



**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**PERGEL-DÜZKENAR VE DİNAMİK ÇİZİMLER ÜZERİNE:
ÖĞRETMENLERİN TEMEL GEOMETRİK ÇİZİM SÜREÇLERİ
VE GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ersin ÖZER

Malatya-2022

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**PERGEL-DÜZKENAR VE DİNAMİK ÇİZİMLER ÜZERİNE:
ÖĞRETMENLERİN TEMEL GEOMETRİK ÇİZİM SÜREÇLERİ
VE GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ersin ÖZER

Danışman: Prof. Dr. Recep ASLANER

Malatya-2022

ONUR SÖZÜ

Prof. Dr. Recep ASLANER'in danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığım **“Pergel-Düzkenar ve Dinamik Çizimler Üzerine: Öğretmenlerin Temel Geometrik Çizim Süreçleri ve Görüşlerinin İncelenmesi”** başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Ersin ÖZER

TEŞEKKÜR

Araştırmam boyunca bana yardımcı olan, rehberlik eden, desteğini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Recep ASLANER’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma süresince sorduğum tüm sorulara sabırla ve içtenlikle cevap vererek yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğretim Üyesi Aziz İLHAN’a teşekkürlerimi sunarım.

Bana bu süreçte birçok konuda yardımcı olan meslektaşım ve doktora öğrencisi olan Ferhat ÖZDEMİR’e teşekkürlerimi sunarım.

İlim yolunda çıktığım bu süreçte beni her konuda maddi-manevi destekleyen, arkadaşlığın kelime anlamıyla fazlasını gösteren, bana değerli zamanlarını ayırarak sorduğum soruları sabırla ve içtenlikle cevaplayan, tezime yapıcı eleştirileriyle katkı sağlayan arkadaşlarım Zülfikar ŞAHİN, Tuncay VURAL ve İshak FIRAT’a teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırmam süresince beni sabırla motive eden, benden desteğini esirgemeyen eşime ve bugünlere gelene kadar bana hep inanan, beni her zaman destekleyen aileme en içten saygı ve sevgilerimi sunarım.

Ersin ÖZER

ÖZET

PERGEL-DÜZ KENAR VE DİNAMİK ÇİZİMLER ÜZERİNE: ÖĞRETMENLERİN TEMEL GEOMETRİK ÇİZİM SÜREÇLERİ VE GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZER, Ersin

Yüksek Lisans, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik Eğitim Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Recep ASLANER
Ocak, 2022, XIII+123 sayfa

Bu çalışmada ortaokul matematik öğretmenlerinin pergel-düzkenar materyalleri ve dinamik geometri yazılımları kullanılarak tasarlanan geometri öğrenme ortamlarında temel geometrik çizim problemlerini çözme süreçlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca konuyla ilgili araç-gereçlere yönelik öğretmenlerin görüşlerinin belirlenmesi amaçlanan bir diğer konudur. Çalışmada, ortaokul matematik öğretmenlerinin temel geometrik çizim problemlerini çözme süreçlerini derinlemesine incelemek amaçlandığından çalışma nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması şeklinde desenlenmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu Türkiye'nin Malatya ilinde MEB'de görevli üç ortaokul matematik öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırma sürecinde “Öklid’in Elemanları” (Sertöz, 2020) kitabında çizimlerini yaparak ispatladığı geometrik yapı inşalarından beş tanesi seçilerek Temel Geometri Çizim Beceri Formu (TGÇBF) oluşturulmuştur. Bu form Malatya ilinin Yeşilyurt ilçesinde görev yapan ve araştırmaya gönüllü olarak katılan üç matematik öğretmenine pergel-düzkenar yardımı ile ön test olarak uygulanmış ve elde edilen verilerin analizi yapılmıştır. Katılımcılara Dinamik Geometri Yazılımları (DGY) hakkında bilgi sahibi olmaları ve uygulama yapmalarını sağlamak amacıyla üç haftalık DGY kursu verilmiştir. Bu kursun sonunda aynı form son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca pergel-düzkenar materyalleri ve DGY ile ilgili düşüncelerini belirtecekleri, dört maddeden oluşan Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF) uygulanmıştır. Bu forma ilişkin verilerin analizinde içerik ve betimsel analiz teknikleri birlikte kullanılmıştır. Araştırmaya katılan üç matematik öğretmenin TGÇBF’den elde edilen verileri, Smart (1998) geometrik inşa süreci basamakları ve Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri açısından analiz edilmiş ve yorumlanmıştır.

YYGF'den elde edilen veriler ise, aynı temalar bir başlık altında toplanarak alan çalışmalarında belirtilen bulgularla mukayese edilerek genel bir değerlendirme yapılmıştır. Bu süreçler neticesinde, çalışmaya katılan matematik öğretmenlerinin pergeldüzkenar materyalleri ve DGY kullanım bilgilerinin çeşitlilik gösterdiği; pergeldüzkenar materyalleri ve DGY kullanılarak tasarlanan geometri öğrenme ortamlarında tutum faktörünün pozitif yönlü olduğu; pergeldüzkenar materyalleri ve DGY hakkındaki kavramsal bilgilerinin farklı düzeylerde olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Pergeldüzkenar çizimleri, dinamik yazılımlar, geometrik oluşumlar.

ABSTRACT

ON COMPASS-STRAIGHTEDGE AND DYNAMIC DRAWINGS: INVESTIGATION OF BASIC GEOMETRIC DRAWING PROCESSES AND OPINIONS OF TEACHERS

ÖZER, Ersin

M.S., Inonu University, Institute of Educational Sciences
Mathematics Education

Advisor: Professor Doctor Recep ASLANER
January, 2022, XIII+123 pages

In this study, it is aimed to examine the process of solving basic geometric drawing problems of middle school mathematics teachers in geometry learning environments designed using compass-straightedge materials and dynamic geometry software. In addition, it is another subject that is aimed to determine the opinions of teachers about the tools and materials related to the subject. In the study, the study was designed as a case study, one of the qualitative research methods, since it was aimed to examine the processes of solving basic geometric drawing problems of secondary school mathematics teachers in depth. The study group of the research consists of three secondary school mathematics teachers working in the Ministry of National Education in Malatya, Turkey. During the research process, five of the geometric constructions that Euclid proved by drawing in his book “Elements of Euclid” (Sertoğlu, 2020) were selected and the Basic Geometry Drawing Skill Form (BGDSF) was created. This form was applied to three mathematics teachers working in Yeşilyurt district of Malatya province and participated in the research voluntarily with the help of compass-straightedge as a pre-test and the data obtained were analyzed. A three-week DGS course was given to the participants in order to gain knowledge and practice about Dynamic Geometry Software (DGS). At the end of this course, the same form was administered as a post-test. In addition, a Semi-Structured Interview Form (SSIF) consisting of four items was applied to express their thoughts about compass-straightedge materials and DGS. Content and descriptive analysis techniques were used together in the analysis of the data related to this form. The data obtained from BGDSF of three mathematics teachers participating in the research were analyzed and interpreted in terms of Smart (1998) geometric construction process steps

and Van Hiele geometric thinking levels. A general evaluation was made by comparing the data obtained from SSIF with the findings stated in the field studies by gathering the same themes under one title. As a result of these processes, it was determined that the mathematics teachers participating in the study had a variety of knowledge of using compass-straightedge materials and DGS; In geometry learning environments designed using compass-straightedge materials and DGS, the attitude factor is positive; It has been concluded that the conceptual knowledge of compass-straightedge materials and DGS is at different levels.

Keywords: Compass-straightedge drawings; dynamic software; geometric formations.

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ.....	İİ
TEŞEKKÜR.....	İİİ
ÖZET	İV
ABSTRACT.....	VI
İÇİNDEKİLER	Vİİİ
TABLolar LİSTESİ.....	X
ŞEKİLLER LİSTESİ	Xİ
KISALTMALAR.....	Xİİİ
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	3
1.2. Amaç ve Önem	5
1.2.1. Geometri Nedir?	8
1.2.2. Geometrinin Önemi ve Geometri Öğretimi	9
1.2.3. Geometri Öğretiminde Alternatif Öğrenme Ortamları	11
1.2.4. Geometri Öğretimi ve Geometrik Düşünme Düzeyleri.....	14
1.2.5. Geometri Öğretimi ve Smart Geometrik Oluşum Süreci.....	16
1.2.6. Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri.....	17
1.3. Problem Cümlesi.....	20
1.4. Sayıtlılar.....	20
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	21
1.6. Tanımlar.....	21
2. KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	22
2.1. Geometrik Oluşum Süreci	22
2.2. Geometri Öğretiminde Pergel-Düzkenar Kullanımı.....	25
2.2.1. GOS’da Pergel-Düzkenar Kullanımı Literatür Çalışmaları.....	27
2.3. GOS’da DGY ve Teknoloji Kullanımı	31
2.3.1. GOS’da DGY ve Teknoloji İle İlgili Literatür Çalışmaları	33
2.3.2. Pergel-Düzkenar ve DGY Kullanılarak GOS’un Karşılaştırılması	35
3. YÖNTEM	38
3.1. Araştırmanın Modeli.....	38
3.2. Çalışma Grubu	39
3.3. Veri Toplama Araçları	39
3.3.1. Temel Geometrik Çizim Beceri Formu	39

3.3.2. Görüşme Formları.....	40
3.4. Deneysel Uygulama.....	41
3.5. Verilerin Toplanması	41
3.6. Verilerin Analizi	42
3.7. Araştırmanın İç ve Dış Geçerliği.....	42
3.7.1. Nitel Araştırmalarda Geçerlik ve Güvenirlik.....	42
4. BULGULAR VE YORUMLAR	44
4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	44
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	88
4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	92
4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	96
4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	100
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	102
5.1. Sonuçlar	102
5.2. Öneriler	107
KAYNAKÇA.....	109
EKLER.....	119
TEMEL GEOMETRİK ÇİZİM BECERİ FORMU	119
YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU	123

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1: 2018 Ortaokul Matematik Öğretim Programında Yer Alan Geometrik Çizimlere İlişkin Kazanımların Sınıf Seviyesine Göre Dağılımı	23
Tablo 2: Katılımcıların Demografik Özellikleri	39
Tablo 3: Katılımcıların TGÇBF'ye Verdikleri Cevaplara Ait Bulgular	44
Tablo 4: Ö ₁ 'in Konuya İlişkin Görüşleri	89
Tablo 5: Ö ₂ 'nin Konuya İlişkin Görüşleri	90
Tablo 6: Ö ₃ 'ün Konuya İlişkin Görüşleri.....	91
Tablo 7: Katılımcıların Pergel-Düzkenar ve DGY'lere İlişkin Geçmiş Deneyimleri ...	93
Tablo 8: Katılımcıların Karşılaştıkları Problemler	97
Tablo 9: Katılımcıların Temel Geometrik Çizimler İle İlgili Görüşleri	100

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Dale'nin Yaşantı Konisi (Çilenti, 1994)	13
Şekil 2: İletişim Şeması.....	32
Şekil 3: $\bar{O}_1$ 'in Pergel-Düzkenar İle 1. Soruyu Çözümü.....	46
Şekil 4: $\bar{O}_1$ 'in Geogebra ile 1. Soruyu Çözümü	47
Şekil 5: $\bar{O}_2$ 'nin Pergel-Düzkenar ile 1. Soruyu Çözümü.....	48
Şekil 6: $\bar{O}_2$ 'nin Geogebra ile 1. Soruyu Çözümü	49
Şekil 7: $\bar{O}_3$ 'ün Pergel-Düzkenar ile 1. Soruyu Çözümü	51
Şekil 8: $\bar{O}_3$ 'ün Geogebra ile 1. Soruyu Çözümü	52
Şekil 9: $\bar{O}_1$ 'in Pergel-Düzkenar ile 2. Soruyu Çözümü.....	53
Şekil 10: $\bar{O}_1$ 'in Geogebra ile 2. Soruyu Çözümü	54
Şekil 11: $\bar{O}_2$ 'nin Pergel-Düzkenar ile 2. Soruyu Çözümü.....	56
Şekil 12: $\bar{O}_2$ 'nin Geogebra ile 2. Soruyu Çözümü	57
Şekil 13: $\bar{O}_3$ 'ün Pergel-Düzkenar ile 2. Soruyu Çözümü	58
Şekil 14: $\bar{O}_3$ 'ün Geogebra ile 2. Soruyu Çözümü	59
Şekil 15: $\bar{O}_1$ 'in Pergel-Düzkenar ile 3. Soruyu Çözümü.....	61
Şekil 16: $\bar{O}_1$ 'in Geogebra ile 3. Soruyu Çözümü	62
Şekil 17: $\bar{O}_2$ 'nin Pergel-Düzkenar ile 3. Soruyu (Eşkenar Üçgen) Çözümü.....	63
Şekil 18: $\bar{O}_2$ 'nin Pergel-Düzkenar ile 3. Soruyu (Kare) Çözümü	64
Şekil 19: $\bar{O}_2$ 'nin Geogebra ile 3. Soruyu (Eşkenar Üçgen) Çözümü	65
Şekil 20: $\bar{O}_2$ 'nin Geogebra ile 3. Soruyu (Kare) Çözümü	66
Şekil 21: $\bar{O}_3$ 'ün Pergel-Düzkenar ile 3. Soruyu Çözümü	68
Şekil 22: $\bar{O}_3$ 'ün Geogebra ile 3. Soruyu (Eşkenar Üçgen) Çözümü	69
Şekil 23: $\bar{O}_3$ 'ün Geogebra ile 3. Soruyu (Kare) Çözümü	70
Şekil 24: $\bar{O}_1$ 'in Pergel-Düzkenar ile 4. Soruyu Çözümü.....	72
Şekil 25: $\bar{O}_1$ 'in Geogebra ile 4. Soruyu Çözümü	73
Şekil 26: $\bar{O}_2$ 'nin Pergel-Düzkenar ile 4. Soruyu Çözümü.....	74
Şekil 27: $\bar{O}_2$ 'nin Geogebra ile 4. Soruyu Çözümü	75
Şekil 28: $\bar{O}_3$ 'ün Pergel-Düzkenar ile 4. Soruyu Çözümü	77
Şekil 29: $\bar{O}_3$ 'ün Geogebra ile 4. Soruyu Çözümü	78
Şekil 30: $\bar{O}_1$ 'in Pergel-Düzkenar ile 5. Soruyu Çözümü.....	80
Şekil 31: $\bar{O}_1$ 'in Geogebra ile 5. Soruyu Çözümü	81
Şekil 32: $\bar{O}_2$ 'nin Pergel-Düzkenar ile 5. Soruyu Çözümü.....	83

Şekil 33: $\ddot{O}_2$ 'nin Geogebra ile 5. Soruyu Çözümü	84
Şekil 34: $\ddot{O}_3$ 'ün Pergel-Düzkenar ile 5. Soruyu Çözümü	85
Şekil 35: $\ddot{O}_3$ 'ün Geogebra ile 5. Soruyu Çözümü	87

KISALTMALAR

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı
MoNE : Ministry of National Education
DGY : Dinamik Geometri Yazılımı
DGS : Dynamic Geometry Software
TGÇBF: Temel Geometrik Çizim Beceri Formu
BGDSF: Basic Geometry Drawing Skill Form
YYGF : Yarı Yapılandırılmış görüşme Formu
SSIF : Semi-Structured Interview Form
GOS : Geometri Oluşum Süreci

1. GİRİŞ

Dünya'nın birçok yerinde, matematik kazanımları ve matematiğin alt öğrenme alanı olan geometri kazanımları öğrenciler üzerinde anlaşılması zor bir durumdur (İlhan ve Aslaner, 2019; Yayla ve Bangir-Alpan, 2019). Bu durum öğrencilerde matematiğe ve geometriye yönelik olumsuz tutumların gelişmesine neden olmaktadır (Bayturan, 2011; Şahin, 2018). Ancak iyi tasarlanan geometri öğrenme ortamlarında bu durumu öğrenci lehine çevirmenin mümkün olduğu ifade edilmektedir (Cantürk Günhan ve Açı, 2016; Yeşildere, 2010). Bu alternatif yöntemlerden biri pergeli-düzkenar materyalleri kullanılarak tasarlanan geometri öğrenme ortamları oluşturmak (Duartepe, 2000; Erduran ve Yeşildere, 2010), bir diğeri ise DGY kullanılarak tasarlanan geometri öğrenme ortamları oluşturmaktır (İlhan ve Aslaner, 2017; Öçal ve Şimşek, 2017; Ulusoy, 2019).

Geometrik şekillerin çiziminde kullanılan en ilkel yöntem; “Öklid’in Elemanları” kitabında gösterdiği pergeli-düzkenar uygulamalarıdır (Sertöz, 2020). Bu uygulamalar matematik öğretmen adaylarına “Öğretim Teknolojileri, Öğretim İlke ve Yöntemleri, Matematik Öğrenme ve Öğretim Yaklaşımları, Öğretmenlik Uygulamaları, Eğitimde Drama, Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi, Matematik Eğitiminde Materyal Tasarımı” YÖK ders programları içerisinde lisans eğitimi süresince öğretilmektedir. MEB (2017)’de öğretmen yeterlikleri mesleki bilgi, mesleki beceri, tutum ve değerler olarak belirlenmiştir. Eğitim öğretimde verimliliği arttırmak ve istendik davranışların öğrenen üzerinde etkililiğini sağlamak için birçok öğretim yöntem ve tekniği geliştirilmiş, buna bağlı birçok kuram ortaya atılmıştır (İzgiol, 2014). Öklid çizimleri ile başlayan bu süreç 18. Yüzyılda Euler çizimleri, Gauss çizimleri, 19. Yüzyılda Minkowsky çizimleri, Lorentz çizimleri vb. şeklinde devam etmiştir. Bu süreç günümüz bilimine ışık tutan ve teknolojinin ilk oluşumu sayabileceğimiz Öklid dışı geometrinin ve dinamik yazılımların ortaya çıkmasına ışık tutmuştur (İlhan ve Aslaner, 2020; Karakuş, 2014). Bu düşüncelerin oluşum sürecinde temel başlangıç; kareli veya izometrik kâğıtlar üzerine pergeli-düzkenar yardımıyla çizilen geometrik şekillerdir. Temel geometrik çizimlerin var oluşu ile

başlayan geometrik düşünme yolculuğu bireyin matematiksel düşünme becerisi ve uzamsal zekâsının sınırlılıkları ile devam eder.

Nitelikli öğrenme ortamları tasarlanırken kullanılan materyaller, öğrenciler üzerinde ne kadar etkili olursa öğrenme ortamından alınacak verim de o etkiye bağlı olacak şekilde paralellik göstermektedir (Öztürk ve Güven, 2012). Böylece yaparak yaşayarak öğrenen bireyin öğrenme sürecine dâhil olması materyalin etkililiği ile olumlu yönde değiştiği ifade edilmiştir (Yalın, 2007). Öğrenme ortamlarında kullanılan alternatif materyaller akademik başarıyı arttırmakta, geometriye yönelik tutumu da olumlu etkilemektedir (Dikmen ve Tuncer, 2018; Şahin ve Keşan, 2020).

Geometri disiplini hayat ile iç içe geçmiş bir disiplindir (Güven ve Karataş, 2003). Bu disiplin günlük hayatımızda birçok problemin çözümünde kullandığımız pratik düşünme, uzamsal düşünme, kavramlar arası iletişim kurma ve ilişkilendirme gibi yeteneklerin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır (Şahin ve Keşan, 2020). Bu bağlamda, içinde bulunduğumuz gelişim çağının, bireylerinden bu becerileri aktif bir şekilde kullanmaları beklenmektedir. Gelişmiş toplumlar nitelikli birey ihtiyacını bu becerileri iyi kullanabilen vatandaşlar yetiştirerek vizyon oluşturmayı hedeflemişlerdir (MEB, 2018).

Pergel-düzkenar materyalleri ve DGY kullanılarak tasarlanacak geometri öğrenme ortamlarında, bireylerin geometrik düşünme düzeylerinin hangi seviyede olduğu tespit edilebilir. Bireylerin, geometrik düşünme düzeyleri ile ilişkili olacak şekilde pergel-düzkenar materyalleri ve DGY kullanarak geometrik çizim becerilerinin gelişeceği söylenebilir. Geometrik düşünme düzeyi kuramını ilk olarak Van Hiele ortaya atmıştır (Van Hiele, 1986). Bu kurama göre, bireylerin geometrik kavramlar arasında iletişimler kurarak yapılandığı geometri disiplini zihninde anlamlandırabildiği, ürün oluşturabildiği, problem çözebildiği gibi temaların tamamını kapsadığı düşünülmektedir. Yine geometri öğrenme sürecinin yaş, cinsiyet, öğrenim düzeyi gibi faktörler göz önünde bulundurularak, bireyin geometri disiplini anlamlandırabilmesi sürecin değerlendirme ölçütüdür. Bu noktada Van Hiele geometrik düşünme düzeyi kuramı literatürde yapılan ve yapılacak olan birçok alan çalışmasında önemli bir temel taşı temsil etmektedir (Gür ve Kobak Demir, 2017). Ayrıca pergel-düzkenar materyalleri ve DGY kullanılarak tasarlanan geometri öğrenme ortamlarında temel geometrik çizimler yapılırken Smart

(1998)'de belirtilen dört adımdan bahsetmek mümkündür. İstendik yönlü ürünlerin açığa çıkmasında bir değerlendirme kıstası olarak görülebilecek bu geometrik yapı inşa süreci çalışmamızda kullanmayı hedeflediğimiz farklı bir değerlendirme ölçütüdür. Bu bağlamda, çalışmamızda geometri disiplini hakkında bir takım kuramsal bilgiler, gönüllü katılımcıların verilerinin Van Hiele ve Smart geometri kuramlarına göre yorumlanması ve elde edilen bulgular neticesinde bazı sonuçlara ulaşılması hedeflenmiştir.

1.1. Problem Durumu

Fiziksel çevremizi anlamlandırmamızı sağlayan, öğrenen bireylerin akıl yürütmelerini ve gerekçelendirmelerini geliştiren matematiğin alt dallarından biri geometridir (NCTM, 2013). Geometri eleştirel düşünme, problem çözme, uzamsal düşünme, muhakeme yapma gibi farklı düşünme metotlarını geliştiren, matematiksel kavramları anlamayı ve bu kavramlar arasında ilişkiler kurmayı sağlayan bir araçtır (Goldenberg, Cuoco ve Mark, 1998).

Geometriyi anlamlı bir şekilde öğrenmede, geometrik çizimler yapmak önemlidir. Yaklaşık olarak 2400 sene önce Öklid'in "Elements" kitabında karşılaşılan ve geometrinin temel konusu olarak nitelendirilebilecek pergeli ve cetveli kullanarak yapılan çizimler Öklid geometrisinin temel yapısını oluşturmaktadır (Martin, 2012). Pergel-düzkenar araçları kullanarak yapılan çizimler oluşum aşamasında yer alır. Bu çizimler Öklid'den ismini alarak Öklid inşaları olarak adlandırılmasının yanı sıra bazı kaynaklarda pergeli-cetveli inşaları, pergeli-çizgeç inşaları veya temel geometrik inşaları olarak da isimlendirilmektedir (Çiftçi ve Tatar, 2014; Erduran ve Yeşildere, 2010; Öçal ve Şimşek, 2017; Ulusoy, 2019). Pergeli-cetveli inşaları şeklinde kullanımları olsa da cetveli sözcüğü yerine ölçsüz cetveli olarak tanımlanacak olan düzkenar sözcüğünü kullanmak daha doğru olacaktır. Çünkü esas olan çizim esnasında cetvelin üzerinde bulunan birimlerin kullanılmamasıdır.

Son zamanlarda dinamik geometri yazılımları (DGY) gibi alternatif araç-gereçlerle farklı çizimler yapılmasına rağmen, pergeli ve çizgeç ile yapılan çizimler Öklid geometrisindeki aksiyomlarla yapılan çizimlere denk olduğundan, geometrik çizimlerin zihinde olgunlaşması bakımından önemlidir (Sezen, 2007). DGY'ler incelendiğinde

Öklid aksiyomları temel alınarak yapılan çizimlerin sıralı işlemler biçiminde yapıldığı görülebilir (Duval, 1998).

Teknolojinin gelişimi her alanda olduğu gibi son zamanlarda matematik öğretiminde de kullanılmaya başlanmış, hatta teknolojinin kullanımı bir ihtiyaç haline gelmiştir (Köksal ve Yaman, 2012). Köse (2008)'de matematik öğretiminde teknolojinin kullanımını genel teknolojik araçlar, matematik yapma araçları ve matematik öğretimindeki teknolojik araçlar olmak üzere üç kategoride incelenebileceğini ifade etmiştir. Genel teknolojik araçları, web tabanlı iletişim ve etkileşim araçları oluşturmaktadır. Örneğin; Moodle, ALMS vb. uzaktan eğitim sistemleri bu tip araçlardandır (Aydın ve Biroğul, 2008). Matematik yapma araçları hesap makinesi, excel gibi matematiksel hesaplamalarda kullanılan araçlardır. Matematik öğretimindeki teknolojik araçlar, teknoloji ortamında pergel-düzkenar çalışmalarının yapıldığı araçlardır (Sherman, 2010). Matematik öğretiminde kullanılan teknolojik araçlar, DGY ve bilgisayar cebir yazılımları olmak üzere iki kategoride incelenebilir. Geometers' Sketchpad, Cabri 2D-3D, Geogebra gibi yazılımlar iki ve üç boyutlu ortamda geometrik çizimler yapmayı sağlayan dinamik geometri yazılımlarıdır. Dinamik geometri ve bilgisayar cebir yazılımları özelliklerini bir arada bulundurmasından dolayı Geogebra yazılımı birleşik özellikli bir yazılım olarak nitelendirilmektedir (Zengin ve Tatar, 2014). Bu açıdan, pergel-çizgeç çalışmalarının yanı sıra birçok matematiksel çalışmanın öğretmenler ve öğrenciler tarafından yapılmasına imkân sağlar (Tatar, 2012; Zengin, Furkan ve Kutluca, 2012).

Çalışmalarda pergel-düzkenar araçlarının özelliklerini temele alan Geogebra yazılımında kâğıt üzerinde yapılan geometrik çizimleri yapmak mümkün olabilmektedir (Çiftçi ve Tatar, 2014; Öçal ve Şimşek, 2017). Geogebra çizimleri dinamik çizimler olarak da adlandırılmaktadır. Dinamik çizimlerle kâğıt üzerinde oluşturulan çizimler karşılaştırılırsa, dinamik çizimlerin harekete dayanıklılık ilkesine sahip olması gerekliliği ön plana çıkmaktadır (Laborde, 1994). Harekete dayanıklılık ilkesi, bir şeklin geometrik özelliklerini bir bütün olarak koruması ve çizimdeki tüm geometrik elemanlarının buna uyumlu olması anlamına gelmektedir (Öçal ve Şimşek, 2017). Kısaca, çizimi yapılan şekil tanımlanan özellikleri tüm durumlarda korur. Mesela; bir ABC eşkenar üçgenini çizdiğimizde bir köşe noktasını hareket ettirirsek üçgenin eşkenar üçgen olma özelliğini koruması gerekir. Yani çizimlerin Öklid'in "Elements" kitabında bulunan çizim

yöntemleri doğrultusunda yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Harekete dayanıklılık ilkesiyle öğrenen bireyler çizimler üzerinde muhakeme ve genelleme yapabilirler. Böylece öğrenen bireyler kendi hatalarını belirleme olanağına sahip olurlar (Tapan-Broutin, 2014).

Türkiyede ortaöğretimi tamamlayan çoğu kişinin geometrik çizimleri bilmediği, bunun nedeninin öğretmenlerin bu konuları anlatırken çizimler için yeterli zaman ayırmaması veya öğretmen merkezli öğretim yapmasından kaynaklandığı görülmektedir (Erduran ve Yeşildere, 2010; Karakuş, 2014). Bundan dolayı öğretmenlerin pergel-düzkenar çizimlerini somut araç-gereç ya da dinamik geometri yazılımlarıyla yapıyor olmaları ve bu konudaki düşünceleri önemlidir. Bu durumun belirlenmesi, öğretmenlerin bu konuda özenli davranmasına yönelik çözüm önerileri sunmasına olanak sağlayacaktır. Ortaokul matematik öğretim programında teknolojinin ve diğer ders araç-gereçlerinin sınıf ortamında kullanılması gerektiğinden bahsedilmişse de, öğretmenlerin genel olarak bu araç gereçleri öğretim sırasında etkili bir şekilde kullanamadıkları bilinmektedir (İnan, 2006; Pamuk ve diğerleri, 2013). Bu düşüncelerden hareketle, geometri öğretim ortamlarında pergel-düzkenar kullanımı ve teknoloji destekli dinamik geometri yazılımlarının kullanımındaki aksaklıklar çalışmamızın problemini teşkil etmektedir.

1.2. Amaç ve Önem

İnsanoğlu varoluşundan günümüze kadar bilgiyi aramıştır. Bilgiyi ararken birçok kez geometriden yararlanmıştır (Şahin, 2018). Eski Mezopotamya toplumlarında insanlar gökyüzünde ve yeryüzünde meydana gelen doğa olaylarını incelemişlerdir. Bu incelemeleri yaptıkları tapınaklara Ziggurat adını vermişlerdir. Zigguratlar tapınak olmanın yanı sıra aynı zamanda birer eğitim kurumu ve bilim merkezidir (Özmenli, 2014). Buralarda özellikle gök bilimleri; gezegen hareketleri, güneş-ay hareketleri, yıldızların dizilimleri gibi birçok astronomi ve geometri araştırması yapılmıştır. Geometri bilgilerini hayata entegre ederek; topluma hükmetmiş, devasa binalar inşa etmiş, takvim oluşturabilmiş ve hükümdar seçebilmişlerdir (Eser ve Kılıç, 2017). Bu bağlamda düşünüldüğünde, tarih boyunca toplumların kaderini belirlemede geometrinin önemi oldukça büyüktür. İnsanoğlunun yaşam boyu karşılaşacağı problemleri çözmede kullanacağı matematiğin alt bilimi olan geometrinin öğrenilmesi gerekliliği, yüzyıllardır

süregelen bir olgudur. Bu olgudan hareketle antik yunan filozofu Platon'un şu sözü "Geometri bilmeyen giremez!" bize önemli bir mesaj vermektedir (Şahin, 2018).

Çevremize baktığımızda yaşam ile bütünleşmiş olan geometriyi görmemiz mümkündür. Yaşamı devam ettiren bizler bu bilinçle geometri disiplini öğrenmeli ve içselleştirmeliyiz. İçselleştirme, kelime anlamı olarak; kişinin verili bir gerçeği veya bilgiyi özümlediği eylemdir. Bireyin bilgiyi yaşamında kullanması ve deneyimlemesidir (Taymur ve Boratav, 2013). Eğitim-öğretim programının okulda uygulanması neticesinde bakanlığın istediği dört temel beceri vardır. Bunlar; ilişkilendirme, akıl yürütme, iletişim ve problem çözme becerileridir (MEB, 2018). Geometri, yapısı gereği hem problemin kendisini oluşturma hem de herhangi bir probleme çözüm olarak karşımıza çıkabilir (Erduran ve Yeşildere, 2010). Burada vurgulanmak istenen, bir geometri problemini çözüme kavuşturmadan çok, bireyin hayatı boyunca karşılaşacağı problemlere bir çözüm getirmek için akıl yürütmelere müracaat etmesini beklemektir. Bu amaçlar dâhilinde bireyin hayatı boyunca öğrenmesi zorunlu olan geometri disiplini, bireye çok küçük yaşlardan itibaren okul matematiği içerisinde öğretilmeye çalışılmaktadır (Şahin, 2018).

Geometri öğretim ortamlarının düzenlenmesi öğretmenin kontrolündedir (Keleş, Öksüz ve Bahçekapılı, 2013). Matematik öğretmeni geometri disiplini öğretirken, alternatif öğretim yöntem ve tekniklerini kullanmalıdır (Uğurel ve Morali, 2006). Böylece geometri öğrenme ortamları öğrencilerin dikkatini çekecek, onları derse motive edecektir (Şahin ve Keşan, 2020). Derse motive olan öğrenciler öğretilmek istenen kazanımları ve becerileri daha iyi kavrayıp, karşılaşacağı problemlerin çözümünde kullanırlar (Üredi ve Üredi, 2005).

Daha çok soyut kavramlardan oluşan geometri alanında birçok öğrenci zorluk yaşamakta ve geometriden uzaklaşmaktadır. Öğrencilerin geometriyi daha iyi anlamasını ve daha kolay öğrenmesini sağlayacak birçok uygulama yapılabilir. Bu uygulamalardan biri de öğrencilerin çizim becerilerini geliştirmektir (Napitupulu, 2001). Geometride temel geometrik şekilleri oluşturma ve çizme öğrencilerden beklenen ve geometrik kavramların öğrenilmesini sağlayan önemli bir unsurdur. Geometrik kavramlara yönelik çizimler yapabilme geometrik düşünce ile birlikte pergeli-cetveli, açıölçer gibi geometrik araç-gereçlerin koordineli şekilde kullanılmasını gerektirir. Bu tür çizimler geometrik

becerilerin ortaya çıkarılması ve kavramla ilgili kazanımların kalıcı olması bakımından önemlidir (Altun, 2015).

Öğrenme sürecinde materyallere yer verme öğrenmeyi kolaylaştırmakta, aktif bir öğrenme ortamı sunarak öğrencilerin motive olmalarını sağlamakta ve yaratıcılıklarının gelişmesine yardımcı olmaktadır (İşman, 2005; Knapp ve Glenn, 1996). Öğrenme ortamını araç-gereç bakımından ne kadar zenginleştirirsek etkililiği o derece artar (Öztürk ve Güven, 2012). Çünkü öğrenme ortamına katılan duyu organ sayısı arttıkça öğrenmelerin kalıcılığı da artmaktadır (Yalın, 2007). Dolayısıyla derslerde kullanılan araç-gereçler, eğitimin niteliğini artırmakta, derslerin verimli geçmesini ve öğrencilerin zengin yaşantılar geçirmesini sağlamaktadır (Doğdu ve Arslan, 1993; Köseoğlu ve Soran, 2006).

Geometrik çizimleri oluşturmada pergeli, cetveli, açıölçer ve DGY gibi birçok araç-gereç kullanılmaktadır (MEB, 2018). Öğretimde pergeli-cetveli gibi somut materyalleri kullanma soyut konuların somutlaştırılmasını, öğrencilerin derse ilgisinin artmasını, öğrencilerin derse aktif katılmasını ve kalıcı öğrenmelerini sağlamaktadır (Demirel, Seferoğlu ve Yağcı, 2005). Dinamik yazılımlar ise dinamik çizimler yapmak için uygun ortam sağlar (Myers, 2001). Dinamik geometri yazılımlarından biri olan Geogebra, pergeli-cetveli ile yapılan uygulamaları yapma imkânı da sunmaktadır.

Öğretmenlerin derslerinde kavramları nasıl ele aldıkları öğrencilerin kavrayışlarını etkilemektedir. Öğretmenlerin temel geometrik çizim becerilerini öğrencilere kazandırmaları, öğretmenlerin geometrik çizimlerle ilgili bilgi ve becerilerinin yeterli olmasıyla mümkün olabilir (Ulusoy, 2019). Son yıllarda Türkiye’de geometrik çizimlerle ilgili öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının başarılarını, tutumlarını ve düşüncelerini ele alan birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar, öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının pergeli-düzkenar çizimlerine yönelik olumlu tutum sergilemelerine rağmen, oluşum sürecinde ezberci bir yöntem uyguladıklarını veya istenen çizimde yeterince başarılı olmadıklarını ortaya çıkarmıştır (Açıkgül ve Aslaner, 2015; Bozkurt, 2018; Çiftçi ve Tatar, 2014; Erduran ve Yeşildere, 2010; Gür ve Kobak Demir, 2017; Öçal ve Şimşek, 2017).

Bu araştırmalar öğretmen ve öğretmen adaylarının geometrik çizimlerde eksiklerinin olduğunu göstermektedir. Çalışmamız ortaokul matematik öğretmenlerinin geometrik çizimlerdeki eksiklerinin belirlenmesi ve giderilmesi açısından önemli görülmektedir. Bu çerçevede çalışmamızda ortaokul matematik öğretmenlerinin pergel-düzkenar kullanılarak geometrik oluşum süreci ile DGY kullanarak temel geometrik çizim problemlerini çözme süreçlerinin incelenmesi, konuyla ilgili araç-gereçlere yönelik öğretmen görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2.1. Geometri Nedir?

“Geo” ve “metri” kelimelerinden oluşan ve “yer ölçüsü” manasına gelen geometri, düzlemsel şekillerin özelliklerini, aralarındaki ilişkileri inceleyen matematik dalı, “hendese” olarak tanımlanmaktadır. Geometri, matematiğin günlük yaşamda kullanılan önemli parçalarından biridir. Mesela; odaların şekli, binalar, süslemelerde kullanılan şekiller geometriktir. Geometri, yapısı gereği; “nokta, doğru, düzlem, düzlemsel şekiller, uzay, uzaysal şekiller ile bunlar arasındaki ilişkileri ve geometrik şekillerin açı, uzunluk, alan ve hacim gibi ölçülerini konu edinen bilim dalıdır” (Baykul, 2004; Dağlı ve Peker, 2012; Vatansever, 2007). Geometri alanına şekiller arasında ve şekil içinde desenler, değişmez ilkeler bulma etkinlikleri girmektedir (Olkun ve Toluk, 2009). Geometri; şekillerin nicel özelliklerini anlamada, eşyaların görevi ve işlevi arasındaki ilişkileri anlamamızı sağlamada ve bu özellikleri hayatımızda kullanmamızda yardımcı olan bir bilimdir (Altun, 2001).

Geometri, farklı bilim alanlarında yaygın biçimde kullanılan, temel eğitim matematiği içinde bütün dünyada önemli bir alandır. Geometrinin yarattığı bakış açısı sayesinde öğrenciler problemleri analiz edebilir, çözebilir ve matematikle günlük hayat arasında ilişki kurabilirler. Ayrıca geometrik gösterimler soyut kavramların anlaşılmasına yardımcı olur (Duatepe, 2000). İnsanoğlu evreni, gökyüzünü ve yaşadığı çevreyi anlamlandırabilmek, tanımak için geometriyi keşfetmek zorunda kalmıştır. Geometriyi keşfeden insanoğlu, karşılaştığı problemleri çözebilmek için bu disiplini geliştirmiş ve farklı boyutlarda yorumlamaya başlamıştır. Örneğin, M.Ö. 3000’li yıllarda Antik Mısır’da insanoğlu Nil nehrinin taşması sonucu bozulan arazi sınırlarının yeniden çizimi

için matematik ve geometriyi kullanmıştır. Böylece toplum içerisinde kargaşaların önlenmesine, geometri disiplini katkı sağlamıştır. Yine Firavunlar için ihtişamlı piramitler yapılırken ve görkemli tapınaklar oluşturulurken geometrinin eksiksiz ve çelişkisiz içsel yapısından yararlanmışlardır.

Güneş sistemindeki gezegenlerin uzayda yaptığı hareketleri incelendiğinde karşımıza geometri çıkmaktadır. Burada gezegenler güneşin etrafında bir eliptik yörüngede hareket etmektedir. M.Ö.'ki dönemlerde dünyanın ve güneş sisteminin hareketlerini inceleyen filozoflar bu hareketlere cevap aramışlar, hareketleri açıklamaya çalışmışlardır. Yine bal arısının kovanda inşa ettiği peteğin düzgün altıgen olması, sarmaşığın ağaca veya yüksekçe bir yere tırmanışının helis olması, salyangozun kabuğundaki görüntünün altın spiral olması, kar kristallerinin görüntüsünün veya yaprak ayasındaki çizgilerin fraktal olması yaşadığımız çevrede, doğada ve uzayda geometrinin var olduğunu göstermektedir (Aslaner, 2018). Yine mühendislik harikası tünellerin yapılışında, dünyanın 7 harikasıdan biri olan Keops piramidinin inşasında, çevremizde gördüğümüz binalarda, araçlarda ve yaşamımızın her yerinde geometriyi görmemiz mümkündür. Gerçekten de geometri disiplini yaşam ile iç içe girmiş, yaşamımızı kolaylaştıran bir bilimdir.

1.2.2. Geometrinin Önemi ve Geometri Öğretimi

Geometri öğretiminde; geometrik kavramlar derslerde, formül ve kurallar ezberletilerek verilmektedir (Erduran ve Yeşildere, 2010). Bu tarz ders işleme yöntemlerinde öğrenciler geometriyi anlamakta zorlanmaktadır (Ulusoy, 2019). Oysa geometri; bireylerin hayatında günlük yaşamı ile iç içe olmuş bir disiplindir. Bundan dolayı geometriyi ezberlemek yerine anlamak gerekir (Şahin, 2018). Bireylerin yaşamlarında anlamlı bir yer edindirilen geometrik kavramlar hem öğrenilmeyi kolaylaştırır hem de uzun süreli kalıcı etki yapar (Şahin ve Keşan, 2020). Geometrik düşünme becerisinin gelişmesi ile birlikte kalıcılığın sağlanması, bireyin hayatında karşılaşacağı zorlukların üstesinden geleceği farklı bir beceriyi de ortaya çıkarmış olur. T.C. MEB'in eğitim öğretim programında, bu durum; bireyin hayatı boyunca karşılaşacağı problemleri çözmek için kullanabileceği, geliştirilmesi gereken bir beceri

olduğu, sıkça üzerinde durulan bir konudur (MEB, 2018). Bireylerin öğretim hayatında; akıl yürütme becerisi, ilişki kurma becerisi, uzamsal düşünme becerisi gibi (üst) bilişsel yeterliliklerin gelişebilmesi ile geometrik düşünme becerisinin geliştirilebilirliği arasında olumlu yönlü bir ilişkinin olduğu düşünülebilir. Ancak geometrik düşünme becerisinin gelişebilmesi geleneksel öğrenme ortamlarında oldukça zordur (Güven ve Karataş, 2003).

Eğitimde reform hareketleri ile birlikte (Özer, 2018) çağdaş ülkelerde kabul görmüş ve onların eğitim öğretim programlarında yer edinmiş eğitim-öğretim kuramlarının ülkemizde uygulanması (MEB, 2005); geleneksel yaklaşımlardan uzaklaşıp çağımızın gereklerini öğretim programımıza entegre etmemize yol açmıştır (Yeşildere ve Törnükü, 2004). Özellikle son 15 yıl içinde öğrenci merkezli oluşturmacı yaklaşımlar ve teknoloji temelli yaklaşımlar konusu üzerinde sıklıkla söz edilmektedir (Kararımak ve Aydın, 2007). Öğretimde hedef kitlenin öğrenciler olması, öğrenci merkezli kuramların düşünülmesi ve insanoğlunun teknolojik gelişmelerin hızına ayak uydurma çabası bu durumu zorunlu kılmıştır (Şahin, 2018). Ülkemizde birçok okulda akıllı tahtalar ve bilişim sınıfları mevcuttur. Teknolojiye ulaşabilmek öğretmenler için artık sanıldığı kadar zor değildir. Bu yüzden yeni nesil öğretmenlerin teknolojik materyalleri eğitime entegre etmesi beklendik bir sonuçtur (Menzi, Çalışkan ve Çetin, 2012). Ancak her ne kadar programda var olan kazanımların öğretmenler tarafından farklı öğrenme ortamları oluşturularak öğrencilere aktarılmaya çalışılması beklense de bu durumun istendik seviyede olduğunu söylemek manidardır. Bu manidarlığın bir çok sebebinin olduğu gerçeği, yapılan literatür çalışmalarında mevcuttur (Bayram ve Duatepe Paksu, 2019; Çağırğan, Yavuz ve Deringöl, 2018; Duatepe Paksu, 2013). Bu sorunun ortaya çıkmasında temel etken öğretmenin öz yeterliliğidir (Çağırğan, Yavuz ve Deringöl, 2018). Geometri öğrenme ortamını hazırlayan öğretmenin dersi öğrencilere nasıl sunacağı, onun öz yeterliliğinin bir ürünü olacaktır. Öğretmen; bu süreci iyi bir şekilde planlayan, farklı öğrenme yöntem ve tekniklerini harmanlayarak dersin içeriğini tasarlayandır. Bundan sebeple öğretmenin akademik geçmişi, nitelikli bir geometri öğrenme ortamı oluşturulması için önem taşımaktadır (Akay ve Kurtuluş, 2017). Bununla birlikte yeni nesil öğretmenlerin yanı sıra eğitimde yeni yaklaşımlardan kısmen haberdar olup, süreci nasıl şekillendireceğini bilmeyen ya da tamamen yeni yaklaşımlardan uzak olan öğretmen kisvesi için ise MEB bünyesinde hizmet içi eğitimler verilerek, öğretmenlerin alternatif öğrenme ortamlarında kullanılabilir öğretim yöntem ve tekniklerinden haberdar olmaları sağlanmaktadır. Babacan ve Özey (2016)'da yaptığı

çalışmada her branştan öğretmenin hizmet içi eğitime ihtiyaç duyduğunu, bu hizmet içi eğitimlerle eğitim kalitesinin arttırılabileceğini ve bunlarla beraber öğretmenlerin derslerde kullanabileceği farklı öğretim yöntem-teknikleri kullanma becerilerini geliştiren hizmet içi eğitimlere sıkça yer verilmesi gerektiği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca hizmet içi eğitimlerin içeriği düzenlenirken genel anlamda amaca yönelik olunması gerekliliğine vurgu yapılmıştır. Yapılan çalışmanın sonuçları konuyla ilgili çok sayıda bilimsel çalışmanın sonucu ile paralellik göstermektedir (Baykan ve Oktay, 2016; Selimoğlu ve Biçen Yılmaz, 2009; Seyhan, 2011). Her ne kadar bu eğitimlerden istendik düzeyde verim alınamasa da (Tekin, 2020), bu eksikliklere yönelik alınan önlemlerin arttırılması ile istendik düzeyde verim alınabileceğini söylemek mümkündür (Bayram ve Duatepe Paksu, 2019).

