T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

DİNAMİK GEOMETRİ İLE İNŞA ÇALIŞMALARINDA 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KAVRAMSAL ANLAMA DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hatice AYDIN

BURSA

2021

T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

DİNAMİK GEOMETRİ İLE İNŞA ÇALIŞMALARINDA 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KAVRAMSAL ANLAMA DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hatice AYDIN

Danışman:

Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN

BURSA

2021

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim.

Hatice AYDIN

08.04.2021

EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS İNTİHAL YAZILIM RAPORU

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 08/04/2021

Tez Başlığı / Konusu: Dinamik geometri ile inşa çalışmalarında 7. Sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinin incelenmesi

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 241 sayfalık kısmına ilişkin, 08/04/2021 tarihinde şahsım tarafından (Turnitin)* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %8'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

1- Kaynakça hariç
2- Alıntılar hariç
3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilebileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

İmza

Adı- Soyadı : Hatice AYDIN
Öğrenci no : 801632009
Anabilim Dalı: Matematik ve Fen Eğitimi Anabilim Dalı
Programı : Matematik Eğitimi
Statüsü : Yüksek Lisans

Danışman

Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN

YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

"Dinamik geometri ile inşa çalışmalarında 7. Sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinin incelenmesi " adlı Yüksek Lisans tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan	Danışman
Hatice AYDIN	Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ

T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Matematik ve Fen Eğitimi Anabilim Dalı'nda 801632009 numara ile kayıtlı Hatice AYDIN' ın hazırladığı "Dinamik geometri ile inşa çalışmalarında 7. Sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinin incelenmesi " konulu Yüksek Lisans çalışması ile ilgili tez savunma sınavı, 07/05/2021 günü 10.00- 11.00 saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin başarılı olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

Üye (Sınav Komisyonu Başkanı)

Doç. Dr. Recai AKKAYA

BOLU Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ

BURSA Uludağ Üniversitesi

Üye

Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN

BURSA Uludağ Üniversitesi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sürecinde tezim için bana ilham veren, tez yazma sürecimde ise salgın döneminde yaşanan birçok olumsuz şartlara rağmen bana destek olan danışmanım Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN hocama sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Savunmamda kıymetli yorumlarıyla tezime katkı sağlayan Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ ve Doç. Dr. Recai AKKAYA hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tezimi bitirebilmem için beni teşvik eden biricik kardeşim Ayşe Nur Aydın'a, evimizin neşesi Ömer Arslan Aydın'a ve hayatımın her anında bana destek olan canım Annem ve Babama, teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunuyorum, iyi ki varsınız.

Ayrıca çalışmalarım sürecinde bana yardımcı olan sevgili öğrencilerime de sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Hatice Aydın

ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı : Hatice AYDIN

Üniversite : Bursa Uludağ Üniversitesi

Enstitüsü : Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Anabilim Dalı : Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

Bilim : Matematik Eğitimi

Tezin Niteliği : Yüksek Lisans Tezi

Sayfa Sayısı : xvii+ 262

Mezuniyet Tarihi : …../…../2021

Tez : Dinamik Geometri İle İnşa Çalışmalarında 7. Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlama Düzeylerinin İncelenmesi

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN

DİNAMİK GEOMETRİ İLE İNŞA ÇALIŞMALARINDA 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KAVRAMSAL ANLAMA DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

Bu araştırmanın temel amacı dinamik geometri yazılımı olan Cabri Geometri yazılımında gerçekleştirilen inşa çalışmalarının, 7. Sınıf geometri öğretiminde etkinliğini ve yerini; öğretim sürecinin detayları ile öğrenci görüşleri çerçevesince ortaya koymaktır. Araştırma, Cabri Geometri ile temel geometrik kavram ve şekillerin öğrenciler tarafından modellendiği inşa çalışmalarını ve günlük yaşamadan esinlenilerek oluşturulmuş bir görsel modelin, incelendiği ve modellendiği çalışmaları içermektedir. Geometri öğretimi ve günlük hayat arasında, yazılım ile bir köprü oluşturmak için "Günlük hayattaki geometrik yansımaları öğrencilere nasıl hissettirebiliriz?" düşüncesiyle orta çıkan çalışmada öğrencilerin çalışma kâğıtları ile yaptıkları inşa çalışmalarında ve bir yönerge olmadan kendilerinin yaptıkları

görsel modelin inşa sürecinde karşılaştıkları güçlük ve fırsatlar incelenmiştir. Bununla birlikte uygulamanın, geometrik inşaya yönelik öğrenci görüşlerine etkisi üzerinde durulmuştur. Nitel araştırma olarak yapılan çalışmada eylem araştırması deseni kullanılırken, katılımcılar kolay ulaşılabilir örnekleme ile belirlenmiştir. Araştırmanın çalışma grubu Kocaeli iline bağlı Çayırova ilçesindeki bir devlet okulunda okuyan 12 7. sınıf öğrencisidir. Araştırma aşamalı olarak tanıtım, uygulama, model inceleme ve modelleme şeklinde gerçekleştirilmiş, uygulamalar öğrencilerin kendilerini daha rahat ifade etmeleri amacıyla kendi istekleri ile oluşturulmuş 2 kişilik gruplarla 7 hafta ve 23 saatlik çalışma sürecinde devam etmiştir. Araştırmanın verileri; çalışma kâğıtları, araştırmacı günlüğü notları, video ve bilgisayar ekran kayıtları ve yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanarak elde edilmiştir. Değerlendirme sürecinde ise elde edilen bulgular içerik analizi ile incelenmiştir. Analizler sonucunda yapılan uygulamanın; Cabri geometri yazılımında gerçekleştirilen görsel modelleme uygulamalarının öğrencilerde geometrik inşaya yönelik bir bakış açısı ve geometrik yapıya yönelik olumlu görüş oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca inşa süreçlerinde öğrencilerin karşılaştıkları güçlük ve fırsatlar ayrıntılı bir şekilde sunulmuş, elde edilen önemli sonuçlar ile birlikte önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar sözcükler: Cabri Geometri, Geometri Eğitimi, Geometrik İnşa, Görsel Model, Temel Geometrik Kavramlar

ABSTRACT

Author Name and Surname : Hatice AYDIN

University : Bursa Uludag University

Field : Mathematics and Science Education

Branch : Mathematics Education

Degree Awarded : Master Thesis

Page Number : xvii+ 262

Degree Date :…../……/2021

Thesis : Investigation of the Conceptual Understanding Levels of 7th Grade Students in Construction Studies With Dynamic Geometry

Supervisor : Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN

INVESTIGATION OF 7TH GRADE STUDENT'S LEVEL OF CONCEPTUAL UNDERSTANDING IN CONSTRUCTION STUDIES WITH DYNAMIC GEOMETRY

The main purpose of this research is to examine the effectiveness and place of the construction works carried out in Cabri Geometry software, which is dynamic geometry software, in 7th grade geometry teaching; to reveal the details of the teaching process within the framework of student views. The research includes construction studies in which basic geometric concepts and shapes are modeled by students with Cabri Geometry, and studies in which a visual model inspired by daily life is examined and modeled. Study that arising with the thought that "How can we make students feel the geometric reflections in daily life?" to create a bridge between geometry teaching and daily life, with software, the difficulties and opportunities faced by the students in their construction works with worksheets and in the process of building the visual model that they made themselves without a directive were

examined. In addition, effect of the application on the students' view relating to geometric construction is emphasized. While the action research design was used in the study conducted as a qualitative research, the participants were determined with easily accessible sampling. The study group of the research consist of 12 seventh grade student that study at a public school in Çayırova distinct of Kocaeli province. The research was realized gradually as introduction, application, model investigation, and in order to students express themselves more comfortable, practices continued for 7 week 23 hours with groups of 2 participants that constitute voluntarily. The research data was obtained by worksheets, researcher diary notes, computer screen recording, video recording and semi-structured interview form. In the analyses process, the results obtained were investigated with content analysis. As a result of the analysis; It was concluded that visual modeling applications performed in Cabri geometry software created a different perspective towards geometry and a positive view of geometric construction in students. In addition, the difficulties and opportunities faced by the students in the construction process were presented in detail, and suggestions were made along with the important results obtained.

Key Words: Basic Geometric Concepts, Cabri Geometry, Geometric Construction, Geometry Education, Visual Model

İçindekiler

Sayfa No

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK i

YÜKSEK LİSANS İNTİHAL YAZILIM RAPORU ii

YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI iii

JÜRİ ONAY SAYFASI iv

ÖNSÖZ v

ÖZET vi

ABSTRACT viii

1.Bölüm 1

Giriş 1

1.1. Problem Durumu 4

1.1.1. Matematik eğitimi ve teknoloji.. 4

1.1.1.1. Bilgisayar destekli öğretim. 5

1.1.1.2. Matematik öğretiminde bilgisayar destekli öğretim 8

1.1.2. Geometri eğitiminde teknoloji kullanımı. 10

1.1.3. Geometri eğitiminde dinamik geometri yazılımlarının kullanımı. 12

1.1.4. Cabri geometri. 17

1.1.5. Temel geometrik kavramlar, şekiller ve simetri konusunun öğretimi.. 24

1.2. Araştırmanın Amacı 25

1.3. Problem Cümlesi 25

1.4. Araştırmanın Önemi Ve Gerekçesi 26

1.5. Varsayımlar 26

1.6. Sınırlılıklar 26

1.7. Tanımlar 27

2. Bölüm 29

Literatür 29

2.1. Matematik Öğretiminde Teknoloji ile İlgili Çalışmalar 29

2.2. Dinamik Geometri İle İlgili Çalışmalar 33

2.3. Cabri ile İlgili Çalışmalar 45

2.4. Temel Geometrik Kavramlar ve Şekiller ile Simetri Konularında Yapılan Çalışmalar 50

3.Bölüm 55

Yöntem 55

3.1. Araştırmanın Modeli 55

3.2. Katılımcılar 58

3.3. Veri Toplama Araçları 59

3.3.1. Araştırmacı günlüğü notları ve video kayıtları. 59

3.3.2. Çalışma kâğıtları... 60

3.3.3. Ekran kayıtları. 61

3.3.4. Yarı yapılandırılmış görüşme formu. 61

3.4. Uygulama Süreci 62

3.5. Veri Analizi 65

3.6. Araştırmanın Geçerliği Ve Güvenirliği 66

4. Bölüm 69

Bulgular ve Yorumlar 69

4.1. Cabri Geometri Yazılımı Kullanımı, Uygulamaları Ve Model İncelemeye Ait Bulgular ve Yorumlar 69
4.1.1. A grubuna ait bulgular..... 70
4.1.2. B grubuna ait bulgular..... 82
4.1.3. C grubuna ait bulgular..... 94
4.1.4. D grubuna ait bulgular..... 105
4.1.5. E grubuna ait bulgular..... 118
4.1.6. F grubuna ait bulgular..... 131
4.2. Modelleme Çalışmalarına Ait Bulgular ve Yorumlar 148
4.2.1. A grubuna ait bulgular..... 148
4.2.2. B grubuna ait bulgular..... 153
4.2.3. C grubuna ait bulgular..... 157
4.2.4. D grubuna ait bulgular..... 161
4.2.5. E grubuna ait bulgular..... 166
4.2.6. F grubuna ait bulgular..... 171
4.3.Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna Ait Bulgular Ve Yorumlar 184
5.Bölüm..... 194
Sonuç, Tartışma ve Öneriler 194
5.1. Sonuç ve Tartışma..... 194
5.1.1. Cabri yazılımı ile önceden hazır olarak verilen inşa uygulamaları sürecinde ve kendi görsel modellerini oluşturma süreçlerinde karşılaşılan güçlüklere ilişkin sonuçlar. 194
5.1.2. Cabri yazılımı ile önceden hazır olarak verilen inşa uygulamaları sürecinde ve kendi görsel modellerini oluşturma süreçlerinde karşılaşılan fırsatlara ilişkin sonuçlar... 202

