'e kadar demiştik mesela 1000'e kadar geldiğinde çokgenin kenar sayısı arttıkça aslında biraz çembere yanaştığını görmek ileriki kazanımlar için farkındalık oluşturduğunu düşünüyorum.

Soru: Hocam son olarak hazırladığınız etkinlikte öğrencinin bilişsel düzeyini nasıl hedeflediniz?

Ö8 Cevap: Hocam şimdi şöyle açıları falan belirlediğimiz için düzgün çokgen özelliklerini burada verdiğimiz için kazanım olarak zaten alt düzey bir kazanım anlama kavrama basamağına kadar gelebilir şöyle mesela çokgeni sürgüyü oynattıkça çembere doğru yaklaştığını buna bakarak birazcık özelliklerini düşünerek sentez basamağına kadar çıkabilir çocuk diye düşünüyorum.

Soru: Sorularım bitti hocam. Katıldığınız için tekrardan teşekkür ederim.

Ö8 Cevap: Rica ederim hocam. Kolay gelsin.