1.2.3. Geometri Öğretiminde Alternatif Öğrenme Ortamları

Öğretmen merkezli geometri öğretim ortamlarında alışa gelmiş geometrik formüllerin öğrencilere aktarılması ve bu formüller üzerinden rutin problemlerin çözülmesi esas kabul edilmiştir. Burada amaç geometri disiplinini anlamaktan çok problemlerin doğru çözümlerine ulaşmaktır (Erduran ve Yeşildere, 2010; Öçal ve Şimşek, 2017). Bu bağlamla birlikte; öğretmen merkezli geometri öğrenme ortamlarının bireyin gündelik hayatta karşılaşacağı problemleri çözmede yetersiz ve anlamsız kaldığını söylemek mümkündür. Öğrenci merkezli yaklaşımlarla oluşturulan geometri öğrenme ortamlarında durum oldukça farklıdır (Bukova Güzel, 2007). Kavramlar arasında ilişki kurmak için kavram karikatürleri (Uğurel ve Moralı, 2006), geometrik çizimlerin matematiksel uzayda daha doğru ve anlamlı bir şekilde oluşturulması için teknoloji tabanlı materyaller (Yıldız, 2013), dinamik geometri yazılımları (Uğur, Urhan ve Arkün Kocadere, 2016), kareli veya izometrik kâğıtlarla çizim araç gereçleri kullanılarak uygulamalı eğitim ortamları (Aydoğdu İskenderoğlu ve Akşan Kılıçaslan, 2021) vb. yapılandırılmış geometri öğrenme ortamları oluşturularak bireyin ilgisini çeken, bireyi sürece dâhil eden, bireyin zihninde şekillendirdiği geometri olgusunun; karşılaşacağı problemleri çözmede kullanacağı bir yol teşkil etmesi muhtemeldir. Alternatif öğrenme öğretme araçları kullanılarak geometri öğrenme ortamları tasarlanıp süreçten beklenen verimin artacağı söylenebilir. Öğretim materyalleri ve DGY kullanılarak oluşturulan ders

içeriğinin öğrencilerde, geometriye yönelik tutumlarının olumlu etkileneceği, derse yönelik motivasyonun artacağı, kalıcılık süresinin uzun vadeli olacağı ilgili alan çalışmalarında mevcuttur (Cantürk Günhan ve Açan, 2016; Erduran ve Yeşildere, 2010; Öçal ve Şimşek, 2017; Şahin ve Keşan, 2020).

Geometri öğretimini daha verimli hale getirmek için öğrenme ortamları, öğrencilerin geometrik öğrenme düzeylerinin belirlenip, bu düzeyler baz alınarak oluşturulması geometri öğretiminin amacına ulaşmasına katkı sağlayacaktır (Akay ve Kurtuluş, 2017). Öğrencilerin ihtiyaçlarına göre düzenlenen geometri öğrenme ortamları onların; derse motive olmalarına (Sürücü ve Ünal, 2018; Şahin, 2018), derse yönelik tutumlarında olumlu yönlü değişimlere (İlhan, Gemcioğlu ve Poçan, 2021; Şahin ve Keşan, 2020), akademik başarılarını artırmaya (Şahin ve Keşan, 2017; Vatansever, 2007) zemin hazırladığı gerçeği birçok alan çalışmasında görülmüştür. Bu bilişsel ve duyuşsal becerilerin öğrencilerde kazandırılması ile geometri öğrenme düzeyi arasında ilişkilendirme yapmak olasıdır. Alternatif öğrenme öğretim araçlarından olan pergel-düzkenar ve DGY geometri öğrenme ortamlarına entegre edilerek, bu araç gereçlerin etkinlikler içerisinde kullanılması sağlanarak nitelikli bir geometri öğrenme ortamı hazırlanabilir. Pergel-düzkenar kullanılarak kareli veya izometrik kâğıt üzerine geometrik şekillerin çizimi ve DGY kullanılarak geometrik şekillerin oluşumu öğrencilerde hem bilişsel hem de duyuşsal olarak bir takım değişikliklere neden olur (Kemankaşlı ve Gür, 2016; Ulutaş ve Ubuz, 2008; Uysal Koğ, 2012).

Geleneksel öğrenme ortamlarının aksine çağdaş eğitim ortamlarında öğrenmeler daha anlamlı ve daha kalıcıdır (Nelissen ve Tomic, 1998). İyi yapılandırılmış geometri öğretim ortamlarında öğrenciler aktif bir şekilde sürece dâhil olup, yaparak yaşayarak öğrenirler (Bukova Güzel, 2008).



Şekil 1: Dale'nin Yaşantı Konisi (Çilenti, 1994)

Dale'ye göre bireyler yaparak yaşayarak gerçekleştirdikleri öğrenmelerden daha çok verim almaktadırlar. Buna bağlı olarak öğrenmenin de uzun süreli olmasının kaçınılmaz olduğu vurgulanmıştır (Karaduman, 2008).

Edgar Dale'in yaşantı konisinin dayandığı bilimsel ilkeleri Çilenti (1994)'te aşağıdaki şekilde aktarmaktadır:

1. Öğrenme işlemine katılan duyu organlarımızın sayısı ne kadar fazla ise o kadar iyi öğrenir ve öğrenmelerimiz o kadar kalıcı olur.
2. En iyi öğrendiğimiz şeyler kendi kendimize yaparak öğrendiğimiz şeylerdir.
3. Öğrendiğimiz şeylerin çoğunu gözlerimiz yardımıyla öğreniriz.
4. En iyi öğretim somuttan soyuta ve basitten karmaşığa doğru giden öğretimdir.

Şekil 1'deki görselden de anlaşılacağı gibi yaparak yaşayarak öğrenen bireylerden beklenen, verimli ürünler ortaya koymasındır. Bu bağlamda pergel-düzkenar kullanılarak yapılan çalışmaların bireylerin öğrenmelerinde verimi arttıracağını ön görmek mümkündür (Kazu ve Yeşilyurt, 2008). Bu yönlü çalışmalar neticesinde ders, çalışma veya yardımcı kitaplarda formülize edilen ezbere dayalı öğretiler; öğrencilerin zihninde anlamsız kalmakta, kolay unutulmakta ve güçlükle öğrenilmektedir. O halde öğrencilere

geometrik kavramları rutin problemleri çözmede kullanılan bir dayatma şeklinde kavratmaya çalışmak yerine, iyi yapılandırılmış öğrenme ortamlarında becerileri kazandırmaya çalışmak; geometri dersini eğlenceli hale getirmede alternatif bir yoldur (Erduran ve Yeşildere, 2010). Bu bağlamda pergel-düzkenar kullanımı ile temel geometrik çizim becerisini geliştiren birey, aslında gündelik hayatta karşılaşacağı zorlukların üstesinden gelmede alternatif bir çözüm yolu olarak geometrik düşünme becerisini kullanır. Geometrik düşünme becerisi gelişmiş olan bireyler kavramlar arasında ilişkiler kurarak, problemlerin çözümlerine daha rahat ulaşırlar. Bu ilişkilendirmeler sonucunda geometrik şekiller, geometrik kavramlar ve bunların özellikleri hakkında çıkarımda bulunup, bu çıkarımlardan yararlanarak kendi stratejilerini oluşturmalarını beklemek görünen bir sonuçtur. Kendi stratejisini belirleyen bireyin karşılaşacağı problemleri daha anlamlı ve rahat bir şekilde çözmesi kaçınılmazdır (Yıldız ve Baltacı, 2017). Bireyin kendi çıkarımları neticesinde oluşturduğu stratejiler problemlerin çözümlerinde kullandığı öz yeterliliğini de belirtmektedir (Üredi ve Üredi, 2005). Bu yeterliliğini kullanacağı uygulama ortamlarının çokluğu, bireyin geliştirdiği stratejinin hem uygulama imkânı bulmasına hem de pekiştireç görevi atfedilmesine zemin hazırlayacaktır. Duatepe Paksu (2013) bu duruma örnek olacak bir alan yazında; öğretmen adaylarının geometrik oluşum sürecini (GOS) daha verimli hale getirebilmek için lisans eğitimi programlarında daha çok matematiksel uygulamalar yapmaya yer verilmelidir, çıkarımında bulunmuştur. Bu bulgudan hareketle, kendi çıkarımlarını ve stratejilerini deneyimleyebileceği geometri ortamları bulan bireylerin; kavramları zihninde olgunlaştıracığı ve başarının getireceği haz ile yaptığı uygulamadan zevk alacağı düşüncesi muhtemel sonuçlar arasındadır (Uğurel ve Moralı, 2006).

1.2.4. Geometri Öğretimi ve Geometrik Düşünme Düzeyleri

Öğrencinin geometrik çizimler yaparken farklı araçlar kullanarak aynı geometrik şekli oluşturması geometrik düşünme yetisi ile alakalıdır. Geometrik düşünme becerisi yüksek olan öğrenciler geometrik araç gereçleri farklı amaçlar için kullanabilirler. Böylece geometrik uzayda yaptıkları çalışmaları zihinlerinde kurarak anlamlandırırılar (Türnüklü ve Özcan, 2014). Birey; kareli veya izometrik kâğıt üzerine pergel-düzkenar yardımıyla kendi uğraşları ile bir takım geometrik kavramları meydana getirebilir.

Neticede meydana gelen görseller üzerinden, bireyin geometrik düşünme yetisi hakkında çıkarımlarda bulunulabilir. Pergel-düzkenar yardımı ile basit çıkarımlarda bulunan bireyin geometrik düşünme becerisinin düşük seviyeli, daha karmaşık çıkarımlarda bulunan bireyin geometrik düşünme düzeyinin yüksek olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin pergel-düzkenar kullanarak düzgün çokgenlerin oluşumunu kendi çabalarıyla yapması onlarda analiz-sentez becerilerinin geliştiğinin göstergesi olarak kabul edilebilir. Böyle beceriler, birçok eğitim öğretim kuramında öğrencilerden beklenen üst düzey becerilerdir (Polat, Oflaz ve Akgün, 2019). Bu yönlü çıkarımlarda bulunabilmemiz için daha kuramsal bir takım sınıflandırmalara ve düşünme düzeylerinin taksonomisine ihtiyacımız vardır (Altun, 2018; Duatepe Paksu, 2016; Van De Walle, 2004).

Bir düşünce sistemi oluşturulurken; öncelikle belirli tanımlamalara ihtiyaç duyulur. Daha sonra bu tanımlamalardan yola çıkılarak ilişkilendirmelere müracaat edilir. Bu ilişkiler arasından mantıksal çıkarımlar yapılarak düşünce sistemi sağlam temellere oturtulur. Yine bilimsel süreçlerde bir olguyu açıklamak için bir takım postülatlara ihtiyaç vardır. Şayet sürecin anlamlandırılıp, mantıksal temellere oturtulabilmesi için lemmalar yazılır. Bu lemmalar neticesinde ispatlanmak istenen olgu açıklanmış olur. Görüldüğü gibi her düşünce sisteminde belirli bir hiyerarşi, belirli bir taksonomi, belirli bir sıra vardır. Geometrik öğrenmenin de kendi içerisinde, seviyeleri, düzeni ve sıralaması vardır (Yılmaz, Turgut ve Alyeşil, 2008).

Bizim çalışmamız içerik olarak hem pergel-düzkenar yardımı ile hem de DGY kullanılarak geometrik çizimlerin oluşturulmasını içerisinde barındırdığından; Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ve Smart'ın geometrik çizim süreci temel alınarak çalışma bulgularımızın yorumlanmasında çeşitli görüşlerden yararlanılmak istenmiştir. Böylece farklı yorumlar ortaya koyarak daha kapsamlı bir çalışma oluşturma çabası düşüncesinden hareketle, geometrik kavramların oluşum sürecinde bireylerin geometrik düşünme becerilerinin belirtilen iki kuramsal sınıflandırmada ne düzeyde oldukları tespit edilmeye çalışılmıştır.

1.2.5. Geometri Öğretimi ve Smart Geometrik Oluşum Süreci

Smart (1998) pergeli-düzkenar kullanarak herhangi bir geometrik oluşum probleminin çözümünde gerekli dört adımdan bahsetmiştir.

1. **Analiz:** Bu basamakta, öğrenci çizimi oluşturduğunu varsayar, daha sonra şekildeki bilinmeyen öge ve problemde verilen gerçekler arasındaki ilişkileri bulmak için çözümün tamamlanmış resmini analiz eder.

Burada söylenmek istenen; geometrik şekillerin çizim sürecinde oluşturulmak istenen yapının öğrenci tarafından tanınması, bu geometrik yapının özelliklerinin bilinmesi, oluşumunda kullanılacak temel geometrik terimlerin bilinmesi ve özelliklerinin öğrenci tarafından tanınmasıdır. Örneğin, “düzkenar yardımı ile birbirine paralel iki doğru parçasının oluşturulması” geometrik yapının çiziminde öğrencinin zihninde kareli veya izometrik kâğıt üzerinde birbirine paralel birimi belli olmayan iki doğru parçası oluşur. Burada öğrenci paralellik kavramını bilir, doğru parçasını tanıyabilir, düzkenar yardımı ile çizim yapmayı bilir. Ya da “pergel kullanarak birimsiz bir çember oluşturulması” geometrik yapının çiziminde öğrencinin zihninde kareli veya izometrik kâğıt üzerinde yarıçapı birimsiz bir çember görseli oluşur. Burada öğrenci pergeli kullanmayı ve yarıçap kavramını bilir, oluşturulacak çemberin büyüklüğünün pergel üzerinde yapılacak uzunluk seçimi ile ilişkili olduğunu anlar.

2. **Oluşum:** Bu basamağın sonucunda pergel-düzkenar ile oluşum gerçekleştirilir.

Burada söylenmek istenen; analiz basamağında öğrencinin zihninde oluşturulacak geometrik şeklin pergel-düzkenar yardımı ile kareli veya izometrik kâğıda geometrik teoremlere uygun çiziminin yapılmasıdır. Öğrenci artık bilgisi ile geometrik kavramlar arasında ilişki kurup, bu yapıları zihninde birleştirerek ortaya bir ürün çıkarmış olur. Örneğin, “düzkenar yardımı ile birimsiz doğru parçasını bilen”, “pergel yardımı ile çember çizmeyi bilen” öğrenci bu bilgilerinden hareketle birimsiz bir eşkenar üçgen oluşturursa, öğrenci oluşum basamağını tamamlayarak bir ürün meydana getirmiş olur. Böylece kareli veya izometrik kâğıt üzerine pergel-düzkenar materyallerini kullanarak bir geometrik çizim yaparak oluşum basamağını tamamlamış olur.

3. Kanıt: Oluşturulan şeklin oluşumunun kanıtı gereklidir.

Burada söylenmek istenen; oluşum basamağını eksiksiz tamamlayan öğrencinin gerekli geometrik teoremleri açıklayarak, bu teoremlerin kullanımına hâkim olduğunu gösteren söylemlerle anlamlı gerekçeler sunarak oluşturulan şeklin doğruluğu üzerinde durulur.

4. Tartışma: Olası çözüm sayısı ve herhangi bir olası çözümün koşulları bu adımda açıklanır.

Burada söylenmek istenen; kanıtları açıkça ispatlanmış genel çıkarımlar ve geometrik teoremler kullanılarak istenen geometrik çizim sürecinden hareketle farklı geometrik şekillerin oluşum süreçleri ve kanıtlanabilirliği arasında ilişkiler kurarak farklı ürünler ortaya koyma çabasıdır.

Çalışma evrenimizdeki katılımcılardan; Smart'ın pergel-düzkenar kullanılarak geometrik şekillerin çizim süreçlerinde belirttiği adımlardan, en az 1.Analiz ve 2.Oluşum basamaklarındaki düşünme becerilerine sahip olmaları beklenmiştir.

1.2.6. Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri

Pergel-düzkenar ile yapılan uygulama çalışmaları öğrencilerin geometrik düşünme seviyeleri arasında ilişkiler kurmaktadır (De Villiers, 2003). Geometrik kavramlar arasında ilişkiler kurabilmek için kavramlara bir takım anlamlar yüklemek gerekir (Bukova Güzel ve diğerleri, 2016). Kavramlar arasında ilişkiler kurarak ortaya farklı ürünler çıkaran birey kendine problem çözmede geliştirdiği bir strateji belirlemiş olur. Böylece pergel-düzkenar kullanarak yeni kavramlar keşfeden birey kendi problemlerini çözmede alternatif yollar bulmuş olur. Bununla beraber bu geometrik düşünme seviyeleri arasındaki ilişkiler akranlar arasında farklılık gösterebildiği gibi; ilkokul, ortaokul, lise öğrencileri, öğretmen adayları ve matematik öğretmenleri arasında da farklılıklar gösterebilir. Bu bağlamda düşünüldüğünde geometri öğretiminde pergel-düzkenar kullanılarak geometrik şekillerin oluşum süreçleri matematik öğretmen

adaylarında ve matematik öğretmenleri içerisinde farklı boyutlardadır. Geometrik yapıların oluşum sürecinde bireyin geometrik bilişsel düzeyi bu farklılığın sebeplerindendir (Otrar, 2006). Bu bilişsel farklılıklar bireyin geometrik kavramları zihninde olgunlaştırması ile de bağdaştırılabilir. Bireyin zihninde anlamlı hale getirdiği geometri kavramları geometrik düşünme becerisi ile de alakalıdır. Geometrik düşünme becerisinin gelişmiş olması ile birlikte; kavramları anlamlandırma, kavramlar arasında ilişki kurma, bireysel çıkarımlarda bulunma, strateji geliştirme ve problem çözme süreci aksamadan tamamlanacaktır. Bu sürecin eksiksiz tamamlanması ile birlikte öğrenciden istenen davranışların meydana gelme sürecinin de eksiksiz tamamlanacağını söylemek mümkündür. Geometri öğrenme sürecini 1957 yılında Pier Van Hiele bir bütün olarak ele almış ve geometri anlama sürecini bir hiyerarşik yapıya dönüştürmüştür. Bu hiyerarşi 5 evreden oluşmakla birlikte her evre kendi arasında farklı bilişsel durumları içermektedir.

Evreleri;

1. Düzey: Görsel Dönem (Visualization)
2. Düzey: Analiz (Analysis)
3. Düzey: Formal Olmayan Sonuç Çıkarma Düzeyi (Informal Deduction)
4. Düzey: Tümevarım (Induction)
5. Düzey: İlişkileri Görebilme (Rigor)

1. Düzey: 1 Görsel Dönem (Visualization)

Bu düzeyde öğrenciler şekille alakalı ölçme yaparlar ve şekillerin özelliklerini fark ederler; fakat bu düzeyde soyutlama yapamazlar. Örneğin, kare kareye benzediği için karedir. Bu düzeydeki öğrenciler, bir şeklin konumu gibi kendisiyle alakası olmayan özelliklerinden etkilenirler. Örneğin, bazı öğrenciler şeklin konumu değiştirildiğinde şekli tanıyamazlar. Kareyi tanırlar, ancak karenin bir dikdörtgen olduğunu anlayamazlar. Burada şekillerin görüntüleri önemlidir. Şekillerin görsel özelliklerine göre tanıma ve isimlendirme yaparlar. Zihinlerinde o şekle ait bir şema vardır. Bu şema olmazsa veya farklı bir pozisyonda olursa tanıyamazlar.

2. Düzey: 2 Analiz (Analysis)

Bu düzeyde olan öğrenciler şekillerin her birinin özelliklerini birbirinden bağımsız olarak değil, şeklin tümünü birlikte düşünürler. Mesela, belli bir dikdörtgenin özelliği yerine tüm dikdörtgenlerin özelliklerini birlikte düşünürler. Karenin, dikdörtgenin, paralel kenarın bütün özelliklerini söyleyebilirler. Şekillerin genel özellikleri ile ilgilenilir. Özel bir şekil ile ilgilenmez. Şekillerin özelliklerini listeleyebilir, fakat alt cümlelerini kavrayamaz. Öğrenciler 1.Düzey: Görsel Dönem'den farklı olarak şekilleri çizip tanımakla birlikte şekillerin özelliklerini keşfetmeye başlarlar.

3. Düzey: 3 Formal Olmayan Sonuç Çıkarma (Informal Deduction)

Bu düzeydeki öğrenciler, sınıfta bulunan geometrik şekillerin özellikleri arasında ilişki kurabilirler. Mesela, "Şeklin dikdörtgen olması için tüm açılarının dik açı olması gerekir. Şekil kareyse tüm açıları diktir. Şekil kareyse bunun bir dikdörtgen olması gerekir" biçiminde akıl yürütme ve mantıksal tartışmaları yapabilirler. Bu düzeyde bulunan öğrenciler "böyle ise böyledir" şeklinde akıl yürütme yapabilir ve şekilleri minimum özelliklerine göre sınıflandırabilirler. Mesela, bir dörtgenin bir açısının dik olması dörtgen olması için yeterlidir. Bu düzeyde bulunan öğrenciler bir kanıt izleyebilir, ancak kendileri kanıt yapamayabilirler. Burada akıl yürütmelerden yararlanarak geometrik kavramlar arasında ilişkiler kurabilirler.

4. Düzey: 4 Tümevarım (Induction)

Bu düzeyde bulunan öğrenciler şekillerin özelliklerinin ötesini düşünebilir, karşılaştırabilir, tartışabilirler. Formal olmayan tartışmalar yapabilir; tümevarım yöntemini kullanarak akıl yürütme yapabilirler ve bu sistem içinde kendileri kanıt yapabilirler. Aynı teoremle ilgili farklı mantıksal akıl yürütmeleri birbirinden ayırt edebilirler. Sezgisel yaklaşımdan ziyade mantığa dayanan çıkarımlarda bulunmaktadır. Kavramları anlamlandırabilmek için ispat yapmanın gerekli olduğu bilincindedir.

5. Düzey: 5 İlişkileri Görebilme (Rigor)

Bu düzeyde bulunan öğrenciler farklı aksiyomatik sistemlerin farklılıklarını ve aralarındaki bağıntıları görebilirler. Bu aksiyomatik sistemleri bir çalışma alanı olarak görebilirler. Bu düzeyde olan ve bu sistemlere ilgisi olan bir öğrenci geometriyi çalışılacak bir alan olarak görebilir. Bu düzeyde bulunan öğrenciler farklı aksiyomatik sistemleri karşılaştırabilirler. Farklı aksiyomatik sistemlerin farklılıkları veya benzerlikleri bu öğrencilerin ilgi alanlarını oluşturmaktadır. Bu düzeydeki geometri genel olarak matematikle uğraşan üniversite seviyesindeki bir öğrencinin ulaşabileceği bir seviyedir (Aslaner, 2018).

1.3. Problem Cümlesi

Araştırmanın problem cümlesi; “ortaokul matematik öğretmenlerinin pergel-düzkenar ve dinamik yazılımları kullanarak temel geometrik çizim problemlerini çözme süreçleri nasıldır?” şeklindedir. Bu problem cümlesine ilişkin belirlenen alt problemler şöyledir:

1. Ortaokul matematik öğretmenleri temel geometrik çizimleri pergel-düzkenar materyallerini ve dinamik geometri yazılımlarını kullanarak nasıl oluşturmaktadır?
2. Katılımcı öğretmenlerin, bu iki aracın karşılaştırılmasıyla ilgili görüşleri nelerdir?
3. Katılımcı öğretmenlerin, çizimlere yönelik geçmiş deneyimleri nelerdir?
4. Katılımcı öğretmenlerin, geometrik çizimler konusunda karşılaştıkları problemler nelerdir?
5. Öğretmenlerin temel geometrik çizimler konusuyla ilgili görüşleri nelerdir?

1.4. Sayıtlar

Araştırma bulgularının etkili bir şekilde çözümlenmesi ve yorumlanması amacıyla;

1. Öğretmenlerin temel geometrik çizim beceri formuna ve yarı yapılandırılmış görüşme formuna samimi ve içten cevap verdikleri,

2. Öğretmenlerin belirtilen materyalleri kullanarak istendik yönlü ürünler üretebildiği, materyaller hakkında olumlu düşünceler belirttikleri ve materyallerin kullanımı hakkında kavramsal bilgilerinin yeterli olduğu,
3. Temel geometrik çizim beceri formunun kapsam geçerliliği konusunda başvuru uzman görüşlerinin yeterli olduğu varsayılmıştır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Yapılan çalışma; araştırmada elde edilecek veriler, kullanılacak ölçme araçları, belirlenen çalışma grubu ve çalışma grubunun görüşleri ile sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Dinamik Geometri Yazılımları: Cabri, Geogebra, Geometers' Sketchpad gibi geometri öğretimi için özel olarak geliştirilmiş ve DGY olarak ifade edilen yazılımların ortak adıdır (Moss, 2000).

Geometrik Oluşum: Pergel ve ölçüsüz cetvel (düzkenar) kullanarak geometrik şekilleri oluşturmak için gerekli standart prosedürlerdir (Lim-Teo, 1997).

Düzkenar: Verilen iki noktayı birleştirmek için kullanılan ve bir kenarı düz olan bir nesnedir.

Geometrik Çizim: Bir problemde, verilenleri ve istenilenleri problemin metnine uygun olarak bir veya birkaç kavramın tanımını ve özelliklerini göz önünde bulundurarak bir şekil üzerinde göstermektir.

Temel Geometrik Çizim: Bir kavrama ait bir özelliği vurgulamak ve bir şekil üzerinde göstermektir. Örneğin “bir doğru parçasının orta dikme doğrusunu çizmek, bir açının açıortay doğrusunu çizmek vb.”

2. KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, sırasıyla araştırmanın konusuyla ilgili kuramsal çerçeveye ve yapılmış araştırmaların bulgularına yer verilmiştir.

2.1. Geometrik Oluşum Süreci

Matematiğin gözle görülür bir alt öğrenme alanı olan geometriyi (Şahin, 2018) öğrencinin kavrayabilmesi için; geometrik kavramları zihninde anlamlandırması ve geometrik kavramların inşası sonucu ortaya çıkan görseli veya şekli yorumlayabilmesi gerekir. Burada belirtilen geometrik şeklin öğrenci tarafından kavranabilmesinin somut kanıtı kendi çıkarımları ile açıklayabilmesidir (Hangül ve Üzel, 2010). Bireyin bu yönde çıkarımlar yapması için pergel-düzkenar kullanarak, kareli veya izometrik kâğıt üzerine geometrik yapı inşa sürecini uygulaması; geometriyi anlamlandırmada alternatif bir yoldur. Bununla birlikte, pergel-düzkenar yardımı ile noktalı ya da izometrik kâğıtlar üzerine veya DGY kullanılarak oluşturulan geometrik çizimler matematik öğretmenleri tarafından göz ardı edilen bir durumdur (Karakuş, 2014).

Tablo 1: 2018 Ortaokul Matematik Öğretim Programında Yer Alan Geometrik Çizimlere İlişkin Kazanımların Sınıf Seviyesine Göre Dağılımı

Kazanım / Sınıf Seviyesi	5	6	7	8
Bir noktanın diğer bir noktaya göre konumunu yön ve birim kullanarak ifade eder.	X			
Bir doğru parçasına eşit uzunlukta doğru parçaları çizer.	X			
90°'lik bir açıyı referans alarak dar, dik ve geniş açıları oluşturur; oluşturulmuş bir açının dar, dik ya da geniş açılı olduğunu bilir.	X			
Bir doğruya üzerindeki veya dışındaki bir noktadan dikme çizer.	X			
Bir doğru parçasına paralel doğru parçaları inşa eder, çizilmiş doğru parçalarının paralel olup olmadığını yorumlar.	X			
Açılarına ve kenarlarına göre üçgenler oluşturur, oluşturulmuş farklı üçgenleri kenar ve açı özelliklerine göre sınıflandırır.	X			
Dikdörtgen, paralelkenar, eşkenar dörtgen ve yamuğun temel elemanlarını belirler ve çizer.	X			
Verilen bir alana sahip farklı dikdörtgenler oluşturur.	X			
Dikdörtgenler prizmasının yüzey açınımlarını çizer ve verilen farklı açınımların dikdörtgenler prizmasına ait olup olmadığına karar verir.	X			
Bir açıya eş bir açı çizer.		X		
Üçgenin alan bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer.		X		
Paralelkenarın alan bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer.		X		
Çember çizerek merkezini, yarıçapını ve çapını tanır.		X		
Dikdörtgenler prizmasının içine boşluk kalmayacak biçimde yerleştirilen birim küp sayısının o cismin hacmi olduğunu anlar, verilen cismin hacmini birim küpleri sayarak hesaplar.		X		
Verilen bir hacim ölçüsüne sahip farklı dikdörtgenler prizmalarını birim küplerle oluşturur, hacmin taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olduğunu gerekçesiyle açıklar.		X		
Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer.		X		
Bir açıyı iki eş açıya ayırarak açıortayı belirler.			X	
Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizer.			X	
Farklı yönlerden görünümüne ilişkin çizimleri verilen yapıları oluşturur.			X	
Üçgende kenarortay, açıortay ve yüksekliği inşa eder.				X
Üçgenin iki kenar uzunluğunun toplamı veya farkı ile üçüncü kenarının uzunluğunu ilişkilendirir.				X
Yeterli sayıda elemanın ölçüleri verilen bir üçgeni çizer.				X
Nokta, doğru parçası ve diğer şekillerin öteleme sonucundaki görüntülerini çizer.				X
Nokta, doğru parçası ve diğer şekillerin yansıma sonucu oluşan görüntüsünü oluşturur.				X
Çokgenlerin öteleme ve yansımalar sonucunda ortaya çıkan görüntüsünü oluşturur.				X
Eşlik ve benzerliği ilişkilendirir, eş ve benzer şekillerin kenar ve açı ilişkilerini belirler.				X
Benzer çokgenlerin benzerlik oranını belirler, bir çokgene eş ve çokgenler oluşturur.				X
Dik prizmaları tanır, temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımlarını çizer.				X
Dik dairesel silindirin temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımlarını çizer.				X
Dik piramidi tanır, temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımlarını çizer.				X

2018 matematik öğretim programında geometrik çizimlere ilişkin kazanımlar Tablo 1’de gösterilmiştir. Her ne kadar geometrik çizim süreci MEB ders programlarında ortaokul seviyesinden lise seviyesine kadar her sınıf düzeyinde yer alsa da başarılı bir şekilde kavratılamamaktadır (Erduran ve Yeşildere, 2010). Bu olumsuzluğun birçok nedeni olmasının yanında, temel neden matematik öğretmenlerinin akademik yetersizliğidir, diyebiliriz. Öğretmen adaylarının pergeli-düzkenar kullanılarak geometrik çizim süreçlerine olumsuz tutum geliştirmelerindeki sebepler; geçmiş deneyimler, şekilleri çizememeleri ve bu çizimlerin gereksiz olduğu kanaatinde olmalarıdır (Karakuş, 2014). Ayrıca matematik öğretmenin kendi eğitim öğretim yıllarında geometrik çizim kazanımlarına ilgisiz olması sürecin olumsuz ilerlemesinin başka bir sebebidir (Güven, 2006). Geometrik oluşum sürecine ilgisiz kalan birey kavramları zihninde anlamlandıramayacaktır. Duval (1998)’e göre bu durum oluşum basamağının atlanmasına, böylece geometri öğrenme sürecinin olumsuz etkilenmesine neden olacaktır. Bu bağlamda geometrik çizim uygulamalarının; bireyin geometri öğrenme becerisini geliştirmede temel etkenlerden biri olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin pergeli-düzkenar yardımı ile yaptıkları geometrik çizim uygulamaları; onlarda hem kazanımın kalıcı olması (Türnüklü ve Özcan, 2014) hem de eğlenceli bir geometri öğrenme ortamı oluşması (Şahin ve Keşan, 2020) için en ilkel yoldur. Ayrıca teknoloji tabanlı yapılandırılmış geometri öğrenme ortamlarında, dinamik yazılımlar kullanılarak geometri çizim uygulamaları öğrencilerin motivasyonunu artırır (Uğur, Urhan ve Arkün Kocadere, 2016), akademik başarıyı (Dikmen ve Tuncer, 2018) ve geometriye yönelik tutumu olumlu yönde etkiler (Bayturan, 2011). Bu çıkarımlarla birlikte sınıfın kalabalık olmasından sebeple öğrencilerin geometrik çizim uygulamalarının fazla zaman alacağından, eğitim öğretim programının yetiştirilemeyeceği kaygısından dolayı geometri öğrenme ortamının yapılandırılmaması gerçeği süreci olumsuz etkilemektedir (Güneş ve Baki, 2011). Söyleyebiliriz ki öğrenci sayısının artması geometrik çizim uygulamalarının uygulanabilirliğini kısıtlamaktadır. Ancak bu durumun aksi örnekleri de literatür çalışmalarında vardır (Ulusoy, 2019).

Geometri öğretiminde; temel unsurlardan araç gereç seçimi, öğretmen akademik bilgisi, öğretim yöntem-teknik, öğretmen tutumları vb. göz önünde bulundurulduğunda öğrenme sürecinin verimliliğini arttırmak muhtemeldir. Geometrik çizim süreci; hem pergeli-düzkenar yardımı ile kareli veya izometrik kâğıt kullanılarak hem de DGY

kullanılarak ülkemizde ders kitaplarında yer almaktadır. Bu çalışmalar ders kitaplarında önemle belirtilmiş, örnek gösterimlere yer verilmiştir (Ulusoy, 2019). Geometrik oluşum sürecinde pergel-düzkenar kullanılarak yapılandırılan öğrenme ortamları, DGY ile desteklenirse öğrencilerin geometriyi anlamlandırma süreçleri daha hızlı gelişir. Buna bağlı olarak öğrencilerin geometri öğrenme düzeyleri gelişir ve kavramlar arası ilişkiler kurması kolaylaşır (Yaman ve Şahin, 2014). Her ne kadar DGY kullanılarak oluşturulan geometri öğrenme ortamlarında başarı akademik yönde artış gösterse de pergel-düzkenardan yararlanılarak oluşturulan geometri öğrenme ortamlarında kazandırılmak istenilen becerilerin kalıcılığının daha fazla olduğunu söylemek mümkündür (Çiftçi ve Tatar, 2014).

Geometri öğretiminde yeni yaklaşımlar, yeni kuramlar ve yeni araç gereçler teknolojinin gelişmesi ile çok çeşitlilik göstermiştir (Şahin, 2018). Bu çeşitlilikten faydalanılması; öğrencilerin bu disiplini öğrenmelerinde ve anlamlandırmalarında oldukça etkilidir. Bizim çalışmamızda geometri öğretiminde alternatif bir yol olan DGY ile pergel-düzkenar kullanımının matematik öğretmenleri üzerinde ne gibi etkiler yarattığı öğrenilmek istenmiştir. Bu düşünceyle birlikte pergel-düzkenar ve DGY çizimleri çalışmamızın çatısını oluşturmuştur.

2.2. Geometri Öğretiminde Pergel-Düzkenar Kullanımı

Pergel-düzkenar kullanılarak yapılan geometrik çizimler uzun yıllardır süre gelen bir uygulamadır. Öklidyen geometrik uzayda yapılan bu uygulamalar aksiyomların görselleştirilmesine, uygulayan kişinin zihninde anlamlı bir yer edinmesine yardımcı olmaktadır (Lim Teo, 1997). Pergel-düzkenar kullanılarak yapılandırılan geometri öğrenme ortamlarında, geometrik çizim uygulamaları bireylerin zihninde anlamlı bir yer edinmekte ve kavramlar arasında ilişki kurma becerisini geliştirmektedir (Gür ve Kobak Demir, 2017). Geometrik çizim sürecinde pergel-düzkenar kullanılarak sadece geometrik şekiller oluşturulmaya çalışılmamış, bunun yanı sıra geometrik problemlerin çözüme kavuşturulması da amaçlanmıştır. Ayrıca pergel-düzkenar materyallerini aktif olarak kullanan öğrenciler gerçek hayatta karşılaşılabilecek güçlükleri çözmede geometri becerilerini anlamlı bir şekilde kullanmaktadır (Erduran ve Yeşildere, 2010). Geometri öğrenme

ortamlarında pergeli-düzkenar gibi materyaller kullanılarak geometrik yapıların çizimi ile anlamlı öğrenme gerçekleşmektedir (NCTM, 2000).

Bireyin geometrik şekillerle ve geometrik kavramlarla tanışması çok küçük yaşlardadır (Şahin, 2018). Bu yaş ilerledikçe tanışma yerini aile ortamından okul ortamına bırakır. İlkokul sıralarında başlayan geometri öğrenme süreci bireyin eğitim öğretim hayatı boyunca devam eder. Bu süreçte formal olarak düzenlenmiş eğitim öğretim programları içerisinde geometrik kavramlar; bireyin bilişsel düzeyine uygun olacak biçimde, belirli bir sırayla kazandırılmaya çalışılır. Bu hedef doğrultusunda programın içerisindeki kazanımları öğrenciye aktarma görevi matematik öğretmenlerine düşmüştür. Bu aktarımı yaparken matematik öğretmenin izleyeceği yol çok önemlidir. Seçilecek yöntem ve teknikler; öğrenciye mesajın en verimli şekilde ulaşmasını sağlamalıdır (Çetingöz ve Cantürk Günhan, 2011). Özellikle geometri öğretiminde seçilecek yöntemler öğrenciyi sürece dâhil edebilir nitelikte olmalıdır (Şahin, 2018). Bu bağlamda; kareli veya izometrik kâğıt üzerine öğrencinin pergeli-düzkenar materyallerini kullanarak istenilen çizimleri yapması elzemdir.

Geometri öğrenme ortamlarında pergeli-düzkenar gibi somut nesnelerin kullanımı öğrencilerin motivasyonunu artırır ve öğrenmeyi eğlenceli hale getirir (Clements, 1999). Geometrik kavramların çizim sürecinde pergeli-düzkenar kullanımının öğrenci motivasyonunu arttırdığı literatürde yapılan birçok çalışmada görülmüştür (Gür ve Kobak Demir, 2017; Uğur, Urhan ve Arkün Kocadere, 2016). Ancak burada öğretmenin dikkat etmesi gereken husus; öğrencilerin uygulama yaparken pergeli-düzkenar kullanımından haz duymalarından ziyade, pergeli-düzkenar kullanımında geometrik düşünme becerisinin geliştirilmesi amacıyla bu materyallerin kullanımının öğrenciler tarafından anlaşılmasıdır (Erduran ve Yeşildere, 2010).

Kareli veya izometrik kâğıtlar üzerinde pergeli-düzkenar ile çizimler yapılması MEB eğitim programında ortaokul her yaş düzeyinde bulunmaktadır. Öğretmenlerin, öğrencileri yönlendirirken zorlanmaması ve nitelikli bir şekilde programda var olan kazanımı aktarabilmesi için duruma hâkim olması gerekliliği göz ardı edilmemelidir (Yeşildere, 2010). Bu durum da öğretmenin akademik birikimi ile alakalıdır. Pergeli-düzkenar kullanımı ile yapılandırılmış geometri öğrenme ortamlarında matematik öğretmenin geometrik çizim sürecini anlamlandırması gerekir. Buna bağlı olarak

matematik öğretmeninin yaratıcılık becerisi gelişmiş olmalıdır. Geometrik yapıların çizim sürecinde öğretmenin geometriyi anlamlandırma düzeyi önemli bir husustur (Yıldız ve Baltacı, 2017). Öğretmenin kendi eğitim öğretim sürecinde geometrik oluşum ile ilgili uygulamaları, geometrik kavramları anlamlandırması için bir gerektir. Bu bağlamda, geometrik yapılar oluşturulurken bireylerin önceden edindiği bilgiler ve deneyimler; bireyin süreci daha rahat tamamlamasına, oluşturulan ürünün anlamlı hale gelmesine, bireyde problem çözme becerisine olumlu katkı sağlanmasına yol açacağı aşikârdır. Bu düşünceden hareketle matematik öğretmenlerinin geometrik yapı çizim süreçlerinde deneyim kazanacağı uygulamalara sıklıkla yer verilmelidir (Ulusoy, 2019).

Smart (1998)'de yapılan çalışmada; geometrik şekillerin inşa sürecinde bir takım adımların olduğu bulgusuna varmıştır. Örneğin, düzkenar kullanılarak çizilen bir doğru parçasına, doğru parçasının dışında bir nokta belirlenerek bir dikme indirmek için; pergeldüzkenar kullanan öğrencinin geometrik düşünme becerisinin hangi düzeyde olduğunu öğrenmek mümkündür. Karakuş (2014)'te yapılan çalışmada eğer öğrenci bu durumu sadece düzkenar kullanarak yapıyor ise analiz ediyor demektir. Eğer pergeldüzkenar kullanımı yaparak dikme oluşturuyorsa hem analiz etme hem de organize etme becerilerine ulaşmış olmaktadır. Bu bağlamda pergeldüzkenar kullanılarak geometrik yapıların inşa sürecinde öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleri dikkate alınmalıdır. Bu yönlü çalışmalar yaparken sürecin beklendik sonuçlarla tamamlanması için ön koşul; öğrencinin temel geometri bilgilerinin eksiksiz olmasıdır. Pergeldüzkenar materyalleri kullanılarak oluşturulan geometri öğrenme ortamları öğretmen merkezli değil, öğrenci merkezli olacak şekilde yapılandırılırsa öğrencilerin beklendik davranışları göstermesi daha olasıdır (Erduran ve Yeşildere, 2010). Burada kastedilen öğretmenin rehber olması, öğrencinin süreci yapan kişi olmasıdır.

2.2.1. GOS'da Pergel-Düzkenar Kullanımı Literatür Çalışmaları

Aydoğdu İskenderoğlu ve Akşan Kılıçaslan (2021)'de yaptığı çalışmada sınıf öğretmeni adaylarında iki boyutlu geometrik kavramların tanım ve şekil bilgilerinin ne derece bulunduğu belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada karma yöntemlerden betimsel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın katılımcıları 116 sınıf öğretmeni

adayıdır. Katılımcılara 12 tane geometrik kavramın olduğu form uygulanarak öğretmen adaylarından bu kavramların tanımları ve çizimleri yapmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının çizim yapmada tanım yapmaya göre daha başarılı oldukları görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının tanım ve çizim yapmada bazı eksiklerinin olduğu da belirlenmiştir.