5.1.3. Ortaokul 7. sınıf öğrencilerine uygulanan Cabri geometri uygulamaları, öğrencilerin geometrik inşaya yönelik görüşlerine ilişkin sonuçlar. 208

5.2.Öneriler 211

5.2.1. Alana yönelik öneriler. 211

5.2.2. Akademik Çalışmalara Yönelik Öneriler.. 212

KAYNAKÇA 214

Ekler 235

Tablolar Listesi

Tablo		*Sayfa*
1	Katılımcıların Cinsiyet ve Akademik Özelliklere Göre Dağılımı	59
2	Uygulama Sürecinin Haftalara Bağlı Olarak Dağılımı	62
3	Uygulama Sürecinde Karşılaşılan Güçlüklerin Kategorilere Göre Dağılımı	144
4	Uygulama Sürecinde Karşılaşılan Fırsatların Kategorilere Göre Dağılımı	146
5	Modelleme Süreçlerinin Kategoriler ile İncelenmesi	177
6	Modelleme Sürecinde Karşılaşılan Güçlüklerin Kategorilere Göre Dağılımı	179
7	Modelleme Sürecinde Karşılaşılan Fırsatların Kategorilere Göre Dağılımı	181
8	En Beğenilen Çalışmaların Kategorilere Göre Dağılımı	185
9	Öğrencilerin Çalışmalarda Karşılaştıkları Zorlukların Kategorilere Göre Dağılımı	186
10	Uygulamaların Öğrencilerin Düşüncelerine Etkisinin Kategorilere Göre Dağılımı	188
11	Uygulamanın Öğrencilere Eski Bilgilerinden Farklı Olarak Kazandırdıklarının Kategoriler ile Gösterimi	189
12	Uygulama Sonrasında Öğrencilerin Yazılımda Oluşturmak İstedikleri Yapıların Kategorilere Göre Dağılımı ve Oluşturamama Nedenleri	191
13	Öğrencilerin Yazılım ile Oluşturmak İstedikleri Yapıların Kategorilere Göre Dağılımı	192

Şekiller Listesi

Şekil		*Sayfa*
1	Cabri II Plus Yazılımının Ara Yüzü	18
2	Çizim Olan Kare	21
3	Yapı Olan Kare	22
4	Uygulama Sürecindeki Sınıf Ortamı	60
5	Görsel Modele Ait Şekil Dizisi	70
6	A Grubuna Ait Çizim Olan Kare	75
7	A Grubuna Ait Yapı Olan Kare	75
8	A Grubunun Yamuk Şekline Ait Çalışma Ekranı	79
9	B Grubunun Paralelkenar Şekline Ait Çalışma Ekranı	89
10	B Grubunun İz Çalışmasına Ait Çalışma Ekranı	91
11	C Grubuna Ait Çizim Olan Dikdörtgen	99
12	C Grubuna Ait Yapı Olan Dikdörtgen	99
13	C Grubunun Simetri Etkinliğine Ait Çizimi	103
14	D Grubunun Yazılım Araçlarının Tanıtımı Sürecine Ait Çalışma Ekranı	106
15	D Grubunun Eşkenar Dörtgen Şekline Ait Çalışma Ekranı	114
16	D Grubunun Simetri Etkinliğine Ait Çizimi	116
17	E Grubunun Dik Üçgen Şekline Ait Çalışma Ekranı	121
18	E Grubunun Simetri Etkinliğine Ait Çizimi	129
19	F Grubunun Eşkenar Üçgen Şekline Ait Çalışma Ekranı	134
20	F Grubunun Dörtgenler Etkinliğine Ait Çalışma Ekranı	135
21	F Grubunun Simetri Etkinliğine Ait Çizimi	141
22	A Grubunun Oluşturduğu Modele Ait Şekil Dizisi	152
23	B Grubunun Oluşturduğu Modele Ait Şekil Dizisi	157
24	C Grubunun Oluşturduğu Modele Ait Şekil Dizisi	161
25	D Grubunun Oluşturduğu Modele Ait Şekil Dizisi	165

26	E Grubunun Oluşturduğu Modele Ait Şekil Dizisi	170
27	F Grubunun Oluşturduğu Modele Ait Şekil Dizisi	176

KISALTMALAR LİSTESİ

BDÖ: Bilgisayar Destekli Öğretim

BCS: Bilgisayar Cebir Sistemi

CNRS: Ulusal Bilimsel araştırma Merkezi

DGY: Dinamik Geometri Yazılımı

GSP: Geometer's Sketchpad

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics (Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi)

ÖDSGM: Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü

PİSA: Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı

TİMSS: Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)

1.Bölüm

Giriş

Geçmişte insanların ihtiyaçları ile ortaya çıkmış olan ve zamanla tüm bilimleri aydınlatan matematik, günümüzde insanlar ile sıkı bir ilişki içerisinde olarak gelişmeye devam etmektedir. Ancak birçok insan için matematik, karakteristik yapısı ile zor olan soyut kavramlar bütünü olarak görülmektedir. Matematiğin temelini inşa eden okullarda, öğrencilere öğretilen birçok matematiksel kavramın, öğrencilerin zihinlerinde günlük hayattan bir şema ile eşleşmediği ve soyut kaldığı aşikârdır. Bu durum ise matematik öğretimini zorlaştıran etkenler arasında gösterilmektedir (Işık, Ciltaş ve Bekdemir, 2008).

İnsanların her gün daha iyiye gitme ve çağdaş toplum isteği birçok gelişmeye öncülük etmiş ve günümüzde hemen hemen tüm sektörlerde yer eden teknolojinin hızla gelişmesine yol açmıştır. Gelişen teknoloji insanların gelecek çağlardan beklentilerini değiştirirken eğitimden de beklentilerini değiştirmiştir. Bilişim çağındaki bilgi toplumlarında klasik eğitim değil, nitelikli ve sürekli eğitim amaçtır (Ersoy, 2003). Önceleri eğitim- öğretim programları daha çok ezber, düz anlatım gibi geleneksel yöntemlerle öğrencilerin bilgi seviyesinde hedefleri gerçekleştirebilecekleri ortamlar sunarken gelişen teknoloji ile öğrencilerin kavrama, uygulama, analiz hatta sentez basamaklarındaki hedefleri gerçekleştirebilecekleri ortamlar oluşturmaya yönelik etkinlikler ile beslenmeye başlamıştır. Hatta artık eğitim öğretim hedefleri okul öğrenci çerçevesinden çıkarak ülke ekonomisine katkı ve çağın getirdiği teknolojik gelişmeleri daha da ileriye taşıma hedefleriyle genişlemiştir. Bu durum ise teknolojinin eğitim içerisinde daha fazla yer almasını ve eğitim teknolojisi kavramının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Öğrenciyi merkeze alan eğitim içerisinde eğitim teknolojisi öğretme-öğrenme uygulamalarını kolaylaştırmış ve aktifleştirmiştir (İşman, 2005).

Eğitim teknolojisi öğrencilere anlamlı matematik öğretimi için fırsatlar sunmaktadır. Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi [NCTM] (2000)'ne göre matematiğin bir parçası

olan teknoloji öğrencinin öğrenmesini zenginleştiren önemli bir esas olarak görülmektedir. Eğitim teknolojisi matematik alanındaki yazılım sayısını arttırmış ve bu artış giderek daha nitelikli yazılımların oluşumunu sağlamıştır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2009). Bu yazılımlar öğrencilere soyut gelen kavramları somutlaştırmasına yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda yapısalcı bir şekilde planlanmış olan bir ders ortamında bu yazılımların kullanılması, öğretimi daha işlevsel hale getirip öğrencilerin aktif olmasını sağlayabilmektedir. Öğrenciler tarafından etkileşimli olarak kullanılabilen bu yazılımlar öğrencilere yol göstermekte, adım adım problem çözümü yaptırmakta ve yanlışları hakkında bilgilendirmektedir. Öğrencilerin problemlere farklı bakış açılarıyla yaklaşmalarına, analiz etmelerine, deneme yanılma ve genelleme yapmalarına, tahminde bulunmalarına yardımcı olur. Derse başlamak için ilk amaçlardan olan öğrenme isteği güdüsü oluşturur ve öğrenciyi araştırmak için harekete geçirir. Zamanla kendi kendine kavramlar keşfettiğini fark eden öğrenci artık kendi öğrenmelerini kontrol altına alabilecektir (Baki, 2001).

Matematik hayatı anlama sanatıdır. Bu nedenle evrende olup biten her şeyin matematikle bir ilişkisi olduğu aşikârdır. Bundandır ki tüm bilimlerin alfabesi matematik olarak görülmektedir (Işık ve diğerleri, 2008). Yaşadığımız dünyayı anlamanın, matematiği anlamak ile başlayacağı söylenebilir. Bunun için aklımıza ilk gelen formüllere değil yorumlamaya, analiz etmeye ve sentez yapmaya ihtiyacımız vardır. Eskiden işlem bilgisi, kurallar, sayı ve şekil bilgisi olarak görülen matematik günümüzde akıl yürütme süreçleriyle birlikte bahsedilmeye başlanmıştır. Matematik genelleme yapma, bilgiyi arama ve düzenleme, desen oluşturma gibi akıl yürütme süreçleri kullanılarak uzun vadede çalışmaların yapıldığı, öğrencilerin çeşitli etkinlikler ile yönlendirildiği, matematiksel bilgilerini kendilerinin oluşturduğu, farklı problem durumlarına karşı yeni fikirler oluşturabilecekleri çalışma ortamı haline gelmiştir. Elbette bu bakış açısının ortaya çıkmasında eğitim teknolojilerinin yeri ve katkısı büyüktür (Olkun & Toluk, 2003). Aynı zamanda hızla gelişen teknoloji, çağımızın

ihtiyacı olan üretici insan tipine geçişi de hızlandırmıştır. Bu nedenle eğitim teknolojisinin kullanımı, hem eğitimin çağın gereklerine uygun olarak yürütülmesini, hem de eğitimden amacına uygun en yüksek verimin alınmasını sağlayacaktır (Arslan, 2003).

Teknoloji eğitim alanını etkileyerek birçok katkı sağlamış ve en bariz katkılarından biri bilgisayarların eğitim-öğretim ortamına girmesi olmuştur (Toptaş & Karaca, 2017). Bilgisayarlar ile öğrencilere aktif olacakları öğretim ortamları oluşturacak birçok yazılım geliştirilmiştir. Matematik eğitimi için hazırlanan yazılımlar öğrencilere büyük katkılar sağlamıştır (Baki, 2001; Bulut, 2009; Kabaca, 2006). Etkili dersin ilk adımı olan dikkat çekme, ilgi uyandırma gibi amaçları çağın getirisi olarak neredeyse tek başına gerçekleşmesini sağlayan bilgisayar kullanımı soyut olan matematiksel bilgilerin görsel ifadesi ile somutlaşmasını sağlamakta, ayırt etmeyi birleştirmeyi kısacası yorumlamayı kolaylaştırmaktadır (Tutak, Türkdoğan & Birgin, 2009).