Deniz ve Kabael (2021)'de yaptığı çalışmada 6. sınıf öğrencilerinin temel geometrik çizimleri oluşturması sürecinde kavramsal alt yapı ve dinamik düşünme yollarını destekleyen bir öğrenme ortamı tasarlanması ve öğrencilerin bilişsel gelişim düzeylerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma nitel araştırma yöntemlerinden tasarım tabanlı bir araştırmadır. Araştırmanın katılımcılarını kırsalda bulunan bir devlet okulunun 12 altıncı sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmanın veri toplama araçları bireysel ve grup çalışma kâğıtları, derslerin video kayıtları, ödevlendirme kâğıtları ve odak katılımcılarla gerçekleştirilen klinik görüşmelerdir. Araştırma öncesinde temel geometrik çizimlere yönelik bir açık uçlu test hazırlanmıştır. Bu test aracılığıyla amaçlı örnekleme yoluyla odak katılımcılar belirlenmiştir. Araştırma hazırlık ve tasarım aşaması, öğretim deneyi ve geriye dönük analiz olmak üzere üç düzeyde gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak;

- ✓ Bir çizimin farklı yön ve doğrultularda oluşturulabilmesi,
- ✓ Oluşum sürecinde geometrik çizimlerin değişen ve değişmeyen yönlerin dikkate alınması,
- ✓ Pergel açıklığının ne kadar olacağının yorumlanabilmesi,
- ✓ Muhtemel noktaların tümü kullanılarak çember veya bir kısmı kullanılarak yay oluşturulabilmesi,
- ✓ Çizimlerin oluşturulması sürecinde değişiklik yapılabilmesi ve yapılan bu değişikliklerin yorumlanıp savunulabilmesi

gibi bilişsel düşüncelerin desteklenmesinde dinamik geometrik çizimlerin önemli olduğu görülmüştür. Çizimleri sadece işlemsel olarak oluşturup matematiksel gerekçe üretemeyen öğrencilerin daha çok sabit düşünme süreçleri ortaya koydukları belirlenmiştir. Sadece analiz ve oluşum basamakları ile sınırlandırılan öğrenme ortamlarının kavramsal olarak üst düzey çizimler meydana getirmede yetersiz kaldığı görülmüş ve bu nedenle dinamikleşen düşünme süreçlerinin gelişmesine imkân tanıyan ispat ve tartışma basamaklarını içeren öğrenme ortamları tasarlanmasının önemli olduğu görülmüştür.

Bayram ve Duatepe Paksu (2019)'da yaptığı çalışmada öğrencilerin paralel ve dik doğruların belirlenmesi ile bu doğruların çizimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma nitel araştırma yöntemlerinden özel durum çalışması şeklinde desenlenmiştir. Çalışmanın örneklemini 33'ü erkek, 28'i kız olmak üzere 61 altıncı sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Öğrencilerin paralel ve dik doğru çizme durumlarını ortaya çıkarabilmek için dört sorudan oluşan bir ölçek oluşturulmuş ve öğrencilere uygulanmıştır. Çalışmanın neticesinde uzamsal düşünme becerisi gerektiren çizimlerin birçok öğrenci tarafından oluşturulamadığı, yatay ve dikey çizimlerin oluşumunda zorluk yaşanmazken, eğimli çizimlerin oluşumunda öğrencilerin zorlandığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Yapılan çalışmadan hareketle pergeli-düzkenar materyalleri kullanılarak hazırlanmış geometri öğrenme ortamlarında; geometri düşünme becerisinin geliştirildiği fikrine dayandırılarak istenilen çizimlerin öğrenciler tarafından doğru bir şekilde oluşturulacağı söylenebilir. Bu bağlamda, çalışmamızdan beklediğimiz sonuç, pergeli-düzkenar kullanılarak geometri oluşum süreci öğrencilerin geometrik düşünme becerilerini olumlu yönde geliştirir.

Gür ve Kobak Demir (2017) öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada; pergeli-cetvel kullanılarak yapılan temel geometrik çizimlerin Van Hiele geometrik düşünme seviyelerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden deneysel desen kullanılmış ve tek grup öntest-sontest şeklinde desenlenmiştir. Çalışmanın örneklemini 72 matematik öğretmen adayı oluşturmuştur. Öğretmen adaylarına temel geometrik çizimler içeren çalışma yaprakları verilerek pergeli-cetvel aracılığıyla çizimleri yapmaları istenmiştir. Çalışmada Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi ve Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği uygulamadan önce ve sonra uygulanarak öğretmen adaylarından veriler toplanmıştır. İlişkili örneklem t testi sonucunda uygulama sonrasında öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Tutum düzeyleri açısından ise iki faktörlü ANOVA yapılmış ve anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Çalışma göstermektedir ki geometri öğrenme ortamlarında pergeli-düzkenar kullanımı ile geometrik düşünme seviyeleri geliştirilebilir.

Türnüklü ve Özcan (2014)'te yapılan çalışmada farklı geometri düşünme seviyelerinde bulunan öğrencilerin bilgiyi oluşturma süreçlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinden örnek olay çalışması kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini 118 katılımcı arasından seçilen 2 yedinci sınıf öğrencisi

oluşturmaktadır. Araştırmacılar tarafından hazırlanan açık uçlu dokuz problem arasından bir problem öğrencilere sorulmuştur. Ayrıca gözlem ve yapılandırılmamış görüşme yoluyla probleme ilişkin öğrencilerin görüşleri alınmıştır. Geometri öğrenme becerisi düşük olan öğrencinin geometrik kavramları anlamlandırma sürecinde bir takım zorluklar yaşarken, geometri öğrenme becerisi yüksek olan öğrencinin yöneltilen geometri problemlerine verdiği cevaplar istendik yönlüdür. Bu alan yazından da anlaşılabileceği üzere bireylerin geometrik kavramları anlamlandırma süreçleri farklılık gösterebilir. Bu bağlamda yaptığımız çalışmadaki öğretmenlerin yöneltilen geometrik problemlere vereceği cevapların farklılık göstermesi olasıdır.

Kazu ve Yeşilyurt (2008)'de yaptığı çalışmada öğretmenlerin öğretim araç-gereçlerini kullanım amaçları belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın örneklemini Türkiye'nin Elazığ ilinde devlet ve özel okullarda görev yapan 430 ortaokul öğretmeni oluşturmuştur. Öğretmenlere 18 maddeden oluşan üçlü likert tipi anket ölçeği uygulanmıştır. Bu çalışmayla öğrencilerin akademik başarısının artırılması, derslerin daha zevkli olması ve derslerden alınan verimin artması için farklı ders araç-gereçlerinin kullanılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Görülmektedir ki geometrik oluşturma sürecinde pergel-düzkenar materyallerin öğrenme ortamlarında kullanılması önem arz etmektedir.

Güven (2006)'da yapılan çalışmada geometrik çizimlerde açıölçer-katlama ve pergel-cetvel araçlarının kullanılmasının öğrencilerin Van Hiele geometri anlama seviyelerine, geometrik çizimlerdeki başarılarına ve tutumlarına etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma nicel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel olarak desenlenmiştir. Çalışmanın örneklemini 61 yedinci ve sekizinci sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Bu öğrencilerden 30 yedinci sınıf öğrencisi deney grubunu ve 31 sekizinci sınıf öğrencisi kontrol grubunu oluşturmuştur. Yapılan çalışmada altı hafta boyunca her iki gruptan rast gele 4 öğrenci seçilerek Van Hiele geometrik düşünme seviyeleri belirlenmiştir. 10 soruluk geometrik çizimler konusu başarı testi; seçilen bu iki gruba ve geometrik çizimler konusunu hiç görmemiş bir gruba uygulanmıştır. Ayrıca 15 soruluk 5'li likert tipi geometri tutum anketi deney ve kontrol gruplarına uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda geometrik çizimler konusu öğretilen deney grubunun akademik başarısı ile geometrik çizimler konusu öğretilmeyen kontrol grubu öğrencileri arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık vardır. Bununla birlikte, deney grubu

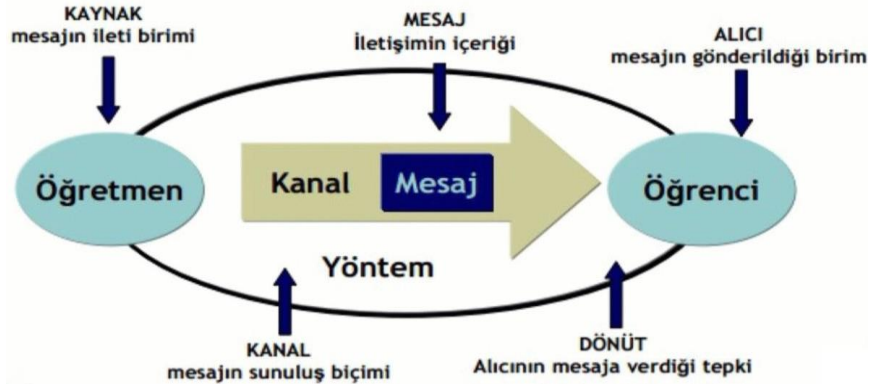
öğrencilerinin geometriye yönelik tutumları ile kontrol grubu öğrencilerinin geometriye yönelik tutumları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık oluşmuştur. Çalışmadan hareketle farklı araç gereçler kullanılarak başarının artırılması sağlanabilir ve öğrencilerde geometriye yönelik olumlu yönde tutum gelişebilir.

2.3. GOS’da DGY ve Teknoloji Kullanımı

Teknolojik gelişmeler yaşamımızın her bölümünde olduğu gibi geometri öğretimi alanında da kendini göstermiş, bu alanda yapılan uygulamalarda da teknolojiyi kullanmayı zorunlu kılmıştır (Köksal ve Yaman, 2012). Ayrıca teknolojinin günümüz dünyasında oldukça kolay bir biçimde ulaşılabilir olması, DGY’lerin kullanışlı olmasını beraberinde getirmiştir (Şahin ve Keşan, 2017). Alternatif öğrenme ortamları oluşturularak tasarlanmış eğitim öğretim süreçlerinde öğrenmenin daha kolay olduğu, eğlenceli olduğu ve derse yönelik tutumun olumlu geliştiğini söylemek mümkündür (Şahin ve Keşan, 2020). Bu yüzden DGY’lerin kullanımı geometri öğrenme ortamlarında alternatif bir yol olarak önemli bir yer tutmaktadır. DGY öğrencilere hem iki boyutlu hem de üç boyutlu çizimler yapma imkânı sunmaktadır (Öçal ve Şimşek, 2017). Geometri öğrenme ortamlarında DGY kullanılarak oluşturulan etkinlikler, öğrencilerin geometrik inşa ve gerekçe sunma konusunda farkındalıklarını arttırmada kullanılabilecek önemli öğretim materyalleridir (Ulusoy, 2019). DGY kullanabilme yetisi bireyin üst düzey düşüncelerine fırsat sağlamakta ve kavramlar arasında ilişki kurmasına yardımcı olmaktadır (Baydaş, 2010).

Teknolojik gelişmeler her ne kadar çağın gereklerini karşılarsa da eğitimde kullanılan teknolojik materyallerin T.C.’de aktif olarak görev yapan matematik öğretmenleri tarafından verimli bir şekilde kullanıldığını söylemek oldukça güçtür (Köse ve diğerleri, 2012). Matematik öğretmen adayları yetiştirilirken; ders programında var olan özel öğretim yöntemleri, öğretim teknolojileri ile materyal tasarlama derslerinde geometrik yazılımlar ve pergel-düzkenar kullanımının öğretilmesi amaçlanmaktadır. Her ne kadar bütün adayların bu becerileri öğrendikleri düşünülse de, bu düşünce gerçekçi bir yaklaşım değildir (Pamuk ve diğerleri, 2013). Buna bağlı olarak MEB bünyesinde hizmet içi eğitimler düzenlenerek öğretmenlere teknoloji kullanma becerisi kazandırılmak istense de süreçten olumlu dönüşler alınamamıştır (İnan, 2006). Diğer yandan geometrik

şekillerin inşasında DGY'lerin kullanılması ve bu yönlü uygulamaların yapılması teknolojik gelişmelerin hız kazanması ile daha cezbedici bir hal almıştır. Yine bu düşünceler ile birlikte matematik öğretmeni adaylarının teknoloji destekli geometri öğretim ortamları oluşturmaları üniversitede aldığı eğitim öğretim programında mevcuttur.



Şekil 2: İletişim Şeması

Bu bağlamda; teknoloji ile iç içe olan hedef kitle DGY kullanılarak oluşturulan geometri öğrenme ortamlarında daha ilgili, daha heyecanlı ve daha duyarlı derse odaklanacaktır. Bu geometri öğrenme ortamlarını oluşturabilmek için matematik öğretmenlerinin konuya hâkim olması son derece önemlidir (Ulusoy, 2019). İyi yapılandırılmamış bir öğrenme ortamı öğrencilerde kalıcı kavram yanılgılarına sebebiyet verebilir. Bununla birlikte öğrencinin o derse yönelik tutumlarında istenmedik etkiler yaratabilir (Şahin ve Keşan, 2020).

Okullarda “Fatih Projesi” kapsamında her sınıfta akıllı tahta olması, öğrencilere tablet dağıtılması ile birlikte teknoloji ile iç içe olan öğrencilere DGY ile geometri öğretim ortamı oluşturulması daha kolay hale gelmiştir (Yaman ve Şahin, 2014). Ancak söz konusu geometri öğrenme ortamları oluşturulurken etkinlikleri tasarlayan matematik öğretmenin öğrencilere kazandırılması beklenen davranışları açık ve anlaşılır bir şekilde ortaya koyması esastır. Burada öğrenci teknolojik cihazları vakit geçirme veya oyun makinesi gibi düşünmemeli, etkinlikten beklenen becerilerin farkında olarak istedik dönütler sunmalıdır. Teknolojinin eğitime entegre edilmesi gerekliliğinin (Tatar, Akkaya ve Kağızmanlı, 2011) geometri öğretiminde DGY'lerin kullanılabilirliğini arttırdığı söylenebilir. DGY ile yapılandırılan sınıf ortamlarında öğrenciler geometri

kazanımlarını uygulama yaparak daha kolay anlamlandırabilirler. Bireyin zihninde anlamlandırdığı olgular, kavramlar yaşantısı boyunca alacağı kararlara yön verecek, bireyin problemlerini çözmede yardımcı olacaktır (Şahin, 2018).

2.3.1. GOS’da DGY ve Teknoloji İle İlgili Literatür Çalışmaları

Aydın (2021)’de yaptığı çalışmada DGY olan Cabri Geometri yazılımı ile oluşturulan çizim çalışmalarının, 7. sınıf geometri öğretiminde öğretim sürecinin ayrıntıları ile öğrenci görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden eylem araştırması deseni kullanılmıştır. Araştırmanın katılımcıları kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırmanın katılımcıları Kocaeli’nin Çayırova ilçesinde bulunan bir devlet okulundaki 12 yedinci sınıf öğrencisidir. Çalışmanın veri toplama araçları çalışma kâğıtları, araştırmacı günlüğü notları, bilgisayar ve video ekran kayıtları ve yarı yapılandırılmış görüşme formudur. Çalışmadaki veriler içerik analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmada Cabri’de yapılan görsel modelleme etkinliklerinin öğrencilerde geometrik çizimlere yönelik farklı bir bakış açısı ve geometrik çizimlere ilişkin öğrencilerde olumlu tutum oluşturduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

İlhan ve Aslaner (2020)’de yaptığı çalışmada geometri öğretiminde DGY kullanımının matematik öğretmen adaylarının başarılarına etkisinin araştırılması ve bu öğretim sürecinde öğretmen adaylarının görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden tek gruplu öntest-sontest deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcılarını 24’ü kadın, 12’si erkek olmak üzere 36 matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Arşarırmada kullanılan veri toplama araçları araştırmacılar tarafından geliştirilen geometri başarı testi ve yapılandırılmış görüşme formudur. Çalışmada öntest ve sontest puanları arasında sontest lehine anlamlı bir farklılık bulunduğu, ancak cinsiyet değişkeni açısından anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarının görüşleri analiz edildiğinde; öğretim sürecinde DGY kullanımının soyut kavramları somutlaştırdığı, dersin eğlenceli olmasını sağladığı, anlatılan konularla günlük yaşam arasında ilişkilerin kurulması gibi olumlu

görüşler elde edilmesinin yanında bilgisayar kullanımından kaynaklı bazı zorlukların yaşanması gibi olumsuz görüşler de elde edilmiştir.

Akgül (2014)'te yaptığı çalışmada öğrencilerin dönüşüm geometrisi konusunda DGY kullanımının akademik başarıya, geometrik düşünmeye ve öğrencilerin matematik ile teknolojiye yönelik tutumlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma nicel araştırma yöntemlerinden statik grup öntest-sontest olarak desenlenmiştir. Özel okulda öğrenim gören 17'si kız, 17'si erkek toplam 34 sekizinci sınıf öğrencisi çalışmanın örneklemini oluşturmaktadır. Bu okulda iki sınıf rast gele seçilmiş ve eşit sayıda olmak üzere deney ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Dönüşüm geometrisi deney grubuna Geogebra kullanılarak, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yöntemiyle öğretilmeye çalışılmıştır. Matematik başarı testi ve teknoloji ile matematiğe yönelik tutum ölçeği kullanılarak veriler toplanmış ve analiz edilmiştir. Çalışma sonunda başarı testinde deney grubu lehine anlamlı bir farklılık varken, tutum ölçeğinde anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Çiftçi ve Tatar (2014)'te matematik öğretmen adaylarının doğrular ve açılar konusunda, pergel-cetvel materyalleri ve DGY kullanılarak yapılan geometrik çizimlerin başarıya etkilerinin karşılaştırılması ve bu araç-gereçler hakkındaki görüşlerini belirlemek amaçlanmıştır. Deney-1 grubunda (DGY) 24 ve deney-2 grubunda (pergel-cetvel) 31 olmak üzere 55 matematik öğretmen adayı çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Çalışmanın verileri ön test ve son test olarak uygulanan başarı testinden ve yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilmiştir. Deney-1 ve deney-2 grubundaki öğretmen adayları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak her iki aracın da başarıya olumlu yönde katkı yaptığı belirlenmiştir. Deney-1 grubunda DGY'lerin zamandan tasarruf sağladığı, karışık çizimlerde avantajlı olduğu; deney-2 grubunda ise pergel-cetvelle daha kalıcı öğrenme olduğu ve bu araçların kullanılmasının öğrenme ortamını eğlenceli hale getirdiği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Köse ve diğerleri (2012)'de yapılan çalışmada geometrik yazılımlardan TI-Nspire CAS kullanımı ile desteklenmiş bir öğrenme ortamının geometrik oluşumları muhakeme yoluyla nasıl gerçekleştirdikleri, hangi stratejileri kullandıkları araştırılmak istenmiştir. Çalışmanın örneklemini 77 matematik öğretmen adayı oluşturmuştur. Ön testte üç açık uçlu soru yer almış ve matematik öğretmen adaylarından bu soruları pergel-cetvel araçlarını kullanarak çizimleri istenmiştir. Sonra geometri dersleri geometrik çizimlerin

gelişmesi amacıyla TI-Nspire CAS kullanımıyla teknoloji destekli olarak işlenmiştir. Son olarak matematik öğretmen adaylarına önceki testten farklı aynı kazanımları içeren üç açık uçlu soru son test olarak uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler incelendiğinde TI-Nspire CAS ile desteklenen öğretim sürecinin, pergeli-cetveli ile gerçekleştirilen geometrik çizimlerde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Geometri öğretiminde DGY kullanılarak yapılandırılan öğrenme ortamlarında geometri öğrenme süreci istenilen davranışların öğrenciye kazandırılması için alternatif bir yol teşkil etmektedir.

Barutçu Akyar (2010)'da yapılan çalışmada Öklid geometrisinin öğretiminde DGY kullanımının lise öğrencilerinin akademik başarılarını ve geometriye yönelik tutumlarını nasıl etkilediğini araştırmak amaçlanmıştır. Çalışma nicel araştırma yöntemlerinden son test kontrol gruplu yarı deneysel olarak desenlenmiştir. 31'i DGY ile geometri öğretimi yapılan deney grubu ve 30'u geleneksel öğretim ile geometri öğretimi yapılan kontrol grubu olmak üzere 61 on birinci sınıf öğrencisi çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Özel dörtgenler konusu 5 hafta boyunca her iki gruba işlenmiştir. Sonra her iki gruba özel dörtgenler ile ilgili başarı testi ve geometriye yönelik tutum ölçeği uygulanmıştır. Veriler analiz edildiğinde gruplar arasında geometri başarıları yönünden anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Ayrıca öğrencilerin geometriye yönelik tutumlarında deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlardan DGY kullanımının geometri üzerine yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülebilir.

2.3.2. Pergel-Düzkenar ve DGY Kullanılarak GOS'un Karşılaştırılması

Geometrik yapıların çizim sürecinde, sadece pergeli-düzkenar veya DGY kullanılarak oluşturulan geometri öğrenme ortamları vardır, diyemeyiz. Bunlara alternatif olarak her iki yöntemin de birlikte olduğu geometri öğrenme ortamları da tasarlanabilir. Bizim çalışmamızda uygulayacağımız yöntemlerin çıkış noktası bu düşünce olmuştur. Ayrıca bu düşüncenin varlığı yapılan literatür çalışmalarında mevcuttur.

Ulusoy (2019)'da altmış sekiz matematik öğretmen adayı ile yaptığı çalışmada; öğretmenlerin geometrik oluşum süreçlerinde 4 ayrı faktör altında farkındalık oluşacağı sonucuna ulaşmıştır. Bunlar;

1. Geometrik inşa için sağlam dayanaklar sunmanın gerekliliğini fark etme,
2. Yanlış varsayımların geometrik inşalardaki etkisini fark etme,
3. Alternatif inşa yöntemlerini fark etme ve
4. Dinamik geometri yazılımı ile pergel ve düzkenarın geometrik inşa ve ispatlamadaki rolünü fark etme şeklinde sıralanmıştır.

Bu farkındalığın ortaya çıkması pergel-düzkenar materyalleri ve DGY kullanılarak oluşturulan yapıların oluşum süreçlerinin mukayese edilmesi ile ilişkilendirilmiştir. Böylece matematik öğretmenlerinin geometri öğrenme ortamlarında farklı iki materyal kullanılarak yapılandırılmış ders içeriğindeki etkinlikleri kavramış ve çalışma sonucunda istedik yönlü dönütler vermişlerdir. Bu bağlamda düşünüldüğünde bizim çalışmamızda kullanmayı hedeflediğimiz geometrik yapı inşa materyalleri sıkça kullanılan, kullanıldığında olumlu ürünler ortaya koyan geometri öğrenme ortamı araçlarıdır.

Yolcu ve Kurtuluş (2010)'da altıncı sınıf yirmi öğrenci ile yapılan çalışmada izometrik kâğıt üzerine inşa edilen birim küplerin perspektif çizimleri yapılırken, öğrencilerin üç boyutlu cisimlerin görünümlerinde hatalara rastlanmıştır. Ancak aynı çizimlerin bilgisayar ortamında çizim programı kullanılarak yapılmasında öğrenciler hem üç boyutlu uzayın görünümünü daha anlamlı bulmuş hem de çizimlerde hatalara az rastlanmıştır. Ayrıca bilgisayar ortamında yapılan çizimler sonucunda öğrencilerin görselleştirme becerilerinin geliştiği görülmüştür. Bu çalışmadan hareketle pergel-düzkenar kullanılarak izometrik kâğıt üzerine geometri yapı inşası ile DGY kullanılarak geometri yapı inşası karşılaştırıldığında geometri düzey becerileri arasında bir fark yaratacağını söyleyebiliriz. DGY kullanılarak oluşturulan geometri öğrenme ortamlarında öğrenciler daha beklendik çıkarımlar yapacak, daha istedik ürünler üretecektir.

Söyleyebiliriz ki her iki yönteminde avantajları ve dezavantajları vardır. Ancak kullanım şekline, tasarlanan etkinliğin içeriğine, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerine vb. birçok etkenin bu avantajları ve dezavantajları meydana getirdiğini söylemek mümkündür. Ayrıca kavramların oluşum sürecinde tasarlanan geometri

öğrenme ortamındaki alıcıların yaş aralığı seçilecek yöntemin seçiminde dikkat edilmesi gereken başka bir husustur.

3. YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın modeli, katılımcıları, değişkenler, uygulama süreci, uygulama ortamı ve verilerin analizi ile ilgili açıklamalara yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırmanın problemi; ortaokul matematik öğretmenlerinin pergel-düzkenar ve dinamik yazılımları kullanarak temel geometrik çizim problemlerini çözme süreçlerinin nasıl olduğudur. Ortaokul matematik öğretmenlerinin geometrik çizim problemlerini çözme süreçlerini derinlemesine incelemek amaçlandığından nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması tercih edilmiştir.

Bu tür çalışmalarda kişi, sınıf ya da toplumun karakteristik özellikleri “niçin” ve “nasıl” soruları ile ele alınarak derinlemesine analiz edilerek incelenir (Cohen, Manion ve Morrison, 2000). Durum çalışmaları desenlerinden olan bütüncül tek durum deseni çalışmalarında tek bir kişi veya benzer özelliğe sahip bir grubun incelenmesi hedeflenmektedir. Bu tür çalışmalar kritik bir durumun ayrıntılı açıklanmasına imkân sağlar (Yin, 2013).

Öğretmenlerin geometri konuları arasında önemli bir yer tutan geometrik çizimlerle ilgili durumlarının incelenmesi, tekli bir durum çalışması özelliği göstermektedir. Ayrıca bu desen, aynı durumu açıklayan alternatif açıklamalara da imkân sağlayacaktır (Yin, 2013). Dolayısıyla, geometrik çizimlerde yapılan farklılıklara alternatif açıklamalar getirilebilecektir.

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın katılımcıları, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Malatya ilinde farklı okullarda görev yapan yedi ortaokul matematik öğretmeni olarak belirlenmiştir. Ancak küresel dünyayı olumsuz etkileyen Covid-19 salgınından dolayı çalışma grubu üç ortaokul matematik öğretmeni ile tamamlanmıştır. Bu öğretmenler seçilirken, araştırmacının kolay ulaşabileceği bir örneklemden verilerin toplanması amaçlandığından uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2018). Katılımcılara araştırmanın amacından bahsedilmiş ve katılımcılar gönüllülük esasına göre çalışmaya katılmayı kabul etmişlerdir.

Tablo 2: Katılımcıların Demografik Özellikleri

Katılımcılar	Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃
Cinsiyet	Erkek	Bayan	Erkek
Meslekte Geçirilen Süre (10 yıl)	Az	Az	Az
DGY Kullanımı	Evet	Evet	Hayır
Okulda Akıllı Tahta Olması	Evet	Evet	Evet
Akıllı Tahta Kullanımı	Evet	Evet	Evet

Katılımcıların 2'si erkek ve biri bayan olup, mesleki deneyim açısından 10 yıldan az deneyime sahiplerdir. Sadece Ö₃ DGY kullanmayı bilmezken, her üç katılımcı da akıllı tahtayı kullanmayı bilmektedir.

3.3. Veri Toplama Araçları

3.3.1. Temel Geometrik Çizim Beceri Formu

Öklid'in (M.Ö. 300'lü yıllar), "Öklid'in Elemanları" (Sertöz, 2020) kitabında bulunan temel geometrik çizimler içerisinden,

1. Verilen bir doğru parçasının orta dikmesini çizme.
2. Bir açının açıortayını çizme.
3. Aynı doğru parçasını kullanarak eşkenar üçgen ve kare çizme.
4. Çemberin merkezini bulma ve
5. Çember dışındaki bir noktadan çembere teğet çizme

problemleri seçilerek beş soruluk bir temel geometrik çizim beceri formu (TGÇBF) oluşturulmuştur. Bu formun kapsam ve görünüş geçerliğini sağlamak için matematik eğitimi alanında bir öğretim üyesine, bir doktora öğrencisine, iki matematik öğretmenine ve bir Türkçe öğretmenine danışılarak uzman görüşleri alınmıştır. Uzmanlardan alınan görüşler neticesinde soru sayılarına dikkat edilerek güvenilirlik sağlanmaya çalışılmıştır.

Uzmanlardan alınan görüşler neticesinde TGÇBF’de bulunan hatalar giderilerek forma son hali verilmiştir. Formun açık ve anlaşılır, ölçülmek istenen beceriye yönelik olduğu belirlenmiştir. Bu da formun güvenilir ve geçerli olduğunu göstermektedir.

3.3.2. Görüşme Formları

Dört soruluk yarı yapılandırılmış görüşme formu (YYGF), TGÇBF oluşturulurken başvuru aynı uzman ve öğretmenlere danışılarak oluşturulmaya çalışılmış ve uzmanlardan alınan dönütlere göre görüşme formuna son hali verilmiştir. YYGF’nin geçerliği ve güvenilirliğini artırabilmek için Miles ve Huberman (1994)’te geliştirmiş olduğu kodlayıcılar arası uzlaşma yüzdesi formülü kullanılmıştır.

$$Uzlaşma\ Yüzdesi = [(Görüş\ Birliği) / (Görüş\ Birliği + Görüş\ Ayrılığı)] \times 100$$

$$Uzlaşma\ Yüzdesi = [(18) / (20)] \times 100$$

$$Uzlaşma\ Yüzdesi = 90$$

Kodlama güvenilirliğinin %90 ve üzeri olduğu durumlarda güvenilirliğin sağlandığı söylenir. Kodlayıcılar bir araya gelerek uyuşma sağlanamayan noktalar üzerinde tartışmış ve uzlaşma sonucuna göre yeniden kodlama yaparak bulguları oluşturmuşlardır. Formun Miles ve Huberman (1994)’te geliştirmiş olduğu uzlaşma yüzdesi %90 olarak hesaplanmıştır.

Katılımcıların YÖK ders programında var olan “Matematik Öğrenme ve Öğretim Teknolojileri, Matematik Eğitiminde Materyal Tasarımı” derslerinde pergel-düzkenar yardımı ile geometrik çizim uygulamalarına aşina oldukları ve geometrik yapıları bu materyallerle oluşturabildikleri öngörülmüştür. Katılımcılara 3 hafta sonu Covid-19

salgınından dolayı Zoom programı üzerinden Geogebra yazılımı tanıtılmış ve bu yazılım kullanılarak değişik uygulamalar yapılmıştır. Yapılan uygulamalardan sonra YYGF ile katılımcıların pergel-düzkenar ve DGY hakkındaki görüşleri alınmıştır.

3.4. Deneysel Uygulama

TGÇBF üç ortaokul matematik öğretmenine pergel-düzkenar yardımıyla temel geometrik çizim problemlerini çözmeleri için uygulanmıştır. Covid-19 salgınından dolayı öğretmenlerden elde edilen veriler bir sosyal medya aracılığıyla toplanmıştır. Katılımcıların pergel-düzkenar kullanarak TGÇBF’de bulunan becerileri A4 kâğıdına çizimleri istenmiştir. Burada A4 kâğıdı kullanılmasındaki amaç; kareli veya izometrik kâğıt üzerinde birimlerin belli olmasıdır. Bizim çalışmamızda birimsiz bir düzlemde temsil edilecek çizimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, çizim yaparken cetvel yerine birimsiz olan düzkenar materyali kullanılmıştır. Katılımcıların verdiği dönütlerin samimi olduğu kanaatine varılmıştır.

Katılımcılar, çizimlerini bitirdikten sonra üç hafta sonu DGY hakkında bilgi sahibi olmaları ve uygulama yapmalarını sağlamak amacıyla Zoom programı üzerinden DGY kursu verilmiştir. Kurs tamamlandıktan sonra öğretmenlerden TGÇBF’de bulunan becerileri bilgisayar ortamında Geogebra ile çizimleri istenmiştir. Öğretmenlerden elde edilen veriler yine bir sosyal medya aracılığıyla toplanmıştır. Uygulama süreçlerini tamamlayan katılımcılardan YYGF ve Zoom programı aracılığıyla görüşleri alınmıştır.

3.5. Verilerin Toplanması

Araştırma kapsamındaki öğretmenlerin dışarıdan yardım almadan, kendi düşünceleri ve bilgileri dâhilinde cevap vermeleri için gerekli görüşmeler yapılmış ve bilimsel süreç kuralları aktarılmıştır. Katılımcıların TGÇBF ve YYGF’ye yönelik verdikleri dönütler bir sosyal medya aracılığıyla temin edilmiştir. Öğretmenlerin verdikleri cevaplarda samimi ve içten davrandıkları görülmüştür. Böylece yapılan çalışmanın bilim sürecine katkı sağlayacağı bilinci öğretmenlerde oluşturulduğu düşünülmektedir. DGY’ler ile ilgili herhangi bir kurs veya dış değişkene bağlı

kalınmadığı öğretmenler tarafından teyit edilmiştir. Elde edilen bulgular yorumlanmak üzere çalışmanın bir sonraki aşamasına geçilmiştir.

3.6. Verilerin Analizi

TGÇBF'den elde edilen verilerin analizinde, verilerin belirli temalar altında sınıflandırılarak özetlendiği objektif, sistematik ve yinelenebilir bir teknik olan içerik analizi ve öğretmenlerin görüşlerini yansıtmak için betimsel analiz teknikleri birlikte kullanılmıştır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2018). Araştırmaya gönüllü olarak katılan üç matematik öğretmenin TGÇBF'den elde edilen verileri, Smart (1998) geometrik inşaa süreci basamakları ve Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri açısından analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen verilerin analizinde ise, aynı temalar bir başlık altında toplanarak alan çalışmalarında belirtilen bulgularla mukayese edilerek genel bir değerlendirmeye yapılmıştır.

3.7. Araştırmanın İç ve Dış Geçerliği

3.7.1. Nitel Araştırmalarda Geçerlik ve Güvenirlik

Geçerlik, ölçme aracıyla ölçülmek istenen özelliğin diğer özelliklerle karıştırılmadan ne derece doğru ölçüldüğüdür. Güvenirlik ise ölçülmek istenen özelliğin aynı bireyler üzerinde benzer koşullarda tekrar edilebilirliği ile alakalıdır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2018). Nitel çalışmalarda geçerlik ve güvenirlik, nicel çalışmalardan farklı ele alınır. Nitel çalışmalarda geçerliği sağlamak için iç geçerlik yerine inandırıcılık, dış geçerlik yerine aktarılabilirlik ve güvenirliği sağlamak için ise iç güvenirlik yerine tutarlılık, dış güvenirlik yerine teyit edilebilirlik kavramları ele alınmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

İç Geçerlik: Nitel çalışmalarda iç geçerlik inandırıcılık ile sağlanır. İnandırıcılık, bulguların gerçeklikle ne düzeyde uyumlu olmasıdır. İnandırıcılığı sağlamak için pek çok yöntem kullanılmaktadır. Uzun süreli etkileşim kurma, katılımcı teyidi, uzman incelemesi, sürekli gözlem, çeşitleme, kısa aralıklı toplantılar, kodlayıcılar arası

güvenirlik, önceki araştırma bulgularıyla karşılaştırma gibi yöntemler kullanılabilir (Arastaman, Öztürk Fidan ve Fidan, 2018). Öğretmenlerle yapılan görüşmelerde uzun süreli etkileşime dikkat edilmiştir. Görüşme süresi kısa tutulmayarak öğretmenlerin daha samimi cevap vermeleri sağlanmıştır. Katılımcılarla çalışmanın bulguları paylaşılarak bulguların doğruluğu öğretmenler tarafından teyit edilmiştir. Katılımcılarla kısa aralıklı toplantılar yapılarak çalışmanın geçerliği artırılmaya çalışılmıştır. Çalışmanın verileri alanında uzman bir kişiyle paylaşılmış ve değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Dış Geçerlik: Nitel çalışmalarda dış geçerlik aktarılabilirlik ile sağlanır. Aktarılabilirlik, çalışmadan elde edilen verilerin yeterince betimlenmesiyle sağlanabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). TGÇBF ve YYGF’den elde edilen ham veriler ortaya çıkan tema, kategori ve kodlar ile düzenlenerek yorum katılmadan aktarılmaya çalışılmıştır. Çalışmada öğretmenlerden sosyal medya aracılığıyla toplanan yazılı veriler, ekran kayıtları, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve video kayıtları yoluyla veri çeşitlemesine gidilmiştir.

İç Güvenirlik: Çalışmalarda güvenilirlik yapılan çalışmanın tekrarlanabilirliği ile ilişkilidir. Ancak nitel araştırmalar doğası gereği tekrarlandığı zaman verilerde değişiklik olabileceğinden, tekrarlanabilirlik kavramı yerine tutarlılık ve teyit edilebilirlik kavramları kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Nitel çalışmalarda tutarlılık çalışmanın iç güvenilirliğini sağlar. Çalışmada veri toplama araçlarının oluşturulması, verilerin toplanması ve veri analizi aşamalarında tutarlılığa dikkat edilmiştir. Bu anlamda veriler sosyal medya aracılığıyla yazılı veriler, ekran kayıtları ve video kayıtlarla kayıt altına alınmıştır.

Dış Güvenirlik: Nitel araştırmalarda dış güvenilirlik teyit edilebilirlik ile sağlanır. Çalışmada kullanılan veri toplama araçları, ham veriler, katılımcıların ekran kayıtları, görüşme video kayıtları araştırmacı tarafından saklanmıştır. Ayrıca elde edilen verilerin analizinde uzman görüşleri alınmıştır.

4. BULGULAR VE YORUMLAR

Araştırmanın alt problemlerine ilişkin yapılan analizler, bulgular ve yorumlar bu bölümde ele alınmıştır.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Çalışmaya katılan öğretmenlerin TGÇBF’de bulunan problemlere samimi ve içten cevap vermeleri için bu çalışmada isimlerinin kullanılmayacağı belirtildiğinden öğretmenler Ö₁, Ö₂, Ö₃ şeklinde kodlanmıştır. Katılımcılara temel geometrik çizimlerle ilgili beş sorudan oluşan bir beceri formu uygulanmıştır. Bu formda katılımcılardan sorularda verilen tanıma uygun olan geometrik şekli pergeli-düz kenar (ölçüsüz cetvel)’i kullanarak çizimleri ve şekli çizerken uyguladıkları işlem basamaklarını yazmaları istenmiştir. Uygulanan formun içerik analizi yapılarak elde edilen bulgular Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3: Katılımcıların TGÇBF’ye Verdikleri Cevaplara Ait Bulgular

Sorular / Açıklamalar	1. Soru	2. Soru	3. Soru	4. Soru	5. Soru
Açıklama var ve doğru Şekil var ve tam	Ö ₂	Ö ₂		Ö ₂	Ö ₂
Açıklama var ve doğru Şekil var ama tam değil veya yanlış					
Açıklama var ama eksik veya yanlış Şekil var ve tam	Ö ₁ , Ö ₃	Ö ₃	Ö ₁		Ö ₁ , Ö ₃
Açıklama var ama eksik veya yanlış Şekil var ama tam değil veya yanlış		Ö ₁	Ö ₂ , Ö ₃	Ö ₁ , Ö ₃	
Açıklama yok Şekil yok					

Tablo 3'teki veriler incelendiğinde; Ö₁ birinci, üçüncü ve beşinci sorunun çiziminde şekli tam olarak çizmiş, ancak şekli çizerken yaptığı açıklamalarda eksikler ve yanlışlar olduğu belirlenmiştir. Ö₁'in ikinci ve dördüncü soruda ise şekli tam olarak çizemediği ve açıklamalarında eksikler olduğu görülmüştür. Ö₂'nin üçüncü sorunun çizimini tam olarak yapamadığı ve açıklamalarında eksikler olduğu, diğer soruların çözümünde ise çizimin ve açıklamaların tam olduğu görülmüştür. Ö₃ birinci, ikinci ve beşinci sorunun çizimini yapabilmiş, fakat çizimi yaparken açıklamalarında eksikler olduğu; üçüncü ve dördüncü sorularda ise çiziminde ve açıklamalarında yanlışlar olduğu tabloya bakılarak görülmüştür.

Çalışmamıza katılan üç matematik öğretmenin, kullandığımız TGÇBF'ye verdiği cevaplar kontrol edilmiş, elde edilen veriler kategorileştirilerek temel başlıklar altında toplanmıştır. Elde edilen bulgular neticesinde, çalışmamızın 1. alt problemi olan “Ortaokul matematik öğretmenleri pergel-düzkenar materyallerini ve dinamik geometri yazılımlarını kullanarak temel geometrik çizimleri nasıl oluşturmaktadır?” sorusuna verdikleri dönütler yorumlanmıştır.

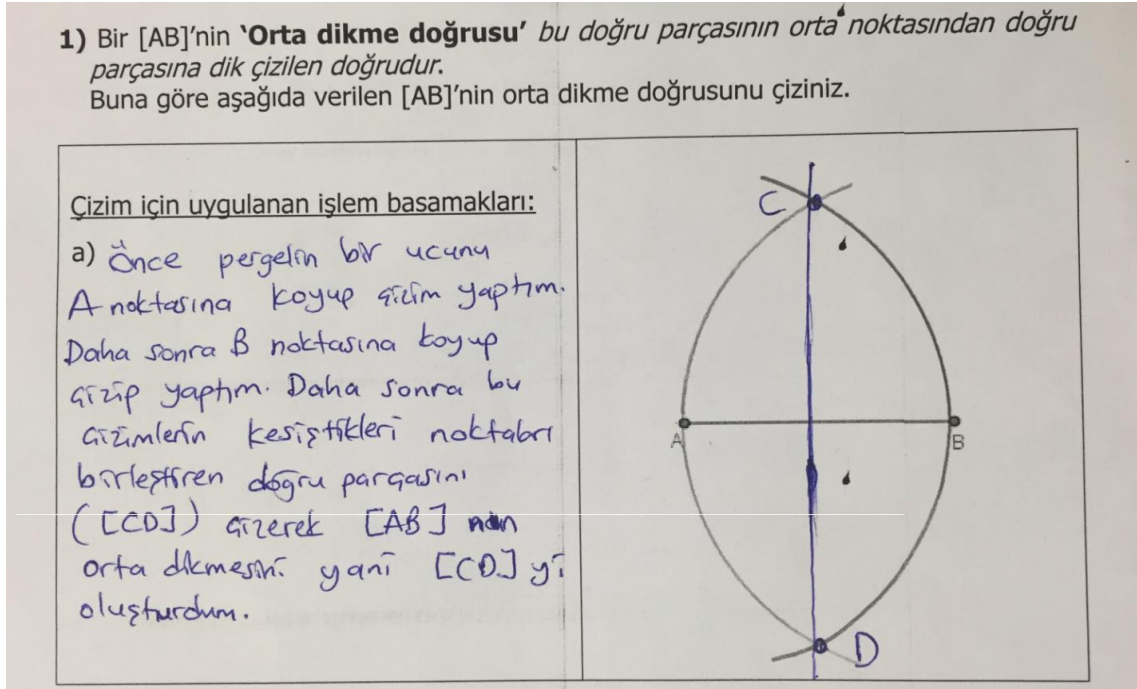
1. Soru: “Verilen bir doğru parçasının orta dikme doğrusunu çizme”

Bu çizimin oluşum süreci Smart (1998) geometrik oluşum süreçlerinin dört basamağına ve Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre yorumlanmıştır.

“Öklid’in Elemanları” (Sertöz, 2020) kitabındaki bu çizim;

- ✓ Pergel verilen doğru parçasının yarısını geçecek şekilde açılır.
- ✓ Pergelin açıklığı sabit kalacak şekilde A ve B merkezli iki çember çizilir.
- ✓ Bu çemberlerin kesişim noktaları C ve D noktaları olarak adlandırılır.
- ✓ C ve D noktaları düzkenar yardımı ile birleştirilerek [AB]'nin orta dikme doğrusu oluşturulur, şeklindedir.

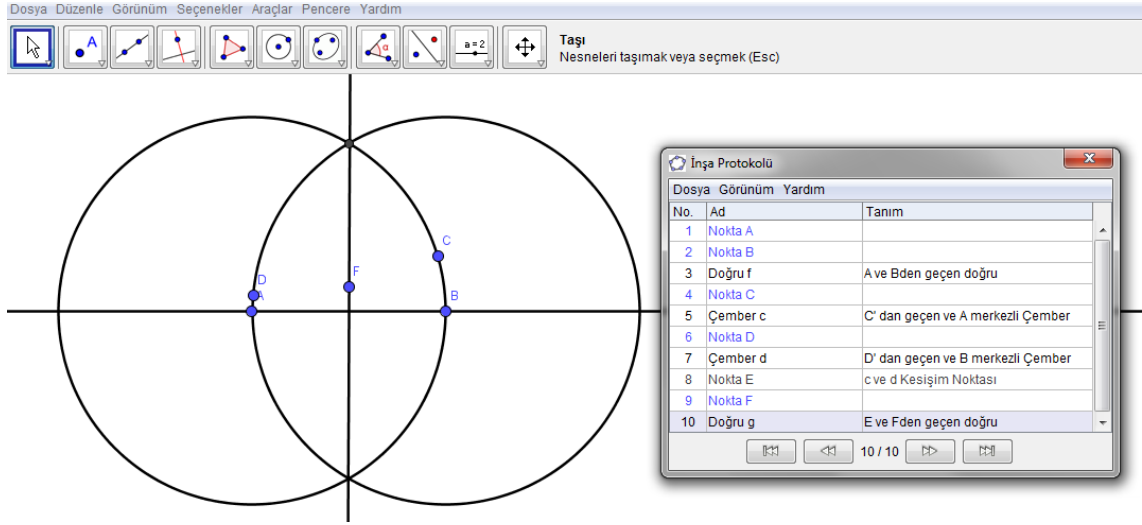
Katılımcı Ö₁'in 1. soruya pergeli-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 3: Ö₁'in Pergel-Düzkenar İle 1. Soruyu Çözümü

Ö₁'in çizimi "Öklid'in Elemanları" kitabındaki çizimin benzeridir. Ancak çizim yapılırken pergeli açıklığının hangi düşünceyle aralandığı hakkında bir bilgi verilmediği için kapalı bir söylem olmuştur. Katılımcı matematik dilini kısmen düzgün kullanmış, eşlik ifadesini temsil etmemiş ve oluşturulan orta dikme doğrusunun dik olduğunu gösteren temsili kullanmamıştır. Ö₁'in, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından ikinci adımda kalmış, teorik bir dayanak olmadığı için üçüncü adım kanıt basamağına geçememiştir. Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise üçüncü düzey olan formal olmayan sonuç çıkarım düzeyindedir. Pergel-düzkenar materyalleri yardımıyla geometrik yapılar oluşturulmuş, bu yapılar arasında ilişkiler kurularak bir takım çıkarımlarda bulunulmuştur. Ancak bu çıkarımlar sezgisel olduğu için dördüncü düzey olan tümevarım basamağına geçilememiştir.