Yenilenen müfredat programında teknolojinin eğitim ve öğretim ortamlarında etkin bir şekilde kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır (Baki, Güven & Karataş, 2002). Son yıllarda MEB kitaplarında geometri yazılımlarına oldukça fazla yer verilmiştir. Baykul (2002)‘ a göre Geometri, matematiğin; nokta, doğru, düzlem, düzlemsel şekiller, uzay, uzaysal şekiller ve bunlar arasındaki ilişkilerle geometrik şekillerin uzunluk, açı, alan, hacim gibi ölçülerini konu edinen dalıdır. Geometri, bireylerdeki sezgisel, estetik ve görsel duyuları ortaya çıkartarak tanımlanabilen veya modellenerek hissettirilebilen kavramlar, aksiyomlar ve ispatlanmış genellemelerden oluşur. Birçok kaynak, geometriyi “uzay ve şekil çalışmalarının bütünü” olarak da tanımlamıştır (Clements 1999; NCTM, 2000). Tanımlar incelendiğinde geometrinin, soyut kavramlarla temellendirilmiş olduğu görülmektedir. Bu nedenle görsel olarak zengin bir öğrenme ortamının faydalı olacağı düşünülmektedir. Yaşanan teknolojik gelişmeler ile ortaya çıkan geometri yazılımları bu noktada öğrenciler için soyut kavramları

somutlaştırabilecek ve geometrinin estetik, görsel özelliklerini yaparak yaşayarak keşfedecekleri ortamlar oluşturmaktadır (Tapan- Broutin, 2010)

1.1. Problem Durumu

1.1.1. Matematik eğitimi ve teknoloji. Çağımızda teknolojik gelişmeler günlük yaşamda birçok alana etki ettiği gibi eğitim sistemine de etki etmiştir. Bilişim dersi adına birçok yenilik okullarımızda yerini almış ve bu alanla ilgili etkinlikler ülke çapında yaygınlaştırılmaya devam etmektedir. Bu gibi gelişmeler matematik öğretiminin de teknoloji ile birlikte yürütülmesine yönelik çalışmaları arttırmıştır. Alakoç (2003)'a göre matematik soyut kavramların bulunduğu ve öğrencinin genellemeler yapması gereken uzun süreçleri içeren bir düzendir. Bu durum matematik öğretimini zorlaştırmakta ve öğrencileri isteksizleştirmektedir. Öğretim ortamındaki sorunların çözüm sürecinde karşılaşılan zorlukları ortadan kaldırmak için geleneksel yaklaşımların yetersiz kaldığı düşünülürken, günümüzde bu duruma çözüm olacak en iyi yaklaşımlardan biri bilgi teknolojilerinin sunduğu imkânlardan yararlanmaktır (Gürbüz, 2008). Öğrencileri güdülemek, merak uyandırmak, kavramların somutlaştırılması ve öğrencilerin genellemelere kendilerinin ulaşması için matematik öğretiminin teknoloji ile desteklenmesi ve bu konuyla ilgili çalışmaların yapılması matematik öğretimi için önemlidir.

Battista (2001), matematik öğretiminde öğrencilerin öğrenmelerine katkı sağlayacak teknolojileri üç tema altında incelemiştir;

1. Genel Teknolojik Araçlar: Öyle teknolojileri içerir ki bu teknolojilerin geliştirilmesinde matematiksel veya matematik öğretimsel bir gereksinim bulunmamaktadır. Örnek, web tabanlı iletişimdir. Genel teknolojik araçlardaki değişimler matematik programlarını etkileyebilir. Çünkü bu araçlar eğitimcilere öğrencileriyle etkileşime geçebilecekleri yeni yollar sunarlar.

2. Matematik Yapmak için Teknolojik Araçlar: Bu teknolojik araçlar eğitim alanının dışında geliştirilmişlerdir ve amaçları daha kolay ve güçlü bir şekilde matematik yapmaktır. Hızlı ve doğru matematik yapmak amacıyla geliştirilmiş teknolojik programlardır. El hesap makineleri, programlama dillerini içeren bilgisayarlar, sembolik cebir yazılımlarını içeren bilgisayarlar, istatistik yazılımları içeren bilgisayarlar, grafikleme programları bu teknolojilere örnektir.

3. Matematik Öğretimi için Teknolojik Araçlar: Özel bir amaç olan öğrencilerin matematik öğrenmelerini zenginleştirilmiş ortamlarla geliştirmek için oluşturulan teknolojileri içerir. Mikro dünyalar ve matematik öğretimi amaçlı yazılım paketleri bu teknolojik araçlara örnek olarak gösterilebilir (Battista, 2001, s.106)

Matematiksel soyut ifadeleri görselleştirerek somutlaşmasını sağlayan bilişim teknolojileri, öğrencilere aynı zamanda veri düzenleme ve hesap yapma olanağı sağlar. Aynı zamanda bu imkânlardan yararlanan öğrencide araştırma isteği oluştururken problem çözme ve muhakeme etme gibi yeteneklerinin gelişmesine katkı sağlar. Bu durum bilgisayar destekli matematik öğretimin önemini arttırmıştır (NCTM, 2000).

1.1.1.1. Bilgisayar destekli öğretim. Bilgisayar destekli öğretim (BDÖ) adından da anlaşılacağı üzere bilgisayarın bir dersin öğretiminde destek olarak kullanılmasıdır. Her öğrencinin bilgisayar başında etkileşimli şekilde, kendi öğrenme hızına göre çalışabileceği öğretim türü olarak, öğrencilerin verebileceği her türlü tepki dikkate alınarak oluşturulmuş ders yazılımı ile araştırma ve uygulama alanı olarak ifade edilebilir (Demirel, Seferoğlu ve Yağcı, 2001; Köksal, 1981).

Köksal (1981, s. 28)'e göre "Öğrencinin bir bilgisayar başında, öğrencilerin gösterebilecekleri türlü tepkiler göz önünde bulundurularak hazırlanmış bir ders yazılımı ile karşılıklı etkileşimde bulunarak kendi öğrenme hızına göre kullanabildiği öğretim türü, bu soruna ilişkin uygulama ve araştırma alanı" olarak tanımlanmıştır.

Bilgisayar destekli öğretimin amaçları Uşun (2000) tarafından aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

"1. Geleneksel öğretim yöntemlerini daha etkili hale getirmek,

2. Öğrenme sürecini hızlandırmak,

3. Zengin materyal sağlamak,

4. Ucuz ve etkili öğretimi gerçekleştirmek,

5. Gereksinmeye dayalı öğretimi gerçekleştirmek,

6. Telafi edici öğretimi sağlamak,

7. Öğretimde sürekli olarak niteliğin artmasını sağlamak,

8. Bireysel öğretimi gerçekleştirmek." (Uşun, 2000, s.53)

Bilgisayar destekli eğitim, bireylerin eğitimini bireyselleştirmeyi amaçlamaktadır. Bununla birlikte diğer eğitim ortamlarına göre farklı özelliklere ve farklı değişkenleri kontrol edebilme imkânına sahiptir. Ayrıca bilgisayar destekli eğitim, öğrenci veya öğretmenlerin kişiden, zamandan ve mekândan bağımsız bir şekilde bilgisayar teknolojilerini eğitim-öğretim ortamlarının amaçları doğrultusunda kullanmalarını da amaç edinmiştir. (Şimşek, 1999; Akt: Kacar & Doğan, 2007).

BDÖ zengin içeriği ile dersi zevkli hale getirebilmekte ve öğrencilere verilmesi gereken dönüt, düzeltme, pekiştireç ilkelerini rahatlıkla sağlayabilmektedir. Bu noktada dikkat edilecek en önemli noktalardan biri bilgisayar destekli öğretimin yalnızca bilgisayar ile öğrencinin iletişimi olmadığıdır. BDÖ 'de öğretmen, öğrenci ve akran etkileşimi mutlaka olmalıdır. Öğretmen öğrencilere yol gösterici konumdadır. Öğrenciler yapacakları araştırmayı kendileri yapar, kullandıkları yöntemleri ve çözümleri kendileri kontrol ederler. Bununla birlikte yaptıkları işlemler ile ilgili dönütleri alabilirler. Öğrenci daha çok bireysel olarak çalıştığı için bu durum arkadaş baskısını da azaltmış olacaktır (Arslan, 2003; Tapan-Broutin, 2010).

Bilgisayarın matematik eğitimine sağladığı faydaları, Baki (2008) tarafından aşağıdaki şekilde açıklamıştır:

- Bilgisayar ortamında öğrenci araştırma tarzındaki karmaşık problemleri çözebilir, analizler yapabilir, varsayımlar ile genellemeler yapabilir ve farklı çözüm yolları üretebilir.
- Bilgisayar, geleneksel öğretimdeki kâğıt-kalem ile yapılan çalışmalar için matematikçilere daha etkin bir şekilde yardımcı olabilir.
- Matematiksel ilişkilerin, algoritmaların ve formüllerin ekrana taşınabilmesi analitik anlamayı kolaylaştırarak grafiksel ve sembolik geçişlere imkân sağlar.
- Modellemeler, hesaplamalar, grafikler ve çözümlemeler elektronik bilgisayar ortamlarına döküldükçe yeni sezgilere ve tahminlere yol açmakta bunların beraberinde de yeni genellemelere, yeni keşiflere olanak sağlamaktadır.
- Bilgisayar yazılımları, karmaşık olan cebirsel denklemlerin çözümlerini ve bu denklemlerin sembolik ve grafiksel ifadelerini, çok değişkenli fonksiyonların üç ya da daha çok boyutlu uzaylardaki grafiklerini kolay bir şekilde oluşturmaya imkân vermektedir.
- Yazılım sayesinde işlem ve algoritmaların ekranda matematiksel objelere dönüştürülebilmesi, matematikçilere net ve doğru analizler yapabilme imkânı sağlarken yeni çözüm yolları üretebilmelerine de yardım etmektedir. (Baki, 2008)

BDÖ ‘in bu avantajlarından yararlanmak için öğretmenin bilişim teknolojilerini matematik için kullanabilmesinin yanı sıra matematik öğretimini destekleyici bilgisayar etkinliklerini hazırlama yeteneğini de geliştirmelidir. Bu bağlamda bir öğretmenin yaptığı çalışmalarda dört temel bilgiye sahip olarak çalışma planı oluşturması gereklidir. Bunlardan “matematik bilgisi” ve “matematik öğretimiyle ilgili bilgi” geleneksel öğretim ortamında da kullanılırken bilgisayar destekli öğretimde de önemlidir. Ayrıca ek olarak sahip olası gereken

diğer bilgi çeşitleri, bilgisayar destekli öğretimin derslere girmesiyle öğretmenin sahip olması gereken "teknolojik araç bilgisi" ve "aracın öğretim ortamında kullanılmasıyla ilgili bilgi" dir (Tapan- Broutin, 2010).