Katılımcı Ö₁'in 1. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 4: Ö₁'in Geogebra ile 1. Soruyu Çözümü

Ö₁'in Geogebra ile 1. sorudaki çizim adımları şöyledir:

- ✓ A ve B noktalarından geçen doğruyu çizmiştir.
- ✓ Bu doğru dışında bir C noktası belirleyerek A merkezli ve C noktasından geçen çemberi çizmiştir.
- ✓ AB doğrusunun dışında A'ya yakın bir D noktası belirlemiş ve B merkezli D'den geçen çemberi çizmiştir.
- ✓ Bu çemberlerin kesişim noktasını E noktası olarak belirlemiştir.
- ✓ Rastgele bir F noktası belirleyerek, E ve F noktalarından geçen orta dikme doğrusunu çizmiştir.

Ö₁'in adım adım bunu nasıl yaptığını Geogebra'nın özelliklerinden görünüm menüsündeki inşa protokolü sekmesi yardımıyla öğrenebiliriz. Program bize bu imkânı sunmaktadır. Ö₁, Geogebra'yı kullanarak 1. soruda istenen geometrik yapıyı görsel olarak oluşturmuştur. Bu oluşumu gerçekleştirirken Geogebra'nın özelliklerini kullanım bilgisi ve geometrik teoremleri uygulama bilgisi olduğundan bu bilgileri problemin çözümünde lehine kullanmıştır. Bu çıkarımı yapmadaki en büyük kanıt; A merkezli çember üzerinde bir C noktası, B merkezli çember üzerinde bir D noktası ve çemberlerin kesişim noktası E ile F'nin aynı dikme doğrultusu üzerinde seçilmesi gösterilebilir. Geogebra'nın özelliklerini geometrik ispat sürecinde yaptığı adımların doğruluğunu teyit etmek için kullanmıştır. Smart (1998)'de yapılan çalışmada geometrik oluşum sürecini 4 adımda

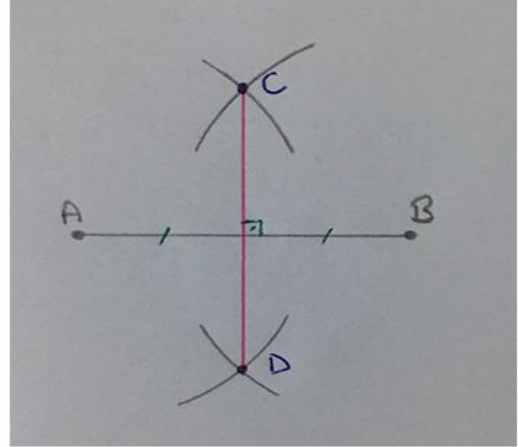
tanımlamıştır. $\ddot{O}_1$, bilgisayar ortamında yazılımın kolaylıklarını kendi lehine kullanmış, problem cümlesinden istenen çizimi yapmış, sıralı çizim algısına uygun hareket etmiştir. Bu çizim neticesinde katılımcının Smart'ın geometrik oluşum sürecinin üçüncü adım kanıt basamağında olduğu söylenebilir. Çünkü istenen geometrik yapı oluşturulmuş, bununla birlikte teorik yaklaşımlarla durum açıklanmıştır. Soru kökü, yapısı gereği 4. adıma geçişi engellemektedir. Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise 3. düzey formal olmayan sonuç çıkarma basamağındadır. Burada sıralı çizim ile geometrik oluşum sürecine uygun hareket edilerek bir çizim yapılmıştır. Kavramlar arasında ilişkiler kurulup bu düşünce desteklenmiştir. Ayrıca Geogebra kullanımına hâkim olan $\ddot{O}_1$ durumu lehine çevirip bir F noktası seçmesi kendi çıkarımı sonucunda gerçekleşmiştir. Diğer yandan ileri düzey akıl yürütme, farklı çizimler yapma veya ispat yapma düşüncelerine kapılmadığı için 4. düzeye geçememiştir.

Katılımcı $\ddot{O}_2$ 'nin 1. soruya pergeli-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.

- 1)** Bir $[AB]$ 'nin '**Orta dikme doğrusu**' bu doğru parçasının orta noktasından doğru parçasına dik çizilen doğrudur.
Buna göre aşağıda verilen $[AB]$ 'nin orta dikme doğrusunu çiziniz.

Çizim için uygulanan işlem basamakları:

- a) Pergeli doğru parçasının yarısını geçecek şekilde açarak sivri ucunu A noktasına yerleştirelim. $[AB]$ 'nin üst ve alt bölgesinde kalacak şekilde 2 tane yay çizelim. Aynı çizimi pergelin sivri ucu B noktasına gelecek şekilde yaparak diğer yayları kesecek iki yeni yay çizelim. Kesişen noktaları C ve D noktaları olarak isimlendirelim ve bu iki noktayı bir düz kenar yardımıyla birleştirelim. Böylece $[AB]$ 'nin orta dikmesini çizmiş oluruz.

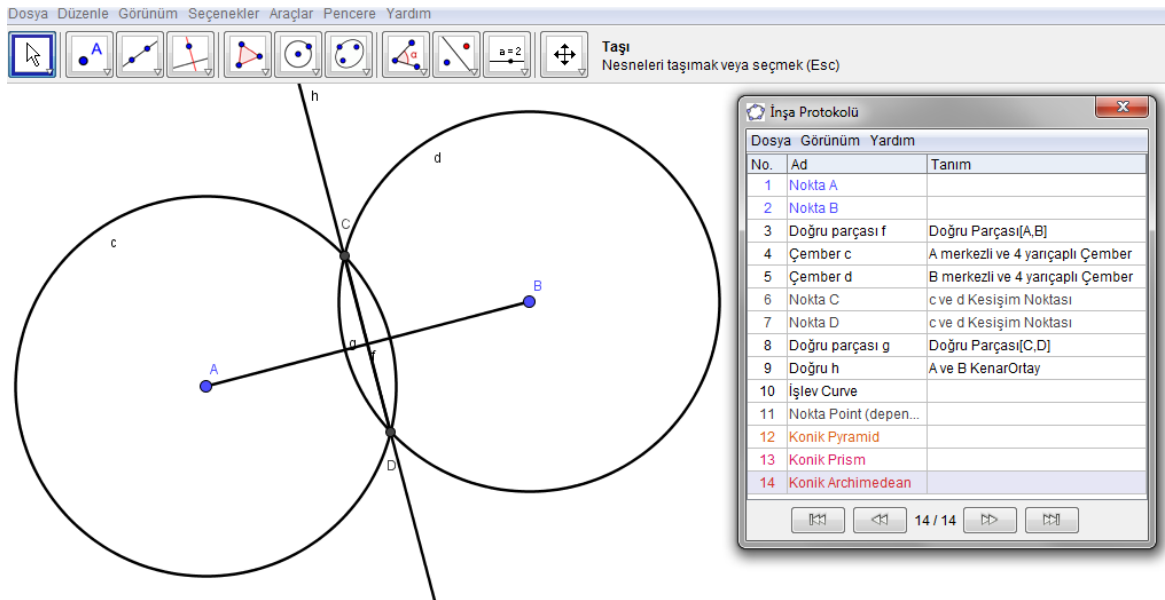


Şekil 5: $\ddot{O}_2$ 'nin Pergel-Düzkenar ile 1. Soruyu Çözümü

$\ddot{O}_2$ 'nin çizimi "Öklid'in Elemanları" kitabındaki çizimin benzeridir. Sıralı çizim basamakları katılımcı tarafından hem teorik olarak hem de sözel olarak oluşturulmuştur. $\ddot{O}_2$, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinde belirttiği dört adımdan üçüncü adım olan

kanıt basamağına gelmiştir. İstenilen geometrik oluşum sürecinde $\ddot{O}_2$ 'nin kavram bilgisinin tam olduğu, pergel-düzkenar materyallerini amaca uygun kullanabildiği ve ilgili teorik bilgilere hâkim olabildiği görülmüştür. Problem cümlesinin yapısı gereği farklı geometrik yapıları oluşturamaması doğal olabileceğinden 4. adım tartışma basamağına geçiş yapamamış olabilir. $\ddot{O}_2$, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ise dördüncü düzey olan tümevarım basamağındadır. Katılımcı; geometrik kavramları tanımış, pergel yardımı ile çember veya çember yayı çizilebileceğini, düzkenar yardımıyla doğru, doğru parçası veya ışın çizilebileceğini materyal kullanım bilgisi ile göstermiş, bu kavramlar ve çizimler arasında ilişki kurup farklı geometrik yapıların oluşturulabileceğini kanıtlamıştır. Ayrıca şekle dikkatli bakıldığında oluşturulan CD orta dikme doğrusu tam oluşturulabilmiş, çember ya da çember yayı tam olarak modellenebilmiştir. Uzamsal düşünmesi yüksek olduğundan kısmi yaylar oluşturulmuştur. Böylece C ve D noktaları tayin edilmiş ve istenen çizim ortaya çıkarılabilmektedir. Yine burada matematiksel dil, eşliklerin ve dikliğin temsil edilmesi $\ddot{O}_2$ 'nin geometri düşünme becerisinin yüksek olduğuna işaret eder.

Katılımcı $\ddot{O}_2$ 'nin 1. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



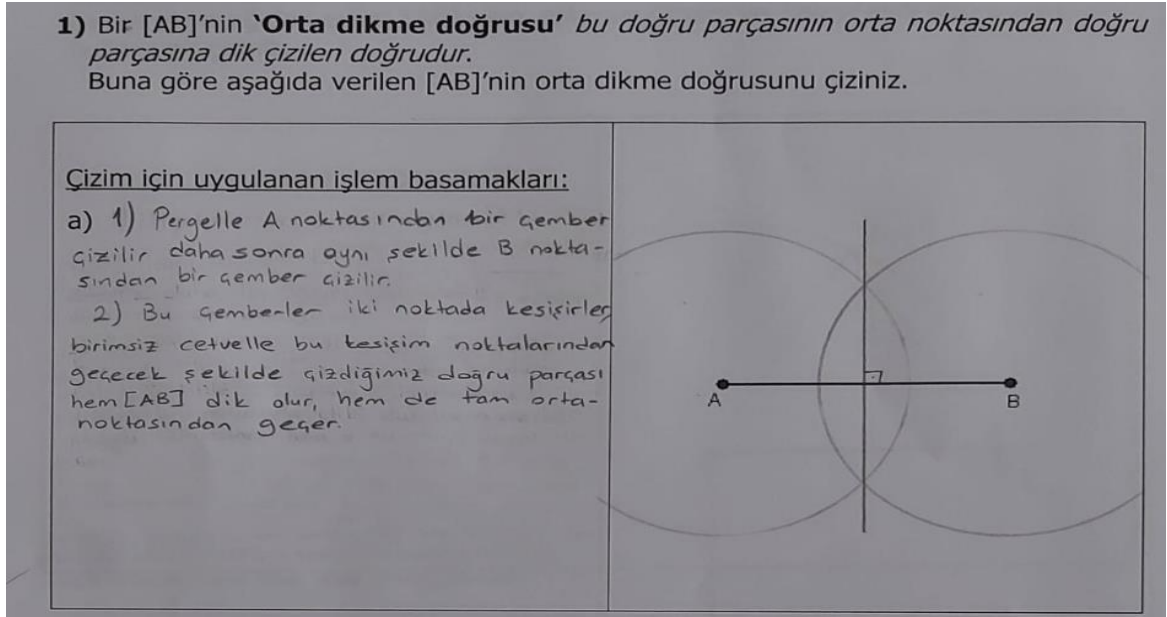
Şekil 6: $\ddot{O}_2$ 'nin Geogebra ile 1. Soruyu Çözümü

Ö₂'nin Geogebra ile 1. sorudaki çizim adımları şöyledir:

- ✓ A ve B noktalarını birleştirerek $[AB]$ 'yi oluşturmuştur.
- ✓ A merkezli yarıçapı $|AB|$ 'nin yarısından fazla olacak şekilde bir çember çizmiştir.
- ✓ B merkezli yarıçap uzunluğu A merkezli çemberin yarıçap uzunluğuyla aynı olacak biçimde çember çizmiştir.
- ✓ Oluşan bu çemberlerin kesişim noktalarını C ve D noktaları olarak isimlendirmiştir.
- ✓ C ve D noktalarını kullanarak $[CD]$ 'yi çizmiştir.
- ✓ $[CD]$ doğrultusunda bir doğru çizerek $[AB]$ 'nin orta dikme doğrultusunu oluşturmuştur.
- ✓ 10, 11, 12, 13, 14 gereksiz komutlarını programda kullanmıştır.

Ö₂'nin Geogebra kullanılarak 1. soruya verdiği cevap hem görsel olarak hem de sıralı çizim adımlarına uygun olarak “Öklid’in Elemanları” kitabındaki çizime uygun bir şekilde oluşturulmuştur. Ö₂, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 3. adım kanıt basamağındadır. Katılımcı problemde istenen çizimi oluşturmak için kavram bilgisini, kavramlar arasındaki ilişkileri sıralı çizim algısına uygun olarak tamamlamıştır. Problemin yapısı gereği 4. adım tartışma basamağına geçilememiştir. Ö₂, Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise 4. düzey tümevarım basamağındadır. Kavramlar arasındaki ilişkileri teorik dayanaklar kullanarak ispatlamış ve istendik çizimi gerçekleştirmiştir. Süreç tamamlanırken sezgisel yaklaşılmamış, matematiksel dayanaklar çerçevesinde mantıksal yaklaşımlarla problem çözüme kavuşturulmuştur. Ancak burada problemin yapısı gereği 5. düzeye geçilememiş, farklı ilişkilendirmeler yapılarak farklı ürünler açığa çıkmamıştır.

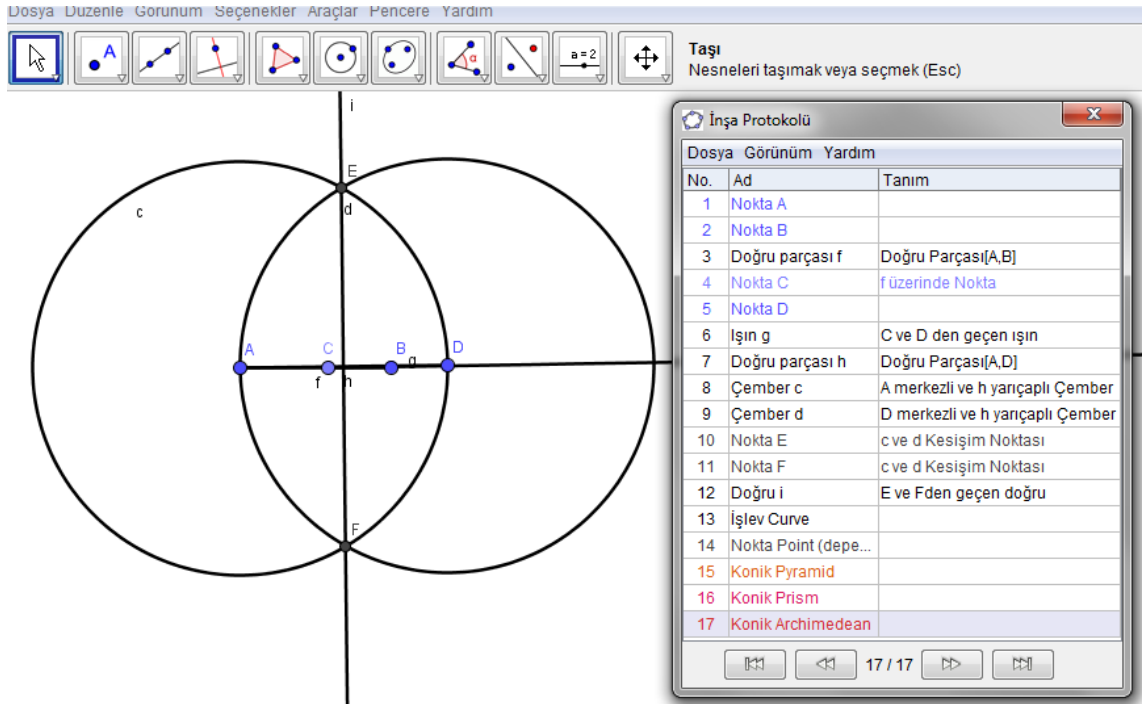
Katılımcı Ö₃'ün 1. soruya pergeli-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 7: Ö₃'ün Pergel-Düzkenar ile 1. Soruyu Çözümü

Bu çizim görsel olarak uygun olsa da kısmen sıralı adım algısına uygun olarak gerçekleşmiştir. Pergelin açıklığının doğru parçasının yarısından fazla olması gerekliliği açık bir şekilde ifade edilmemiştir. Bununla birlikte B merkezli çizilecek olan çemberde pergeli açıklığının sabit kalması gerekliliği ile ilgili bir söylem yoktur. Burada çizim yapan Ö₃, sezgisel bir yaklaşımla çizimi kazara doğru yapabilmıştır. Ö₃, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinde belirttiği dört adımdan ikinci adım olan oluşum basamağında kalmıştır. Çünkü Ö₃ her ne kadar sezgisel yaklaşımlarıyla hareket ederek geometrik oluşum sürecini tamamlayabilmişse de, oluşum sürecinde sıralı adımları kısmen dikkate aldığından teorik anlamda eksik kalmıştır. Üçüncü adım olan kanıt basamağına geçememiştir. Ö₃, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ise 4. düzey olan tümevarım basamağına geçemeyip, 3. düzey olan formal olmayan sonuç çıkarım düzeyinde kalmıştır. Burada geometrik oluşum sürecinde sıralı adım algısını kısmen doğru kullansa da teorik bilgilerle kendi çıkarımını yapamamıştır.

Katılımcı Ö₃'ün 1. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 8: Ö₃'ün Geogebra ile 1. Soruyu Çözümü

Ö₃'ün Geogebra ile 1. Sorudaki çizim adımları şöyledir:

- ✓ A ve B noktalarını birleştirerek [AB]'yi oluşturmuştur.
- ✓ Oluşturulan [AB]'nin üzerinde rastgele bir C noktası ve [AB]'nin dışında rastgele bir D noktası seçerek [CD]'yi ve [AD]'yi oluşturmuştur.
- ✓ A ve D merkezli |AD| yarıçaplı çemberleri çizmiştir.
- ✓ Oluşan bu çemberlerin kesişim noktalarını E ve F noktaları olarak isimlendirerek EF'yi oluşturmuştur.
- ✓ Programda 13, 14, 15, 16, 17 gibi gereksiz komutlarla işlem yapmıştır.

Sonuç olarak katılımcı [AB]'nin orta dikme doğrusunu oluşturmaya çalışmıştır. Oysa bu çizimler sonucunda oluşan geometrik ifade [AD]'nin orta dikmesidir. Ö₃, Geogebra'yı kullanarak 1. soruda istenen geometrik yapıyı görsel olarak oluşturmuştur. Ancak Geogebra'daki inşa protokolündeki adımlar incelendiğinde çizilen doğrunun orta dikme doğrusu olmadığı görülecektir. Ö₃, Smart (1998) geometrik oluşum sürecine göre 1. adım analiz basamağındadır. 2. adım oluşum basamağına geçememiştir. Oluşan geometrik yapıyı yorumlayamamış, çıkış noktası olarak kendi zihninde belirlediği yapıları kullanarak istenmedik bir çizim meydana getirmiştir. Ö₃, Van Hiele geometrik

düşünme düzeylerine göre ise 3. düzey formal olmayan sonuç çıkarma düzeyindedir. Teorik ispatlar yapılamamış, buna bağlı olarak kavramlar arası ilişkiler kurulamamış ve istendik çizim açığa çıkmamıştır.

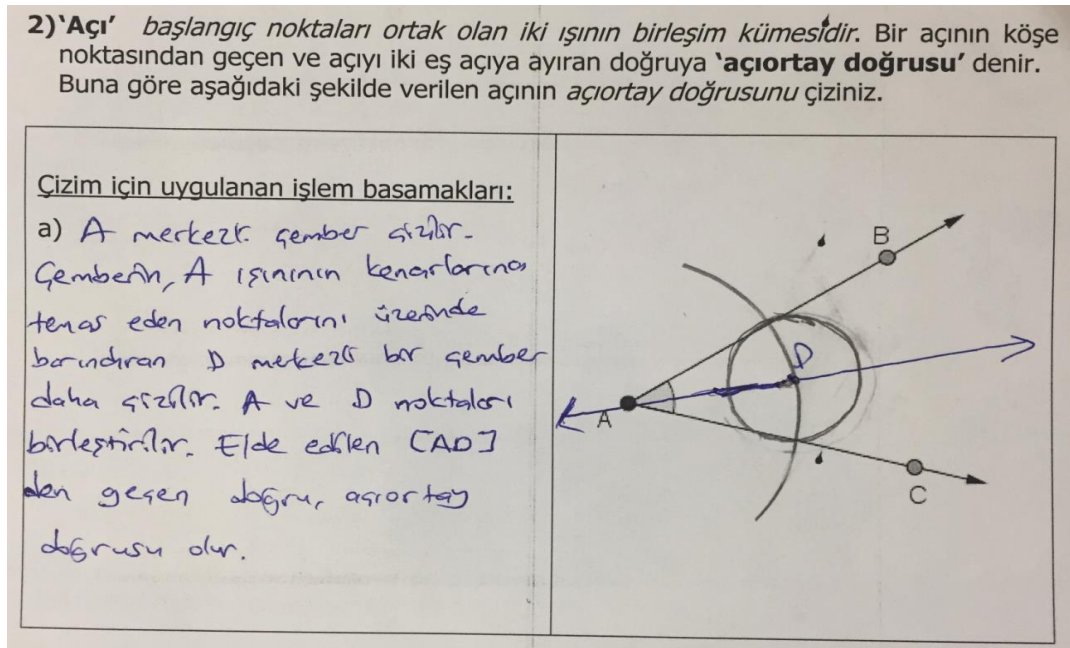
2. Soru: “Verilen bir açının açıortay doğrusunu çizme”

Bu çizimin oluşum süreci Smart (1998) geometrik oluşum süreçlerinin dört basamağına ve Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre yorumlanmıştır.

“Öklid’in Elemanları” (Sertöz, 2020) kitabında bu çizim;

- ✓ Pergel birimsiz olacak şekilde bir miktar açılır.
- ✓ A merkezli BAC açısının kollarını iki farklı noktada kesecek şekilde bir çember yayı çizilir. Bu noktalar D ve E olarak adlandırılır.
- ✓ Pergelin açıklığı değişmeyecek şekilde D ve E merkezli iki farklı çember yayı çizilir.
- ✓ Bu çember yaylarının kesişim noktaları F ve G olarak adlandırılır.
- ✓ A, F, G noktaları düzkenar yardımıyla birleştirilerek BAC açısının açıortayı oluşturulur, şeklindedir.

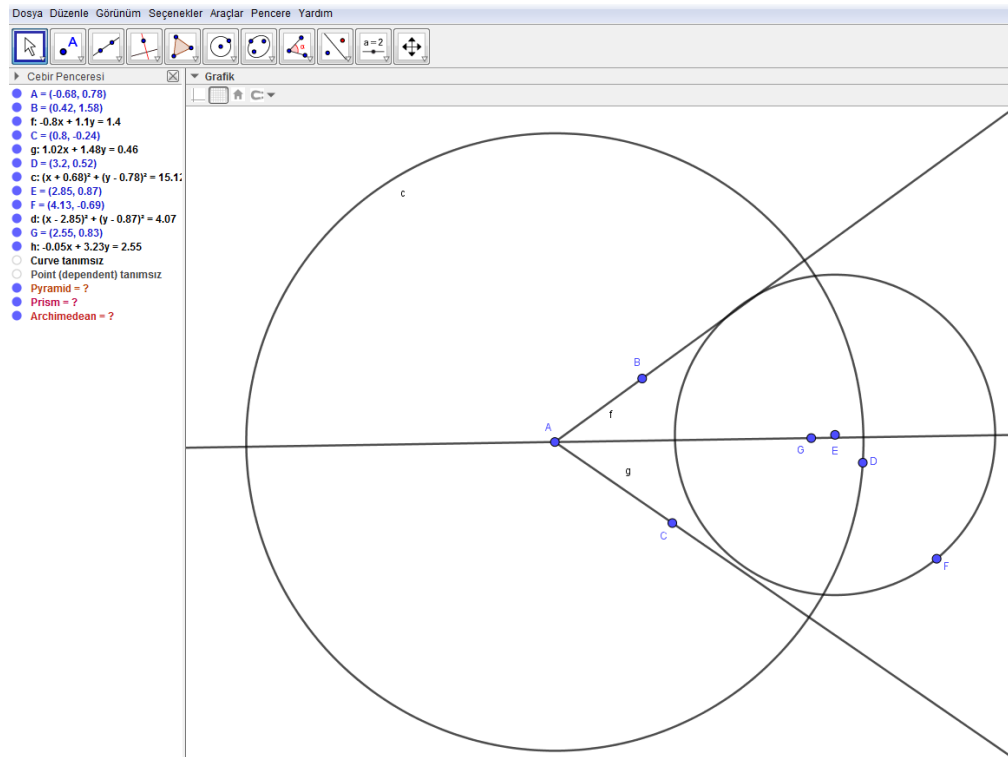
Katılımcı Ö₁'in 2. soruya pergeli-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 9: Ö₁'in Pergel-Düzkenar ile 2. Soruyu Çözümü

Bu çizim görsel olarak yanlıştır. Katılımcı bir A merkezli çember çizdiğini beyan etmiştir. Ancak görselde A merkezli yay parçası vardır. Yine A ışını söyleminde bulunmuştur. Çizimde kastettiği ise A noktasından geçen bir doğrudur. $\ddot{O}_1$, yay parçasının açının kollarını kestiği noktalarda adlandırma yapmamıştır. Pergel-düzkenar gelişigüzel amaç dışı kullanılmıştır. $\ddot{O}_1$, sezgisel olarak daha önceki bilgilerinden yararlanarak yanlış bir çizim yapmıştır. Yine burada D noktasının seçiliminin sıralı adım düşüncesi ile ne kadar ilişkili olduğu ayrı bir problemdir. D merkezli çemberin yarıçapının da açının kollarına teğet olarak çizilmesi oldukça manidardır. Bu çizim $\ddot{O}_1$ 'in geometrik oluşum sürecini sezgisel olarak yaptığının bir göstergesi olabilir. $\ddot{O}_1$, Smart (1998) geometrik yapı inşa sürecinin dört adımından birinci basamağında kalmıştır. Katılımcı sadece bir takım geometrik kavramları tanımış, ancak oluşum sürecini tamamlayamamıştır. $\ddot{O}_1$, Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise 2. düzey olan analiz basamağındadır. Pergel-düzkenar kullanımını rast gele yapmış, amaca uygun beceriler sergilememiş, buna bağlı olarak sezgileriyle hareket ederek çizimi gerçekleştirmiştir. Kavramlar arasında ilişki kuramamış ve uygun olan çizimi gerçekleştirememiştir.

Katılımcı $\ddot{O}_1$ 'in 2. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 10: $\ddot{O}_1$ 'in Geogebra ile 2. Soruyu Çözümü

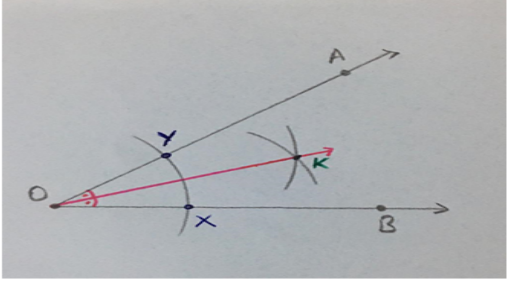
Ö₁'in Geogebra ile 2. sorudaki çizim adımları şöyledir:

- ✓ [AB ve [AC'yi çizerek BAC açısını oluşturmuştur.
- ✓ Açının iç bölgesinde herhangi bir D noktası belirleyerek A merkezli |AD| yarıçaplı çember çizmiştir.
- ✓ Bu çember içerisinde D'ye yakın rastgele bir E noktası ve çemberin dışında ancak açının iç bölgesinde kalacak şekilde rastgele bir F noktası seçerek, E merkezli ve F noktasından geçen bir çember oluşturmuştur.
- ✓ E merkezli çember içinde bir G noktası belirleyerek AG doğrusunu oluşturmuş ve açıortay doğrusunu belirlemiştir.

Ö₁, Geogebra'yı kullanarak TGÇBF'de bulunan 2. soruya istenen geometrik yapıyı her ne kadar oluşturmuş gibi görünse de gerçek böyle değildir. Katılımcı program içerisinde açıortay kavramını rastgele noktalar seçerek, zihnindeki açıortay kavramını geliştirmeye çalışmıştır. Sıralı çizim algısına uyulmadan çizim gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Ö₁, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 1. adım analiz basamağında kalmıştır. Sıralı çizim adımları takip edilerek bir takım geometrik kavramlar oluşturulmuş, bu kavramlar kısmen ilişkilendirilmiş, ancak istenen çizim ortaya çıkmamıştır. Ayrıca çizim adımları incelendiğinde B ve C noktalarının rastgele seçimlerinde geometrik anlamda bir problem arz etmez iken D noktasının sezgisel seçilmesi problem teşkil etmektedir. Şayet burada E merkezli F noktasından geçen çemberin [AB ve [AC'ye teğet olması düşünülemez. Zaten Geogebra uygulamasında şekil büyütüldüğünde [AB çemberi iç bölgesinde kesmiş, [AC teğet geçmemiş, çemberin dış bölgesinden geçmiştir. Katılımcı burada daha önceki deneyimlerini kullanarak zihnindeki oluşumu resmetmeye çalışmış ve başarısız olmuştur. Ö₁, oluşum basamağına geçememiştir. Ö₁, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ise 3. düzey formal olmayan sonuç çıkarma düzeyindedir. Katılımcı teorik bilgiye sahip ancak bunu uygulamalı biçimde gösterememiştir. Geometrik kavramları ve bunlar arasındaki ilişkileri bilmesine rağmen istenilen çizimi oluşturamamıştır. Geometrik oluşum sürecinde sıralı adımları izlememiş, sezgisel yaklaşımlarla açıortay kavramını oluşturmaya çalışmıştır. İspat yapmanın gerekliliği Ö₁'de uyanmadığından 4. düzey tümevarım basamağına geçilememiştir.

Katılımcı Ö₂'nin 2. soruya pergeli-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.

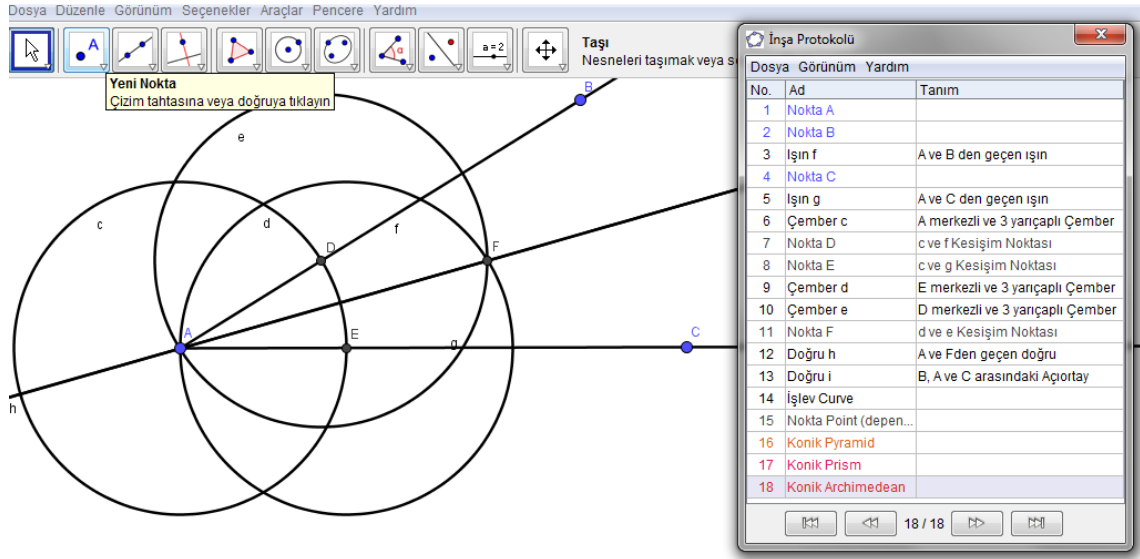
2) 'Açı' başlangıç noktaları ortak olan iki ışının birleşim kümesidir. Bir açının köşe noktasından geçen ve açıyı iki eş açıya ayıran doğruya '**açıortay doğrusu**' denir. Buna göre aşağıdaki şekilde verilen açının **açıortay doğrusunu** çizin.

<u>Çizim için uygulanan işlem basamakları:</u> a) Pergelin sivri ucunu O noktasına yerleştirip açının kollarını kesecek şekilde bir yay parçası çizelim. Bu yay parçasının açının kollarını kestiği noktaları X ve Y noktası olarak isimlendirelim. Pergelin açıklığını değiştirmeden sivri ucu X noktasına koyarak açının iç bölgesinde kalacak şekilde bir yay parçası çizelim. Aynı şekilde pergelin sivri ucunu Y noktasına koyarak önceki kestiğimiz yayı kesecek yeni bir yay parçası çizelim. Bu yay parçalarının kesiştiği yere K noktası diyelim ve O noktasıyla birleştirelim. Böylece açının açıortay doğrusunu çizmiş oluruz.	
---	--

Şekil 11: Ö₂'nin Pergel-Düzkenar ile 2. Soruyu Çözümü

Ö₂'nin çizimi "Öklid'in Elemanları" kitabındaki çizimin benzeridir. Sıralı adım basamakları katılımcı tarafından hem teorik hem de sözel olarak oluşturulmuştur. Ö₂, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinde belirlediği dört adımdan üçüncü adım olan kanıt basamağındadır. Ö₂; burada istendik çizimi oluşturabilmek için teorik bilgisini kullanarak, kavramları istendik yönde seçmiştir. Bu yargıya varmamızdaki en büyük etken açının iç bölgesinde kalacak bir kesişim noktası belirlemek istemesidir. Çizim için gerekli bilgiye sahip olan Ö₂; gereksiz çizimlerden kaçınmış, beklendik davranışı açık ve anlaşılır bir şekilde oluşturmuştur. Ancak problem cümlesinin yapısı gereği istendik beceriler kısıtlı olduğu için dördüncü adım olan tartışma basamağına geçememiştir. Ö₂, Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise 4. düzey olan tümevarım basamağındadır. Katılımcı geometrik kavram bilgisine sahip, pergeli-düzkenar ile çizim yapabilmıştır. Burada pergeli ile oluşturacağı yay parçalarının açının iç bölgesinde kalmasını istediğinden pergeli açıklığını kendisi belirleyebilmiş ve çember yayının beceriyi gerçekleştirmede gerekli olan parçasını kullanarak geometrik oluşum sürecini tamamlamıştır.

Katılımcı Ö₂'nin 2. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 12: Ö₂'nin Geogebra ile 2. Soruyu Çözümü

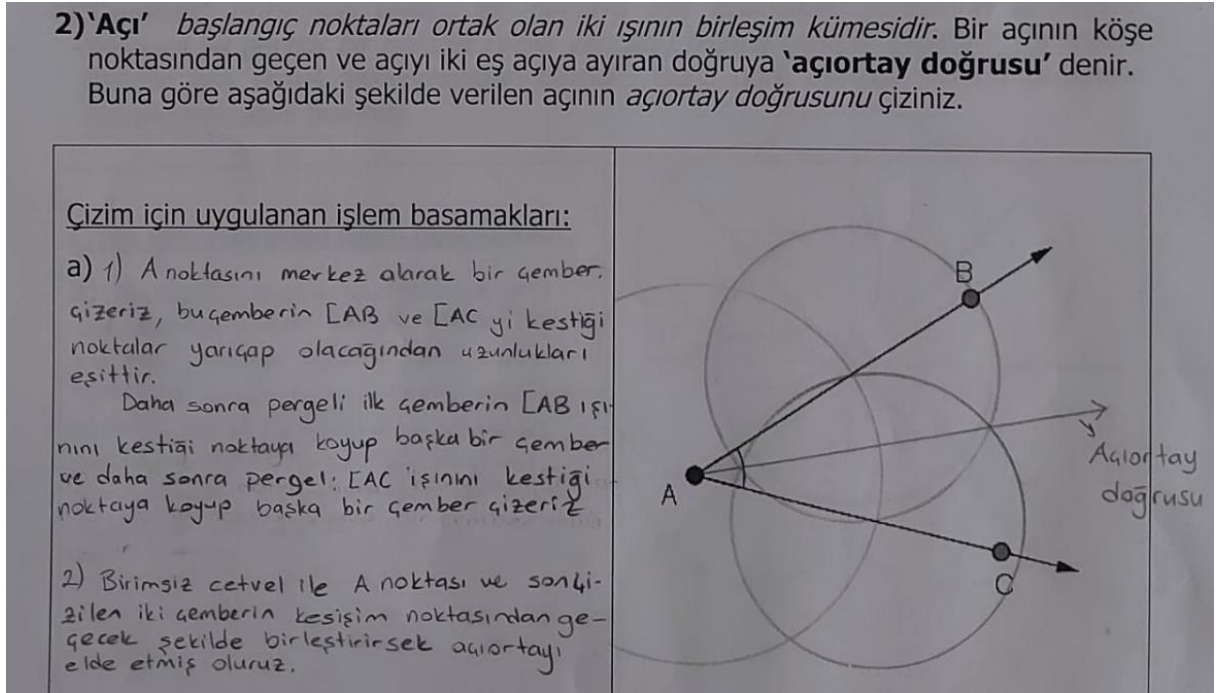
Ö₂'nin Geogebra ile 2. sorudaki çizim adımları şöyledir:

- ✓ [AB ve [AC'yi çizerek BAC açısını oluşturmuştur.
- ✓ Yarıçapı ölçsüz olacak şekilde A merkezli bir çember oluşturmuştur.
- ✓ A merkezli çember ile [AB ve [AC'nin kesişim noktalarını D ve E noktaları olarak isimlendirerek, E merkezli |AE| yarıçaplı ve D merkezli |AD| yarıçaplı çemberleri çizmiştir.
- ✓ D ve E merkezli çemberlerin kesişim noktasını F noktası olarak isimlendirmiştir.
- ✓ A ve F noktalarını birleştirerek AF doğrusunu oluşturmuş ve BAC açısının açıortayını AF doğrusu olarak bulmuştur.
- ✓ 14, 15, 16, 17, 18 gereksiz komutları ile programda işlem yapmıştır.

Ö₂'nin, Geogebra'yı kullanarak 2. soruya verdiği cevap doğrudur. Görsel olarak "Öklid'in Elemanları" kitabında temsil ettiği çizime benzerdir. Burada sıralı işlem adımları uygulanmış, istendik çizim oluşturulmuştur. Ö₂, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 3. adım kanıt basmağındadır. Problemden istenen çizimi sıralı adımları takip ederek oluşturmuştur. Bu çizimi yaparak geometrik kavramlar arasında ilişkiler kurmuş, teorik dayanakları kullanmıştır. Problem yapısı gereği, 4. adım tartışma basamağına geçilememiştir. Ö₂, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ise 4. düzey tümevarım basamağındadır. Problemden istenen çizimi mantıksal dayanaklar

kullanarak oluşturmuştur. Geometrik kavramlar arasında ilişkiler kurarak, teorik bilgilerden yararlanmıştır. Açıortayın çizim aşamaları, çember oluşumu, açı oluşumu, kesişim noktaları geometrik yapı oluşturulurken dayanak olmuştur.

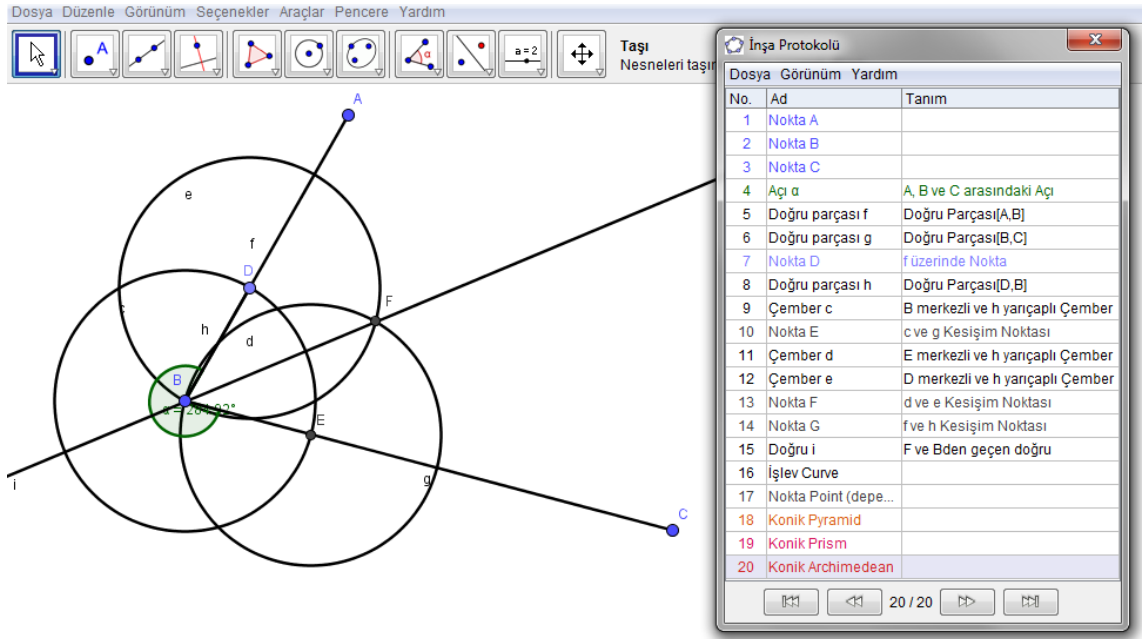
Katılımcı Ö₃'ün 2. soruya pergeli-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 13: Ö₃'ün Pergel-Düzkenar ile 2. Soruyu Çözümü

Bu çizim görsel olarak uygun olsa da sıralı çizim adımlarına kısmen uymaktadır. Çünkü katılımcı çizimleri yaparken 1. soruda yaptığı kavramsal hataları bu soruda da yapmış, pergeli açıklığının sabit tutulması gerekliliğini göz ardı etmiştir. Geçmiş deneyimlerindeki bilgilerine dayalı olarak çizimi gerçekleştirmeye çalışmıştır. Ö₃, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinde belirttiği dört adımdan, ikinci adım olan oluşum basamağında kalmıştır. Ö₃'ün bir açının açıortayını oluştururken kullandığı teorik bilgiler eksik kalmıştır. 3. adım olan kanıt basamağına geçememiştir. Ö₃, Van Hiele geometrik düşünme seviyesine göre ise 4. düzey tümevarım basamağına geçememiş, 3. düzey formal olmayan sonuç çıkarım düzeyinde kalmıştır. Sıralı çizim algısını kısmen geliştirmiş olsa da teorik bilgilerden hareketle kendi çıkarımını yapamamıştır.

Katılımcı Ö₃'ün 2. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 14: Ö₃'ün Geogebra ile 2. Soruyu Çözümü

Ö₃'ün Geogebra ile 2. sorudaki çizim adımları şöyledir:

- ✓ Önce ABC açısını oluşturmuş, sonra [AB] üzerinde rastgele bir D noktası belirleyerek [BD]'yi oluşturmuştur.
- ✓ Daha sonra B merkezli |BD| yarıçaplı çemberi çizmiş, bu çemberin [BC]'yi kestiği noktayı E noktası olarak isimlendirerek, E merkezli |BE| yarıçaplı ve D merkezli |BD| yarıçaplı çemberleri çizmiştir.
- ✓ D ve E merkezli çemberlerin kesişim noktasını F noktası olarak adlandırmıştır.
- ✓ B ve F noktalarından geçen açıortay doğrusunu çizmiştir.
- ✓ Programda 16, 17, 18, 19, 20 gibi gereksiz komutlarla işlem yapmıştır.