1.1.1.2. Matematik öğretiminde bilgisayar destekli öğretim. Matematik öğretiminde bilgisayar destekli öğretim uygulamaları için birçok yazılım oluşturulmuştur. Bu yazılımlar soyut kavramları somutlaştırma, görselleştirme, öğrencileri derse ve araştırmaya karşı güdüleme, kendi bilgilerini gözden geçirerek özümseme ve birleştirme ile öğrenmeyi anlamlı hale getirmeye yardımcı olur. Geleneksel ders ortamı öğrencide anlamlı öğrenme konusunda yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle zihinsel bir süreç olan matematik öğretimi böyle yazılımlara ihtiyaç duymaktadır (Tutkun, Öztürk & Demirtaş, 2011).

Aydoğmuş (2010)' a göre matematik öğretiminde, öğretim yazılımlarının kullanılmasının alternatif bir yol olmaktan ziyade, matematik öğretimine destek olan ve sistemi tamamlayıcı bir öğesi olduğunu belirtmektedir. Öğrenciler yazılımlar ile karmaşık gelen matematiksel problemleri; grafik veya modellerden faydalanarak çözebilme fırsatı ile karşılaşmaktadır (Baki, 2008; Uzun, 2013). Bununla birlikte bu yazılımlar öğrencinin kendi hızında kendi bilgilerini bilişsel olarak benimseyerek oluşturmasına imkân vererek, kalıcı öğrenmenin gerçekleştirilmesine fayda sağlamaktadır (Uzun, 2013). Laborde (2003) öğretim yazılımlarının öğrencilerin matematiksel kavramları içselleştirme sürecine katkı sağladığını belirtmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarına teknoloji kullanımını araçsal boyuta taşımalarını önermiş ve matematiksel bilginin daha iyi inşa edilebilmesi için ara yüzlerin özelliklerinin iyi bilinmesinin önemli olduğu vurgulamıştır.

Matematik eğitimi için hazırlanmış olan yazılımlar bazı araştırmacılar tarafından "Bilgisayar Cebir Sistemleri (BCS) ve Dinamik Geometri Yazılımları (DGY)" olarak incelenirken Arslan (2006), "Dinamik geometri yazılımları, Elektronik tablolar, Sembolik hesap yazılımları, Grafik çiziciler ve Diğer yazılımlar" olmak üzere 5 kategoride incelemiştir.

Bilgisayar cebir sistemleri olarak bilinen sembolik hesap yazılımları, sembolik matematiksel özellikleri ve ilişkileri net olarak inceler, incelemeyi ve sonucu hem sayı hem de grafik ile gösterir. Derive, Maple, Mathematica ve MuPAD gibi eğitsel yazılımların içerisinde bilgisayar cebir sistemleri yer almaktadır. Kullanıcıya hızlı bir şekilde işlem yapma fırsatı tanıyan BCS nin en önemli özelliği kullanıcının görmesi gereken kavram ve aşamalara hızlı ulaşmasını ve odaklanmasını sağlamaktır (Arslan, 2006).

Grafik çizici yazılımlar; girilen verilerle istenilen formatta grafik çizilebilen yazılımlardır. Graphmatica grafik çizici yazılımlara örnek verilebilir. Graphmatica yazılımı denklemi verilen doğruların grafiğini çizebilen ve birden çok doğru denklemi veri olarak girilmişse doğruların kesişim noktasını veren bir yazılımdır. Ücretsiz bir programdır (Arslan, 2006).

Elektronik tablolar grubu içerisindeki yazılımlar, hesap çizelgelerini işlemek, girilen verileri düzenlemek, ihtiyaç duyulacak olursa bu verilere uygun eğrileri, grafikleri oluşturmak ve analiz yapmaktır (Arslan, 2006). Bu gibi yazılımlar arasında en elverişli ve yaygın olanlarından biri Excel'dir. Excel kullanılarak istatistik tablo ve grafiklere, yinelemeli aritmetik işlemlere kısa zamanda daha rahat ve kolay ulaşılabilir (Baki, 1996).

Diğer yazılımlar grubuna ise; BASIC ve LOGO gibi kendine ait programlama dili olan yazılımlar girebilir. (Arslan, 2006). Bu yazılımlardan LOGO öğrencilerin matematiksel ortama açılmalarına imkân verirken, bu ortamda oyun ve aktivitelerle matematik öğrenmektedir. Ayrıca Türkçeleştirilerek kullanıcılara sunulabilen yazılımlardır (Baki, 1996; 2000).

Dinamik geometri yazılımları da öğrenciye bu zamana kadar kâğıt kalem kullanılarak statik bir şekilde verilen geometri kavramlarını dinamik bir şekilde sunan eğitsel matematik yazılımıdır. Dinamik geometri yazılımlarına çalışmamızın diğer bölümlerinde ayrıntılı olarak bahsedilecektir.

1.1.2. Geometri eğitiminde teknoloji kullanımı. Matematiğin görsel bir parçasını oluşturan geometri, doğanın mucizevi özelliklerini bize sunabilecek bir içeriğe sahiptir. Doğayı yani yaşamı ve etrafımızdaki birçok yapıyı anlamak için geometri, insanlara geniş bir yelpaze sunar. Matematiksel model oluşturma ve problem çözme gibi kendi alanlarının yanı sıra mühendislik alanında ve birçok bilim dalında kullanılan geometri, doğadaki birçok geometrik şekilde olan varlık ile oldukça önemli bir yere sahiptir (Baykul, 1999). Geometri bireylerdeki görsel ve estetiksel, sezgisel duyuları keşfederek tanımlamasını sağlar. Modellemeler ile sezdirilen kavramlar, aksiyomlar ile genellemelerden oluşan geometri "uzay ve şekil çalışmaların tümü" olarak da tanımlanmıştır (Clements, 1999; NCTM, 2000). NCTM (1989, s.48) geometriyi, "Çocuk yaşadığı, nefes aldığı ve hareket ettiği alanı kavramaktadır. Çocuğun içinde daha iyi yaşamak, nefes almak ve hareket etmek için bilmeyi, keşfetmeyi, fethetmeyi öğrenmesi gereken alandır." şeklinde ifade etmiştir (Akt: Clements ve Battista, 1992). Baykul (2004, s.256) ise geometriyi "Matematiğin; nokta, doğru, düzlem, düzlemsel şekiller, uzay, uzaysal şekiller ve bunlar arasındaki ilişkilerle geometrik şekillerin uzunluk, açı, alan, hacim gibi ölçülerini konu edinen dalıdır." olarak tanımlamıştır.

Tanımlar incelendiğinde geometrinin hayatı anlamak için ne kadar gerekli bir bilim dalı olduğunu görülmektedir. Bu nedenle okul müfredatında da geniş yer kaplayan geometrinin okul programlarında yer almasının sebeplerini Altun (2002), şu şekilde açıklamıştır:

- İnsanın çevresinde bulunan birçok eşya ve varlıkların geometrik şekil ve cisimlerden oluşmaktadır. Ayrıca birçok insan mesleğini icra ederken geometrik cisimleri ve şekilleri kullanır.
- Geometrik materyallerden etkili bir şekilde yararlanmak, materyalleri tanımaya, eşyanın şekli ile görevi arasında oluşan ilişkiyi kavramaya dayanır.

- Uzayı tanıma ve uzayla ilgili kabiliyetlerin gelişimi temel olarak geometrik düşüncelerle meydana gelir.
- Günlük yaşamda, insanlar tarafından çözmek zorunda kalınan günlük basit problemlerin birçoğunun çözümünde temel geometrik beceriler gereklidir.

Çizim yapma, çevre düzenleme, bir evin planını oluşturma, bir yüzeyi kaplama, modelleme, süsleme yapma gibi becerilerin temeli geometrik düşünme ile gerçekleşmektedir. Bu gibi günlük hayattaki basit problemlerin çözümü temel geometrik bilgi gerektirir (Altun, 2002). Ancak öğrenciler bu durumu tam olarak fark edememekte ve matematiğe karşı olan önyargıları onların çevrelerini geometrik düşünce ile ifade etmesini engellemektedir. Günlük hayatta gördüğünü geometri ile ifade edemeyen öğrenci daha soyut kavramlara geldiğinde geometriden daha da korkmaya başlamaktadır (Işık ve diğerleri, 2008). Bu noktada geometri öğretimini günlük hayata aktarabilmeyi sağlayacak öğretme-öğrenme ortamlarına ihtiyaç olduğu aşikârdır.

Mistretta (2000), matematiğin önemli parçası olan geometri alanında yapılan araştırmaların, öğrencilerin güçlü kavramsal öğrenmelerinin gerçekleşmediğini gösterdiğini ifade etmiştir. Bunun sebebi olarak okul müfredatlarındaki Öklid geometrisinin öğrencilere soyut gelmesi, yeterli görsel deneyimler sağlayamaması, öğrencinin kendi bilgilerini oluşturacak ortamlar sağlayamaması gibi durumlar gösterilebilir (Gülburnu, 2013). Öğrenci bu sebeplerle içselleştiremediği geometrik bilgileri kullanamamakta, geometriyi kurallar bütünü gibi görerek ezber yapmakta ve kavramlar arası ilişkileri yeterince anlayamamaktadır. Bu noktada kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirmek, öğrencilere yeterli deneyimi sağlamak, kendi bilgilerini inşa edecekleri ortamlar oluşturmak için Dinamik Geometri Yazılımları güzel bir araç olacağı düşünülmektedir (Güven & Karataş, 2003).

Teknolojinin giderek geliştiği şu dönemlerde, geometri öğretimi konusunda sınıf ortamlarında ortaya çıkan yetersizliklerin, geometri yazılımları ile azaltılabileceği

düşünülmektedir. Çünkü geometri alanında oluşturulmuş yazılımlar, öğrencilere zengin deneyimler yaşama ve kendi bilgilerinin görerek yaşayarak oluşturma ve sınama imkânı sağlamaktadır (Tapan-Broutin, 2010).

Geometri yazılımlarının başında dinamik geometri yazılımları gelmektedir. Dinamik geometri yazılımları ile öğrenciler geometrik çizimler ve öğretmen tarafından hazırlanan dinamik şekillerle etkileşimli incelemeler yapabilmektedir (MEB, 2013). Dinamik geometri ortamlarının diğer ortamlardan farklı olan en önemli özelliği, şekilleri oluşturan temel özelliklerin korunarak, nokta ve doğru parçası gibi elemanları ile eş zamanlı olarak hareket ettirilmesine (sürükleme) imkân veren dinamik bir yapıya sahip olmasıdır. Bu özellik sayesinde geometri dersleri sanal bir laboratuvara dönüşerek öğrencilerin şekildeki değişen ve değişmeyen ilişkileri keşfetmelerine, varsayımda bulunmalarına ve yaparak yaşayarak öğrenme ile bilişsel alanda üst basamakları kullanıp öğrenmeyi sağlamaktadır. (Tapan-Broutin, 2010; 2016).

1.1.3. Geometri eğitiminde dinamik geometri yazılımlarının kullanımı. Eğitim ortamlarında öğrencilerin sürece katılımı oldukça önemlidir (Peker Ünal, 2019). Öğrencilerin etkinliklere aktif olarak katılımı sağlandığı sürece etkili öğrenme gerçekleşebilir (Abdullah, Bakar ve Mahbob, 2012). Öğrenci merkezli yaklaşım ile öğrencilerin öğretimde aktifleşmesi hedeflenmiştir. Ayrıca bilgisayarların öğretim sürecinde kullanımının artması da öğrencilere zengin içerikli bireyselleştirilmiş öğretim imkânı sağlamıştır (Uşun, 2000). Bu bağlamda geometri öğretiminde, öğrencilerin aktif olarak yer aldığı dinamik geometri uygulamalarının önemli olduğu düşünülmektedir.