Ö₃, Geogebra'yı kullanarak 2. soruda istenen geometrik yapıyı hem görsel olarak hem de sıralı çizim adımlarını uygulayarak oluşturmuştur. Ö₃, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 3. adım kanıt basamağına geçmiştir. Geometrik yapıyı oluştururken sıralı çizim basamaklarına uygun hamleler yapmıştır. Ö₃, Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise 4. düzey tümevarım basamağındadır. Teorik ispatları matematik diline uygun kullanmış, izlediği adımları sıralı çizim algısı çerçevesinde yapmıştır. Ancak burada söylememiz gereken bir ayrıntı vardır. Katılımcı

açının kollarını ışın yardımıyla yapmamış, kısıtlı bir bölgede işlem basamaklarını uygulamıştır.

3. Soru: “*Aynı doğru parçasını kullanarak eşkenar üçgen ve kareyi çizme*”

Bu çizimin oluşum süreci Smart (1998) geometrik oluşum süreçlerinin dört basamağına ve Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre yorumlanmıştır.

“Öklid’in Elemanları” (Sertöz, 2020) kitabında bu çizim;

- ✓ Pergelin açıklığı $[AB]$ kadar aralanır.
- ✓ A ve B merkezli iki çember çizilir.
- ✓ Bu çemberlerin kesiştikleri noktalar C ve D olarak adlandırılır.
- ✓ Düzkenar yardımıyla CAB ve DAB eşkenar üçgenleri oluşturulur.
- ✓ Kareyi oluşturmak için A ve B noktalarına dik doğrular çizmek gerekir.
- ✓ A merkezli $|AB|$ yarıçaplı çemberin AB doğrusunu kestiği noktalar B ve E noktalarıdır.
- ✓ B ve E merkezli $|BE|$ yarıçaplı çemberler çizilir. Bu çemberlerin kesişim noktaları F ve G olsun. F ve G noktaları düzkenar ile birleştirilirse A noktasından $[AB]$ ’ye bir dik doğru çizilmiş olur.
- ✓ B merkezli $|AB|$ yarıçaplı çemberin AB doğrusunu kestiği noktalar A ve H noktalarıdır.
- ✓ A ve H merkezli $|AH|$ yarıçaplı çemberler çizilir. Bu çemberlerin kesişim noktaları I ve J olsun. I ve J noktaları düzkenar ile birleştirilirse B noktasından $[AB]$ ’ye bir dik doğru çizilmiş olur.
- ✓ A ve B merkezli $|AB|$ yarıçaplı çemberlerin bu dik doğrular ile kesişim noktalarını K, L, M, N olarak isimlendirilir.
- ✓ A ve B noktaları ile bu noktalar düzkenar ile birleştirilirse ABKL ve ABMN kareleri elde edilir.
- ✓ Böylece aynı kenar uzunluğu kullanılarak iki eşkenar üçgen ve iki kare çizilmiş olur, şeklindedir.

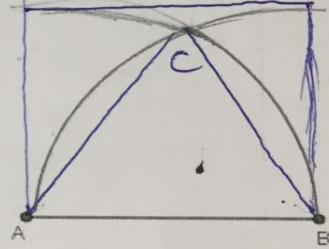
Katılımcı Ö₁'in 3. soruya pergeli-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.

3) Kenarları ve açıları eş olan çokgenlere '**Düzgün çokgen**' denir. *Eşkenar üçgen ve kare* birer düzgün çokgendir. Bir kenarı verilen düzgün çokgen çizilebilir. Buna göre bir kenarı aşağıda verilen [AB] olan *eşkenar üçgeni ve kareyi* aynı doğru parçasını kullanarak çiziniz.

Çizim için uygulanan işlem basamakları:

a) Doğru parçasının A ve B her iki ucundan birer [AB] yarıçaplı çember oluşturulur. Bu çemberlerin kesişimleri nokta işaretlenir ve ΔABC üçgeni oluşturulur.

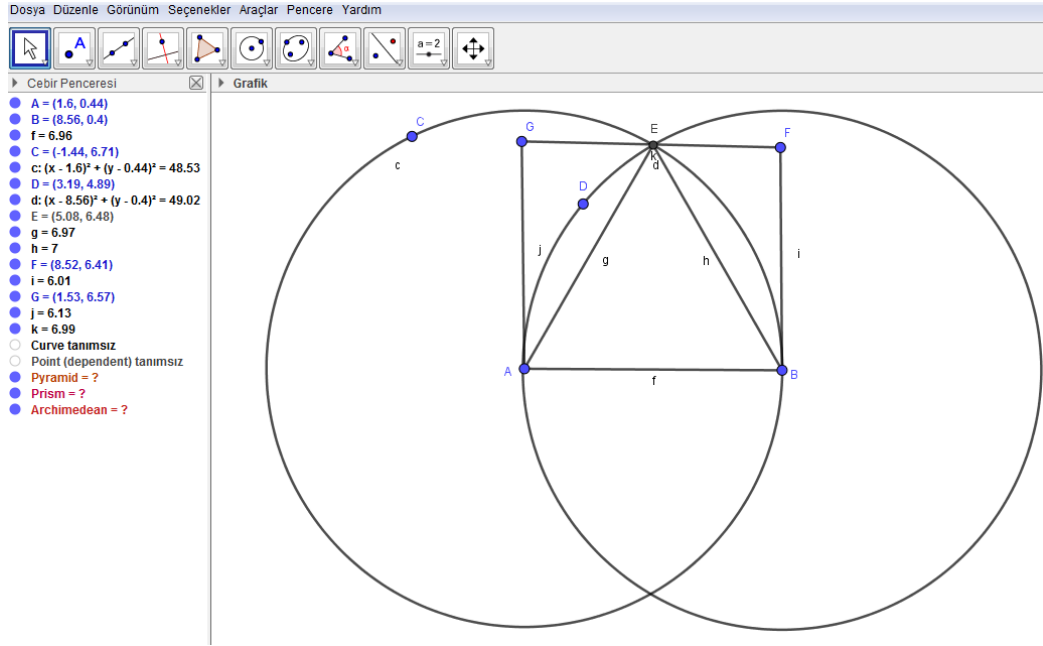
b) [AB]ye dik, A ve B uçlarından [AB] yarıçaplı çemberin yarıçap uzunlukları çizilir. Oluşan D ve E noktaları [AB]ye paralel olacak şekilde birleştirilir ve kare oluşur.



Şekil 15: Ö₁'in Pergel-Düzkenar ile 3. Soruyu Çözümü

Bu çizim görsel olarak doğrudur, ancak sıralı çizim basamakları kısmen ihlal edilmiştir. Katılımcı eşkenar üçgen çiziminde sıralı çizim basamaklarını kullanmış ve bunu yaparken deneyimlerinden faydalanan sezgisel bir yaklaşımla geometrik oluşum sürecini tamamlamıştır. Bununla birlikte kare oluşturma sürecini ise tamamen bağımsız olarak pergeli-düzkenarı amaç dışında kullanarak çizimi tamamlamaya çalışmıştır. Her ne kadar eşkenar üçgen çiziminde sezgisel bir yol izlese de yapılan çizim "Öklid'in Elemanları" kitabındaki çizimlerle örtüşmektedir. Diğer yandan kare çiziminin belirtilen süreç ile uzaktan yakından ilişkisi yoktur. Tamamen sezgisel bir yaklaşımla geometrik oluşum sürecini tamamlamaya çalışmıştır. Ö₁, Smart (1998)'in geometrik oluşum sürecinde dört adımından 2. adım olan oluşum basamağına geçememiş, 1. adım analiz basamağında kalmıştır. Çizdiği şekilden de anlaşılacağı gibi pergeli-düzkenar amacının dışında kullanılmıştır. Ö₁, çizimi sezgisel yaklaşımlarla çizmeye çalışmıştır. Ö₁, Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise 2. düzey olan analiz basamağında kalmıştır. Teorik bilgilerle temellendiremediği kavramlar arasında ilişki kuramamış, beklendik geometrik oluşum sürecini tamamlayamamış ve buna bağlı olarak 3. düzeye geçememiştir. Her ne kadar problemten istenen çözümü gerçekleştirdiği düşünülse de geometrik düşünme becerisi olarak bu sonuca ulaşamadığı aşikârdır.

Katılımcı Ö₁'in 3. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 16: Ö₁'in Geogebra ile 3. Soruyu Çözümü

Ö₁'in Geogebra ile 3. sorudaki çizim adımları şöyledir:

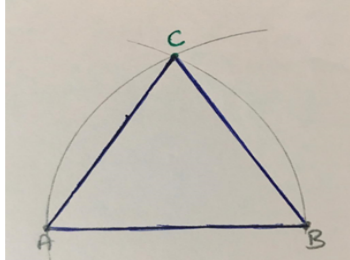
- ✓ A ve B noktalarından geçen [AB]'yi çizmiş.
- ✓ Bu doğru parçası dışında bir C noktası belirleyerek A merkezli |AB| yarıçaplı C noktasından geçen bir çember çizmiştir.
- ✓ Çemberin içinde ve [AB]'nin dışında bir D noktası seçerek, B merkezli |BD| yarıçaplı D noktasından geçen çemberi çizmiştir.
- ✓ Bu çemberlerin kesişim noktasını E noktası olarak adlandırmıştır.
- ✓ [AE] ve [BE]'yi çizerek ABE eşkenar üçgenini oluşturmuştur.
- ✓ B merkezli çemberin içinde [AB]'nin dışında rastgele bir F noktası seçerek [BF]'yi oluşturmuştur.
- ✓ A merkezli çemberin içinde [AB]'nin dışında rastgele bir G noktası seçerek [AG]'yi oluşturmuştur.
- ✓ G ve F noktalarını birleştirerek [GF]'yi oluşturmuş ve GFBA karesini çizmiştir.

Ö₁, Geogebra'yı kullanarak 3. soruya istenen cevabı verememiştir. Görsel olarak bir çizim yapmıştır. Ancak bu çizim geometrik açıdan oluşturulamayacak boyuttur. Teorik eksikliklerin olduğu aşikârdır. Bir dik üçgende dik kenarlardan daha uzun olan hipotenüs uzunluğunun, katılımcının çiziminde belirttiği gibi olması imkânsızdır. Ö₁, bu

çizimi yaparken dik üçgenin bir dik kenar uzunluğu ile hipotenüs uzunluğunu eşit kabul ederek geometrik teoremleri göz ardı etmiştir. Ö₁, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 1. adım olan analiz basamağında kalmıştır. Çünkü Ö₁, probleminden istenen çizimi oluşturamamıştır. Burada görsel olarak istendik çizime benzer bir yapı oluşturulmuş olsa dahi bu çizim hatalıdır, oluşum gerçekleşmemiştir. Eşkenar üçgenin sıralı çizim basamakları doğru ilerlemesine rağmen kenar uzunlukları $f=6.96$, $g=6.97$, $h=7.00$ farklı olduğu Şekil 16'da cebir penceresinde görülmektedir. Bu durum eşkenar üçgen için teorik olarak imkânsızdır. Yine karenin kenar uzunlukları $f=6.96$, $i=6.01$, $j=6.13$, $k=6.99$ olduğu Şekil 16'dan görülmektedir. Bu durum karenin tanımına uymamaktadır. Açılar ölçüldüğünde diklikten söz edilmesi mümkün değildir. Katılımcı deneyimlerinden yola çıkarak istendik çizime benzer, istendik çizimle ilişkili olmayan bir şekil oluşturmuştur. Beklenen oluşum gerçekleşmediği için 2. adım oluşum basamağına geçilememiştir. Ö₁, Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise 3. düzey formal olmayan sonuç çıkarma düzeyindedir. Katılımcı geometrik kavramları bilmekte, birbiriyle ilişkilendirebilmekte; ancak geometrik teoremleri göz ardı etmektedir. Ayrıca F ve G noktalarının seçimlerinin hangi teorik bilgilere dayandırıldığı da ayrı bir problemdir. Ö₁ burada sezgisel bir şekilde noktaları seçerek istenilen çizimi oluşturmaya çalışmıştır. Teorik bilgilerin oluşmaması, ispat yapma isteğinin uyanmaması 4. düzey tümevarım basamağına geçilemediğinin göstergesidir.

Katılımcı Ö₂'nin 3. soruya pergел-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekillerdedir.

3) Kenarları ve açıları eş olan çokgenlere '**Düzgün çokgen**' denir. *Eşkenar üçgen ve kare* birer düzgün çokgendir. Bir kenarı verilen düzgün çokgen çizilebilir. Buna göre bir kenarı aşağıda verilen [AB] olan *eşkenar üçgeni* ve *kareyi* aynı doğru parçasını kullanarak çiziniz.

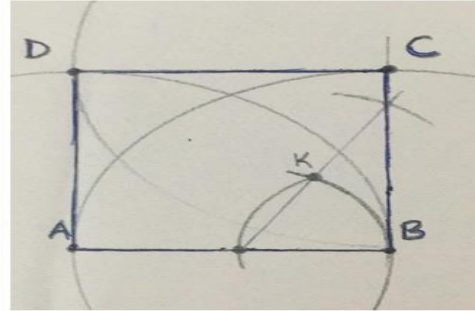
<u>Çizim için uygulanan işlem basamakları:</u> a) Pergel [AB] kadar açılıp A ve B merkez olmak üzere iki tane yay çizilir. Yayların kesiştiği nokta C noktası olarak isimlendirilir. C noktası A ve B noktalarıyla birleştirilerek ABC eşkenar üçgeni çizilmiş olur.	
--	--

Şekil 17: Ö₂'nin Pergel-Düzkenar ile 3. Soruyu (Eşkenar Üçgen) Çözümü

Şekil 17'deki çizim görsel olarak doğrudur. Ancak teorik bilgilerin açıklanması kısmı kapalı kalmıştır. Pergelin birimsiz açıklığı $[AB]$ 'nin normu kadar seçilmiştir. Bu seçim doğrudur, fakat $[AB]$ 'nin normunun oluşturulan çember veya çember yay parçasının yarıçapı olduğu teorik bilgisi sözel olarak vurgulanmamıştır. Bu düşünceden hareketle çizimin daha önceki deneyimler sonucunda sezgisel olarak yapıldığı aşikârdır. Ö₂, Smart (1998) geometrik oluşum sürecindeki dört adımından ikinci adım olan oluşum basamağında kalmış, üçüncü adım olan kanıt basamağına geçememiştir. Ö₂, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ise üçüncü düzey formal olmayan sonuç çıkarım düzeyindedir. Çizimden hareketle öğretmenin farklı çıkarımlar yapamayacağı aşikârdır. Şayet burada akıl yürütmeler yapılarak geometrik oluşum yapılsaydı, bu akıl yürütmeler hem görsel hem de sözel olarak mantıksal dayanaklarla ispatlansaydı dördüncü düzeye geçildiği sonucuna varılabilirdi. Öğretmen çizim olarak sezgisel yaklaşımla hareket ederek üçüncü düzey formal olmayan sonuç çıkarım düzeyinde kalmıştır.

b) Pergelin sivri ucunu B köşesine koyup doğru parçasını kesecek bir yay çizelim. Bu kesim noktasına pergelin aynı açıklıkla koyup önceki çizdiğimiz yayı kesecek başka bir yay daha çizelim ve K noktası olarak isimlendirelim. Bu iki kesişim noktasını birleştiren bir doğru çizelim. Aynı pergel açıklığıyla pergelin sivri ucunu K noktasına koyarak çizdiğimiz doğruyu kesecek şekilde bir yay parçası daha çizelim. Bu kesişim noktasını B köşesiyle birleştirelim. Böylece B noktasından bir dikme çizmiş olduk.

AB yarıçap olacak şekilde B merkezli bir yay çizerek dikme üzerinde C noktası buluruz. Pergel açıklığı bozulmadan A ve C merkezli iki yay daha çizerek kesim noktalarına D noktası diyelim. Bu dört noktayı birleştirerek kare çizimini tamamlamış oluruz.

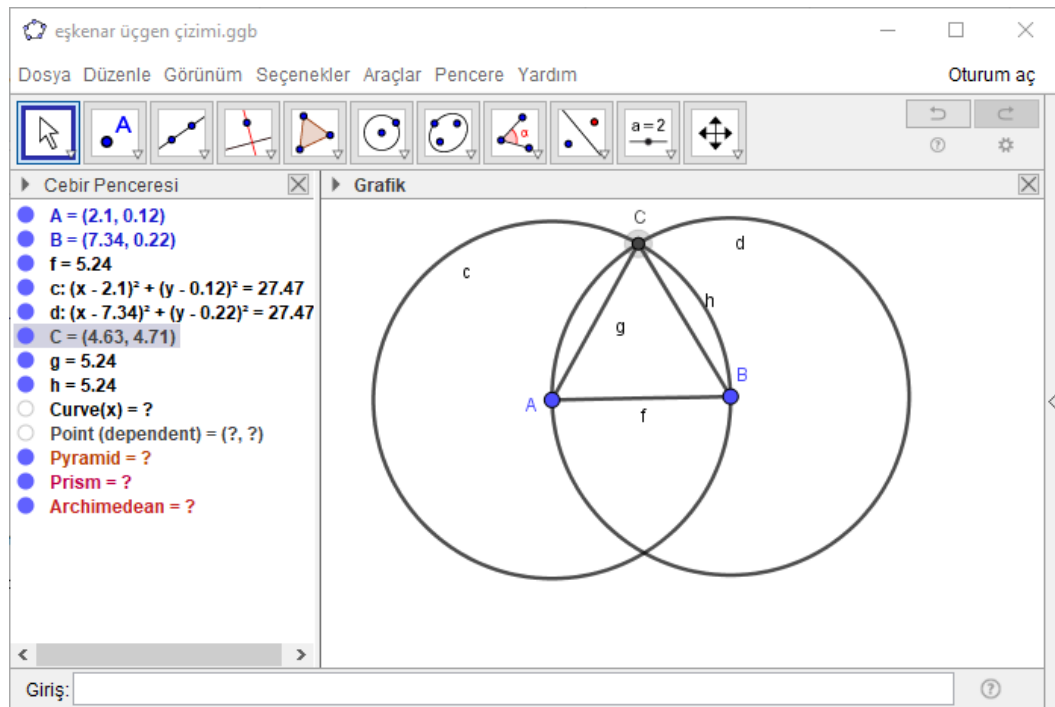


Şekil 18: Ö₂'nin Pergel-Düzkenar ile 3. Soruyu (Kare) Çözümü

Bu çizim görsel olarak doğrudur. Sıralı çizimler sonucunda elde edilecek çember veya çember yay parçalarının ve doğru, doğru parçası ve ışınların kullanımı da doğrudur. Hatta öğretmen burada farklı uzamsal düşünceler içerisine girerek pergel-düzkenar yardımı ile kare oluşturmayı “Öklid’in Elemanları” kitabındaki çizimin dışına çıkarak farklı bir boyuta taşıdığı görülmektedir. Ö₂, Smart (1998) geometrik oluşum sürecindeki

dört adımdan en son adım olan tartışma basamağındadır. Katılımcı bu geometrik yapıyı oluştururken üst düzey düşüncelerini kullanarak yapı inşasındaki pergel-düzkenar çizimlerini sıralı çizimin dışına çıkararak farklı bir boyutta yorumlamıştır. Bu yorumu karenin oluşumu için gerekçe göstermiştir. Ö₂, Van Hiele geometrik düşünme seviyesine göre ise dördüncü düzey tümevarım basamağındadır. Öğretmen geometrik bilgiye hâkim, pergel-düzkenar çizimlerini eksiksiz yapmıştır. Bu materyallerle oluşturduğu kavramları kullanarak kendi stratejisini belirleyip sıralı çizime farklı bir bakış açısı kazandırmıştır. Ancak burada farklı bir geometrik yapı oluşturmadığından 5. düzeye geçememiştir. Sonuç olarak 3. sorudan istenen beceriyi farklı iki problem olarak gören öğretmen istendik beceriyi oluşturamamıştır. Buna rağmen ayrı ayrı düşünüldüğünde geometrik oluşum sürecini başarılı bir şekilde oluşturmuştur. Problem cümlesini zihninde anlamlandıramadığı için aynı doğru parçasını kullanarak istendik yapıyı oluşturamamıştır. Bu noktadan bakıldığında Smart (1998)'e göre birinci düzeyde analiz basamağında kalmış, ikinci düzey olan oluşum basamağına geçememiştir. Van Hiele'ye göre ise ikinci düzey olan analiz basamağında kalmıştır.

Katılımcı Ö₂'nin 3. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekillerdedir.

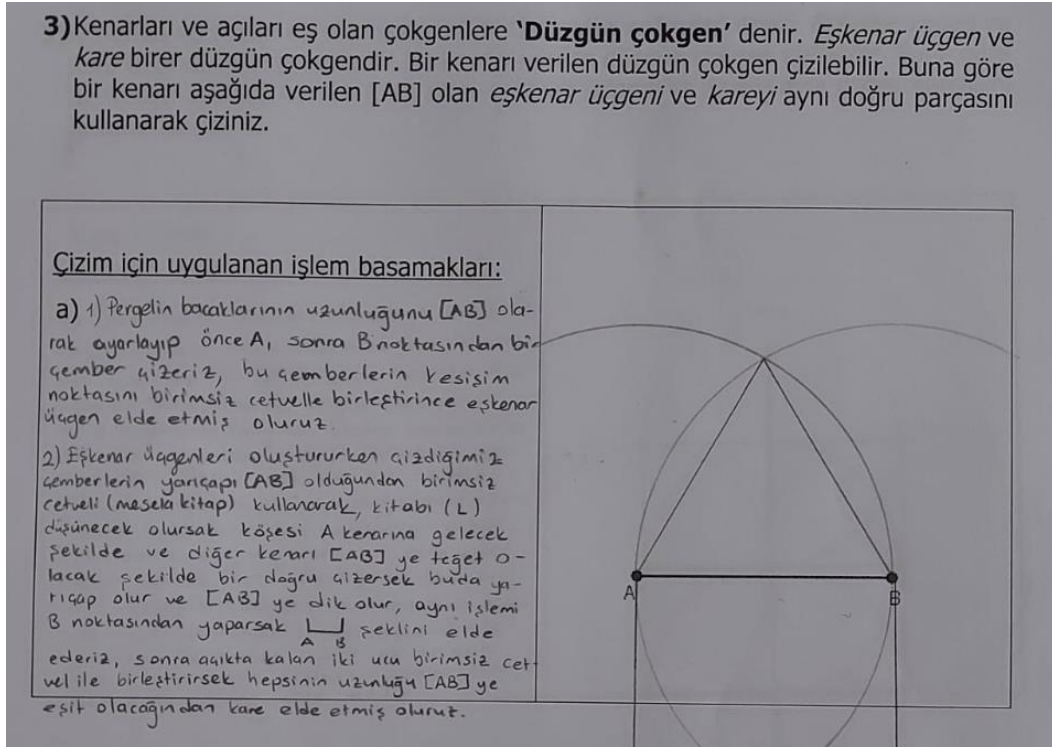


Şekil 19: Ö₂'nin Geogebra ile 3. Soruyu (Eşkenar Üçgen) Çözümü

- ✓ B merkezli $|AB|$ yarıçaplı çemberi oluşturarak, B merkezli çember ile g doğrusunun kesişim noktasını C noktası olarak adlandırmıştır.
- ✓ Programın özelliğinden faydalananarak C noktasından g doğrusuna dik h doğrusu ve A noktasından $[AB]$ 'ye dik i doğrusunu oluşturmuştur.
- ✓ Daha sonra h ve i doğrularının kesişim noktasını D noktası olarak adlandırmıştır.
- ✓ A, B, C ve D noktalarını birleştirerek ABCD karesini oluşturmuştur.
- ✓ 11, 12, 13, 14, 15 gereksiz komutlarıyla programda işlem yapmıştır.

Ö₂, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 3. adım kanıt basamağındadır. Sıralı adımlara uyarak istenilen geometrik yapıyı oluşturmuş, teorik bilgilerle desteklemiştir. Ö₂, Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise 4. düzey tümevarım basamağındadır. Oluşan geometrik kavramlar arasında ilişkiler kurmuş ve teorik bilgilerle destekleyerek çizimi tamamlamıştır. Sonuç olarak Ö₂'nin eşkenar üçgen ve kare çizimleri doğru olmasına rağmen geometrik oluşum sürecinin aksamasına sebebiyet vermiştir. Problem cümlesi anlaşılmamış, istendik çizim katılımcının zihninde şekillenmemiştir. Bu çerçeveden bakıldığında Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 1. adım analiz basamağında kaldığını, 2. adım oluşum basamağına geçilemediğini söylemek mümkündür. Katılımcı geometrik kavramları biliyor, ancak ilişkilendirmeler sonucunda istendik çizimi oluşturamıyor. Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ise 2. düzey analiz basamağındadır. Öğretmen burada kavramları zihninde oluşturmuş, ancak kavramlar arası ilişki kuramamıştır. Problem cümlesinde istenen beceriyi parçalayarak iki farklı çizim isteniyormuş gibi algılamıştır. Oysa problemde istenen üçgen ve kare aynı resim içinde olmalıdır.

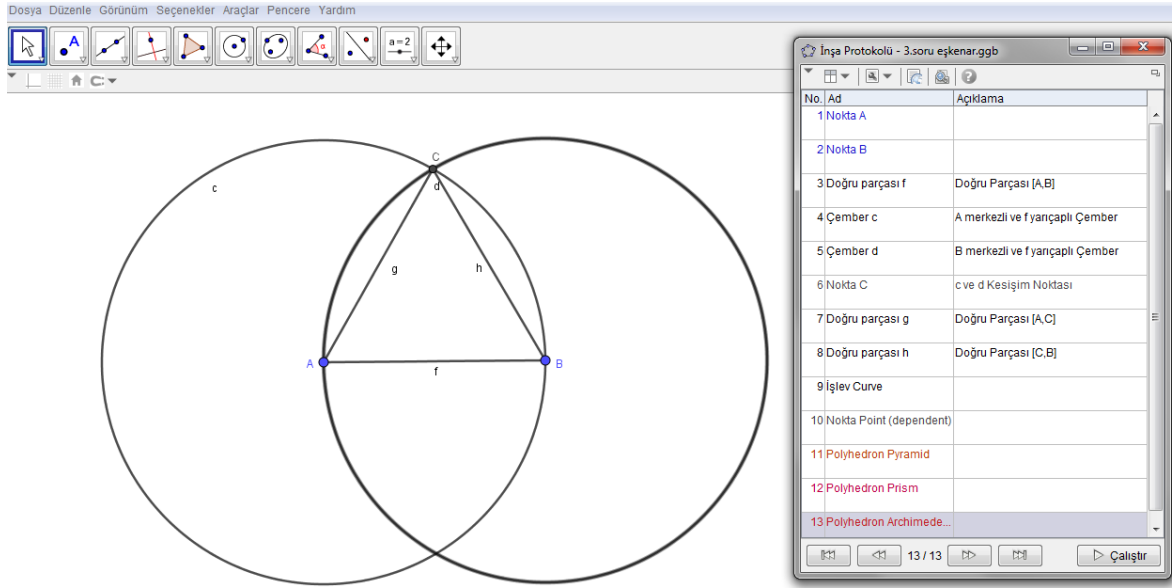
Katılımcı Ö₃'ün 3. soruya pergeli-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 21: Ö₃'ün Pergel-Düzkenar ile 3. Soruyu Çözümü

Bu çizim görsel olarak doğru görünse bile sezgisel yaklaşımla bir çizim yapılmıştır. Sıralı çizim algısı üçgen oluşturulurken kullanılmaya çalışılmış, ancak teorik hatalar yapılmıştır. Kare oluşumunda ise hiçbir teorik bilgiden yararlanılmamıştır. Düzkenar kullanılarak bir kare oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu çizimde sezgisel yaklaşımla hareket edilerek sözel ifadeler kullanılmış, diklik kavramı görsel olarak açıklanmaya çalışılmıştır. Geometrik yapının oluşumunu tamamen sezgisel olarak yapmış, bunun doğru olduğu kanaatine varmıştır. Ö₃, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinde belirttiği dört adımdan, birinci adım olan analiz basamağında kalmıştır. Ö₃, Van Hiele geometrik düşünme düzeyinin ikinci basamağı olan analiz basamağında kalmıştır. Katılımcı üçgeni kısmen pergeli-düzkenar sıralı çizimine uygun oluşturmuş, ancak kareyi tanıdığı için sezgisel yaklaşımla deneyimlerine dayalı bir çizim yapmıştır. Van Hiele düşünce sisteminde kavramlar arası ilişkileri kuramadığı için üçüncü düzeye geçememiştir.

Katılımcı Ö₃'ün 3. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekillerdedir.

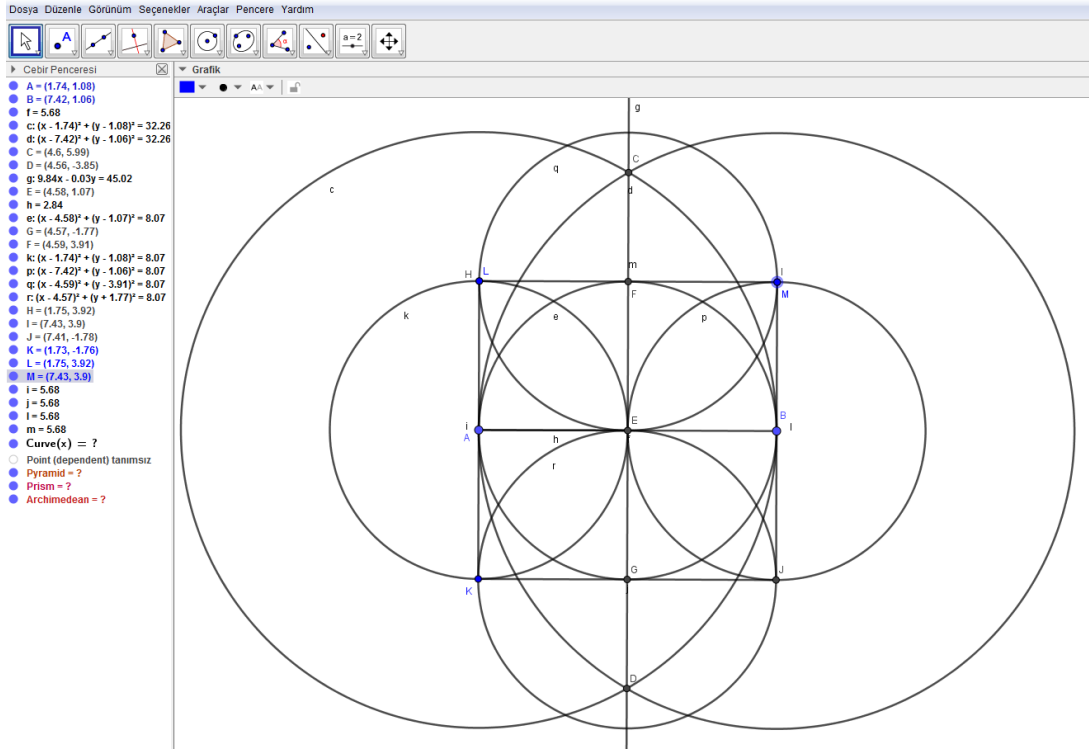


Şekil 22: Ö₃'ün Geogebra ile 3. Soruyu (Eşkenar Üçgen) Çözümü

Ö₃'ün Geogebra ile 3. sorudaki (eşkenar üçgen) çizim adımları şöyledir:

- ✓ [AB]'yi oluşturmuştur.
- ✓ A ve B merkezli |AB| yarıçaplı iki tane çember oluşturmuştur.
- ✓ Bu çemberlerin kesişim noktalarından birini C noktası olarak adlandırmıştır.
- ✓ C noktası ile A ve B noktalarını birleştirerek CAB eşkenar üçgenini oluşturmuştur.
- ✓ Programda 9, 10, 11, 12, 13 gibi gereksiz komutlarla işlem yapmıştır.

Katılımcı Geogebra'yı kullanarak 3. soruya doğru cevap verememiştir. Problem cümlesini anlamamış, bir bütün olarak istenilen çizimi iki ayrı çizimle göstermiştir. Ö₃, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 3. adım kanıt basamağındadır. Sıralı adımlara uyarak istenilen geometrik yapıyı oluşturmuş, teorik bilgilerini yerinde kullanarak çizimi tamamlamıştır. Ö₃, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ise 4. düzey tümevarım basamağındadır. Oluşan geometrik kavramlar arasında ilişkiler kurmuş, teorik bilgileri ve matematik dilini düzgün kullanmıştır.



Şekil 23: Ö₃'ün Geogebra ile 3. Soruyu (Kare) Çözümü

Ö₃'ün Geogebra ile 3. sorudaki (kare) çizim adımları şöyledir:

- ✓ [AB]'yi oluşturmuştur.
- ✓ A ve B merkezli |AB| yarıçaplı çemberleri çizerek, oluşan bu çemberlerin kesişim noktalarını C ve D noktaları olarak isimlendirmiştir.
- ✓ C ve D noktalarından geçen orta dikme doğrusunu oluşturarak, orta dikme doğrusu ile [AB]'nin kesişim noktasını E noktası olarak adlandırmıştır.
- ✓ E merkezli |AE| yarıçaplı çember çizerek, E merkezli çember ile orta dikme doğrusunun kesişim noktalarını F ve G noktaları olarak adlandırmıştır.
- ✓ A merkezli |AE| yarıçaplı, B merkezli |BE| yarıçaplı, F merkezli |FE| yarıçaplı ve G merkezli |GE| yarıçaplı çemberleri çizmiştir.
- ✓ Bu oluşan çemberleri ikişerli olarak kesişim noktalarını belirlemiş ve bu noktaları H, I, J, K olarak adlandırmıştır.
- ✓ Bu noktaları birleştirerek HIJK karesini oluşturmuştur.
- ✓ 27, 28, 29, 30, 31 gereksiz komutlarla programda işlem yapmıştır.

Ö₃, [AB]'nin karenin bir kenarı olması gerekliliğini göz ardı ederek, zihninde tasarladığı kareyi oluşturmuştur. Bu oluşum Smart (1998) geometrik çizim sürecinin dört adımından 2. adım oluşum basamağındadır. Burada geometrik yapı gelişigüzel

oluşturularak öğretmenin zihnindeki kare modeli ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Öğretmen istenilen beceriyi oluşturamamıştır. Deneyimlerinden hareketle bir geometrik yapıyı sezgisel olarak oluşturmuştur. [AB]'nin karenin bir kenarı olması gerekliliği dikkate alınmamıştır. Sıralı çizim basamaklarına uyularak istenmeyen bir çizim meydana getirilmiştir. Ö₃, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ise 2. düzey analiz basamağındadır. Kavramlar arasında istendik ilişkiler kuramayıp kenarlarından biri [AB] olan kareyi oluşturamamıştır. Yine de geometrik oluşum sürecinin bilincinde olarak istenilen çizimin dışında bir kare inşa etmiştir. Sonuç olarak; Ö₃'ün eşkenar üçgen ve kare çizimleri geometrik oluşum sürecinin aksamasına sebep olmuştur. Çünkü problem cümlesi anlaşılmamış, istendik çizim öğretmenin zihninde şekillenmemiştir. Bu çerçeveden bakıldığında Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 1. adım analiz basamağında kaldığını, 2. adım oluşum basamağına geçilemediğini söylemek mümkündür. Öğretmen geometrik kavramları bilmiş, ancak ilişkilendirmeler sonucunda istendik çizimi oluşturamamıştır. Ö₃, Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise 2. düzey analiz basamağındadır. Katılımcı burada kavramları zihninde oluşturmuş, ancak kavramlar arası ilişkiyi kuramamıştır. Problem cümlesinde istenilen beceriyi parçalayarak iki farklı çizim yapıyormuş gibi algılamıştır. Oysa problemde istenen eşkenar üçgen ve kare aynı resim içerisinde olmalıdır.

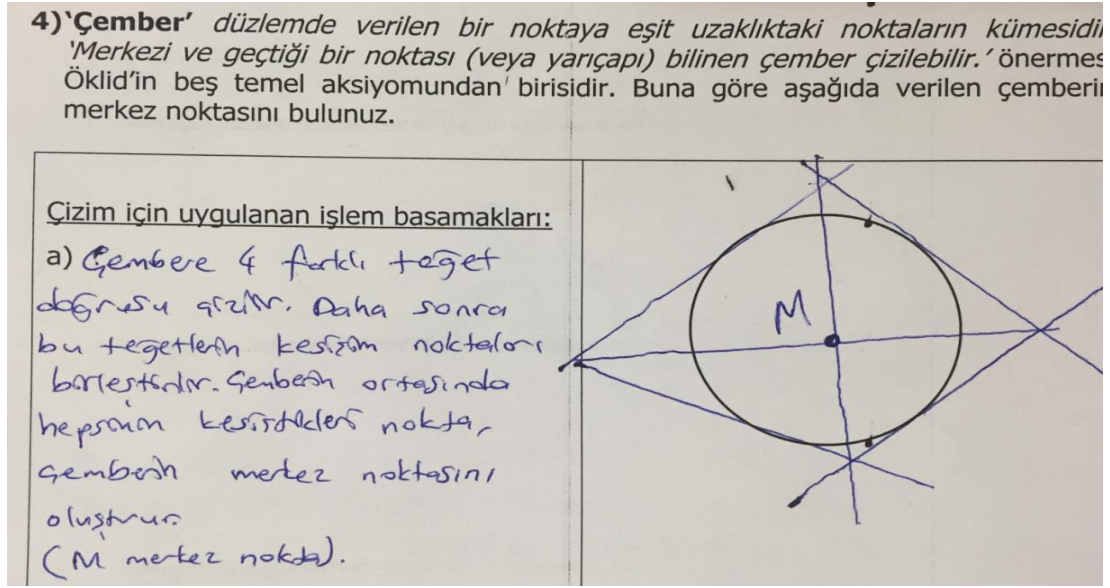
4. Soru: “Verilen bir çemberin merkez noktasını bulma”

Bu çizimin oluşum süreci Smart (1998) geometrik yapı inşa süreçlerinin dört basamağına ve Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre yorumlanmıştır.

“Öklid’in Elemanları” (Sertöz, 2020) kitabında bu çizim;

- ✓ Verilen çember üzerinde rast gele A ve B noktaları alınarak düzkenar yardımıyla [AB] kirişi oluşturulur.
- ✓ Benzer şekilde [CD] kirişi oluşturulur.
- ✓ Pergel yardımı ile 1. soruda “Bir doğru parçasının orta dikme doğrusunu bulma” sıralaması uygulanarak [AB] ve [CD] kirislerinin orta dikme doğruları bulunur.
- ✓ Bu orta dikme doğrularının kesişim noktası O, çemberin merkezini teşkil eder, şeklindedir.

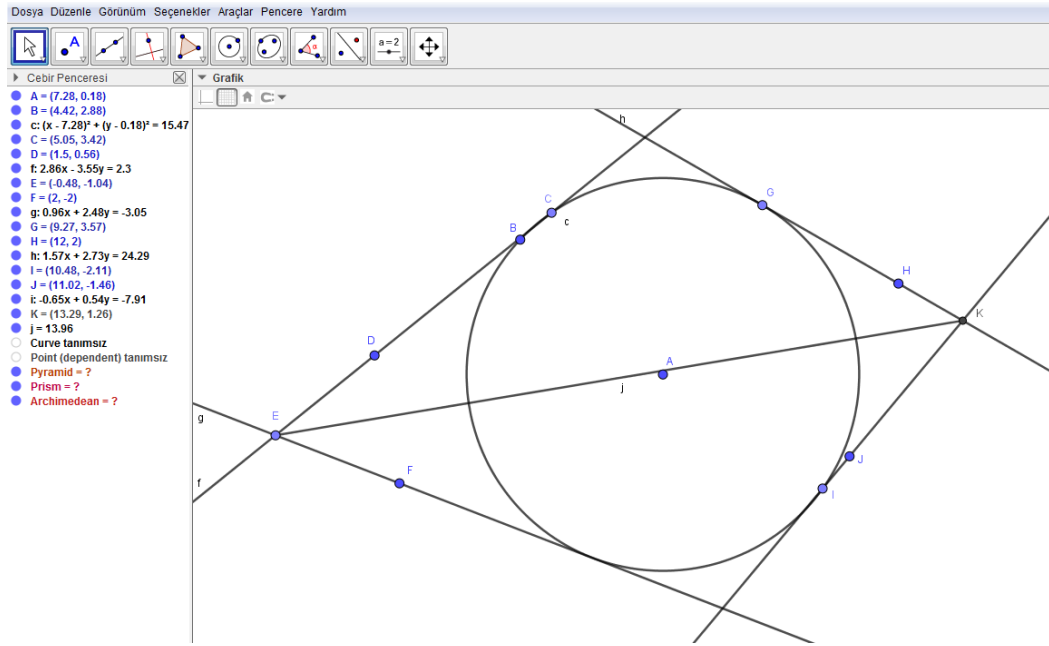
Katılımcı Ö₁'in 4. soruya pergeli-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 24: Ö₁'in Pergel-Düzkenar ile 4. Soruyu Çözümü

Bu çizim istendik çizimden çok uzakta olup, görsel olarak yanıltıcıdır. Ö₁, burada tamamen zihninde görselleştirdiği yapıyı resmetmiş, pergeli-düzkenarı amaç dışında kullanmıştır. Sıralı çizim algısı ile hiç alakası olmayan bir geometrik yapı açığa çıkmıştır. Ö₁, Smart (1998) geometrik oluşum süreçlerinin dört adımından birinci adım olan analiz basamağındadır, ikinci adım olan oluşum basamağına geçememiştir. Bunun en görünen sebebi; pergeli-düzkenar materyalleri kullanılarak oluşturulan geometrik yapıların çizimine sezgisel olarak yaklaşması, kendi deneyimlerini dikkate alarak çizimi gerçekleştirmeye çalışmasıdır. Ö₁, istenilen çizimin yapılmasında sıralı çizim basamaklarını dikkate almamıştır. Ö₁, Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise birinci düzey olan görsel dönem düzeyindedir. Burada oluşan yapı içerisinde tanımlanacak tek görsel merkezi olmayan yarıçap uzunluğu bilinmeyen çemberdir. Çembere çizilen dört teğetin, teğet doğrularının kesim noktaları adlandırılmamış, sözde merkez diye tabir edilen M noktasının çemberin iç bölgesinde ne ifade ettiği teorik bilgilerle desteklenmemiştir. Bu noktada ikinci düzey olan analiz basamağına geçilememiş, kavramlar arasında ilişki kurulamamış, geometrik anlamda zihinde anlamlı temsiller oluşmamıştır.

Katılımcı Ö₁'in 4. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 25: Ö₁'in Geogebra ile 4. Soruyu Çözümü

Ö₁'in Geogebra ile 4. sorudaki çizim adımları şöyledir:

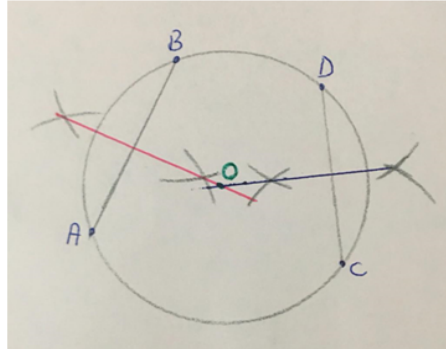
- ✓ A merkezli B noktasından geçen bir çember çizmiştir.
- ✓ Çember üzerinde herhangi bir C noktası ve çember dışında bir D noktası olarak DC doğrusunu oluşturmuştur.
- ✓ DC doğrusu üzerinde bir E noktası seçmiş, çember ve DC doğrusu dışında bir F noktası belirlemiş ve E ile F noktalarını birleştirerek EF doğrusunu çizmiştir.
- ✓ Çember üzerinde bir G noktası ve çemberin dışında G noktasına yakın bir H noktası seçerek, G ve H noktalarını birleştirerek GH doğrusunu oluşturmuştur.
- ✓ Çember üzerinde bir I noktası ve çemberin dışında I noktasına yakın bir J noktası seçerek, I ve J noktalarını birleştirerek IJ doğrusunu oluşturmuştur.
- ✓ Oluşan GH ve IJ noktalarının kesişim noktasını K noktası olarak adlandırmıştır.
- ✓ E ve K noktalarını birleştirerek [EK]'nin A merkezinden geçecek şekilde oluşturmuştur.

Ö₁'in, Geogebra'yı kullanarak 4. soruya verdiği cevap hatalıdır. Görüntü doğru gibi görünse bile, sıralı çizim basamakları hatalıdır. Ö₁, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 1. adım analiz basamağında kalmış, 2. adım oluşum basamağına geçememiştir. Öğretmenin çemberin merkezi A noktasını ilk olarak tayin ettiğini, sıralı

işlem basamaklarından sonra oluşan [EK]'nin A noktasından geçeceğini varsayarak doğrulama yapmaya çalışması kavram bilgisinin tam olduğunu göstermektedir. Ancak bu bilgiye sahip olmasına rağmen kavramlar arası ilişkileri kuramamış, geometrik teoremlerin oluşum sürecinde kullanılmaması sürecin olumsuz ilerlemesine sebep olmuştur. Bununla birlikte katılımcının deneyimlerinden hareketle seçtiği teğetlerin tamamı hatalıdır. Uzaydaki yer denklemleri kontrol edildiğinde mantıksal dayanağı olmayan, sezgisel seçimlerin olduğu aşikârdır. Yine burada [EK], A merkez noktasından geçmemektedir. Oysa öğretmen [EK]'nin merkez noktasından geçtiğini beyan etmiştir. Ö₁, Van Hiele geometri düşünme düzeylerine göre ise 3. düzey formal olmayan sonuç çıkarma düzeyindedir. Geometri kavram bilgisine sahip olan öğretmen, deneyimleri neticesinde sezgisel yaklaşımlarla süreci tamamlamaya çalışmıştır. Problem cümlesinin öğretmenden istediği “Öklid’in Elemanları” kitabındaki çizimiyle, öğretmenin probleme verdiği cevap arasında bir bağlantı yoktur. Ö₁, farklı boyuttaki düşünceleri ile teğetleri ve çemberi kullanarak merkezi bulmaya çalışmıştır. Oysa çizim sürecine başlarken ilk olarak A merkezli çemberi oluşturmaya çalışmıştır. Yaptığı sıralı işlemler sonucunda [EK]'yi A merkez noktasından geçirerek yaptığı seçimlerin doğruluğunu ispatlamaya çalışmıştır. Kavramları adlandırmada zorluklar yaşamış, ispat yaparken teorik dayanaklar kullanmamış, 4. düzey tümevarım basamağına geçememiştir.

Katılımcı Ö₂'nin 4. soruya pergeli-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.

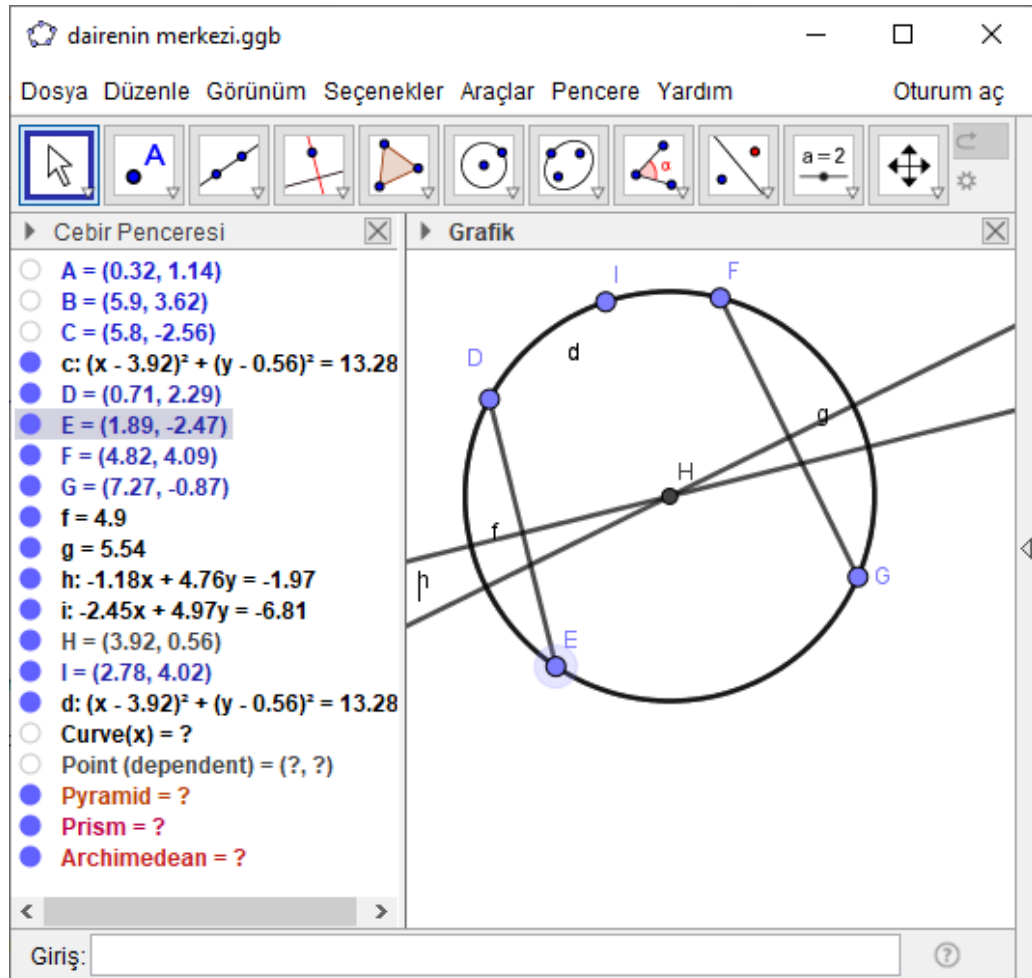
4)'Çember' düzlemde verilen bir noktaya eşit uzaklıktaki noktaların kümesidir. 'Merkezi ve geçtiği bir noktası (veya yarıçapı) bilinen çember çizilebilir.' önermesi Öklid'in beş temel aksiyomundan birisidir. Buna göre aşağıda verilen çemberin merkez noktasını bulunuz.

<u>Çizim için uygulanan işlem basamakları:</u> a) Daireye iki tane kiriş çizilir. Bu kirişlerin orta dikmeleri çizilerek kesişim noktaları birleştirilir ve O noktası olarak isimlendirilir. Böylece dairenin merkezi bulunmuş olur.	
--	--

Şekil 26: Ö₂'nin Pergel-Düzkenar ile 4. Soruyu Çözümü

Bu şekil “Öklid’in Elemanları” kitabında yaptığı çizimin benzeridir. Sıralı çizim basamakları kullanılarak geometrik yapı inşa süreci tamamlanmıştır. Ö₂, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinde belirtilen dört adımdan ikinci adım olan oluşum basamağında kalmıştır. Üçüncü adım olan kanıt basamağına geçememiştir. Burada katılımcı geometrik yapıyı oluşturmuştur, ancak şekillerin dikliğini ve eşliğini göstermemiş, matematik dilini açık ve anlaşılır biçimde kullanmamıştır. Bu düşünceden hareketle Ö₂’nin sezgisel yaklaşımla bir çizim yaptığı sonucuna varılır. Ö₂, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ise formal olmayan sonuç çıkarma basamağındadır. Pergel-düzkenar yardımı ile oluşturulan kavramlar arasında ilişki kurmuş, “Öklid’in Elemanları” kitabında ispatladığı çizimi yapmıştır. Ancak sözel olarak teorik bilgisini yansıtamadığından dördüncü düzey olan tümevarım basamağına geçemeyip ispat yapamamıştır.

Katılımcı Ö₂’nin 4. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



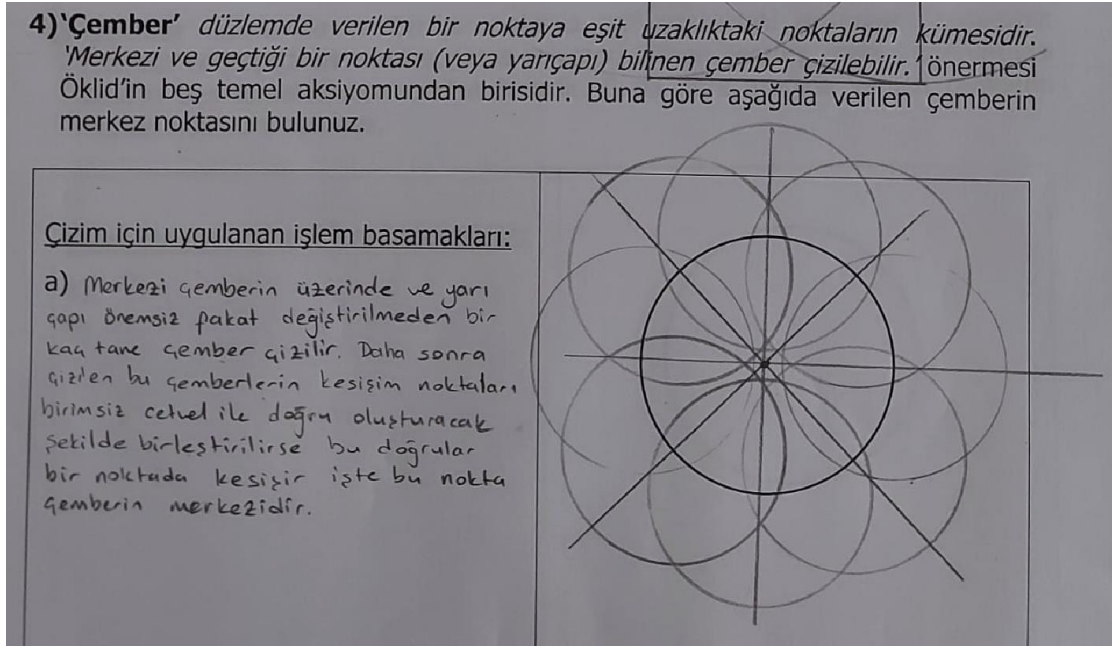
Şekil 27: Ö₂’nin Geogebra ile 4. Soruyu Çözümü

Ö₂'nin Geogebra ile 4. sorudaki çizim adımları şöyledir:

- ✓ A, B ve C noktalarından geçen çemberi çizmiştir.
- ✓ Çember üzerinde rastgele D, E, F ve G noktalarını alarak, [DE] ve [FG] kesişimlerini oluşturmuştur.
- ✓ Programın özelliklerinden yararlanarak [DE] ve [FG]'nin orta dikme doğrularını çizmiştir.
- ✓ Oluşan orta dikme doğrularının kesişim noktasını H noktası olarak adlandırmıştır ve H noktasının çemberin merkezi olduğunu belirtmiştir.
- ✓ Çember üzerinde bir I noktası seçerek, bu durumu doğrulamayı amaçlamıştır.
- ✓ Programda 16, 17, 18, 19, 20 gereksiz komutlarıyla işlem yapmıştır.

Katılımcı 4. soruya doğru cevap vermiştir. Ö₂, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 3. adım kanıt basamağındadır. Program kullanma becerisinin yüksek olduğu [DE] ve [FG] kesişimlerinin orta dikme doğrularını direkt belirtmesinden anlayabiliriz. Yine kavramsal ilişkiler kurarak son durumda I noktasının seçilip H merkezli çember üzerinde olup olmadığı yordamıştır. Problem yapısı gereği 4. adım tartışma basamağına geçişi engellemektedir. Ö₂, Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise 4. düzey tümevarım basamağındadır. Geometrik kavramlar arasında ilişkiler kurulmuş, teorik bilgilerden yararlanılmış ve çizim oluşturulmuştur. Uzamsal düşünme becerisi kullanılarak sıralı çizim basamakları bilgisayar programında temsil edilmiştir. Geometrik kavramlar anlamlı hale gelmiş, bu anlamdan hareketle ispat süreci istendik biçimde tamamlanmıştır. Problem yapısı gereği farklı geometrik düşünceler sonucunda ürün oluşturmayı, düşünme gereksinimi hissettirmede için 5. Düzey ilişkileri görebilme basamağına geçilememiştir.

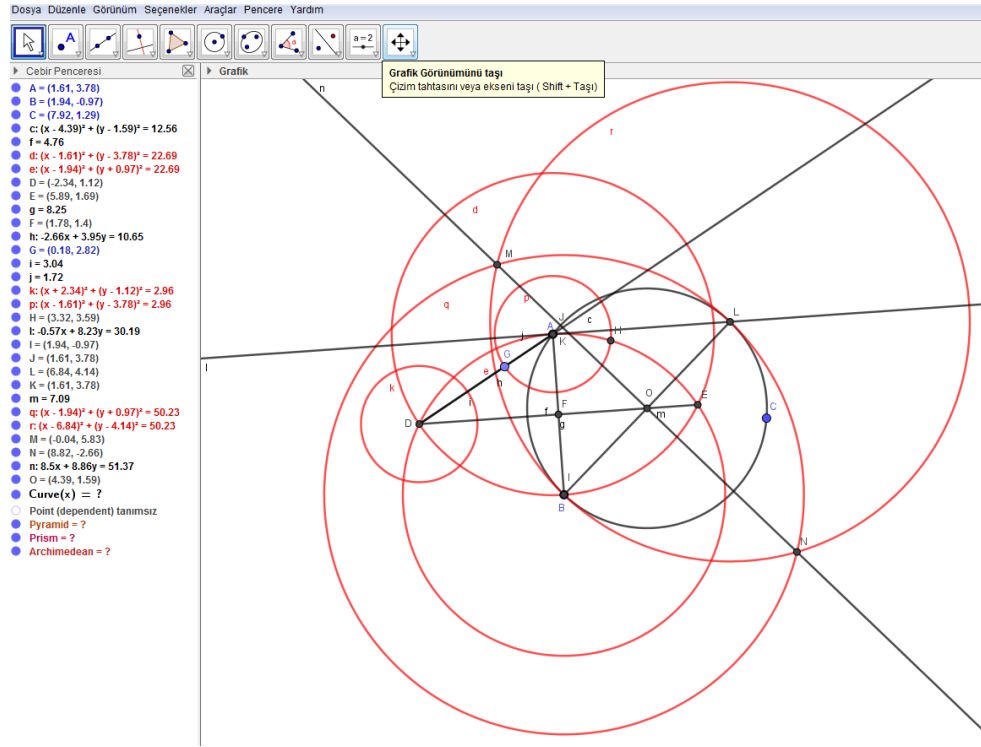
Katılımcı Ö₃'ün 4. soruya pergeli-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 28: Ö₃'ün Pergel-Düzkenar ile 4. Soruyu Çözümü

Bu çizim görsel olarak yanlıştır. Tamamen sezgisel yaklaşımda bulunulup, daha önceki deneyimleri sonucunda elde ettiği bilgilerle sınırlıdır. Burada, pergeli açıklığının birimsiz miktarının önemsiz olmasının yanı sıra karşılıklı seçilen ikişerli noktaların teorik olarak ne ifade ettiği, nasıl seçildiği hakkında kavramsal sıkıntılar vardır. Ayrıca bu çizim yapılırken geometrik oluşum sürecinde sıralı çizim algısının hiç kullanılmadığı düşüncesi Ö₃'ün verdiği cevaplarla apaçık ortadadır. Pergel-düzkenar materyalleri kullanılmış, ancak teorik olarak amaca hizmet etmemiştir. Tamamen sezgisel bir yaklaşımla hareket edilmiş, istenmedik bir çizim açığa çıkmıştır. Ö₃, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinde belirttiği dört adımdan birinci adım olan analiz basamağındadır. Katılımcı zihninde görselleştirdiği yapıyı teorik dayanaklarla açıklayamamış, geometrik yapı oluşum sürecinde başarısız olmuştur. Benzer şekilde Ö₃'ün Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise 1. düzey olan Görsel Dönem veya 2. düzey olan Analiz basamağında olduğu söylenebilir. Şayet burada katılımcı zihninde şematize ettiği çemberin merkezi kavramını oluşturmaya çalışmış ise 1. düzeyde kalıp, 2. düzeye geçememiştir. Ama şeklin görselini tanıyıp onun hakkında kısmi çıkarımlar yaparak düzkenar ile oluşturduğu doğru parçaları ve pergeli ile oluşturduğu çemberleri baz alırsak, 2. düzeyde kalıp 3. düzeye geçemediği yorumunda bulunulabilir. Sonuç olarak Ö₃'ün, TGÇBF'de bulunan 4. soruya doğru ve istendik dönütler veremediği aşikârdır.

Katılımcı Ö₃'ün 4. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 29: Ö₃'ün Geogebra ile 4. Soruyu Çözümü

Ö₃'ün Geogebra ile 4. sorudaki çizim adımları şöyledir:

- ✓ A, B ve C noktalarından geçen bir temel çember oluşturmuştur.
- ✓ A ve B noktalarını birleştirerek [AB] kirişini oluşturmuştur.
- ✓ A ve B merkezli |AB| yarıçaplı çemberler oluşturarak bu çemberlerin kesişim noktalarını D ve E noktaları olarak adlandırmıştır.
- ✓ [DE], [AB]'nin orta dikmesidir.
- ✓ [DA]'yı oluşturmuş, [DA üzerinde bir G noktası olarak [DG]'yi çizmiştir.
- ✓ D ve A merkezli |AG| yarıçaplı çemberler oluşturmuştur.
- ✓ B merkezli |AB| yarıçaplı ile A merkezli |AG| yarıçaplı çemberin kesişim noktasını H noktası olarak adlandırmıştır.
- ✓ A noktasından geçen [DE]'ye paralel bir doğru çizmiştir.
- ✓ Başlangıçtaki A, B, C noktalarından geçen temel çember ve çizilen bu paralel doğrunun kesişim noktasını L noktası olarak adlandırarak [BL]'yi oluşturmuştur.
- ✓ B ve L merkezli |BL| yarıçaplı çemberleri oluşturarak bu çemberlerin kesişim noktalarını M ve N noktaları olarak isimlendirmiştir.
- ✓ MN doğrusunu çizerek [BL]'nin orta dikme doğrusunu oluşturmuştur.

- ✓ [AB] ve [BL]'nin kesişim noktalarını O noktası olarak adlandırmış ve çemberin merkezini bulduğunu göstermiştir.
- ✓ Programda 30, 31, 32, 33, 34 komutlarıyla gereksiz işlemler yapmıştır.

Ö₃, Geogebra'yı kullanarak 4. soruya doğru cevap vermiştir. Ancak burada öğretmen sıralı çizim algısına farklı bir boyut kazandırarak süreci deneme yanılma yaparak tamamlamıştır. Bu deneme yanılma sonucunda bir strateji geliştirmiştir. Katılımcı neticede kendine bir strateji belirlemiş, çember üzerinde seçtiği her orta dikme doğrusunun kesişim noktasının merkezden geçmesi gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuca ulaşmak için çokça kez çemberler çizmiş ve oluşumları teker teker kendi içerisinde yorumlamıştır. Ö₃, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 3. adım kanıt basamağındadır. Teorik ispatları gayet açık ve anlaşılır biçimde matematik dilini kullanarak geometrik kavramlar arasında ilişki kurarak geometrik oluşum sürecini tamamlamıştır. Burada kendi çıkarımlarını şekil üzerinde somutlaştırarak farklı bir düşünme boyutu ile sürece yaklaşmıştır. Ö₃, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ise 4. düzey tümevarım basamağındadır. Geometrik kavramların bilincinde, kavramlar arası ilişkileri kullanarak istenen çizimin ortaya çıkması ve bu sürecin teorik bilgilere dayandırılarak gerçekleştirilmesi bu yoruma ulaşmamızı sağlar. Ancak bu çıkarımlar neticesinde farklı çizimler ve ürünler açığa çıkmamıştır. Bu sebeple 5. düzey ilişkileri görebilme basamağına geçilememiştir.

5. Soru: “Merkezi verilen çembere dışındaki bir A noktasından çembere teğet olan doğruları çizme”

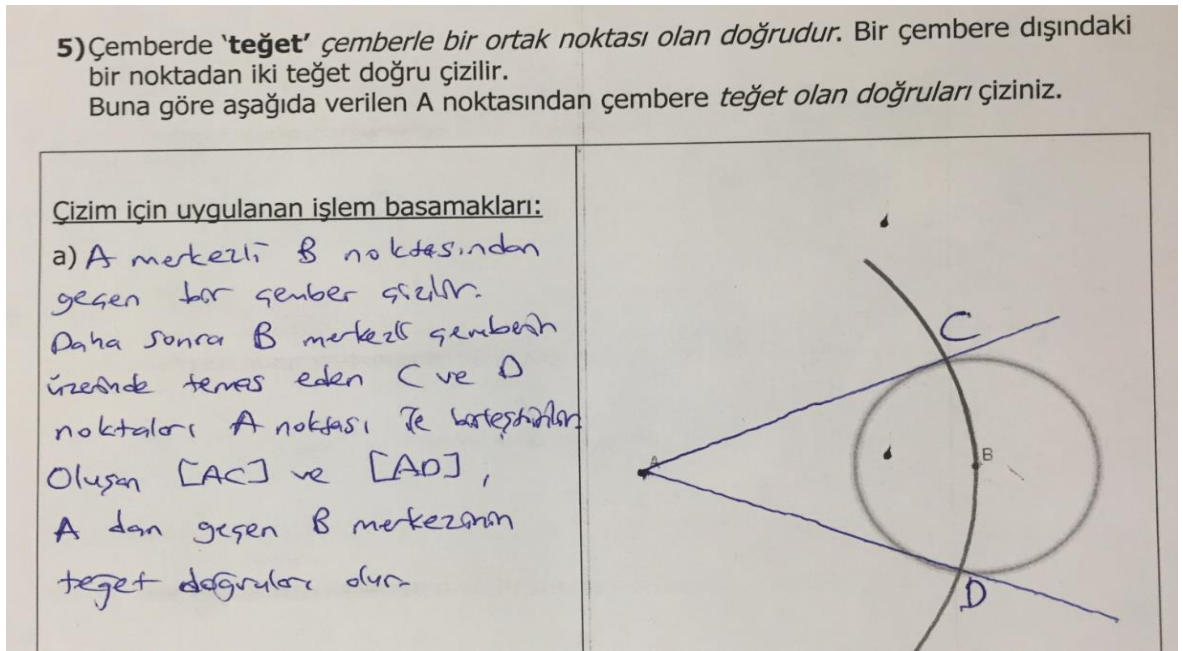
Bu çizimin oluşum süreci Smart (1998) geometrik yapı inşa süreçlerinin dört basamağına ve Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre yorumlanmıştır.

“Öklid’in Elemanları” (Sertöz, 2020) kitabında bu çizim;

- ✓ Düzkenar yardımıyla A ve O noktaları birleştirilerek [AO] oluşturulur.
- ✓ [AO]'nun orta dikme doğrusu 1. sorudaki sıralı adım basamakları uygulanarak çizilir.
- ✓ [AO] ile oluşturulan orta dikme doğrusunun kesişim noktası B olarak isimlendirilir.
- ✓ B merkezli |AB| yarıçaplı çember çizilir.

- ✓ Oluşturulan bu çember ile O merkezli çemberin kesişim noktaları C ve D olarak isimlendirilir.
- ✓ A noktası ile C ve D noktaları düzkenar ile birleştirilerek AC ve AD doğruları oluşturulur.
- ✓ AC ve AD doğruları O merkezli çembere teğet olan doğrulardır, şeklindedir.

Katılımcı Ö₁'in 5. soruya pergeli-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.

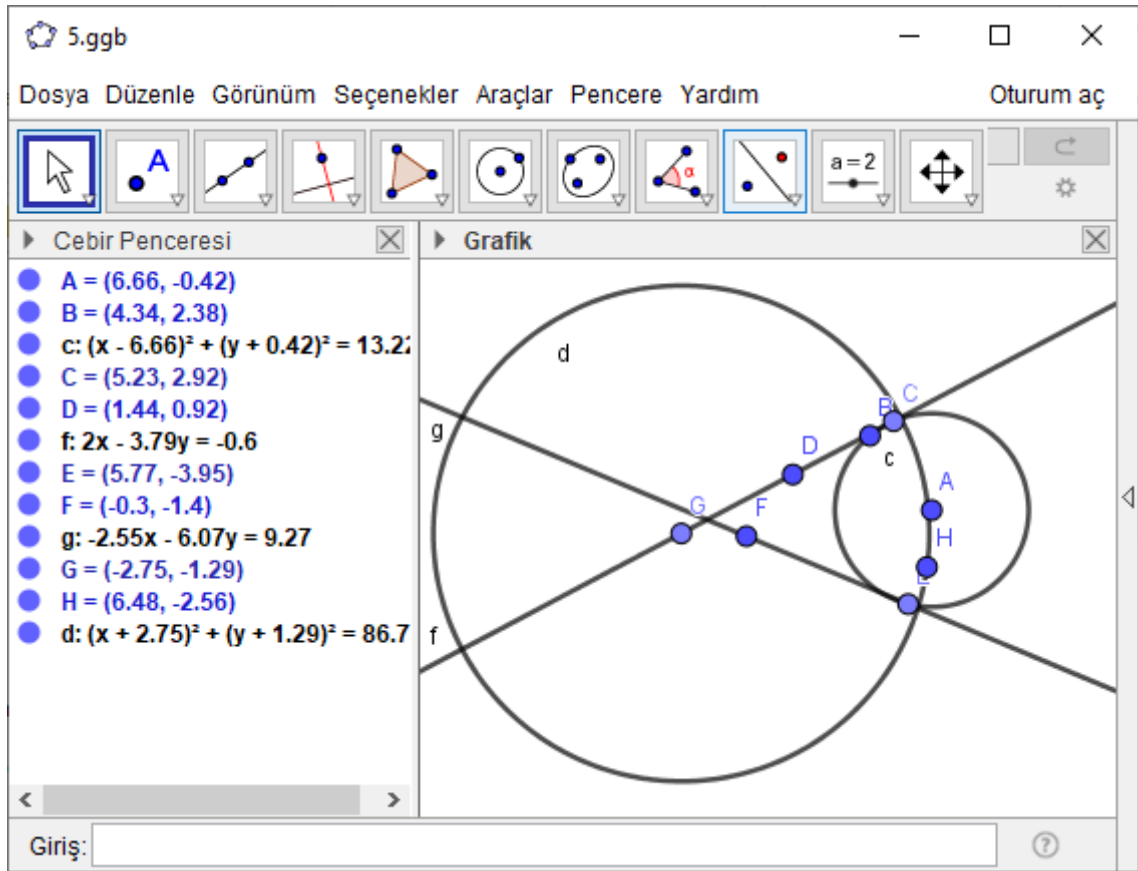


Şekil 30: Ö₁'in Pergel-Düzkenar ile 5. Soruyu Çözümü

Şekil görsel olarak doğrudur. Ancak matematik dili düzgün kullanılmamış, temsiller açık ve anlaşılır oluşturulmamıştır. “A’dan geçen B merkezinin” ifadesi çok çelişkili bir yorumdur. Bununla birlikte problem cümlesinde teğet doğruları istenmiştir. Ancak çizilen ifade bir ışıdır. Yine teorik anlamda [AC] ve [AD] telaffuz edilmiştir. Bu da geometrik kavramların sözel ifadelerinin oluşmadığının kanıtıdır. A merkezli çember çizildiği öğretmen tarafından sözel olarak ifade edilmiş, ancak pergeli bu amaç için doğru kullanılmamıştır. A merkezli çember yayı oluşturulmuştur. Ö₁, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından birinci adım olan analiz basamağını tamamlamış, ancak ikinci adım oluşum basamağına geçememiştir. Burada açık bir şekilde görülmektedir ki teorik bilgi ile desteklenmeden şekil oluşturulmuştur. Katılımcının daha önceki deneyimlerinden kaynaklı sezgisel bir oluşumdur. Pergel-düzkenar sıralı bir şekilde

kullanılmamış, amaca hizmet etmemiştir. Ö₁, Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise 3. düzey formal olmayan sonuç çıkarma düzeyinde kalmıştır. 4. düzey tümevarım basamağına geçilememiştir. Pergel-düzkenar ile oluşturulan kavramlar arasında ilişki kurulamamış, oluşturulan yapılar teorik bilgi ile desteklenmemiştir. Ayrıca matematik dili çok az yerde doğru kullanılmış, Ö₁'in sözel açıklamalarında ve geometrik yapı inşa sürecinde geometrik temsillerdeki noksanlıklar aşikâr bir şekilde görülmektedir.

Katılımcı Ö₁'in 5. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 31: Ö₁'in Geogebra ile 5. Soruyu Çözümü

Ö₁'in Geogebra ile 5. sorudaki çizim adımları şöyledir:

- ✓ A merkezli $|AB|$ yarıçaplı çemberi çizerek, rastgele çember üzerinde C noktası ve çember dışında D noktası olarak CD doğrusunu çizmiştir.
- ✓ Rastgele çember üzerinde E noktası ve çember dışında F noktasını alarak FE doğrusunu çizmiştir.
- ✓ Bu doğruların kesişim noktasını G noktası olarak adlandırmıştır.

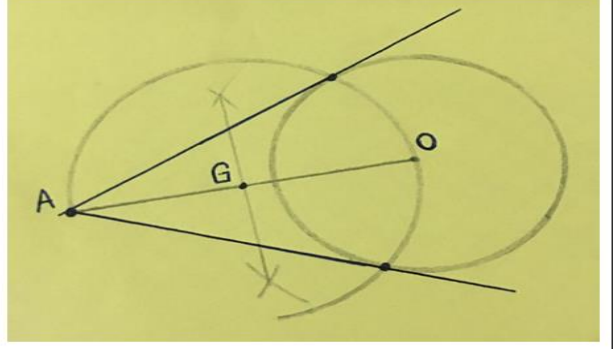
- ✓ A merkezli çemberin içinde bir H noktası belirleyerek G merkezli H noktasından geçen çemberi çizmiştir.
- ✓ GC ile GE doğrularının A merkezli çembere teğet olduğunu çiziminde göstermiştir.

Ö₁, Geogebra'yı kullanarak 5. soruya görsel olarak doğru cevap vermiş gibi görünse dahi gerçek böyle değildir. Ö₁, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 1. adım analiz basamağında olup, 2. adım oluşum basamağına geçememiştir. Problem cümlesinden istenen çizime benzer bir çizim meydana gelmiş, ancak teorik dayanağı istendik yönde kullanmayıp farklı bir yorum yapılmıştır. Daha önceki uygulamalarından elde ettiği sonuçlar neticesinde meydana gelen çizime görsel olarak benzeyen bir çizimi hedeflemiş ve resmetmiştir. Bu oluşum sürecinde sıralı çizim algısı kullanılmıştır, ancak öğretmenin zihninde tasarladığı resme yönelik kullanılmıştır. Bu da kavramların amaç dışı kullanılmasına, istendik çizimin oluşamamasına sebep olmuştur. Bu yüzden 2. adım oluşum basamağına geçilememiştir. Ö₁, Van Hiele geometrik düşünme düzeyine göre ise 3. düzey formal olmayan sonuç çıkarma düzeyindedir. Çizimi geometrik ispatlara dayandırmamış, geometri yasalarını göz ardı etmiştir. Teğetlerin hangi doğrultuda seçileceğini karakteristik olarak belirleyen D ve F gibi noktaların rastgele seçilmesi ve bu teğetlerin geometrik uzayda var olduğuna inanılması çok manidardır. Geometrik teoremleri göz ardı ettiğinden dolayı 4. düzey tümevarım basamağına geçilememiştir.

Katılımcı Ö₂'nin 5. soruya pergel-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.

- 5) Çemberde 'teğet' çemberle bir ortak noktası olan doğrudur. Bir çembere dışındaki bir noktadan iki teğet doğru çizilir.**
Buna göre aşağıda verilen A noktasından çembere *teğet olan doğruları* çiziniz.

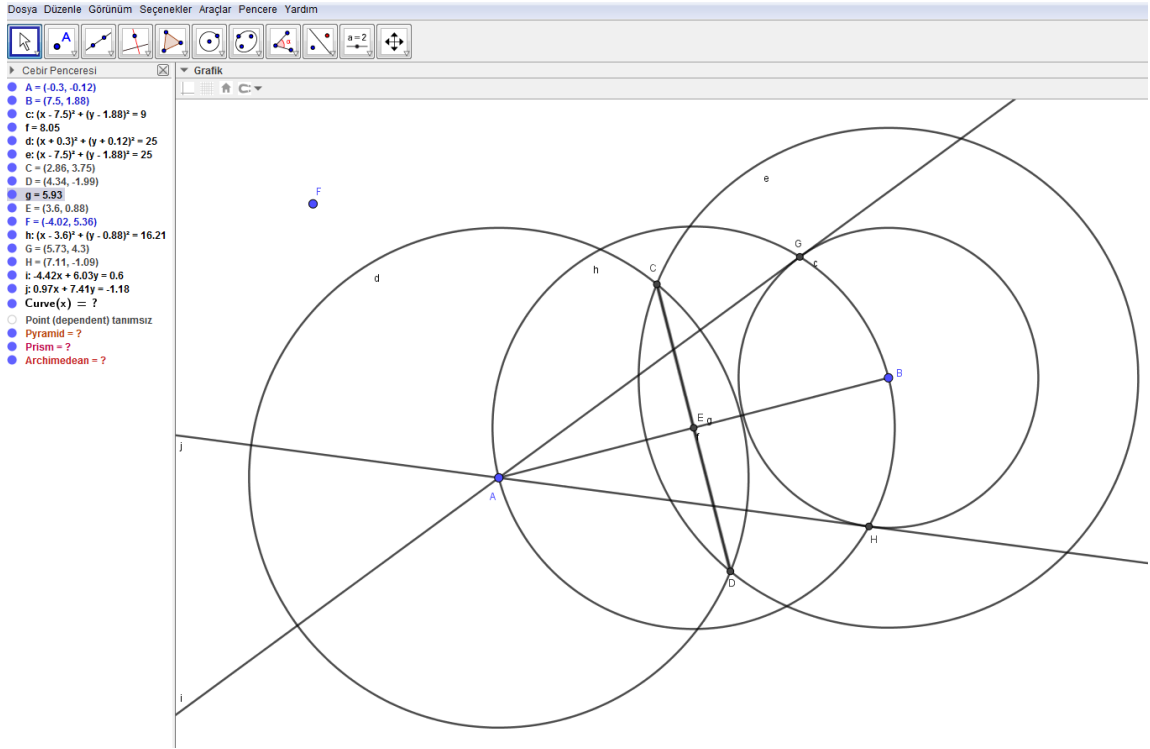
Çizim	için	uygulanan	işlem
basamakları:			
a)	A noktası ile O noktası birleştirilir ve bu doğru parçasının orta noktası bulunarak G noktası olarak isimlendirilir. G noktası merkez olacak şekilde A ve O noktalarından geçen bir yay parçası çizilir. Daire ile yay parçasının kesiştiği noktalar teğet noktalarıdır. A noktası teğet noktalarıyla birleştirilirse teğet doğruları çizilmiş olur.		



Şekil 32: Ö₂'nin Pergel-Düzkenar ile 5. Soruyu Çözümü

Bu şeklin görüntüsü doğrudur. Ancak şekilde bir takım kavramsal eksiklikler vardır. Sıralı çizim düşüncesinde eksik olmamasına rağmen, temsil edilen teğet1 ve teğet2 birer ışıdır. Oysa çizilmesi istenilen kavram teğet doğrusudur. Ayrıca teğet1 ve teğet2'nin çembere değme noktalarında adlandırma yapılmamıştır. Bu çizim Smart (1998) geometrik yapı oluşum sürecinin dört adımından ikinci adım olan oluşum basamağında kaldığını gösterir. Teorik bilgilerin eksikliği kanıt basamağına geçilemediğinin göstergesidir. Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ise 3. düzey formal olmayan sonuç çıkarma düzeyinde kalmıştır. Pergel-düzkenar yardımıyla istendik çizim oluşturulmaya çalışılmıştır. Ancak burada teorik açıdan ispat yapılmadığından ve dayanak olarak teorik bilgilerin eksik gösteriminden dolayı 4. düzey tümevarım basamağına geçilememiştir.

Katılımcı Ö₂'nin 5. soruya DGY ile vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



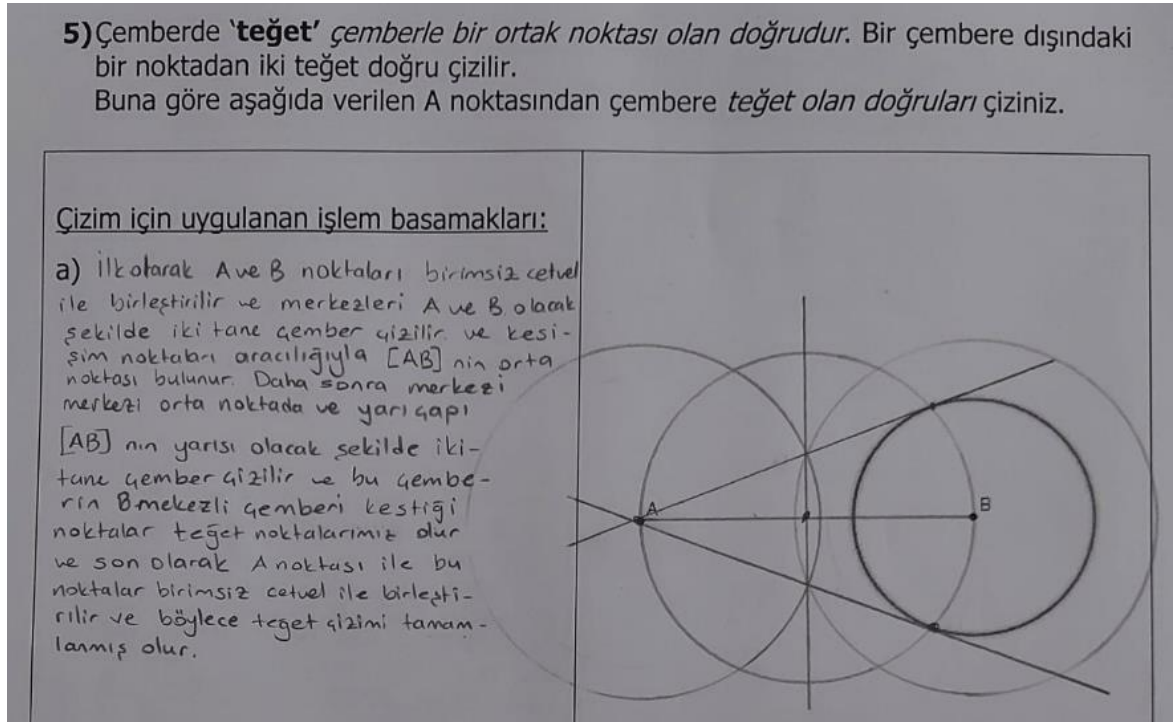
Şekil 33: Ö₂'nin Geogebra ile 5. Soruyu Çözümü

Ö₂'nin Geogebra ile 5. sorudaki çizim adımları şöyledir:

- ✓ B merkezli bir çember çizmiş, çemberin dışında bir A noktası alarak [AB]'yi oluşturmuştur.
- ✓ A merkezli yarıçap uzunluğu |AB|'nin yarısından fazla olacak şekilde bir çember çizmiştir.
- ✓ Benzer şekilde B merkezli yarıçapı A merkezli çemberin yarıçap uzunluğunda bir çember daha çizmiştir.
- ✓ A ve B merkezli bu çemberlerin kesişim noktalarını C ve D noktaları olarak adlandırarak [CD]'yi oluşturmuştur.
- ✓ [AB] ile [CD]'nin kesişim noktasını E noktası olarak adlandırarak E merkezli |AE| yarıçaplı çemberi çizmiştir.
- ✓ B merkezli temel çember ile E merkezli çemberin kesişim noktalarını G ve H noktaları olarak isimlendirmiştir.
- ✓ A noktası ile G ve H noktalarını birleştirerek AG ve AH doğrularını oluşturmuştur.
- ✓ AG ve AH doğruları B merkezli temel çembere teğet olan doğrulardır.

Ö₂, Geogebra'yı kullanarak 5. soruya doğru cevap vermiştir. “Öklid’in Elemanları” kitabındaki sıralı çizim adımlarına uygun olacak benzer bir çizimle sonuca varılmıştır. Ö₂, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinin dört adımından 3. adım kanıt basamağındadır. Bu çizim yapılırken öğretmen tarafından sıralı geometrik çizim adımlarına farklı yaklaşımlar getirmiştir. Katılımcı 4. soruda program içerisindeki orta dikme doğrusu çizme sekmesini kullanarak süreci tamamlamasına rağmen, 5. soruda orta dikmeyi kendisi sıralı çizim basamaklarına uygun biçimde oluşturmuştur. Geometri kavram bilgisinin tam olduğu, kavramlar arasında ilişki kurabilmesi ve istedik çizimi oluştururken ihtiyaç duyulan geometri teoremlerine hâkim olduğu aşikârdır. Ancak problemin yapısı gereği 4. adım tartışma basamağına geçilememiştir. Ö₂, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre 4. düzey tümevarım basamağındadır. İlgili problemi çözmeye yönelik kavramsal ilişkilendirmeler sıralı çizim algısı çerçevesinde oluşturulmuştur. Farklı akıl yürütmeler kullanarak çemberin merkez çiziminde kullanmadığı orta dikme doğrusu oluşturma basamaklarını kullanarak istenilen çizimi meydana getirmiştir. Ancak, farklı ürünler ortaya koyamadığı için 5. düzey ilişkileri görebilme basamağına geçememiştir.

Katılımcı Ö₃'ün 5. soruya pergel-düzkenarla vermiş olduğu cevap aşağıdaki şekildedir.



Şekil 34: Ö₃'ün Pergel-Düzkenar ile 5. Soruyu Çözümü

Bu çizim görsel olarak doğrudur. Ancak geometrik kavramların pergeli-düzkenar çizimleri yapılırken sözel ifade edilme durumu eksik kalmıştır. Pergelin birimsiz açıklığının seçilimi noktasında kapalılık vardır. Buna rağmen Ö₃ rastgele bir çizim yaparak doğru aralığı seçebilmiştir. Zihninde oluşturduğu kalıp buna sebep olmuştur. Bu pergel aralığını [AB]'nin yarısı kadar uzunluktan daha küçük seçseydi, geometrik oluşum süreci olumsuz etkilenecek ve istendik çizim açığa çıkmayacaktı. Şans faktörünün etkisi göz ardı edilmemek şartı ile bu çizim doğru yapılmıştır. Ö₃, Smart (1998) geometrik oluşum sürecinde belirttiği dört adımdan ikinci adım oluşum basamağındadır. Ö₃, pergel-düzkenar kullanarak istendik çizimi oluşturmuştur. Eğer katılımcı bu oluşum sürecinde [AB]'nin orta dikme doğrusunu tayin ederken pergelin açıklığının [AB]'nin yarısından az olmaması gerekliliğini açıklar bir cümle veya ifade kullansaydı üçüncü adım olan kanıt basamağına geçmiş olurdu. Ö₃'ün bu çizimi Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ise 3. düzey formal olmayan sonuç çıkarma basamağındadır. Katılımcı çemberin dışındaki A noktası ve çemberin merkezi B noktasının temsil ettiği [AB]'nin orta dikme doğrusunun bulunması gerektiği, bu orta dikme doğrusu temelli bir çember çizimi ile başlangıç çemberi üzerindeki noktalar hakkında kavramsal ilişkiler kurarak teğet doğrularının oluşumu sürecini tamamlamıştır. Bu süreci tamamlarken sezgisel yaklaşımlardan ziyade pergel-düzkenar materyalleri kullanılarak oluşturulan geometrik yapıları kullanarak istendik beceriyi gerçekleştirmiştir. Ne var ki teğet çizimini tamamladıktan sonra geometrik olarak herhangi bir yorum yapmamıştır. Farklı akıl yürütmelerin sonucunda zihninde oluşturduğu geometrik yapılardan bahsedilmemiş, 4. düzeye tümevarım basamağına geçilememiştir.

adımından 3. adım kanıt basamağındadır. Sıralı çizim basamaklarını uygulayıp geometrik çizim sürecini başarılı bir şekilde tamamlamıştır. Ancak burada programın sağladığı kolaylıklardan yararlanarak J ve K noktalarını rastgele seçmiştir. Bu seçim kavramsal olarak bütünsel yaklaşım düşüncesinin gelişmediğini göstermektedir. Problem yapısı gereği 4. adım tartışma basamağına geçişi engellemektedir. Ö₃, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ise 3. düzey formal olmayan sonuç çıkarma düzeyindedir. Geometrik yapıları bilmiş, teorik çıkarımlarda bulunabilmiştir. Ancak burada J ve K noktalarının seçilmek istenmesi, sezgisel olarak gerçekleşmektedir. Öğretmen oluşturduğu teğet doğrusunu zihninde tamamlayabilmek için bu noktaları seçme gereği duymuştur. Oysa zaten bu seçilen noktalar doğru üzerindedir. Bu noktaların seçilimine geometrik olarak gerek yoktur.