Dinamik geometri yazılımları geometrik şekilleri, geometrik özelliklerin bir araya gelmesi ile ortaya çıkan bir yapı olarak oluşturma ve oluşturulan yapıları eş zamanlı olarak hareket ettirme olanağı sağlayan yazılımlardır (Falcade, Laborde & Mariotti, 2007; Jones, 1997; Laborde, 2001; Marrades & Gutierrez, 2000; Moss, 2000; Tapan-Broutin, 2010, 2016).

Dinamik geometri yazılımları sundukları mikro-dünyalar dâhilinde öğrencilere geometri yaparken belirli bir özgürlük sunmaktadır. Bu durum öğrenciyi motive etmekte ve deneyimlerini destekleyerek öğrencilere araştırma yoluyla öğrenme şansı vermektedir. (Güven & Karataş, 2008; Tapan-Broutin, 2010). Şekillerin köşe veya kenarlarından hareket ettirilebildiği bu dinamik ortam öğrencileri motive etmekle beraber öğrencilerde problemlerin çözüm sürecinde farklı çözüm yolları arama isteği, çözüm ile ilgili genellemelere gitme gibi noktalarda ilgilerinin artmasını sağlamaktadır (Tapan-Broutin, 2010). Ayrıca De Villiers (2004)'e göre geometrideki pek çok teoremin ispat süreci; öncelikli olarak basit görsel gözlemler, denemeler, hataların fark edilmesi ve deneysel yöntemlerle kullanılması gerçekleşmekte ve bu bağlamda da DGY 'nin kullanımı heyecan verici bir deneme ortamı sunarak Öklid geometrisini yeniden canlandırmaktadır.

Günlük hayatta, okuduğu kitapta ve okulda birçok geometrik şekille karşılaşan öğrencinin kafasında oluşan şema, gördüğü belirli şekillerle sınırlamakta ve ilk örnek kavramı ortaya çıkmaktadır. Prototip kelime anlamı olarak ilk örnek anlamına gelmekte ve verilen örnekler arasında en çok kullanılan, diğerlerine göre daha merkezde olan örneklerin genel ismidir (Schwarz & Hershkowitz, 1999). Prototip çizim ise bir geometrik şeklin görmeye alışık olunan modelinin çizimi olarak tanımlanabilir. Öğrencilerin herhangi bir şekli çizmeleri istendiğinde ilk çizimleri genellikle prototip çizim örnekleridir. Geometri öğretiminde belirli şekillerde sınırlı kalmak yani öğrencide prototip örneklerin hakim olması geometri öğretimini olumsuz etkilemektedir. Prototip örnekler, öğrencilerin geometrik şekiller üzerine düşünmeleri ve yorumlamaları sürecinde doğru bilgiye ulaşmalarında engeller oluşturabilir ve yanlış genellemeler yapmalarına neden olabilirler (Clements, 1998; Tapan-Broutin, 2014). Bu olumsuzluk öğrencileri istenen özelliğe sahip zengin bir örnek grubuyla karşılaşması sağlanarak giderilebilir (Clements, 1998). Dinamik geometri yazılımları öğrencilere bu noktada karşılaştırma yapabilecekleri sonsuz sayıda örnekler verebilmekte, öğrencilere basit

geometrik çizimlerin yanı sıra karmaşık yapılar oluşturma konusunda yapısalcı imkânlar sunmaktadır. Aynı zamanda DGY geometrik şekillerle veya cisimlerle etkileşimli ve hareketli çizimler yapma, oluşturulan dinamik yapılarla etkileşim kurarak inceleme ve yapılarını değiştirme imkânları da sunmaktadır (Arslan, 2006).

Güven (2002)' e göre matematik öğretiminde dinamik geometri yazılımına ihtiyaç duyulmasının görsellik, sabit şekillerin model olarak alınması, mikro dünyalar, oluşturulan şeklin doğruluğu, deneyimleme, ispat ve geometrik yer, dönüşümler, düşünme alışkanlıkları yaklaşımı problemi olmak üzere sekiz sebebi vardır. Bu sebepler göz önüne alındığında geleneksel geometri öğretimindeki eksiklikleri tamamlayarak iyileştirebilecek olan dinamik geometri yazılımları, iyi planlanmış etkinliklerle yapılan bir geometri dersinin en büyük destekçisi olacak ve öğrencilerin zihninde farklı bakış açıları kazandırılabileceği düşünülmektedir.

DGY'yi tanımlayan özellikler Güven ve Karataş (2003) ile Baki ve ark. (2002)'na göre aşağıdaki şekilde sıralanmıştır;

1. Geometrik şekiller rahatlıkla oluşturulabilir.

2. Oluşturulan şekillerin özelliklerini belirlemek için ölçümler yapılabilir, ispatlar görselleştirilebilir.

3. Şekiller ekran üzerinde sürüklenebilir.

4. Yapı hareket ettirildiğinde daha önceki ölçülen nicelikler de dinamik olarak değişir.

5. Dönüşüm geometrisindeki tüm konular çalışılabilir.

6. Bu yazılımlar hiçbir hazır bilgi ve konu içermez.

Yukarıdaki özellikler incelendiğinde DGY'nin öğrencilerin bilgilerini deneyimleri sayesinde kendi kendine inşa ettiği, doğruluğunu yanlışlığını kontrol edebildiği, farklı durumlara dönüştürüp yorumlayabildiği kısaca öğrencilerin bilgilerini içselleştirerek anlamlı öğrenme gerçekleşen ortamlar sağlayabileceğini söylemek yanlış olmayacaktır. Bu noktada

öğrenci yazılımlar ile tamamen baş başa değildir, burada öğretmenin rolü de unutulmamalıdır. Dinamik geometri yazılımlarının kullanımı değişik aksiyonlar içermekte ve her biri özgün bilgiler gerektirmektedir. Böyle yazılımları derslerinde kullanmayı amaçlayan öğretmene, formasyon ve uygulama alanlarında; yazılımları kullanmak için yeterli eğitimi almak, derslerinde kullanmak için özgün çalışmalar yapmak, öğrencilerine yazılımdaki araçlarla ilgili yeterli kullanım tekniklerini göstermek öğretmenin öğrenmesi gereken ek bir sorumluluk haline gelmiştir (Dedeoğlu, 2007). Öğretmen öğrencinin bu ortama girebilmesini, önceden amacına uygun olarak hazırladığı etkinlikler ile doğru bir şekilde sağlayacak, gerektiğinde öğrencileri yönlendirecek rehber konumundadır.

King ve Schattschneider (1997; Akt: Gülbağcı, 2009), "Dinamik geometri yazılımları ne için iyidir?" sorusuna sekiz maddede yanıtlayarak yazılımların avantajlarını da belirtmişlerdir. Bu sekiz madde aşağıda belirtilmiştir.

1. Geometrik Çizimin (inşaatın) Doğruluğu: Bir nesnenin taslağını oluşturmak veya şeklinin çizimini yapmak fark edilemeyen ilişkilerin ortaya çıkmasını kolaylaştırıcı bir eylemdir. Ancak çizimlerin yanlışlığı kimi zaman hatalı varsayımların oluşmasına ve bununla birlikte anlamsız sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle tamamen doğru çizimlerin yapılması gerekir. DGY çizimlerin, ölçülerine uygun ve içerisinde yer alan dönüşümlerin hatasız bir şekilde uygulanmasına imkân vermektedir.

2. Görselleştirme (Görüntüleme): Öğrencilerin soyut olan ilişkileri kolay bir şekilde anlaması ve kavramsallaştırması için görsellik çok önemlidir. DGY sınıf içerisinde birçok geometrik kavramı görselleştirerek öğrencilerin anlatılanları somut bir şekilde görmelerine yardım etmektedir.

3. Araştırma ve Keşfetme: Geleneksel sınıf ortamlarında geometri öğretiminde tanımlar, teoremler, ispatlar ve seçilmiş problemler öğrencilere hazır bir şekilde verilmektedir. Bu nedenle öğrenciler geometrik nesneler arasındaki ilişkilerin keşfini

deneyimleyememektedir. Bu noktada DGY ile öğrencilerin keşif süreçleri desteklenmekle birlikte öğrencilerin kendi kendilerine matematiksel fikirlerini test etme ve etkili bir şekilde fikir yürütmelerine fırsat oluşturmaktadır.

4. İspatlama: DGY ile öğrenciler kendi kendilerine bir ispat ortaya atamayabilirler. Ancak bu yazılımlar öğrencileri ispat yapma noktasında onları motive eden ortamlar oluşturmakta, deneysel kanıtlar sağlamaktadır. Öğrencilerin bu yolla sağladığı birçok deneyim sürecindeki keşif ve delilleri zamanla onları formal bir ispata yönlendirecektir.

5. Dönüşüm: DGY ile uygulanabilecek en uygun alanlardan biri de dönüşüm geometrisidir. Dinamik yazılımlar ile dönme, simetri ve öteleme dönüşümleri öğrencilerin direk görebileceği şekilde uygulanabilir hatta öğrencilerin kendi kendilerine keşfetmeleri sağlanabilir (Güven, 2002).

6. Geometrik Yer (Loci): Bir yapı içerisinde hareketli noktaları hayal etmek ve noktaların bu hareketini anlamlandıran geometrik yerini tanımlamak geleneksel öğretim ortamlarında öğrenciler için oldukça zor ve neredeyse imkânsızdır. DGY, eş zamanlı hareket özelliği ve menüsünde bulunan birçok araç ile bu hayali somutlaştırmakta ve öğrencilere sunmaktadır.

7. Simülasyon: DGY, bir durumun farklı birçok çeşidini göstermek için seçenekler sağlamaktadır. Sürükleme, animasyon (bir nesnenin belirtilen doğrultuda otomatik hareketi) ve nesnenin geometrik yerine bağlı olarak bıraktığı izi oluşturma gibi birçok örnek DGY'nin öğrencilere sunduğu seçeneklerdir (Tapan-Broutin, 2010).

8. Mikro dünya (Microworld): Mikro dünya kavramı ilk kez LOGO programının tasarımcılarından biri olan Papert (1980) tarafından ifade edilmiştir. Papert (1980)'e göre mikro dünyalar, matematiksel fikirlerin ortaya çıktığı ve geliştiği alanlardır (Papert, 1980). Mikro dünyalar; test, açıklama ve uygulamanın yanı sıra araştırma ve oyun gibi özellikleri içeren yazılımların ortak adı olarak da tanımlanmıştır. Küçük yaştaki öğrencilere nesnelerin

temelinde yatan kavramları anlama ve bu kavramları araştırma yolu göstermektedir. Mikro dünyalar bilgiyi öğrenme ve öğrenilen bilgiyi uygulama arasındaki farkı azaltmayı amaçlamakta, somut modellerle inşa oluşturarak öğrencileri niteliksel anlamaya yönlendirmektedir (Rieber, 2005).

Baki (2001)'e göre yazılımların etkili olabilmesi için öncelikle geometri öğretimin genel amaçlarına yönelik olması gerekmektedir. Bu nedenle öğrencilere okullarda geometrik şekiller arasında ilişkiler kurabilmeyi gerektiren, genellemeler yapabileceği ortamlar oluşturulması gerekmektedir. Öğretim ortamı öğrencinin etrafında gördüğü veya üretilen nesnelerin hangi geometrik özellikler ile işlevini sürdürdüğü öğretilecek şekilde düzenlenmelidir. Dinamik geometri yazılımları bu noktada devreye girmekte ve geometrinin genel amaçlarını gerçekleştirebilecek içerikler ile geometri öğretimine destek sağlamaktadır (Baki, 2001).

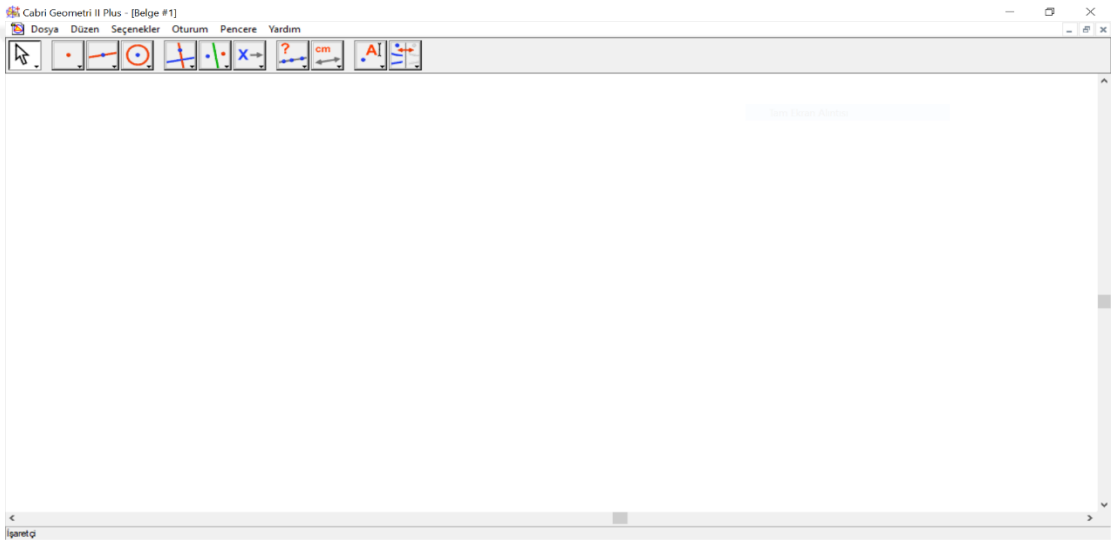
Günümüzde birçok dinamik geometri yazılımı vardır. Geogebra, Cabri, Google Sketch Up, Dr Geo, Euklides, Geometer 's Skechpad (GSP) ve Cinderrella yazılımları iki boyutlu düzlem geometrisi için tasarlanmış geometri yazılımlarına örnektir. Son yıllarda bu yazılımların farklı açılardan gözlem ve üç boyutluları hissetle açısında eksikliği ile 3DMath, Cabri 3D gibi üç boyutlu dinamik geometri yazılımları da geliştirilmiştir. Temelde bu yazılımların hepsi mikro dünya türünde geometri öğretim yazılımlarıdır (Demir, 2010). Bu yazılımlardan ilk olarak ortaya atılan Cabri Geometri programının dinamik geometri yazılımları arasında önemi büyüktür (Köse ve Özdaş, 2009).

1.1.4. Cabri geometri. "Cabri Geometri programı, 80'li yılların sonunda, Fransa'nın Grenoble şehrinde bulunan Joseph Fourier Üniversitesi ve CNRS (Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi) ortak çalışma laboratuvarlarından IMAG'da, matematik eğitimi için tasarlanıp geliştirilen, aktif öğrenme ve yapılandırmacılık ilkelerini izleyen bir dinamik geometri programıdır." (Tapan-Broutin,2010, s.27). Dinamik geometri yazılımlarından ilki olarak

tanınmaktadır. Aynı zamanda geometri öğretiminde kullanmak için tasarlanmış "etkileşimli karalama defteri" olarak bilinmektedir. Cabri kullanım açısından, hesap makinelerinde ve bilgisayarlar ortamlarında kullanmaya elverişli bir yazılımdır (Clarou, Laborde ve Capponi, 2001). İki boyutlu olan düzlem geometrisi için Cabri II Plus yazılımı, üç boyutlu uzay geometrisi için ise Cabri 3D yazılımı geliştirmiştir. Cabri II Plus yazılımının ara yüzü Şekil 1' deki gibidir.

Şekil 1

Cabri II Plus Yazılımının Ara Yüzü



Pratt ve Ainley (1997; Akt: Güven 2002) Cabri Geometri' nin bileşenleri 4 temel başlık altında toplamışlardır;

a) Temel Elemanlar: Nokta, doğru, ışın, doğru parçası, üçgen, çember ve çokgen gibi elemanların temel çizimlerdir. Bu elemanlar kullanılarak daha karmaşık yapı ve şekiller de çizilebilir.

b) Fonksiyon: Matematikteki fonksiyon kavramı ile benzer nitelikte olan ve yeni bir yapı oluşturmak için temel elemanlara uygulanan işlemlerdir. Örneğin "Dik Doğru" aracı ile bir nesneye dik olan bir doğru çizilebilir. Aynı şekilde açıortay, orta dikme gibi farklı fonksiyonlar da Cabri Geometri yazılımında bulunmaktadır.

c) Yapı: Yazılımın temel elemanlarına uygulanan bir fonksiyon sonucunda oluşan yeni şekiller yapı olarak tanımlanmaktadır.

d) Fonksiyonel Bağımlılık: Yapı ile yapıyı oluşturan temel elemanlar arasındaki ilişkidir.

Cabri geometri yazılımı nokta, doğru, ışın, doğru parçası, açı, üçgen vb. temel geometrik kavramların oluşturulması ve geometrik yapılarla çalışma yapılması için çeşitli kolaylıklar sağlayan bir yazılımdır (Baki, 2002). Öğrencilerin geometrik şekilleri oluşturmalarına ve keşfetmelerine yardım eden yazılım, şekiller ile matematiksel kavramların ilişkilerinin içselleştirilmesini kolaylaştıran bir mikro dünyadır. Bu programı kullanmak, başka ortamlarda fark edilmeyecek matematiksel kavramların, somutlaştırılması açısından önemlidir (Clarou ve diğerleri, 2001).

Cabri Geometri programı oluşturulan şeklin çiziminin doğruluğu test edilebilir, ölçümler ve hesaplamalar yapılabilir, kullanılan nesneler silinebilir veya gizlenebilir, renkleri ve görünümleri değiştirilebilir. Bu programın orijinali Fransızca olup İspanyolca, İtalyanca, Japonca, İngilizce ve Türkçe birçok dile çevrilmiştir (Tapan-Broutin, 2010).

Cabri Geometri bir araç olarak matematiksel yapıları iyi bir şekilde kullanılmasını sağlayarak matematiksel düşünceleri güçlendirmektedir. Öğrenciye geometrik şekilleri oluşturma ve onları hareket ettirme, değiştirme, döndürme ve küçültme gibi imkânlar sunarak diğer birçok programdan farkını ortaya koymuştur. Geleneksel yani kâğıt-kalem ortamlarında doğru şekilde oluşturulamayan veya görülemeyen birçok ilişki, özellik ile genellemeler, Cabri geometri ile rahatlıkla görülüp, oluşturulabilmektedir. Kullanıcılara interaktif ortam sunmasının yanı sıra dönütler yardımı ile yeni yöntemler geliştirilmesi konusunda yardımcı olması Cabri Geometri yazılımını, geometri ile bazı analiz kavramlarının öğretiminde ön plana çıkartmıştır (Baki, 2001; Tapan-Broutin, 2010). Kendi oluşumlarını üretmelerine imkân sağlayan bu yazılım ile öğrenciler şekiller arasındaki ilişkileri keşfetmeyi ve özümsemeyi

kolaylaştıracak anlamlı bilgiler edinme fırsatı yakalamaktadır. Aynı zamanda Cabri öğrencilere teorem ve problemlerle ilgili varsayımda bulunma, varsayımları test etme imkânı sunarken, derinlemesine çalışma ortamı sağlamaktadır (Pandiscio, 2002).

Cabri Geometri yazılımı nesnelerin özelliklerini ortaya çıkartarak matematiksel alt yapılarını anlamayı sağlar. Öğrenciler çizimlerinde yazılımın dinamik yapısından yararlanarak (sürükleme aracı ile) şekillerdeki değişen durumları veya sabit durumları incelerler. Bu sayede yapıların sabit ve değişken özelliklerini görülebilir, varsayım ile tahminlerin doğruluğu test edebilirler (Arzarello, Olivera, Paola ve Robutti, 2002; Akt: Köse, 2008). Keşfetme ve test etme fırsatları sunan sürükleme aracının kullanımını Hölz (2001), deneme amaçlı kullanım (geometrik özelliklerin varlığını test etme) ve araştırma amaçlı kullanım (yeni geometrik özellikler keşfetme) olarak iki strateji ile ortaya koymuştur (Akt: Köse, 2008).

Günlük hayatta kullandığımız birçok aracın iki boyutlu ve ya üç boyutlu hali bu yazılımla geometrik nesneler kullanılarak çizilebilir. Bu durum öğrencilerde ilginin artmasına ve çizim ile oluşturulan yapı arasındaki geometrik ilişkiyi anlamlandırmasına yardımcı olacaktır. Böylece öğrenci günlük yaşamda karşılaştığı nesnelere geometrik açıdan bakmayı öğrenecektir. Bu noktada çizim ile dinamik şekil (yapı) arasındaki farkın iyi bilinmesi gerekmektedir. Kâğıt-kalem ortamında, bir kumaşın üzerine veya bilgisayar ekranında yapılan herhangi bir geometrik "çizim", o nesnenin açı ve kenar ile ilgili özellikleri taşıyormuş gibi görünen somut bir temsilcidir. Ancak "geometrik şekil", matematiksel nesne olarak nesnenin söz konusu olan tüm özelliklerini taşır. Bu sayede şekil hareket ettirildiğinde nesnenin taşıdığı tüm geometrik özellikler korunur. Cabri geometri ve diğer etkileşimli geometri programları çizim ile geometrik şekil arasındaki bu önemli fark ile geometri öğretiminde yerini etkili ve güçlü kılmaktadır (Tapan-Broutin, 2010).

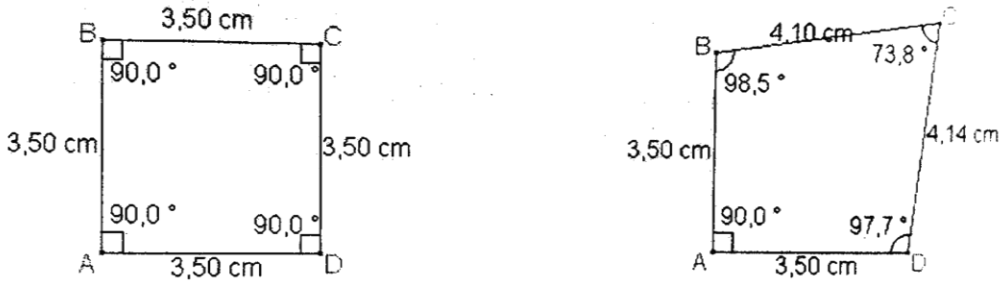
Çizim ile dinamik şekil yapı arasındaki fark; Tapan-Broutin (2010) tarafından iki farklı yöntem ile kare oluşturarak ortaya koyulmuştur;

1. Çizim olan kare:

- Cabri geometri yazılımının menüsünden ‘çokgen’ aracı seçilerek 4 nokta ile herhangi bir dörtgen çizilir.
- Ölçüm menüsünden açı ölçümü ve uzunluk seçenekleri ile dörtgenin açılarının ve uzunluklarının ölçüleri belirlenir, şeklin köşeleri sürüklenerek tüm kenarlar eşit uzunlukta ve tüm açılar 90° yapılır.