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Çalışmamıza katılan üç matematik öğretmenin yarı yapılandırılmış görüşme formunda bulunan maddelere verdikleri cevaplar temel başlıklar altında toplanmıştır. Çalışmamızın 3. alt probleminde “Hem pergel düzkenar hem de DGY kullanarak aynı çizimleri yapmayı deneyen öğretmenlerin bu iki aracın karşılaştırılması ile ilgili görüşleri nelerdir?” sorusuna cevaplar aranmıştır. Kullandığımız YYGF’nin dördüncü maddesi “Temel çizimler konusunda pergel düzkenar ve dinamik yazılımların avantajları ve dezavantajları nelerdir? Açıklayınız”.

Temel geometrik yapıları oluşturma sürecinde pergel-düzkenar ve DGY kullanımının karşılaştırılmasıyla ilgili katılımcı görüşleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 4: $\ddot{O}_1$ 'in Konuya İlişkin Görüşleri

Pergel-Düzkenar Kullanımının Avantajları	Temel çizimler, daha karmaşık çizimlere ön öğrenme oluşturur. El becerisini geliştirir. Merak duygusu uyandırır. Geometriye yönelik tutumu olumlu yönde etkiler. Akademik başarıyı artırır. Kullanılması ve ulaşılabilirliği DGY'lere göre daha kolaydır.
Dezavantajları	Uygulamalar zamandan tasarruf ettirmez. Yapılan bir hatalı çizimde oluşum süreci başa dönmektedir. İlgisi düşük olan öğrenci geleneksel yaklaşımlarla oluşturulan geometri öğrenme ortamlarına hevesli olmadan, motive olmadan olumsuz tutumlarla yaklaşır.
DGY Kullanımının Avantajları	Temel çizimler, daha karmaşık çizimlere ön öğrenme oluşturur. Zamandan tasarruf sağlar. Anında geri dönüt sağlar, deneme yanılmaya imkân tanır. Güzel görünen standart olması gereken çizimler inşa etmeye daha el verişlidir. Teoremlere uygun doğru çizimler elde etmemizi sağlar. Çizimlerin uygunluğunu kavrayan öğrencide olumlu tutumlar gelişir. Doğru çizimler yapan öğrencinin hem özgüveni artar hem de başarıma düşüncesi gelişir.
Dezavantajları	Programdaki teknik aksaklıklar oluşum sürecini olumsuz etkiler. Teknolojik alt yapı yetersizliği süreci olumsuz etkiler. Geometrik yazılımlarla yeteri kadar vakit geçirmeyen öğrenci, programın karmaşık olduğunu düşünüp çizim sürecinin olumsuz etkilenmesine sebep olabilir. Yeteri kadar uygulama yapmayan öğrencide başarısızlıktan kaynaklı olumsuz tutumlar gelişir. Hem öğreticinin hem de uygulayanın DGY'ye aşina olması, deneyimlerin yeterli olması ve program kullanma bilgisinin eksiksiz olması gerekir.

$\ddot{O}_1$ 'in, YYGF'de 4. maddeye verdiği cevaplar Tablo 4'te kategorize edilmiştir. Öğretmen pergeli-düzkenar kullanımı ile farklı çizim uygulamalarının yapılabileceğini savunmaktadır. Bu yorum, Duatepe Paksu (2013)'te yapılan çalışmasıyla paralellik göstermektedir. Bununla birlikte $\ddot{O}_1$, DGY'nin daha kullanışlı olduğunu düşünmektedir. Bu yorum, Çiftçi ve Tatar (2014)'te yapılan çalışmasıyla paralellik göstermektedir. Ayrıca $\ddot{O}_1$; pergeli-düzkenar ile yapılan çizimlerin zaman aldığını belirtmekte (Ulusoy, 2019), buna karşın DGY'lerin zamandan tasarruf sağladığını düşünmektedir (Karakuş, 2014). $\ddot{O}_1$, hem pergeli-düzkenar kullanılarak hem de DGY kullanılarak geometrik çizim sürecinin istedik yönlü sonuçlarla oluşturulabilmesi için deneyimlerin ve uygulamaların yeterli olması gerektiğini savunmaktadır (Ulusoy, 2019). Ayrıca $\ddot{O}_1$, öğrencilerde ilgi ve motivasyonun uyanması için çağın gereklerine uygun olarak DGY kullanımının, pergeli-

düzkenar kullanımından daha etkili olacağını söylemiştir (Öçal ve Şimşek, 2017). Her ne kadar eğitime teknolojinin entegre edilmesi birçok öğrenme ortamının tasarlanmasında karşımıza çıksa da; özellikle taşrada internet, akıllı tahta ve bilgisayar uygulama ortamlarına ulaşılması, pergel-düzkenar materyallerinin temin edilmesinden daha zor olduğu savunulabilir. Ö₁'in verdiği cevaplar bu düşünceyi destekler niteliktedir.

Tablo 5: Ö₂'nin Konuya İlişkin Görüşleri

Pergel-Düzkenar Kullanımının Avantajları	Materyallere dokunarak, somut ürünler meydana getirmek motivasyonu artırır. Yapararak yaşayarak yaptığı inşa sürecinden haz duyar. Materyallerin teminin kolay olması uygulama yapmayı cazip kılar.
Dezavantajları	Zamandan tasarruf edilmez. Geometri yapı inşasında el yatkınlığı yetersiz olabilir. İstenilen geometrik yapı inşasına dönütler anında yapılamayabilir.
DGY Kullanımının Avantajları	Denemeler yapılarak anlık geri bildirimler verilebilir. Zamandan tasarruf sağlar. Çizim yapmada somutlaştırmayı sağlar. Yapararak yaşayarak öğrenmelere olanak sağladığı için öğrenciyi motive eder. Geometrik yapıların oluşumlarında üç boyutlu görünüm sağlaması, kavramların görüntülerinin anlamlandırılmasına imkân sağlar.
Dezavantajları	Teknolojik alt yapı yetersizliği oluşum sürecini olumsuz etkiler. İnternetin ve bilgisayar ortamının her öğrenme ortamında bulunamaması süreci olumsuz etkiler. Öğrencilerin programla ilgili yeterli bilgiye sahip olmaması geometrik yapı inşa sürecini olumsuz etkiler. Öğrencilerin DGY ile uygulama yaparken sıkıntı yaşamaları geometrik yapı inşa sürecini olumsuz etkiler.

Ö₂'nin, YYGF'de 4. maddeye verdiği cevaplar Tablo 5'te kategorize edilmiştir. Katılımcı DGY kullanımının zamandan tasarruf sağlayacağını, pergel-düzkenar kullanımının zamandan tasarruf sağlamayacağını savunmaktadır. Pergel-düzkenar çizimlerinde el yatkınlığından kaynaklanacak olumsuz durumların geometrik çizim sürecinin tamamlanamamasına sebebiyet vereceğini savunmaktadır. Bununla birlikte DGY kullanma becerisindeki eksikliklerden dolayı sürecin olumsuz sonuçlanacağını düşünmektedir. Ö₁ de bu düşünceyle paralel düşünceler söylemiştir, ancak öğretmenin yani öğretmenin de DGY kullanım bilgisinin eksik olmaması gerektiğini belirtmiştir. Gerçekten de süreci kontrol edecek olan öğretmenin bilgilerinin yeterli düzeyde olması gerekir (Erduran ve Yeşildere, 2010). Ayrıca pergel-düzkenar materyallerinin ulaşılabilirliğinin, internet, akıllı tahta ve bilgisayar materyallerine ulaşılabilirliğinden daha kolay olduğunu söylemiştir. Bu düşünce Ö₁'in düşünceleriyle benzerlik

göstermektedir. Bu düşüncelerin yanı sıra Ö₂, geometrik çizim sürecinde hem pergel-düzkenar hem de DGY kullanımının öğrencilerin motivasyonunu arttıracığını düşünmektedir. Bu bağlamda, alternatif öğrenme ortamları tasarlanması öğrencilerde motivasyonu arttırmaktadır (Gür ve Kobak Demir, 2017; Şahin, 2018; Uğur, Urhan ve Arkün Kocadere, 2016).

Tablo 6: Ö₃'ün Konuya İlişkin Görüşleri

Pergel-Düzkenar Kullanımının Avantajları	Geometrik uzayda istenilen şeklin deneme yanılma yoluyla oluşturulabileceği fırsatlar, uygulamalar daha çoktur. Geçmiş deneyimler yeterli seviyede ise uygulama yapmak daha kolaydır. Ulaşılabilirliği kolaydır.
Dezavantajları	Zamandan kayıp vardır. El becerisi gerektirdiği için çizim yapacak kişinin istendik çizimleri oluşturması zordur.
DGY Kullanımının Avantajları	Zamandan tasarruf edilir. Anlık dönütler imkânlıdır. Üç boyutlu şekillerin somutlaştırılması bakımından son derece önemlidir. Çizimlerin farklı görünümünün oluşturulmasında kolaylıklar sağlar.
Dezavantajları	Kullanım bilgisinin yetersiz olması, geometrik yapı inşa sürecini olumsuz etkiler. Materyallerin ulaşılabilirliği maliyetli ve zordur.

Ö₃'ün, YYGF'de 4. maddeye verdiği cevaplar Tablo 6'da kategorize edilmiştir. Öğretmen pergel-düzkenar kullanımında deneyimlerin, uygulama yapmanın öneminden bahsetmektedir. Bu düşünce diğer iki öğretmenin düşünceleri ile benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan DGY'nin kullanımında program bilgisine sahip olunması gerekliliğinden söz etmektedir. Bu düşünce de diğer iki öğretmenin düşünceleriyle paralellik göstermektedir. Pergel-düzkenar materyallerinin kullanımında deneme yapmaya fırsatlar verildiği için farklı becerilerin ve düşüncelerin gelişmesine imkân sağladığı söylenebilir. Bu bağlamda geometrik çizim sürecinde istendik çizimlerin oluşabilmesi için motor becerilerin gelişmiş olması gerekir. Oysa DGY ile tasarlanmış öğrenme ortamlarında geometrik çizimlerde bu çerçeveden yorum yapmanın uygun olmadığını söylemek mümkündür. Çünkü el becerisi kullanılarak pergel-düzkenar yardımıyla kâğıt üzerine geometrik yapılar somut olarak, yaparak yaşayarak çizim süreci tamamlanırken DGY'de bilgisayar ortamında el becerisine ihtiyaç duyulmadan süreç tamamlanır. Diğer yandan pergel-düzkenar materyallerine ulaşım, teknolojik materyallere ulaşmaktan daha kolaydır. Bu bağlamda diğer öğretmenlerin düşünceleri ile Ö₃'ün düşüncelerinin benzer olduğunu söylemek mümkündür. Öğretmen pergel-düzkenar kullanılarak geometrik oluşum sürecinin zaman alacağı düşüncesindedir. DGY

kullanılarak geometrik çizim sürecinin ise zamandan tasarruf sağlayacağını belirtmektedir. Diğer iki öğretmenin materyallerin kullanımında zaman kavramını değerlendirmesi de benzer şekildedir. Bu olumlu ve olumsuz düşüncelerle birlikte Ö₃, Ö₂ gibi üç boyutlu cisimlerin perspektif çizimlerinde ve oluşum süreçlerinde pergeldüzkenar kullanımının zayıflığından bahsetmiş, DGY kullanılarak tasarlanan öğrenme ortamlarında bu çizimlerin daha gerçekçi ve görsellik bakımından daha tatmin edici olduğu bilgisini vurgulamıştır.

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Çalışmamıza katılan üç matematik öğretmenin YYGF’de bulunan maddelere verdikleri cevaplar temel başlıklar altında toplanmıştır. Çalışmamızın 3. alt probleminde “Öğretmenlerin pergeldüzkenar ve DGY kullanarak temel geometrik çizimlere yönelik geçmiş deneyimleri nelerdir?” sorusuna cevaplar aranmıştır. Kullandığımız YYGF’nin 1. maddesi “Pergeldüzkenar ve DGY kullanarak temel geometrik çizimlere yönelik geçmiş deneyimleriniz nelerdir? Açıklayınız”.

Katılımcıların pergeldüzkenar materyalleri ve DGY kullanımına ilişkin geçmiş deneyimleri Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7: Katılımcıların Pergel-Düzkenar ve DGY'lere İlişkin Geçmiş Deneyimleri

Ö ₁ 'in Pergel-Düzkenar Materyallerini Kullanım Deneyimleri	Derslerimde pergel-düzkenar materyallerini nadiren kullanırdım. Derslerimde pergel-düzkenar materyallerini kullanmanın zaman kaybı olduğunu düşündüğüm için göz kararı çizimler yapardım. Pergel-düzkenar kullanımı el becerisini gerektirdiği için kullanmaktan kaçınırdım. Ancak göz kararı hatalı çizimlerimin de öğrencilerde kavram yanlışlarına sebebiyet vermesinden endişe duyardım. Pergel-düzkenar materyallerini kullandığım derslerde öğrencilerimin el-göz koordinasyonlarında sorunlar yaşandığını gördüm. Bu yüzden etkinliklerden istenen verimi alamadım.
Ö ₁ 'in DGY Kullanım Deneyimleri	Sınıf ortamında DGY temelli öğretim ortamı oluşturmam. Lisans eğitimimde görmüştüm, ancak kullanımı tam kavrayamamıştım. Bu gönüllü olduğum çalışma süresinde deneyimleme fırsatı buldum.
Ö ₂ 'nin Pergel-Düzkenar Materyallerini Kullanım Deneyimleri	Pergel-düzkenar çizimlerini kareli veya izometrik kâğıt üzerine ünitelerdeki kazanımlara göre kullanıyorum. Ancak fazla çizim kazanımı olmadığından nadiren kullanıyorum. 8. Sınıflarda müfredat yoğun olduğu için ve liseye geçiş sınavı olduğu için çizim materyallerini kullanamıyorum. İlköğretim ve ortaöğretim yıllarımda hiç deneyimim olmadı. Lisans eğitimimde birkaç uygulamayı sınıf ortamında yapmıştık.
Ö ₂ 'nin DGY Kullanım Deneyimleri	Lisans eğitimimde "Öğretim Yöntem ve Teknikleri" başlığı altında DGY'lerden Geogebra'yı kullandık. Çizimleri yapmamız karmaşıklaştı. Bu gönüllü olduğum çalışma sürecinde tekrardan deneyimleme fırsatı buldum. Kullanımının bu kadar basit olduğunu lisans eğitimi yıllarımda anlayamamışım.
Ö ₃ 'ün Pergel-Düzkenar Materyallerini Kullanım Deneyimleri	Öğrencilik hayatımda kullanma fırsatım olmadı. Cetvel takımının içerisinde şekiller çizmeye yarayan materyaller olarak kaldı. Çoğunlukla düz çizgiler oluşturmak için cetveli kullanırdık. 8.Sınıflarda etkinliklerle kazanımları anlatırken kullanıyorum. Özellikle açı-kenar bağıntılarını işlerken pergel-düzkenarı kullanıyorum.
Ö ₃ 'ün DGY Kullanım Deneyimleri	Öğrencilik hayatımda DGY'ler ile ders işlediğimizi hatırlamıyorum. Lisans eğitimimde DGY kullanmayı öğrenmedim. Bu gönüllü olduğum çalışma sürecinde ilk defa deneyimleme fırsatı buldum. Sürecin eğlenceli geçtiğini söyleyebilirim. Gönüllü olduğum çalışmada öğrendiğim becerileri kendim evde deneyimleyerek farklı çizimler yapmak benim ilgimi çekti.

Araştırmaya katılan öğretmenlerin geçmiş deneyimleri incelendiğinde pergel-düzkenar materyalleri ve DGY kullanılarak oluşturulan geometri öğrenme ortamlarında çok vakit geçiremediklerinden söz edebiliriz. Her üç öğretmenin de pergel-düzkenar materyallerini ders esnasında kullandığını söyleyebiliriz. Ancak bu materyallerin kullanımı noktasında kazanımların belirlenmesi hususu açıkça belirtilmemiştir. Ö₃, pergel-düzkenar kullanımını sekizinci sınıfların açı-kenar bağıntıları konusu ile sınırlamıştır. Sınıf düzeylerine göre uygulamalar ve çizimlerin farklılık göstermesi faktörü düşünüldüğünde Ö₃'ün sekizinci sınıfta bu materyalleri kullanma ihtiyacı duymasının sebebi olarak LGS'deki yeni nesil soruların akıl yürütme becerisine ihtiyaç duyulması ve uzamsal düşünmelere dayandırılması söylenebilir. Ö₃; beşinci, altıncı ve

yedinci sınıflarda pergeli-düzkenar kullandığına dair herhangi bir yorum yapmamış, direkt olarak sekizinci sınıfın ilgili kazanımına vurgu yapmıştır. Diğer yandan Ö₁, pergel-düzkenar kullanımının hangi sınıf düzeyinde olacağından veya hangi kazanımlarda kullandığından bahsetmemiştir. Kazanımlar kavratılırken göz kararı çizimler yaptığından bahsetmiş, bu durum ile ilgili çekincelerini açıkça beyan etmiştir. Hem göz kararı çizim yapmasının sebebini “Pergel-düzkenar materyallerini kullandığım derslerde öğrencilerimin el-göz koordinasyonlarında sorunlar yaşandığını gördüm. Bu yüzden etkinliklerden istenen verimi alamadım” cümlesi ile açıklamaya çalışmış hem de “Pergel-düzkenar kullanımı el becerisini gerektirdiği için kullanmaktan kaçınırdım. Ancak göz kararı hatalı çizimlerimin de öğrencilerde kavram yanılgılarına sebebiyet vermesinden endişe duyardım” göz kararı çizimin doğuracağı hatalardan ve buna bağlı kaygılarından bahsetmiştir. Her ne kadar öğrencilik yıllarındaki deneyimlerinden bahsetmese de pergel-düzkenar materyal kullanımının gerekliliğinden bahsetmeye çalıştığı söylenebilir. Ö₂ ise her sınıf düzeyinde bulunan geometrik çizim kazanımlarının az olmasından kaynaklı, derslerde nadiren pergel-düzkenar materyallerini kullandığından bahsetmiştir. Yine burada Ö₂, Ö₁ gibi herhangi bir sınıf düzeyi, ünite veya kazanım ile sınırlama yapmamıştır. Bu çerçeveden bakıldığında Ö₂’nin genel bir bakış açısı ile ortaokul matematik ders müfredatında bulunan geometri alt öğrenme alanındaki geometrik şekillerin çizimlerinin pergel-düzkenar materyali kullanılarak kareli veya izometrik kâğıt üzerine yapılacak uygulamaların azlığından bahsetmiştir. Ancak bu doğru değildir. Her düzeyde yeteri kadar geometrik çizim kazanımı vardır (MEB, 2018). Ayrıca Ö₂; sekizinci sınıflarda geometrik çizim materyallerini kullanmadığından, LGS’de çıkabilecek muhtemel problemler ve bu problemlerin çözümleriyle ilgilendiği sonucuna varılabilir. Araştırmaya katılan üç öğretmenin kendi eğitim öğretim hayatlarında pergel-düzkenar materyal kullanımları yetersizdir. Ö₁, bu materyaller hakkında geçmiş öğretimlerinde karşılaşmadığını belirtmiştir. Ö₂ de Ö₁ ile aynı cevabı vermiş, ilköğretim ve ortaöğretim hayatında materyallerin kullanımına dair deneyiminin olmadığını söylemiştir. Ö₃ de diğer iki öğretmenin verdiği cevaplara paralel olacak cevaplar vermiş, öğrencilik yıllarında pergel-düzkenar materyallerinin kullanılmadığından bahsetmiştir. Ancak düz çizimler yapabilmek için cetvel kullanımlarından bahsetmiştir. Sonuç olarak araştırmamıza katılan üç öğretmenin de kendi öğrencilik yıllarında pergel-düzkenar kullanımı deneyimlerinin yetersiz olduğu söylenebilir. Bununla birlikte kendi öğretmenlik yıllarında da bu materyalleri kullanmamalarının çeşitli sebeplerinden bahsettikleri söylenebilir. Özellikle Ö₁’in verdiği cevaplar bu düşünceye varmamıza işaret etmektedir. Öğretmenlerin verdiği

cevaplar incelendiğinde müfredatta var olan kazanımlarla ilgili Ö₂'nin olumsuz düşüncelere sahip olduğu söylenebilir. Liselere geçiş sınavının ehemmiyetinin bilincinde olan öğretmenler sekizinci sınıf derslerinde geometrik çizim yapmaktan kaçınmakta oldukları söylenebilir. Burada çizimlerin dezavantajlarından, zamanı iyi kullanamamaya sebebiyet verdiği sonucunu söyleyebiliriz (Karakuş, 2014; Ulusoy, 2019). Ö₁ ve Ö₂ lisans eğitimi yıllarında pergel-düzkenar ile uygulamalar yaptıklarından bahsetmiş, ancak Ö₃ bu durumdan söz etmemiştir. Özellikle lisans eğitimi yıllarında uygulama yapmayı gerektiren çalışmalara sıklıkla yer verilmesi önemlidir (Duatepe Paksu, 2013).

Her üç öğretmenin de DGY deneyimlerinin zayıf olduğunu söylemek mümkündür. İlköğretim ve ortaöğretim yıllarında DGY kullanılarak tasarlanan geometri öğrenme ortamlarında vakit geçirmediğinden bahsedilebilir. YYGF'ye verdikleri cevaplar incelendiğinde bu konu hakkında pek de tatmin edici cevaplar vermediklerini görmek muhtemeldir. Ö₁, kendi eğitim öğretim sürecinde ilköğretim ve ortaöğretim zamanlarında DGY ile ilgili karşılaşmadığını belirtmiştir. Ö₂ ve Ö₃ de Ö₁'in verdiği cevaplarla paralellik gösteren cevaplar vermiştir. Lisans eğitimi yıllarında ise Ö₁'in ders içeriği olarak DGY ile tanıştığını, ancak verimli bir şekilde kullanımının olmadığını söylemiştir. Ö₁, programın kullanımını tam öğrenemediğini belirtmiştir. Diğer yandan Ö₂ de lisans eğitimi yıllarında Geogebra ile tanıştığını ve kullandığını söylemiştir. Ö₂, programda çizim yapmanın karmaşık olduğunu vurgulamıştır. Ö₃ ise lisans eğitimi yıllarında DGY kullanmadığını belirtmiştir. Bu düşünceler çerçevesinde Ö₁, DGY kullanarak öğrenme ortamları tasarlamadığından bahsetmiştir. Öğretmenin bu düşüncayı açıkça belirtmesi, öz yeterliliğinden kaynaklandığı söylenebilir. Diğer iki öğretmen ise kendi sınıflarında DGY ile tasarlanan öğrenme ortamlarından bahsetmemiştir. Bu düşünceyle birlikte Ö₂ ve Ö₃'ün teknolojinin öğretime entegre edilmesi noktasında eksik kaldığı söylenebilir. Öyle ki Tablo 2'de görev yaptıkları okullarda akıllı tahta, bilgisayar laboratuvarı gibi araç-gereçlerin var olmasına rağmen kullanılmadığından hareketle bu eleştiri yapılabilir.

Araştırmamıza katılan bu üç öğretmen çalışma sürecimizin ilgili kısmında gerçekleştirdiğimiz DGY bilgilendirme, tanıtma ve uygulama kursuna katıldıklarını belirtmişlerdir. Kurs içeriğinde DGY'lerden Geogebra tanıtımı, Prof. Dr. Recep ASLANER ve matematik öğretmeni Ersin ÖZER tarafından katılımcılara yapılmıştır. Kurs üç hafta sürmüştür. Katılımcılar programların kullanışı ile ilgili anlamadıkları,

anlamlandıramadıkları hususları yürütücülere danışıp süreci eksiksiz bir şekilde tamamlamışlardır. Bu çerçevede Ö₃ ilk defa araştırma sürecinde belirtilen kurs esnasında DGY ile karşılaştığını belirtmiştir. Ö₁ ve Ö₂ ise lisans eğitiminde gördüğü DGY ile çizim yapma uygulamalarını kurs süresince tekrar deneyimleme fırsatı bulduğunu söylemiştir. Kursta geçirdiği zaman sonucunda DGY kullanımının kolaylığından ve anlaşılabilir olduğundan bahsetmiştir. Bu bağlamda Van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin gelişimi süreçlerine atıfta bulunulabilir. Bireylerin geometrik kavramları anlamlandırma düzeyleri farklılık gösterebilirken aynı bireyin ilerleyen süreçlerde geometrik kavramlara yükleyeceği anlamlar farklılık gösterebilir. Bu gelişim çok sonraları da ortaya çıkabilir (Şahin, 2018). Burada Ö₂; lisans eğitimi yıllarında anlamlandıramadığı DGY uygulamalarını, öğretmen olduktan sonra karşılaştığı zaman anlamlandırabilmiştir. Ö₃ tarafından kursun eğlenceli geçtiği vurgulanmıştır. Oluşturmacı yaklaşımlarla alternatif öğretim teknik-yöntemleri ve alternatif öğrenme araç-gereçleri kullanılarak tasarlanması geometri öğrenme ortamlarını eğlenceli hale getirir (Erduran ve Yeşildere, 2010). Bu bağlamda DGY'lerin Ö₃ de olumlu yönlü tutumlara sebebiyet verdiği söylenebilir. Çünkü burada öğretmen kursta öğrendiklerini hiçbir gerekçe olmadan evde kendi imkânları dâhilinde deneyimlemeye çalışmış ve bu durumdan haz duymuştur. Bu olumlu tutum içerisinde öğretmenin ilgisinin pozitif yönlü olduğunu söylenebilir.

4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Çalışmamıza katılan üç matematik öğretmenin kullandığımız YYGF'de bulunan maddelere verdikleri cevaplar temel başlıklar altında toplanmıştır. Çalışmamızın 4. alt problemi olan “Çalışan öğretmenlerin temel geometrik çizimler konusunda karşılaştıkları problemler nelerdir?” sorusuna cevaplar aranmıştır. Kullandığımız YYGF'nin 2. maddesi “Pergel-düz kenar ve dinamik yazılımlar kullanımında karşılaştığınız-karşılaşılabileceğiniz problemler nelerdir? Açıklayınız”.

Tablo 8: Katılımcıların Karşılaştıkları Problemler

Ö ₁ 'in Pergel-Düzkenar Materyallerini Kullanırken Karşılaştıkları Zorluklar	Pergel ve düzkenar kullanımı el becerisi gerektirdiği için motor becerilerin gelişmiş olması gerekir. Bu süreç zaman aldığı için sabır gerektirir. Materyallere karşı ilgi ve heves duyulması gereklidir. Hem öğretmenin hem de öğrencinin materyalleri iyi tanınması ve kullanımını bilmesi gereklidir.
Ö ₁ 'in DGY Kullanırken Karşılaştıkları Zorluklar	Öğretmenin ve öğrencilerin teknolojik araçlara ön yargılı olmaması, olumsuz düşünceler geliştirmemesi gereklidir. Teknolojik araçlara olumlu tutumun gelişmiş olması gerekir. Materyallere karşı ilgi ve heves duyulması gereklidir. Program bilgisinin zayıf olmasından kaynaklı olumsuz durumlar gelişebilir.
Ö ₂ 'nin Pergel-Düzkenar Materyallerini Kullanırken Karşılaştıkları Zorluklar	Materyallerin kullanılması zaman aldığı için dersin gidişatı iyi planlanmalıdır. İyi yapılandırılmamış öğrenme ortamında süreyi kullanmak sürecin aksamasına sebep olabilir. El becerisi gelişmemiş öğrencilerin çizimleri geometrik yapı inşa sürecinde istenmeyen ürünler ortaya çıkmasına sebep olabilir. Hata yapıldığında sil baştan çizimler yapılabilir. Bu durum da sürece karşı olumsuz tutum geliştirebilir. Sürecin gereksiz ve sıkıcı olması gibi düşünceler öğrencilerde gelişebilir.
Ö ₂ 'nin DGY Kullanırken Karşılaştıkları Zorluklar	Teknolojik alt yapının eksik olması, buna bağlı materyallere ulaşamaması problem arz etmektedir. Uygulamalar zaman aldığı için süre sıkıntısı yaşanabilir. Akıllı tahta ve bilgisayar kullanım bilgisinin yetersiz olması problem teşkil eder. DGY kullanım bilgisinin yetersiz olması problem teşkil etmektedir.
Ö ₃ 'ün Pergel-Düzkenar Materyallerini Kullanırken Karşılaştıkları Zorluklar	Geometrik yapıların inşa sürecinde öğrencilerin soyut kavramları anlamlandıramaması ve buna bağlı olarak oluşum sürecinde bu kavramların somutlaştırılmamasından kaynaklanan olumsuz durumlar olabilir. Geometrik yapı oluşturma süreci el becerisi gerektirmektedir. Çoğu zaman bu durum gelişmemiştir.
Ö ₃ 'ün DGY Kullanırken Karşılaştıkları Zorluklar	Kendi eğitim öğretim sürecimde DGY'leri kullanmadığım için öğrenme ortamlarında materyallerin kullanımı genel anlamda benim için problem teşkil etmektedir. Öğrencilerin geometrik yazılım kullanma becerisinin ve yazılım bilgisinin yeterli seviyede olmaması problem olmaktadır.

Araştırmaya katılan öğretmenlerin YYGF'de bulunan 2. maddeye verdikleri cevaplar incelendiğinde pergel-düzkenar materyalleri ile DGY kullanılarak oluşturulan geometri öğrenme ortamlarında çeşitli zorlukların yaşandığını söylemek mümkündür. Ö₁; pergel-düzkenar kullanarak geometrik oluşum sürecinde, öğrencilerin el becerisine sahip olması gerektiğini belirtmiştir. Materyalleri etkin bir şekilde kullanamayan öğrencilerin istenilen ürünü oluşturamayacağını söylemek mümkündür. Bununla birlikte geometrik düşünme seviyesi düşük olan öğrencilerin kavramlar arasında ilişki kuramayacağını

söyleyebiliriz (Yılmaz, Turgut ve Alyeşil, 2008). Bu bağlamda pergel-düzkenar materyallerinin hangi amaçla kullanılacağını bilmeyen öğrencinin geometrik çizim yapma sürecinin olumsuz etkilenebileceğini söylemek muhtemeldir. Ö₁'in bu düşüncesine Ö₃ de katılmış, el becerisinin gelişmesi gerekliliğinden bahsetmiştir. Yine Ö₂ bu duruma vurgu yaparak, motor becerileri gelişmemiş öğrencilerin istedik ürünler açığa çıkaramayacağını belirtmiştir. Bu düşüncelerle birlikte Ö₁ pergel-düzkenar kullanılarak geometri oluşum sürecinin zaman aldığından bahsetmiştir. Pergel-düzkenar materyalleriyle tasarlanan geometri öğrenme ortamlarında süreyi verimli kullanmak oldukça zordur (Karakuş, 2014). Ö₃; pergel-düzkenar kullanımında zaman parametresinden bahsetmemiş, oluşum sürecinin bilişsel boyutu hakkında çıkarımlarda bulunmuştur. Geometrik kavramların soyutluğundan bahsedip, bu kavramları somutlaştırma sürecinde bir takım zorlukların yaşandığından bahsetmiştir. Ö₂ ise Ö₁'in pergel-düzkenar materyallerinin kullanımında ders süresinin etkin kullanılması gerektiği düşüncesini destekleyen cevaplar vermiştir. Bu materyallerle tasarlanan öğrenme ortamlarının iyi yapılandırılması gerekliliğine vurgu yapmıştır. Etkinliklerin dikkatli hazırlanması, etkinliğe ayrılan zamanın parçalarının ne gibi süreçlerden geçeceği gibi düşüncelerle geometri öğrenme ortamının tasarlanması gerektiğinden bahsettiğini söyleyebiliriz. Ayrıca diğer iki öğretmenden farklı olarak Ö₂, pergel-düzkenar kullanılarak geometrik çizim sürecinde hata yapıldığında sürecin yeniden başlatılmasından bahsetmiştir. Sıralı oluşum basamaklarından hareketle bu düşünceye kapıldığı söylenebilir. Hangi basamakta hata yapıldıysa bu basamaktan bir önceki basamağa dönüş yapılacağı yorumunu yapamamıştır diyebiliriz. Yine de sürecin en baştan sıralı oluşum basamaklarına göre ilerlemesi daha doğru bir karardır diyebiliriz. Bu çerçevede öğrencilerin geometrik yapı oluşum sürecinde çokça vakit harcadığını söylemek mümkündür. Burada öğrenci hem süreçten sıkılabilir hem de sürece karşı olumsuz tutum geliştirebilir. Bu bağlamda öğrencinin süreçten kopmaması için çizim sürecinin istedik yönlü sonuçlarla tamamlanması, öğretmenin öğrenme ortamını iyi yapılandırması ile mümkün olabilir. Son olarak Ö₂ ve Ö₃'ün değinmediği ancak Ö₁, öğrenci ve öğretmenin materyalleri tanıması ve materyal kullanım bilgisine sahip olması gerekliliğinden bahsetmiştir. Pergel-düzkenar kullanarak geometrik yapı inşa sürecinin istedik bir şekilde sonuçlanması için materyalleri tanımak, hangi amaçla kullanıldığını anlamlandırmak, kavramlar arasında ilişkiler kurmak ve bu kavramları sıralı çizim adımlarını takip ederek süreci tamamlamak gereklidir (Smart, 1998). Ö₁ bu sürecin

önemine dikkat çekmiş, YYGF’de bu düşüncüyü önemseydiğini, verdiği cevaplar içerisinde belirtmiştir.

Araştırmaya katılan üç öğretmenin DGY kullanırken karşılaştıkları zorluklar incelendiğinde, Ö₁ program kullanım bilgisinin eksik olması durumunda sürecin olumsuz etkileneceğinden bahsetmiştir. Ö₁, bu eksikliğin öğrenciler tarafında mı öğretmen tarafında mı olduğunu açıkça belirtmemiştir. Öğretmenin söyleminden hareketle, DGY ile geometrik oluşum sürecinde program kullanma becerisinin gelişmesi gerekliliğinin vurgulamak istendiği söylenebilir. Bu düşünceye benzer bir cevap veren Ö₃, yazılım bilgisinin öneminden de bahsetmiştir. Ancak Ö₃, bu söylemde sadece öğrencileri hedef alarak yorum yapmıştır. Oysa tasarlanan öğretim ortamındaki süreci kontrol eden öğretmen hakkında herhangi bir yorum yapmamıştır. Sürecin istedik ürünlerle neticelenmesi için rehberlik eden öğretmenin de bilgilerinin eksiksiz olması gerekliliğini göz ardı ettiğini söyleyebiliriz (Erduran ve Yeşildere, 2010). Ö₂’nin verdiği cevap diğer iki öğretmenin verdiği cevaplarla paralellik göstermektedir. Yani hem geometrik yazılım kullanma becerisine sahip olunması hem de yazılım bilgisinin yeterli seviyede olması gerekliliğinden bahsetmiştir. Ö₂, bu düşünceleri belirtirken öğretmen ve öğrenci öğelerini açıkça belirtmemiş genel düşüncesini söylemiştir. Öğretmenin kurduğu cümleler her ne kadar kapalı olsa da kapsayıcı bir düşüncede olduğu sonucuna varılabilir. Yani hem öğretmenin bilgilerinin eksiksiz olması gerekliliğinden hem de öğrencinin bilgisinin yeterliliğinden bahsettiği yorumu yapılabilir. Diğer yandan Ö₁, teknolojik araçlara olumlu tutumlarla yaklaşmayan öğrencilerin süreci tamamlamalarında problemlerle karşılaşacağından söz etmiştir. Bu düşüncesini destekler nitelikte de öğrencilerin ilgi ve hevesle öğrenme materyallerine yaklaşımları gerektiğinden bahsetmiştir. Hem öğretmenin hem de öğrencilerin ön yargılarından kurtulmaları gerektiğini vurgulamıştır. Geometrik oluşum sürecinin olumsuz etkilenmemesi, istedik ürünlerin meydana gelmesi ve anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi için duyuşsal öğelerin varlığını vurgulamak istediğini söyleyebiliriz. Diğer iki öğretmenin belirtmediği ancak Ö₂’nin söylediği bir başka durum ise teknolojik alt yapı yetersizliğidir. Bilgisayar ve etkileşimli tahtaların ulaşılabilir olma durumu yeri geldiğinde problem olmaktadır diyebiliriz. Bununla birlikte DGY’ye ulaşabilmek günümüz şartlarında kolay olsa da kullanım noktasında birçok zorlukla karşılaşıldığı söylenebilir. Yine Ö₂, DGY kullanımında fazla zaman harcanmasından kaynaklı zorluklar yaşadığını söylemiştir.

4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Çalışmamıza katılan üç matematik öğretmenin kullandığımız YYGF’de bulunan maddelere verdikleri cevaplar temel başlıklar altında toplanmıştır. Çalışmamızın 5. alt problemi olan “Öğretmenlerin temel geometrik çizimler konusunda ilgili görüşleri nelerdir?” sorusuna cevaplar aranmıştır. Kullandığımız YYGF’nin 3. maddesi “Temel geometrik çizimler konusunda ilgili görüşleriniz nelerdir? Açıklayınız”.

Tablo 9: Katılımcıların Temel Geometrik Çizimler İle İlgili Görüşleri

Ö ₁ ’in Temel Geometrik Çizim Sürecine Bakışı	Daha karmaşık geometrik kavramların anlaşılabilmesi için temel çizimlerin bilinmesi gereklidir. Temel çizim bilgisi eksik olan öğrenciler diğer disiplinlerle ilişkilendirme yapmakta zorlanabilir. Pergel-düzkenar ve DGY kullanımı ile çizim yapmak öğrencilerin temel geometri bilgilerinin tam olmasına yardımcı olur.
Ö ₂ ’nin Temel Geometrik Çizim Sürecine Bakışı	Pergel-düzkenar ve DGY kullanarak geometrik oluşum sürecini, kavramları somutlaştırması açısından faydalı buluyorum. Öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerine imkân sağladığı için gerekli buluyorum. Böylece öğrenmeler daha kalıcı olur. Bu materyaller kullanılarak daha karmaşık kavramlar için ön öğrenme sağlanabilir. Materyallerle çizimler yapmak, öğrencilerde başarıma arzusunu tetikler ve bu yönlü etkinliklerden haz almalarını sağlar. Böylece öğrencilerde geometriye yönelik olumlu tutum gelişir.
Ö ₃ ’ün Temel Geometrik Çizim Sürecine Bakışı	Pergel-düzkenar ve DGY kullanımı uygulamaları ufku genişletti. Geometri kavramlarına farklı bir boyutta bakmamı sağladı. Bu materyallerle çizimler yapmak soyut düşünmeyi geliştirir. Bu materyallerle farklı geometrik yapılar oluşturmak bireyde olumlu yönlü duygular geliştirmesine yardımcı olur.

Araştırmaya katılan üç öğretmenin temel geometrik çizim süreci ile ilgili düşünceleri incelendiğinde; Ö₁, üst düzey düşünceler gerektiren karmaşık geometri kavramlarının anlamlandırılabilmesi için temel çizimlerin gerekli olduğu düşüncesine sahiptir. Ö₂ de bu düşünceye benzer bir söylemle, sürece Ö₁’in bakışı ile paralellik gösteren bir yorum yapmıştır. Katılımcı Ö₃ ise karmaşık geometrik kavramlar ile ilgili herhangi bir yorum yapmamıştır. Ancak Ö₃, geometrik oluşum sürecinde materyal kullanmanın geometrik düşünme becerisini geliştireceğini vurgulamıştır. Bu düşünceden hareketle diğer iki öğretmenin karmaşık geometri kavramlarını anlamlandırmada temel geometrik çizimler yapmanın gerekliliğini belirtmeleri açısından benzer nitelikte bir yorum olduğu söylenebilir. Kısacası araştırmaya katılan üç matematik öğretmenin de pergeli-düzkenar materyallerini ve DGY’leri kullanarak temel geometrik kavramları

oluşturma sürecinin üst düzey düşüncelere katkı sağladığı sonucuna ulaşılabilir. Bireylerin gözle görülür nesneleri zihinlerinde anlamlandırması daha kolaydır (Şahin, 2018). Bu bağlamda Ö₂'nin verdiği cevaplar arasında, pergel-düzkenar materyallerini ve DGY'leri kullanmak soyut geometri kavramlarının somutlaştırılmasını sağlamaktadır. Böylece öğrencilerin geometri kavramlarını zihinlerinde anlamlandırdığı düşünülebilir. Ö₃ ise pergel-düzkenar materyalleri ve DGY kullanımının soyut düşünmeyi geliştirdiğinden bahsetmektedir. Burada öğretmenin vurgulamak istediği düşünce, geometrik kavramların matematiksel uzayda zahiri görüntüsünün ne olduğu, özelliklerinin neler olduğu hakkındaki bilgilerin canlandığını belirttiği söylenebilir (Köse ve diğerleri, 2012). Diğer yandan Ö₁, temel geometrik çizim sürecine farklı bir açıdan yaklaşarak diğer disiplinlerle ilişki kurmaya yardımcı olmasından bahsetmiştir. MEB (2018)'de belirtilen öğretimin dört temel ilkesinden biri olan ilişkilendirme becerisini geliştirdiği söylenebilir. Pergel-düzkenar materyalleri ve DGY'lerin uzamsal becerileri ve mantıksal çıkarımlarda bulunarak ilişkilendirme becerisini geliştirdiği söylenebilir (Karakuş, 2014). Ö₂, temel geometrik çizim sürecine yaparak yaşayarak öğrenme düşüncesinden hareketle kalıcılığı arttırdığından bahsetmiştir. Dale'nin yaşantı konisinde Şekil 1'de belirtilen öğrenme süreçleri incelendiğinde bu düşüncenin desteklendiği çıkarımında bulunulabilir. Yine Ö₂, alternatif materyallerin öğretim yöntem-teknikleri içerisinde öğretim aracı olarak kullanılmasından bahsetmiş ve bu materyallerin öğrencilerde tutumun olumlu yönde gelişeceğine işaret etmiştir. Gerçekten literatürde var olan birçok çalışma bu düşüncüyü destekler niteliktedir (Bayturan, 2011; Cantürk Günhan ve Açı, 2016; Demirel, Seferoğlu ve Yağcı, 2005; Şahin ve Keşan, 2020). Ö₃ de bu düşünceye benzer bir yorum yapmış, öğrencilerdeki tutumun olumlu yönlü değişeceğini vurgulamıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada; araştırmaya katılan MEB’de görevli üç matematik öğretmenin, pergeli-düzkenar materyalleri ve DGY kullanılarak temel geometrik çizim problemlerini çözme süreçlerinin araştırılması hedeflenmiştir. Araştırmada, matematik öğretmenlerinden “Öklid’in Elemanları” (Sertöz, 2020) kitabında çizimlerini yaparak ispatladığı geometrik oluşumlardan beş tanesi seçilerek bir TGÇBF oluşturulmuştur. Katılımcılardan bu formda yer alan geometri problemlerine ait şekilleri pergeli-düzkenar materyallerini kullanarak çizgisiz bir kâğıda inşa etmeleri ve daha sonra aynı formda yer alan geometri problemlerini Geogebra ortamında çizimleri istenmiştir.

Ö₁, hem pergeli-düzkenar materyallerini hem de DGY kullanarak TGÇBF’de bulunan beş geometri probleminden; sadece “*Verilen bir doğru parçasının orta dikme doğrusunu çizme*” 1. probleme doğru cevap verirken, diğer problemlere yanlış cevap vermiştir. Bu sonuç, formun geneline bakıldığında bu katılımcının %80 başarısız olduğunu gösterir. Burada öğretmenin pergeli-düzkenar materyallerini kullanma becerisinin düşük olduğu ve Geogebra ile geometrik yapı çizim becerisinin gelişmediği söylenebilir. Öçal ve Şimşek (2017)’de bu başarısızlığın nedeni akademik bilgi eksikliğini, Çiftçi ve Tatar (2014)’te materyal kullanımındaki deneyim eksikliğini bağlamaktadır. Sorunun çözümü için öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin pergeli-düzkenar materyalleri ve DGY ile uygulama yapacağı ortamların artırılması gerektiği önerisinde bulunmaktadır (Bayram ve Duatepe Paksu, 2019). Yaparak yaşayarak öğrenme modeline uygun geometri öğretim ortamlarında bulunmadığı söylenebilir (Kazu ve Yeşilyurt, 2008). Bu bağlamda alternatif öğrenme ortamlarının tasarlandığı ortamlarda motivasyonun artacağı, akademik başarının artacağı ve istendik ürünler meydana geleceği alan çalışmalarında vurgulanmaktadır (Cantürk Günhan ve Açı, 2016; Dikmen ve Tuncer, 2018; Şahin, 2018; Uğur, Urhan ve Arkün Kocadere, 2016; Üredi ve Üredi, 2005).