Şekil 2

Çizim Olan Kare



Şekil 2, çizim olarak oluşturulmuş karedir. Şeklin köşeleri hareket ettirildiğinde 2. şekildeki konuma gelmekte ve şekilde görüldüğü gibi karenin özellikleri koruyamamaktadır. Yani çizim olarak oluşturulan kare sadece karenin özelliklerini taşıyormuş gibi görünür.

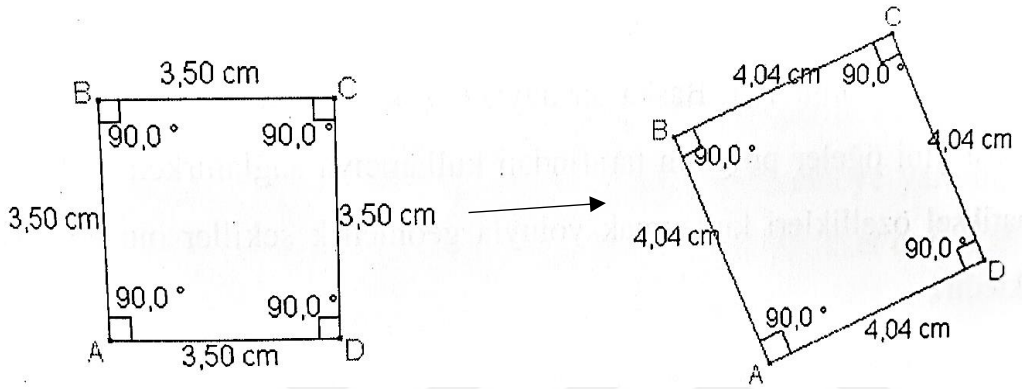
2. Yapı olan kare:

- Menüden ‘Doğru parçası’ aracı seçilerek bir doğru parçası oluşturulur ve uç noktaları A ve B olarak isimlendirilir.
- ‘Çember’ aracı seçilerek merkezi A olan ve B den geçen çemberi çizilir.
- ‘Dik doğru’ aracı seçilerek A noktasından geçen ve doğru parçasına dik olan d1 doğrusu oluşturulur. Dik doğru ile çemberin kesişim noktası D olarak isimlendirilir.

- B noktasından geçen ve doğru parçasına dik olan d2 doğrusu çizilir.
- D noktasından geçen ve d1 doğrusuna dik d3 doğrusu çizilir.d2 ve d3 doğrularının kesişim noktası C olarak isimlendirilir.
- Menüden ‘çokgen’ aracını seçerek A, B, C ve D noktaları ile kare oluşturulur.

Şekil 3

Yapı Olan Kare



Şekil 3, yapı olarak oluşturulmuş karedir. Şeklin köşeleri hareket ettirildiğinde 2. şekildeki konuma gelmekte ve şekilde görüldüğü gibi karenin tüm özellikleri korunmaktadır. (Tapan Broutin, 2010)

Duval (1995) öğrencilerin çizimleri yorumlaması ve üzerinde işlemler yapmasında farklı kavrama türlerinin etkili olduğundan bahsetmiştir. Bu kavrama türleri aşağıdaki gibidir (Duval, 1995);

1. Algısal Kavrama: Çizime ilk bakıldığında görülen nesne ile ilgili bir isimlendirme yapılmaktadır. Bu kavrama çizimdeki geometrik şekilleri ayıt etmek ve tanımlamak için kullanılır.
2. Sıralı Kavrama: Bir çizim oluşturmak veya çizimin yapısını tanımlamak için sıralı kavrayış gerekmektedir. Şekilleri oluşturmak için belirli bir sıraya ihtiyaç duyulur. Yapılacak sıralı işlemler, algısal ipuçlarından ziyade matematiksel özelliklere ve kullanılan araçlara göre değişen teknik sınırlılıklara bağlıdır.

3. İşlevsel Kavrama: Bir çizimdeki matematiksel özellikler algısal kavrayışla belirlenmemeli, bazı özellikler önceden konuşma yoluyla verilmelidir. Bu kavrama türünde, çizimin neyi temsil ettiği teorik bilgi ile belirlendikten sonra çizim ile ilgili materyal üzerinde veya zihinsel olarak değişiklikler yapılması söz konusundur.
4. Söylemsel Kavrama: Bir şekle bakarken bir çözüme dair fikir edinmek söylemsel kavrama ile gerçekleşmektedir. Şeklin özellikleri varsayımlarla belirlenir, tümdengelim kullanılan açıklamalarda aksiyomlar ve teoremler kullanılır. Söylemsel kavramanın temelinde ispat vardır (Tapan-Broutin, 2016).

Dinamik ortamlarda oluşturulan çizimlerde, öğrencilerin çizimden geometrik yapıya geçişinde öğrencilerin sahip olduğu bilgilerinin yanında kavrama türlerinin de etkili olduğu düşünülmektedir.

Dinamik geometri ortamlarında düzenli bir şekilde etkinlikler yapan öğrenciler zamanla çizimden geometrik şekillere geçerek, yaşadıkları görsel deneyimler ile matematiksel düşünme becerisi kazanmaktadır. Cabri yazılımının en önemli özelliğinden biri olan sürükleme aracı bu becerinin kazandırılmasında büyük bir yer oluşturmaktadır. Bu araç sayesinde öğrenciler sadece ilişkili olan iki hareketin durumlarını değil yapılandırılmış veya basit noktaların aralarındaki bağımlılığını da anlayabilmektedir. Böylece öğrenciler sorulan soruları cevaplarken, cevapları matematiksel bir teoriye dayandırma alışkanlığı kazanır. Böylece öğrenci gördükleri geometrik şekillerin temel anlamının matematiksel özellikler ile teoriden geldiğini zamanla kavrayacaktır (Falcade ve diğerleri, 2007; Tapan-Broutin, 2010). Bahsedilen tüm özelliklerle birlikte Cabri Geometri yazılım uygulamalarının, öğrencilerin bilişsel gelişimlerini destekleyici nitelikte olması için sınıf ortamında yazılımın kullanımını incelemenin önemli olduğu düşünülmektedir.

1.1.5. Temel geometrik kavramlar, şekiller ve simetri konusunun öğretimi.

Geometri yaşamın içerisinden doğmuş bir bilimdir. İnsan neyi inşa etse içerisinde geometriyi yaşatır. Günümüzde en iyi mimarlar, en iyi marangozlar aslında iyi birer geometri uzmanıdır. Çünkü gerçek matematik hayattan doğar ve hayattan beslenir. Geometrik şekiller, bireylerin bir nesnenin şeklini anlamak için kullandığı standartlardır. Şekiller boyutlar gibi, uzayda bir nesneyi diğerlerinden ayırmaya yarar. Bununla birlikte geometrik şekiller, çevremizde karşılaştığımız nesneleri tanımada önemli bir rolü üstlenmektedir (Aslan & A. Arnas, 2007). Çocuklar yaşadıkları çevre ile ilişkilerini anlamaya başladıklarında ilk deneyimlerinde geometri ve uzayla karşı karşıya kalmaktadır. Hareket eden çocuklar, çevrelerindeki nesnelerin hem şekil hem de boyut olarak değiştiğini fark etmekte ve bir nesneyi diğer nesnelerden ayırt edebilmektedir (Bruni & Siedenstein, 1993; Akt: Aslan & A. Arnas, 2007).

Geometrik şekiller ve kavramların yanı sıra önemli kavramlardan biri olan ve mimariden sanata birçok alanda uygulamaları görülen simetri, küçük yaşlardan itibaren fark edilen kavramlardan biridir (Köse, 2012). Simetri, bir şeklin belirli bir eksene göre yansıması olarak ifade edilmiştir (MEB, 2009, s.29). Çocuklarda informal olarak gelişen simetri kavramının gelişimi için, doğadan ve çevredeki bilinen nesnelerin resimleri ile desteklenerek öğrencilere sunulabilir (Köse, 2008).

Etrafımızda geometrik şekiller ve dönüşümlerle ifade edebileceğimiz bir sürü inşa, araç varken birçok birey bunların farkında olmaz; aslında çok güzel ev, araba, mobilya tasarımları ve perspektife, simetriye uygun resimler çizen bir öğrenci de geometriyi çizimlerinde yaşattığının farkına varamaz. Bu tasarımların, çizimlerin temelini oluşturan inşa araçları geometrinin temel kavramları ve şekilleridir. Aynı şekilde estetiği, uyumu destekleyen bir kavram olan simetri de çevremizde birçok görselde karşılaştığımız hatta kullandığımız bir geometrik dönüşümdür (MEB, 2009). Clements ve Batista (1992), geometrinin önemli olduğunu, fiziksel çevremizi yorumlama ve yansıtmak için bir yol

sunduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle çevremizi geometrik olarak görebilmek ve ifade etmek için; bunların yansıması olarak öğrencilerin geometrinin diğer konularını içselleştirilebilmesi için temel geometrik kavramlar, şekiller ve simetri konusunun önemi büyüktür.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı dinamik geometri yazılımı olan Cabri Geometri yazılımında gerçekleştirilen inşa çalışmalarının, 7. sınıf geometri öğretiminde etkinliğini ve yerini; öğretim sürecinin detayları ile öğrenci görüşleri çerçevesince ortaya koymaktır. Öğrencilerin Cabri Geometri uygulamaları hakkındaki görüşlerini incelemeyi diğer bir amaç edinen bu çalışma aynı zamanda Cabri Geometri uygulamalarının öğrencilere sunduğu imkânları görmeyi ve uygulanabilecek sınıf düzeyi hakkında bilgi edinmeyi de amaçlamaktadır.

1.3. Problem Cümlesi

Ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin dinamik geometri yazılımı ile inşa uygulamaları sürecindeki yaşantıların, geometrik kavramların yapılandırılması konusunda fırsat ve güçlüklüleri ile geometrik inşaya yönelik görüşlerine etkisi nasıldır?

Alt problemler;

1. Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin dinamik geometri yazılımı ile önceden hazır olarak verilen inşa uygulamaları sürecindeki yaşantılarda, geometrik kavramların yapılandırılması konusunda karşılaştıkları fırsat ve güçlükler nelerdir?
2. Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin dinamik geometri ile kendileri tarafından gerçekleştirdikleri görsel modelin inşa sürecindeki yaşantılarda, geometrik kavramların yapılandırılması konusunda karşılaştıkları fırsat ve güçlükler nelerdir?
3. Ortaokul 7. sınıf öğrencilerine uygulanan Cabri Geometri uygulamaları sonrasında, öğrencilerin geometrik inşaya yönelik görüşleri nasıldır?