Ö₂, hem pergel-düzkenar materyallerini hem de DGY kullanarak TGÇBF’de bulunan beş geometri probleminden; dördüne doğru cevap verirken, “*Aynı doğru parçasını kullanarak eşkenar üçgen ve kareyi çizme*” 3. probleme yanlış cevap vermiştir. Bu sonuç, formun geneline bakıldığında bu katılımcının %80 başarılı olduğunu gösterir. Burada öğretmenin pergel-düzkenar materyallerini kullanma becerisinin yüksek olduğu ve Geogebra ile geometrik yapı çizim becerisinin geliştiği söylenebilir. Katılımcının kendi eğitim öğretim sürecinde pergel-düzkenar materyalleri ve DGY kullanımı ile geometrik çizim uygulamalarını çokça deneyimleme fırsatı bulduğu ve lisans eğitimi yıllarında çizim yapma becerilerini geliştirmeye yönelik derslerde başarılı olduğu söylenebilir (Çiftçi ve Tatar, 2014; Tatar, Kağızmanlı ve Akkaya, 2014; Ulusoy, 2019). Ö₂’nin DGY kullanım bilgisinin yüksek düzeyde olduğunu söyleyebiliriz. Yaparak yaşayarak öğrenme modeline uygun geometri ortamlarında sıklıkla bulunduğu söylenebilir (Kazu ve Yeşilyurt, 2008). Alternatif yöntem-teknikler ve öğrenme araçları kullanılarak tasarlanan geometri öğrenme ortamlarında akademik başarının pozitif yönlü değiştiğini söyleyebiliriz (Dikmen ve Tuncer, 2018; Erduran ve Yeşildere, 2010). Ö₂’nin geometrik çizim problemlerine derinlemesine muhakeme yaptığı belirtilebilir (Tatar, Kağızmanlı ve Akkaya, 2014).

Ö₃, pergel-düzkenar materyallerini kullanarak TGÇBF’de bulunan beş geometri probleminden; üçüne doğru cevap verirken 3. ve 4. problemlere yanlış cevap vermiştir. Ayrıca DGY kullanarak formdaki geometri problemlerinden; üçüne doğru cevap verirken 1. ve 3. problemlere yanlış cevap vermiştir. Bu sonuç, formun geneline bakıldığında katılımcının %60 başarılı olduğunu gösterir. Burada öğretmenin pergel-düzkenar materyallerini kullanma becerisinin orta düzeyde olduğu ve Geogebra ile geometrik yapı çizim becerisinin kısmen geliştiği söylenebilir. Katılımcının pergel-düzkenar materyallerini ve DGY kullanma becerisini uygulama imkânları bulacağı ortamların kısmen yeterli olduğu, kendi öğrenim sürecinde bu uygulama ortamlarında nadiren etkin olduğu ve pergel-düzkenar materyallerini kullanmaya kısmen alışkın olduğu söylenebilir (Duatepe Paksu, 2013; Öçal ve Şimşek, 2017; Ulusoy, 2019). Yaparak yaşayarak öğrenme modeline uygun geometri öğretim ortamlarında kısmen bulunduğu söylenebilir (Kazu ve Yeşilyurt, 2008). Ö₃’ün geometrik çizim problemlerine nadiren derinlemesine muhakeme yaptığı söylenebilir (Tatar, Kağızmanlı ve Akkaya, 2014).

Pergel-düzkenar materyallerini kullanarak TGÇBF’de bulunan problemlerden 1. probleme katılımcıların tamamı doğru cevap vermiştir. Katılımcıların temel geometrik kavramları pergel-düzkenar yardımı ile oluşturabildikleri, bu materyalleri tanıdıkları, ne amaçla kullandıkları ve ne gibi ürünler oluşturabilineceği bilgisine sahip oldukları söylenebilir. Bu yorumlamaya rağmen; katılımcılar TGÇBF’de bulunan problemlere pergel-düzkenar materyallerini kullanarak kısmen doğru cevaplar vermişlerdir. Ö₁, 1. problem haricindeki tüm çizimlere hatalı cevaplar vermiştir. Burada Ö₁’in daha karmaşık problemleri oluşturmakta zorlandığı düşünülebilir. Ö₂ ise sadece “*Aynı doğru parçasını kullanarak eşkenar üçgen ve kareyi çizme*” 3. probleme yanlış cevap vermiştir. Ö₂’nin bu formdaki problemleri inşa etmede süreci iyi kontrol ettiği ve istedik dönütler verdiği söylenebilir. TGÇBF’deki 3. problemin diğer problemlerden daha karmaşık olduğu, öğretmenlerin verdiği cevaplardan anlaşılmaktadır. Bu çizim problemini araştırmaya katılan üç öğretmen de oluşturamamış, istedik ürünler üretememiştir. Ancak bulgular analiz edildiğinde, problem cümlesinin öğretmenler tarafından parça parça algılandığı da düşünülebilir. Bu bağlamda öğretmenlerin eşkenar üçgen çizimini ayrı, kare çizimini ayrı çizim yapılacağını anladığı öngörülebilir.

Katılımcıların forma verdiği cevaplar incelendiğinde, Ö₁ ve Ö₂’nin pergel-düzkenar kullanarak problemlere verdiği cevaplar ile DGY kullanarak problemlere verdiği cevaplar paralellik göstermektedir. Ö₃ ise 2. ve 5. probleme her iki uygulama ortamında da doğru cevap vermiş, 3. probleme iki uygulama ortamında da yanlış cevap vermiştir. Katılımcılar iki farklı materyalle tasarlanan ortamlarda problem bazında benzer cevapları vermişlerdir. Neticeler kontrol edildiğinde, üç katılımcının TGÇBF’deki beş problemi anlamlandırma süreçleri kendi içerisinde benzerlik göstermektedir. Bunun sebepleri arasında, katılımcıların akademik bilgileri (Dikmen ve Tuncer, 2018; Erduran ve Yeşildere, 2010), pergel-düzkenar materyallerini ve DGY’yi kullanma becerileri (Gür ve Kobak Demir, 2017; Karakuş, 2014), problemleri anlamlandırmaları (Şahin ve Keşan, 2020) ve problemlere karşı tutumları (Cantürk Günhan ve Açıkan, 2016; İzgiol, 2014) gibi etkenler sebep olmuş olabilir.

Araştırmaya katılan üç matematik öğretmenin ortak görüşü olarak, pergel-düzkenar materyalleri kullanılarak tasarlanan geometri öğrenme ortamlarının, DGY kullanılarak tasarlanan geometri öğrenme ortamlarından akademik başarı yönünden daha verimli olacağı düşüncesi vurgulanmıştır (Duatpe Paksu, 2013; Ulusoy, 2019). Bu

düşüncenin aksine DGY geometri öğrenme ortamlarında kullanımının akademik başarı yönünden daha verimli sonuçlar doğuracağını gösteren literatür çalışmaları da mevcuttur (Çiftçi ve Tatar, 2014; Öçal ve Şimşek, 2017). Katılımcılardan elde edilen dönütlerden, pergel-düzkenar materyalleri ile DGY kullanımının geometri öğrenme ortamlarında motivasyonu arttırdığı düşüncesine sahip oldukları söylenebilir (Cantürk Günhan ve Açıkan, 2016; Demirel ve diğerleri, 2005; Erduran ve Yeşildere, 2010; İşman, 2005; İzgiol, 2014; Uğurel ve Moralı, 2006). Katılımcıların görüşlerinden DGY kullanımının, pergel-düzkenar materyallerine göre zamandan tasarruf sağlanacağı düşüncesinde oldukları söylenebilir (Çiftçi ve Tatar, 2014; Karakuş, 2014; Öçal ve Şimşek, 2017; Ulusoy, 2019).

Araştırmaya katılan üç öğretmenin geçmiş deneyimleri hakkındaki veriler incelendiğinde; hem pergel-düzkenar çizimleri açısından hem de DGY kullanımı açısından benzer düşüncede oldukları söylenebilir. Bu benzerliğin başlıca sebepleri arasında; kendi eğitim öğretim süreçlerinde uygulama yapmanın yetersiz olması (Ulusoy, 2019), teknolojik alt yapı yetersizliğinden kaynaklı materyallere ulaşımın kısıtlı olması (Denizli, 2018), eğitim öğretim programının revize edilmesi ve yeni yaklaşımların eğitime entegre edilmesi (Şahin ve Keşan, 2020), geometrik çizim uygulamalarının zaman alıcı olması (Karakuş, 2014), geometrik inşa sürecini kontrol eden öğretmenin akademik yeterliliği (Duartepe Paksu, 2013) ve liselere giriş sınav sürecinin etkin bir şekilde kontrol edilememesi (Kablan ve Bozkuş, 2021) vb. gerekçelerden kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Katılımcıların hem pergel-düzkenar materyalleri hem de DGY kullanılarak oluşturulmuş öğrenme ortamlarında geometrik yapı inşa sürecinde karşılaştıkları zorluklar benzerlik göstermektedir. Bu benzerliklere, $\bar{O}_1$ ile $\bar{O}_3$ 'ün geometrik düşünme düzeyi düşük olan öğrencilerin kavramlar arasında ilişki kuramayacaklarından endişe etmeleri örnek gösterilebilir (Yılmaz, Turgut ve Akyeşil, 2008). Ayrıca her üç öğretmenin de tasarlanacak öğrenme ortamında kullanılacak materyallerin, öğrenciler tarafından tanınır olması ve hangi amaçla kullanılacağı hakkında bilgi sahibi olması gerekliliğine vurgu yaptığı söylenebilir (Yeşildere, 2010). Pergel-düzkenar kullanımı için el becerilerinin gelişmesi ön koşulu öğretmenler tarafından belirtilmiştir, diyebiliriz. Bununla birlikte öğrencilerin temel geometrik kavram bilgisine sahip olmaları gerektiği düşüncesi vurgulanmıştır. Öğretmenlerin verdiği cevaplardan, öğrencilerin pergel-

düzkenar ile DGY bilgisine sahip olmalarının kesin çizgilerle belirtildiği söylenebilir (Duatepe Paksu, 2013; Erduran ve Yeşildere, 2010; Karakuş, 2014; Ulusoy, 2019).

Temel geometrik çizim süreci açısından katılımcıların görüşleri incelendiğinde; öğrenmenin kalıcılığının artması (Karakuş, 2014; Öçal ve Şimşek, 2017; Şahin, 2018), olumlu yönlü tutumların oluşması (Bayturan, 2011; Cantürk Günhan ve Açıkan, 2016; Uğurel ve Morali, 2006), karmaşık geometrik kavramların anlamlandırılması (Bayram ve Duatepe Paksu, 2019; Ulusoy, 2019), uzamsal düşünceleri yükseltmeye yönelik bilişsel süreçlerin gelişmesi (Duatepe Paksu, 2013; İzgiol, 2014), soyut geometrik kavramların somutlaştırılması (Erduran ve Yeşildere, 2010; Güven, 2006; Şahin ve Keşan, 2020) ve soyut matematiksel muhakeme becerisinin oluşturulması (İzgiol, 2014; Yılmaz, Turgut ve Alyeşil, 2008) gibi yetenekleri güçlendirdiğini söyledikleri varsayılabilir.

Çalışmamızda, pergel-düzkenar materyalleri ile DGY kullanılarak tasarlanan geometri öğrenme ortamlarında temel geometrik yapıları çizme süreçleri hakkındaki katılımcıların görüşlerinin araştırılması hedeflenmiştir. Araştırmanın çatısını oluşturan bu düşünce ile katılımcıların belirtilen materyalleri kullanarak istedik yönlü ürünler üretebileceğini, materyaller hakkında olumlu düşünceler belirteceklerini, materyallerin kullanımı hakkında kavramsal bilgilerinin yeterli olduğu varsayılmıştır. Ancak süreç içerisinde bu düşüncelerin bir kısmının katılımcılarda oluştuğu, bir kısmının ise oluşmadığı saptanmıştır. Araştırma neticesinde; katılımcı matematik öğretmenlerinin pergel-düzkenar materyalleri ile DGY kullanım bilgilerinin çeşitlilik gösterebileceği gerçeğine ulaşılmıştır. Bu gerçeğe varmamızdaki kanıtımız, katılımcıların hem pergel-düzkenar materyalleri ile DGY kullanarak Ö₁'in %80 başarısızlık göstermesi, Ö₂'nin %80 ve Ö₃'ün %60 başarı göstermesini öne sürebiliriz. Bu sonuç bizim araştırmaya başlarken içerisinde bulunduğumuz düşüncelerle kısmen benzerlik göstermektedir. Diğer yandan araştırmaya katılan üç öğretmen de açıkça ortak düşüncesi pergel-düzkenar materyalleri ve DGY kullanılarak tasarlanan geometri öğrenme ortamlarında tutum faktörünün pozitif yönlü olacağı meylindedir. Bu sonuç bizim araştırmaya başlarken içerisinde bulunduğumuz düşüncelerle örtüşmektedir. Son olarak araştırmaya katılan üç öğretmenden pergel-düzkenar materyalleri ve DGY hakkındaki kavramsal bilgilerinin Ö₁ açısından yetersiz, Ö₂ açısından yeterli ve Ö₃ açısından kısmen yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç bizim araştırmaya başlarken içerisinde bulunduğumuz düşüncelerle örtüşmemektedir. Belirtmeliyiz ki bu sonuç sadece yaptığımız çalışmadaki

gönüllü üç matematik öğretmeni ile sınırlıdır. Bu sonucun hali hazırda MEB’de çalışmakta olan tüm matematik öğretmenlerine genellenemeyeceği vurgulanmalıdır.

5.2. Öneriler

Çalışmadan yola çıkılarak aşağıdaki önerilerde bulunulabilir.

1. Öğretmenlerin ders esnasında kullandığı ders kitapları iyi bir kaynaktır. Öğretim programında derslerde pergel-cetvel veya DGY’lerin kullanılması kazanımlarda yer alsa da ders kitaplarında bu konuyla ilgili yeterli etkinliklerin yeterince almadığı bilinen bir gerçektir. Öğretmenlerin öğretim sürecini planlarken en önemli materyallerden birinin ders kitapları olduğu düşünülürse, ders kitaplarında pergel-cetvel ve DGY kullanımına yönelik etkinliklerin daha fazla bulunması önerilebilir. Ayrıca öğretmenlerden alınan görüşlerden öğrencileri merkezi sınavlara hazırlamalarından dolayı pergel-cetvel veya DGY kullanımı ile ilgili etkinlikleri göz ardı ettiklerini söyleyebiliriz. Bundan dolayı öğretmenlerin bu araç-gereçleri öğrenme ortamlarında daha sık kullanarak öğrencilerin çizim becerileri artırılabilir.
2. Yapılan çalışmadan hareketle öğretmenlerin daha önce pergel-cetveli az kullandıkları ve DGY’yi ise neredeyse hiç kullanmadıkları sonucuna varılmıştır. Bunun nedeni lisans seviyesinde bu tür etkinlikleri içeren derslerin az sayıda olmasıdır. Öğretmen adaylarına lisans döneminde pergel-düzkenar ile yapılan etkinliklerin yanı sıra DGY kullanımına yönelik etkinlikleri içeren derslerin sayısı artırılabilir. Ayrıca görevde olan öğretmenler içinse bu konuda hizmet içi eğitim verilerek yeterlilikleri artırılabilir.
3. Temel geometrik yapı inşa sürecinin pergel-düzkenar materyalleri ve DGY yardımıyla tasarlanan geometri öğrenme ortamlarında öğrenci, öğretmen adayı veya öğretmen sınırlılıklarına göre öğrenme ortamını etkileyen çalışmalar yapılabilir.

4. Pergel-düzkenar materyalleri ve DGY yardımıyla tasarlanan geometri öğrenme ortamlarında cinsiyet faktörüne göre akademik başarıya ve geometriye yönelik tutuma etkisinin araştırılacağı çalışmalar yapılabilir.
5. Temel geometrik yapı inşa sürecinin pergel-düzkenar materyalleri ve DGY yardımıyla tasarlanan geometri öğrenme ortamlarında öğrenci, öğretmen adayı veya öğretmen sınırlılıklarına göre Duval geometrik yapı inşa sıralı algı sistemine göre yorumlanması içeriğine bağlı alan çalışmaları yapılabilir.
6. DGY kullanılarak tasarlanan öğrenme ortamlarında 3-D yazıcı kullanılarak somut ve istendik ürünlerin oluşturulduğu geometri öğrenme ortamlarında anlamlı öğrenmenin; öğrenci, öğretmen adayı ve öğretmen sınırlılıklarına göre araştırılabileceği çalışmalara yer verilebilir.
7. Fen edebiyat fakültesi matematik bölümü lisans programlarında yapılan pergel-düzkenar çizimlerinin yanısıra DGY ile yapılan çizimlere yer verilerek öğrencilerin bu derslerdeki başarılarının ne düzeyde olduğunu ortaya koyan araştırmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Açıkgül, K. ve Aslaner, R. (2015). Öğretmen adaylarının kâğıt-kalem ve dinamik geometri yazılımı kullanarak geometrik yer problemlerini çözüm süreçlerinin incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(20), 468-512.
- Akay, S. ve Kurtuluş, A. (2017). Öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri ve beyin baskınlıklarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(41), 38-61.
- Akgül, M. B. (2014). *Dinamik geometri yazılımı kullanımının sekizinci sınıf öğrencilerinin dönüşüm geometrisi konusundaki başarısı, geometrik düşünmesi ve matematik ve teknolojiye yönelik tutumları üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Altun, H. (2018). Lise öğrencilerinin geometri ders başarılarının Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre incelenmesi. *Turkish Studies Educational Sciences*, 13(11), 157-168.
- Altun, M. (2001). *İlköğretim ikinci kademedeki (6, 7 ve 8. Sınıflarda) matematik öğretimi*. Bursa: Alfa Yayınları.
- Altun, M. (2015). *Liselerde matematik öğretimi*. Bursa: Aktüel Yayıncılık.
- Arastaman, G., Öztürk Fidan, İ. ve Fidan, T. (2018). Nitel araştırmada geçerlik ve güvenirlik: Kuramsal bir inceleme. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 37-75.
- Aslaner, R. (2018). *Dinamik geometri öğretimi (1. Baskı)*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Aydın, C. Ç. ve Biroğul, S. (2008). E-öğrenmede açık kaynak kodlu öğretim yönetim sistemleri ve Moodle. *International Journal of Informatics Technologies*, 1(2), 31-36.
- Aydın, H. (2021). *Dinamik geometri ile inşa çalışmalarında 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Aydoğdu İskenderoğlu, T. ve Akşan Kılıçaslan, E. (2021). Sınıf öğretmeni adaylarının geometrik kavramlara ilişkin tanımlarının ve şekillerinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(1), 173-221.
- Babacan, Ş. ve Özey, R. (2016). Coğrafya öğretmenlerinin hizmet içi eğitim ihtiyacı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 33, 1-24.
- Barutçu Akyar, K. (2010). *Öklid geometrisi öğretiminde dinamik geometri yazılımları kullanımının 11. sınıf öğrencilerinin geometriye yönelik tutumlarına ve akademik başarılarına etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Baydaş, Ö. (2010). *Öğretim elemanlarının ve öğretmen adaylarının görüşleri ışığında matematik öğretiminde Geogebra kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Baykan, P. ve Oktay, M. (2016). İhtiyaca dayalı hizmet-içi eğitim etkinliği uygulaması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 169-183.
- Baykul, Y. (2004). 6.-8. Sınıflar için ilköğretimde matematik öğretimi. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Bayram, G. ve Duatepe Paksu, A. (2019). Altıncı sınıf öğrencilerinin paralel ve dik doğru/doğru parçalarını belirleme ve çizme durumları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 115-145.
- Bayturan, S. (2011). *Ortaöğretim matematik eğitiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin başarıları, tutumları ve bilgisayar öz-yeterlik algıları üzerindeki etkisi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bozkurt, A. (2018). Examining the accuracy and justification of geometric constructions made by pre-service teachers with dynamic geometry software and the awareness they gained throughout the process. *International Journal of Research in Education and Science*, 4(1), 304-313.
- Bukova Güzel, E. (2007). Matematik öğretmen adaylarının limit kavramını öğrenmelerinde yapılandırmacı öğrenme ortamının etkisinin belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 7(3), 1155-1198.
- Bukova Güzel, E. (2008). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı matematik öğreniminin bilimi tanıma, yaşam ile ilişki kurma, öğrenmeyi öğrenme, sorgulayarak ve iletişim kurarak öğrenme üzerindeki etkisinin belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 135-149.
- Bukova Güzel, E., Tekin Dede, A., Hıdıroğlu, Ç. N., Kula Ünver, S. ve Özaltun Çelik, A. (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme (1. Baskı)*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2018). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri (24. Baskı)*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Cantürk Günhan, B. ve Açıkan, H. (2016). Dinamik geometri yazılımı kullanımının geometri başarısına etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(1), 1-23.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2000). *Research methods in education*. London: Routledge Falmer.
- Clements, D. H. (1999). Concrete manipulatives, concrete ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood* 1(1), 45-60.

- Çağırğan, D., Yavuz, G. ve Deringöl, Y. (2018). Matematik öğretmen adaylarının geometrik cisimler konusuna yönelik tutumları ve geometriye yönelik öz-yeterlilikleri. *Ege Eğitim Dergisi*, 19(2), 369-387.
- Çetingöz, D. ve Cantürk Günhan, B. (2011). Drama uygulamalarının okul öncesi eğitimi öğretmen adaylarının drama etkinlikleri planlama becerilerine yönelik görüşleri üzerindeki etkileri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 89-99.
- Çilenti, K. (1994). *Eğitim teknolojisi ve öğretim (6. Baskı)*. Ankara: Kadioğlu Matbaası.
- Çiftçi, O. ve Tatar, E. (2014). Pergel-cetvel ve dinamik bir yazılım kullanımının başarıya etkilerinin karşılaştırılması. *Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 111-133.
- Dağlı, H. ve Peker, M. (2012). İlköğretim 5. Sınıf öğrencileri geometrik şekillerin çevre uzunluğunu hesaplamaya ilişkin ne biliyor? *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 5(3), 330-351.
- De Villiers, M. (2003). *Rethinking proof with geometer's sketchpad 4*. Emeryville: Key Curriculum Press, USA.
- Demirel, Ö., Seferoğlu, S. S. ve Yağcı, E. (2005). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme (5. Baskı)*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Deniz, Ö. ve Kabael, T. (2021). Altıncı sınıf öğrencilerinin temel geometrik oluşumları gerçekleştirmelerine yönelik tasarlanan bir öğrenme yörüngesinde bilişsel süreçlerinin incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 46(206), 47-90.
- Denizli, Z. (2018). *Dönüşüm geometrisi öğretiminde dinamik geometri yazılımlarının kullanımının enstrümantal teori açısından incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Dikmen, M. ve Tuncer, M. (2018). Bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisinin meta-analizi: Son 10 yılda yapılan çalışmaların incelenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1), 97-121.
- Doğdu, S. ve Arslan, Z. (1993). *Eğitim teknolojisi uygulamaları ve eğitim araç-gereçleri*. Ankara: Tekışık AŞ.
- Duatepe, A. (2000). *An investigation on the relationship between Van Hiele geometric level of thinking and demographic variables for preservice elementary school teachers*. Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Duatepe Paksu, A. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının geometrik yapılara ilişkin çizim becerilerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(3), 827-840.
- Duatepe Paksu, A. (2016). Kâğıt katlama yöntemiyle dörtgenlerin incelenmesi. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 6(2), 80-88.

- Duval, R. (1998). Geometry from a cognitive point of view. In C. Mammana and V. Villani (Eds.), *Perspectives on the teaching of geometry for the 21st Century: An ICMI study*. (pp. 37-52). Dordrecht: Kluwer.
- Erduran, A. ve Yeşildere, S. (2010). Geometrik yapıların inşasında pergeli ve çizgecin kullanımı. *İlköğretim Online*, 9(1), 331-345.
- Eser, E. ve Kılıç, Y. (2017). Mezopotamya'nın ilk kent binaları (tapınaklar) ve işlevleri. *Akademik Tarih ve Düşünce Dergisi*, 4(13), 412-438.
- Goldenberg, E. P., Cuoco, A. A. & Mark, J. (1998). *A role for geometry in general education*. In R. Lehrer and D. Chazan (Eds.), *Designing Learning Environments for Developing Understanding of Geometry and Space* 3-44. Mahwah: Lawrence Erlbaum A.
- Güneş, G. ve Baki, A. (2011). Dördüncü sınıf matematik dersi öğretim programının uygulanmasından yansımalar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 192-205.
- Gür, H. ve Kobak Demir, M. (2017). Pergel-cetvel kullanarak temel geometrik çizimlerin öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerine ve tutumlarına etkisi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(1), 88-110.
- Güven, B. ve Karataş, İ. (2003). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile oluşturmacı öğrenme ortamı tasarımı: Bir model. *İlköğretim-Online*, 4(1), 62-72.
- Güven, Y. (2006). *Farklı geometrik çizim yöntemleri kullanımının öğrencilerin başarı, tutum ve Van Hiele geometri anlama düzeylerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Hangül, T. ve Üzel, D. (2010). Bilgisayar destekli öğretimin (BDÖ) 8. sınıf matematik öğretiminde öğrenci tutumuna etkisi ve BDÖ hakkında öğrenci görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 154-176.
- İlhan, A. ve Aslaner, R. (2017). Geometri konularının öğretiminde dinamik geometri yazılımı kullanımının ilköğretim matematik öğretmen adaylarının görsel matematik okuryazarlık algı düzeylerine etkisinin incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(2), 136-155.
- İlhan, A. ve Aslaner, R. (2019). 2005'ten 2018'e ortaokul matematik dersi öğretim programlarının değerlendirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 46, 394-415.
- İlhan, A. ve Aslaner, R. (2020). Dinamik geometri yazılımları kullanımının matematik öğretmeni adaylarının başarılarına etkisi ve öğretim süreci hakkındaki görüşleri. *Turkish Journal of Educational Studies*, 7(2), 99-129.

- İlhan, A., Gemcioğlu, M. ve Poçan, S. (2021). Matematik başarısının geometriye yönelik tutum ve geometri inancı ile ilişkisinin incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 77-91.
- İnan, C. (2006). Matematik öğretiminde materyal geliştirme ve kullanma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7, 47-56.
- İşman, A. (2005). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- İzgiol, D. (2014). *Teknoloji destekli çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin lineer cebir öğrenimine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kablan, Z. ve Bozkuş, F. (2021). Liselere giriş sınavı matematik problemlerine ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 211-231.
- Karaduman, B. (2008). *İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji dersi "Maddenin Tanecikli Yapısı" ünitesinin öğretiminde, bilgisayar destekli ve bilgisayar temelli öğretim yöntemlerinin, akademik başarıya ve kalıcılığa etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Karakuş, F. (2014). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının geometrik inşa etkinliklerine yönelik görüşleri. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 7(4), 408-435.
- Kararımak, Ö. ve Aydın, G. (2007). Yapılandırmacı yaklaşım: Çağdaş psikolojik danışma anlayışını ve uygulamalarını biçimlendiren bir güç. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 3(27), 91-108.
- Kazu, H. ve Yeşilyurt E. (2008). Öğretmenlerin öğretim araç-gereçlerini kullanım amaçları. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), 175-188.
- Keleş, E., DüNDAR Öksüz, B. ve Bahçekapılı, T. (2013). Teknolojinin eğitimde kullanılmasına ilişkin öğretmen görüşleri: Fatih projesi örneği. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 12(2), 353-366.
- Kemankaşlı, N. ve Gür, H. (2016). Yapılandırmacı öğrenme ortamının öğrencilerin sosyal ve psikomotor becerileri ile psikolojik ve bilişsel özelliklerine etkisi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 78-88.
- Knapp, L. R. & Glenn, A. D. (1996). *Restructuring schools with technology*. Boston: Allyn and Bacon.
- Köksal, M. F. ve Yaman, S. (2012). Öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanımına ilişkin algıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(2), 221-237.
- Köse, N. Y. (2008). *İlköğretim 5. Sınıf öğrencilerinin dinamik geometri yazılımı Cabri geometriyle simetriyi anlamlandırmalarının belirlenmesi: Bir eylem araştırması*. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

- Köse, N., Tanışlı, D., Özdemir Erdoğan, E. ve Yüzügüllü Ada, T. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının teknoloji destekli geometri dersindeki geometrik oluşum edinimleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(3), 102-121.
- Köseoğlu, P. ve Soran, H. (2006). Biyoloji öğretmenlerinin araç-gereç kullanımına yönelik tutumları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 159-165.
- Laborde, C. (1994). *Enseigner la geometrie: Permanences et revolutions*. In C. Gaulin, B. Hodgson, D. Wheeler & J. Egsgard (Eds.), *Proceedings of the 7th International Congress on Mathematical Education* (pp. 47-75). Les Presses de L'Université Laval, Sainte-Foy, PQ, Canada.
- Lim-Teo, S. K. (1997). Compass constructions: a vehicle for promoting relational understanding and higher order thinking skills. *The Mathematics Educator*, 2(2), 138-147.
- Martin, G. E. (2012). *Geometric constructions*. New York: Springer.
- Menzi, N., Çalışkan, E. ve Çetin, O. (2012). Öğretmen adaylarının teknoloji yeterliliklerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 2(1).
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2. Ed). Thousand Oaks: Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), (2005). *İlköğretim matematik dersi öğretim programı ve kılavuzu*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), (2017). *Öğretmenlik mesleği genel yeterlilikleri*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Moss, L. J. (2000). *The use of dynamic geometry software as a cognitive tool*, PhD Dissertation, The University of Texas at Austin.
- Myers, E. R. W. (2001). *Accounting for prospective secondary mathematics teachers' understandings in a dynamic geometry tool environment*. Doktora Tezi, The Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- Napitupulu, B. (2001). *An exploration of students' understanding and Van Hiele levels of thinking on geometric constructions*. Yüksek Lisans Tezi, Simon Fraser University, Canada.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston: Virginia.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2013). *Principles and standard for school mathematics*. Reston, VA.

- Nelissen, J. M. & Tomic, W. (1998). *Representations in mathematic education*. Hearken, ERIC Document Reproduction Service No. ED 428950.
- Olkun, S. ve Toluk, Z. (2009). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Maya Akademi, Ankara.
- Otrar, M. (2006). *Öğrenme stilleri ile yetenekler, akademik başarı ve ÖSS başarısı arasındaki ilişki*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Öçal, M. F. ve Şimşek, M. (2017). Pergel-çizgeç ve geogebra inşaları üzerine: Öğretmenlerin geometrik inşa süreçleri ve görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(1), 219-262.
- Özer, M. (2018). 2023 Eğitim vizyonu ve mesleki ve teknik eğitimde yeni hedefler. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 8(3), 425-435.
- Özmenli, M. (2014). Tapınak-medeniyet ilişkisi. *Turkish Studies, International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(10), 1281-1292.
- Öztürk, T. ve Güven, B. (2012). *Etkili bir matematik öğrenme ortamının sahip olması gereken özelliklerine ilişkin öğretmen görüşleri*. X. Ulusal Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Kongresi, Niğde Üniversitesi.
- Pamuk, S., Ergun, M., Çakır, R., Yılmaz, H. B. ve Ayaş, C. (2013). Öğretmen ve öğrenci bakış açısıyla tablet, pc ve etkileşimli tahta kullanımı: FATİH Projesi Değerlendirmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(3), 1799-1822.
- Polat, K., Oflaz, G. ve Akgün, L. (2019). The relationship of visual proof skills with Van Hiele levels of geometric thinking and spatial ability. *Erciyes Journal of Education*, 3(2), 105-122.
- Selimoğlu, E. ve Biçen Yılmaz H. (2009). Hizmet içi eğitimin kurum ve çalışanlar üzerine etkileri. *PARADOKS, Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi*, 5(1).
- Sertöz, A. S. (2020). *Öklid'in Elemanları (4. Basım)*. Ankara: Tübitak Popüler Bilim Kitapları.
- Seyhan, A. E. (2011). Din hizmetlerinde verimlilik ve kalite açısından hizmet içi eğitimin rolü ve önemi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(14).
- Sezen, N. (2007). *Öklid'in "Elementler" adlı eseri ve matematik eğitimindeki yeri*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sherman, M. (2010). *A conceptual framework for using geogebra with teachers and students*. Proceedings of the First North American Geogebra Conference, (s. 205-213) July 27-28, Ithaca College, Ithaca, NY.

- Smart, J. R. (1998). *Modern geometries (5th ed.)*. CA: Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove.
- Sürücü, A. ve Ünal, A. (2018). Öğrenci motivasyonunu artıran ve azaltan öğretmen davranışlarının incelenmesi. *OPUS Uluslar arası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8(14), 253-295.
- Şahin, Z. ve Keşan, C. (2017). Bir başarı testi geliştirme çalışması: Beşinci sınıf öğrencilerinin geometri kazanımlarını ölçmeye yönelik bir başarı testi geçerlik ve güvenilirliğin araştırılması. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education*, 6(3), 47-57.
- Şahin, Z. (2018). *Geometri öğretiminde kavram karikatürü kullanımının beşinci sınıf öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarına ve erişim düzeylerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Şahin, Z. ve Keşan, C. (2020). Geometri öğretiminde kavram karikatürü kullanımı üzerine: Ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin geometriye yönelik tutumlarının incelenmesi. *International Journal of New Trends In Arts, Sports & Science Education*, 9(4), 189-197.
- Tapan-Broutin, M. S. (2014). Matematiksel nesnelerin yapısı ve temsiller: Klasik semiyotik üçgenin geometri öğretiminde yansımalarının analizi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 255-281.
- Tatar, E., Akkaya, A. ve Kağızmanlı, T. B. (2011). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının Geogebra ile oluşturdukları materyallerin ve dinamik matematik yazılımı hakkındaki görüşlerinin analizi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 2(3), 181-197.
- Tatar, E. (2012). The effect of dynamic mathematics software on achievement in mathematics the case of trigonometry. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(1), 459-468.
- Tatar, E., Kağızmanlı, T. B. ve Akkaya, A. (2014). Dinamik bir yazılımın çemberin analitik incelenmesinde başarıya etkisi ve matematik öğretmeni adaylarının görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 8(1), 153-177.
- Taymur, İ. ve Boratav, R. C. (2013). İçselleştirme, içealım, içeatım ve özdeşim. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 5(3), 330-342.
- Tekin, O. (2020). Uzaktan eğitim kullanılan hizmet içi eğitim programlarına yönelik öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 16(1), 20-35.
- Türnüklü, E. ve Özcan, B. N. (2014). Öğrencilerin geometride RBC teorisine göre bilgiyi oluşturma süreçleri ile Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasındaki ilişki: Örnek olay çalışması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(27), 295-316.

- Uğur, B., Urhan, S. ve Arkün Kocadere, S. (2016). Geometrik cisimler konusunun dinamik geometri yazılımı ile öğretimi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(2), 339-366.
- Uğurel, I. ve Moralı, S. (2006). Karikatürler ve matematik öğretiminde kullanımı. *Milli Eğitim Dergisi*, 34(170), 1-10.
- Ulusoy, F. (2019). Matematik öğretmeni adaylarının pergel-cetvel ve dinamik geometri yazılımı kullanarak yaptıkları geometrik inşalar. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(2), 336-372.
- Ulutaş, F. ve Ubuz, B. (2008). Matematik eğitiminde araştırmalar ve eğilimler: 2000 ile 2006 yılları arası. *İlköğretim Online*, 7(3), 614-626.
- Uysal Koğ, O. (2012). *Görselleştirme yaklaşımı ile yapılan matematik öğretiminin öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimi üzerindeki etkisi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Üredi, I. ve Üredi, L. (2005). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin öz-düzenleme stratejileri ve motivasyonel inançlarının matematik başarısını yordama gücü. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(2), 250-260.
- Van De Walle, J. A. (2004). *Elementary and middle school mathematics (5th ed.)*. Boston: Pearson Education.
- Van Hiele, P. (1986). *Structure and Insight: A Theory of Mathematics Education*. New York: Academic Press.
- Vatansever, S. (2007). *İlköğretim 7. sınıf geometri konularını dinamik geometri yazılımı geometer's sketchpad ile öğrenmenin başarıya, kalıcılığa etkisi ve öğrenci görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yalın, H. İ. (2007). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Yaman, H. ve Şahin, T. (2014). Somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin 5. Sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizmedeki başarılarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 202-220.
- Yayla, Ö. ve Bangir-Alpan, G. (2019). Öğrencilerin matematikte zorlanma nedenlerine ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 401-425.
- Yeşildere, S. ve Türnüklü, E. (2004). Matematik öğretiminde oluşturmacı değerlendirme. *Eurasian Journal of Educational Research*, 16, 39-49.
- Yeşildere, S. (2010). Teachers' influence on integration of tools into mathematics teaching. *Australian Journal of Teacher Education*, 35(6).

- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (10. Baskı)*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, B. (2013). *Etkili matematik öğretimi için BİT entegrasyonu model önerisi*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldız, A. ve Baltacı, S. (2017). Bilim sanat merkezi matematik öğretmenlerinin kurdukları geometrik inşa problemlerine bilişsel seviye düzeyleri açısından ders imecesi çalışmalarının etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1481-1516.
- Yılmaz, S., Turgut, M. ve Alyeşil, D. (2008). Ortaöğretim öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin incelenmesi: Erdek ve Buca örneği. *Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi*, 8(1).
- Yin, R. (2013). *Case study research: Design and methods*. London: Sage.
- Yolcu, B. ve Kurtuluş, A. (2010). 6. Sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirme üzerine bir çalışma. *İlköğretim Online*, 9(1), 256-274.
- Zengin, Y., Furkan, H. ve Kutluca, T. (2012). The effect of dynamic geometry software Geogebra on students' achievement in teaching of trigonometry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 183-187.
- Zengin, Y. ve Tatar, E. (2014). Türev uygulamaları konusunun öğretiminde Geogebra yazılımının kullanımı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(3), 1209-1228.

EKLER

Ek 1

TEMEL GEOMETRİK ÇİZİM BECERİ FORMU

Kıymetli Meslektaşlarım,

Bu form ortaokul matematik öğretmenlerinin pergel-düzkenar ve dinamik geometri yazılımlarını (DGY) kullanarak temel geometrik çizim problemlerini çözme süreçlerini araştırmak üzere hazırlanmış bir formdur. **Şahsınıza ait herhangi bir değerlendirmede kullanılmayacaktır.** Onun için sorulara samimiyetle ve gerçek performansınızı yansıtacak şekilde cevaplar vermeniz beklenmektedir.

Aşağıda bazı temel geometrik kavramların tanımları verilmiştir. Sizlerden bu tanımlara uygun olan şekli sizlere verilen pergel ve düz kenar (ölçüsüz cetvel) yardımıyla çizmeniz ve şekli çizerken uyguladığınız işlem basamaklarını yazmanız istenmektedir.

Çizimlere geçmeden önce aşağıda verilen tabloda size uygun olan seçeneği işaretlemeniz gerekmektedir.

Cinsiyetiniz	Bayan		Erkek	
Meslekte geçirmiş olduğunuz süre	10 yıldan az		10 yıldan fazla	
Daha önceden bir DGY kullandınız mı?	Evet		Hayır	
Çalıştığınız okulda akıllı tahta var mı?	Evet		Hayır	
Derslerde akıllı tahtayı kullanıyor musunuz?	Evet		Hayır	

Ersin ÖZER

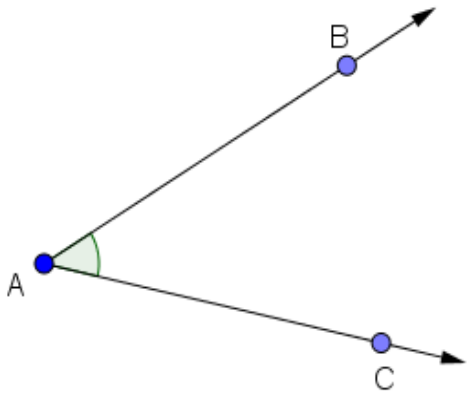
İnönü Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Öğrencisi

Sorular

- 1) Bir $[AB]$ 'nin '**Orta dikme doğrusu**' bu doğru parçasının orta noktasından doğru parçasına dik çizilen doğrudur.
Buna göre aşağıda verilen $[AB]$ 'nin orta dikme doğrusunu çiziniz.

<u>Çizim için uygulanan işlem basamakları:</u> a)	
---	--

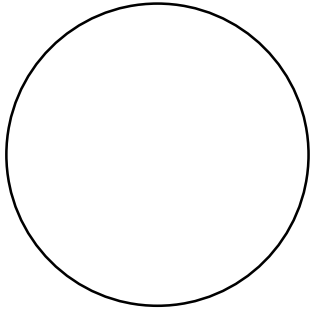
- 2) '**Açı**' başlangıç noktaları ortak olan iki ışının birleşim kümesidir. Bir açının köşe noktasından geçen ve açıyı iki eş açığa ayıran doğruya '**açıortay doğrusu**' denir.
Buna göre aşağıdaki şekilde verilen açının **açıortay doğrusunu** çiziniz.

<u>Çizim için uygulanan işlem basamakları:</u> a)	
---	--

- 3) Kenarları ve açıları eş olan çokgenlere '**Düzgün çokgen**' denir. *Eşkenar üçgen* ve *kare* birer düzgün çokgendir. Bir kenarı verilen düzgün çokgen çizilebilir. Buna göre bir kenarı aşağıda verilen $[AB]$ olan *eşkenar üçgeni* ve *kareyi* aynı doğru parçasını kullanarak çiziniz.

<u>Çizim için uygulanan işlem basamakları:</u> a)	
---	--

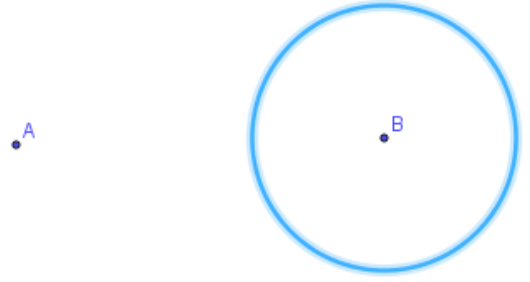
- 4) '**Çember**' düzlemde verilen bir noktaya eşit uzaklıktaki noktaların kümesidir. '*Merkezi ve geçtiği bir noktası (veya yarıçapı) bilinen çember çizilebilir.*' önermesi Öklid'in beş temel aksiyomundan birisidir. Buna göre aşağıda verilen çemberin merkez noktasını bulunuz.

<u>Çizim için uygulanan işlem basamakları:</u> a)	
---	--

- 5) Çemberde ‘teğet’ çemberle bir ortak noktası olan doğrudur. Bir çembere dışındaki bir noktadan iki teğet doğru çizilir.
Buna göre aşağıda verilen A noktasından çembere *teğet olan doğruları* çiziniz.

Çizim için uygulanan işlem basamakları:

a)



Ek 2**YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU**

Kıymetli meslektaşlarım,

Bu yarı yapılandırılmış görüşme formu “Pergel-Düzkenar ve Dinamik Çizimler Üzerine: Öğretmenlerin Temel Geometrik Çizim Süreçleri ve Görüşlerinin İncelenmesi” başlıklı yüksek lisans çalışmamda öğretmenlerin temel geometrik çizimlerle ve pergel-düzkenar ve dinamik geometri yazılımları araçlarıyla ilgili görüşlerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Şahsınıza ait herhangi **bir değerlendirmede kullanılmayacaktır**. Onun için sorulara samimiyetle cevap vermeniz beklenmektedir.

Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Ersin ÖZER

İnönü Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Öğrencisi

Danışman: Prof. Dr. Recep ASLANER

SORULAR

- 1) Pergel-düzkenar ve dinamik yazılımlara ilişkin temel geometrik çizimlere yönelik geçmiş deneyimleriniz nelerdir? Açıklayınız.
- 2) Pergel-düzkenar ve dinamik yazılımlar kullanımında karşılaştığınız-karşılaşılabileceğiniz problemler nelerdir? Açıklayınız.
- 3) Temel geometrik çizimler konusuyla ilgili görüşleriniz nelerdir? Açıklayınız.
- 4) Temel geometrik çizimler konusunda pergel-düzkenar ve dinamik yazılımların avantajları ve dezavantajları nelerdir? Açıklayınız.