1.4. Araştırmanın Önemi Ve Gerekçesi

Günümüzde gerek uluslararası gerek ulusal çapta yapılan sınavlarda ortaokul öğrencileri geometri derslerinde yeterli başarıyı gösteremediği bilinmektedir. Öğrencilerin ön yargıları, geometri dersinin soyut kalması ve somutlaştırmadaki yetersizlikler, geometrinin hayata aktarılamaması ile öğrencilerin günlük hayattaki birçok geometrik kavramı fark edememesi gibi nedenler öğrencilerin başarısını etkilediği düşünülürken bunlara üretilecek çözümlerin doğal ortamların incelenmesi ile fayda sağlayacağı aşikârdır.

Doğal ortamın eğitimdeki yansıması olan sınıflarımıza girdiğimizde etkili bir öğretim için verimli bir sınıf ortamı oluşturmak önemlidir. Bu ortamların ise öğrencilerin aktif olduğu, görüşlerinin önemsendiği ve iyi planlanmış öğretim etkinlikleri ile sağlanacağı düşünülmektedir. Gelişen teknoloji ve öğrenci ihtiyaçları geometri alanına da teknolojinin girmesine neden olmuştur. Bu durum ise dinamik geometri uygulamaları ile ilgili olan çalışmaları arttırmıştır (İşman, 2005; MEB, 2009). DGY sundukları mikro-dünyalar dâhilinde öğrencilere geometri alanında belirli bir özgürlük sunmakta ve günlük hayata dair örnekler geometri ile birleştirilerek öğrencilere yansıtılabilmektedir (Tapan- Broutin, 2010). Sunulan bu özgürlüğün iyi tanımlanması bağlamında, dinamik geometri ortamlarında yapılan inşa çalışmaları sürecinde öğrencilerin karşılaştığı güçlük ve fırsatların neler olduğunun önemli olduğu düşünülürken, yazılımın ile gerçekleştirilecek çalışmaların öğrencilerin geometrik inşaya yönelik görüşlerini nasıl etkileyeceği merak edilmektedir.

1.5. Varsayımlar

- Öğrencilerin yarı yapılandırılmış görüşme formunda yazdıkları görüşler samimi ve gerçek cevaplarıdır.

1.6. Sınırlılıklar

a. Araştırma “Temel Geometrik Kavramlar ve Geometrik Şekiller” ve “Simetri” konuları ile sınırlıdır.

b. Araştırma, Kocaeli iline bağlı Çayırova ilçesindeki Yenimehalle Ortaokulundaki 7C sınıfında okuyan gönüllü 12 öğrenci ile elde edilen veriler ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Dinamik Geometri Yazılımı (DGY): Dinamik geometri yazılımları geometrik şekilleri, geometrik özelliklerin bir araya gelmesi ile ortaya çıkan bir yapı olarak oluşturma ve oluşturulan yapıları eş zamanlı olarak hareket ettirme olanağı sağlayan yazılımlardır (Falcade ve diğerleri, 2007; Jones, 1997; Laborde, 2001; Marrades & Gutierrez, 2000; Moss, 2000; Tapan-Broutin, 2010, 2016)

Cabri Geometri Yazılımı: "Cabri Geometri programı, 80'li yılların sonunda, Fransa'nın Grenoble şehrinde bulunan Joseph Fourier Üniversitesi ve CNRS (Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi) ortak çalışma laboratuvarlarından IMAG'da, matematik eğitimi için tasarlanıp geliştirilen, aktif öğrenme ve yapılandırmacılık ilkelerini izleyen bir dinamik geometri programıdır." (Tapan- Broutin, 2010).

Çizim: Görüntü olarak her hangi bir geometrik şeklin somut bir temsilcisidir (Tapan-Broutin, 2010).

Geometrik Yapı (Oluşum): Belirli geometrik özelliklerin birbirine bağlanması ile oluşturulmuş ve farklı koşullarda bu özelliklerin korunduğu teorik matematiksel nesnelerdir (Tapan-Broutin, 2010).

Görsel Modelleme: Günlük yaşamdan seçilmiş bir modelin, görsel özelliklerini ve geometrik yapısını dikkate alarak Cabri Geometri yazılımı ortamında, geometrik inşa adımlarıyla modelleme çalışmalarıdır.

Bağımsız nesne: Konumu veya değeri başka bir nesneye bağlı olmayan nesnelerdir. Bu nesneler ekranda direkt veya bir araç kullanılarak oluşturulur. Yazılım ekranında istenilen yere taşınabilir.

Bağımlı nesne: Konumu veya değeri bir veya daha fazla nesneye bağlı olan nesnelerdir. Bağımlı nesneler birden fazla nesnenin seçilmesiyle oluşur. Ekranda bağlı oldukları nesnelere göre taşınabilir.

Sınırlama: Birinci dereceden bağımlı nesneler oluşturma işlemidir.

Sabitleme: İkinci ve daha üstü derecelerden bağımlı nesneler oluşturma işlemidir.

Harekete Dayanıklılık İlkesi: Dinamik geometri ortamlarında oluşturulan dinamik-çizimlerin elemanlarından herhangi birinin hareketi sırasında geometrik özelliklerini korunması özelliğidir (Tapan- Broutin, 2016).

2. Bölüm

Literatür

Bu bölümde matematik öğretiminde teknoloji, dinamik geometri, Cabri yazılımı ve temel geometrik kavramlar ve şekiller ile ilgili yapılan literatür taraması sonucunda elde edilen bilgiler sunulacaktır.

2.1. Matematik Öğretiminde Teknoloji ile İlgili Çalışmalar

Matematik öğretiminde teknolojinin kullanıldığı çalışmalar tarandığında bu alanda bu alanda pek çok çalışmanın olduğu görülmüştür. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda sunulmuştur.

Bintaş ve Bağcıvan (2007) tarafından yapılan çalışmada, 7. sınıf öğrencilerine projeksiyonlu bir bilgisayar ve Geometer's Sketchpad yazılımı ile hazırlanan çalışma yaprakları ile çember konusunun işlenmesinin öğrenciler üzerindeki etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Deneysel olan bu çalışma özel bir okuldaki 7. sınıf 3 şubedeki 46 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ilk olarak öğrencilere iki ders saatinde yazılım tanıtılmış sonrasında ise araştırmacı tarafından hazırlanan çalışma yaprakları ile bir bilgisayar ve projeksiyon kullanılarak çemberler konusu işlenmiştir. Uygulama sonrasında 15 çoktan seçmeli soru sorulmuş ve çemberler konusuna ait başarı puanı elde edilmiştir. Öğrencilerin önceki matematik sınavlarına göre geometri başarı puanları hesaplanmış, uygulama ile ilgili öğrenci ve öğretmen görüşleri ise yazılı olarak alınmıştır. Çalışma sonunda özellikle başarısız öğrencilerin not ortalamalarında artış gözlenmesine rağmen başarılı ve başarısız öğrenciler arasında not ortalaması yönünde istatistik olarak fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen ve öğrencilerin BDÖ ile ilgili, derse görsellik katması, dersin sıkıcı ve monotonluktan uzaklaşması, animasyonların kullanılması, konu ait özelliklerin ezber yerine görsel olarak algılanması şeklinde olumlu görüş bildirdiği belirtilmiştir.

Egelioğlu (2008) tez çalışmasında bilgisayar destekli öğretimin 7. sınıflarda Dönüşüm Geometrisi ve Dörtgensel Bölgelerin Alanları konusunda başarıya ve Epistemolojik İnanca etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma nicel olup 16'sı deney grubu, 15'i kontrol grubu olmak üzere 31 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda geleneksel öğretim, deney grubunda ise bilgisayar destekli öğretim gerçekleştirilmiştir. 4 hafta süren eğitimin öncesinde ve sonrasında deney ve kontrol gruplarına başarı testi ve epistemolojik inanç testleri uygulanmıştır. Bilgisayar destekli öğretimin başarıya etkisi hazırlanan sunum materyalinin uygulanması sonucu elde edilen verilerin istatistiksel analiz programına aktarılarak analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda bilgisayar destekli öğretimin epistemolojik inanca ve başarıya olumlu yönde etkisinin olduğu saptanmıştır.

Hangül (2010) tez çalışmasında, bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin matematik tutumuna etkisini incelemek ve sekizinci sınıf öğrencilerinin bilgisayar destekli öğretim ile ilgili görüşlerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda "Geometrik Cisimler" konusunun anlatımında bilgisayar destekli öğretim yapılmıştır. Çalışmada ön test-son test deneysel desen kullanılmış ve 8. sınıf 53 öğrenci ile çalışma yürütülmüştür. Deney grubuna bilgisayar destekli, kontrol grubuna ise yapılandırmacı yaklaşım ile öğretim yapılmış ayrıca uygulama öncesi ve sonrası gruplara tutum ölçeği uygulanmıştır. Uygulama sonrasında deney grubu içerisinden rastgele seçilmiş 14 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Tutum ölçeğinin verileri t testi ile analiz edilmiş ve öğrencilerin bilgisayar destekli öğretime yönelik tutumlarının yapılandırmacı yaklaşımla öğretime oranla daha olumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca betimsel analiz ile incelenen öğrenci görüşlerine göre öğrencilerin bilgisayar destekli öğretim ile ilgili olumlu görüşler belirttikleri tespit edilmiştir.

Helvacı (2010) yaptığı tez çalışmasında ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinde bilgisayar destekli öğretimin çokgenler konusundaki başarılarına ve derse karşı tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma 66 öğrenci ile yürütülmüş ve matematik başarı testi,

bilgisayar destekli materyal ve matematik tutum ölçeği araştırmanın veri kaynakları olarak kullanılmıştır. Kontrol grubuna çokgenler konusu geleneksel öğretim yöntemiyle, deney grubuna ise bilgisayar destekli ders etkinlikleri ile işlenmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin gelişim düzeyleri önemsenerek hazırlanmış bilgisayar destekli öğretim materyalinin akademik başarı ve matematik dersine karşı motivasyon ve tutumlarında önemli bir etkisi olduğu görülmüştür. Bilgisayar destekli öğretim ile ulaşılan başarının geleneksel öğretim ile ulaşılan öğretimden daha yüksek olduğu çalışmanın diğer bir sonucudur.

İçel (2011)'in yaptığı tez çalışmasında 8. sınıflarda üçgen ve Pisagor konularında bilgisayar destekli öğretimin etkisi araştırılmıştır. Bilgisayar destekli ortam dinamik geometri yazılımlarında GeoGebra ile oluşturulmuştur. Çalışma 8. sınıf 2 grupla yapılmış ve deney grubuna 2 haftalık GeoGebra etkinlikleri öğrencilerle paylaşılmıştır. Eş zamanlı olarak kontrol grubuna ise müfredata uygun derslere devam edilmiştir. Etkinliklerden önce ve sonra ön test son test ve hatırlama testi gruplara uygulanmıştır. Çalışma analizi sonucunda ise GeoGebra etkinliklerini öğrencilerin başarıları ve öğrenmeleri üzerinde pozitif etkisinin olduğu görülmüştür. Ayrıca hatırlama testi sonuçlarında ise dinamik geometri yazılımlarının bilgilerin kalıcılığını arttırdığı gözlemlenmiştir.

Kutluca ve Zengin (2011) yaptıkları çalışmada, matematik öğretiminde dinamik geometri yazılımı olan Geogebra yazılımının kullanımı ile ilgili öğrenci görüşlerini değerlendirmek istemiş ve bu amaçla 10. sınıfta okuyan 23 öğrenci ile bu çalışmayı yürütmüştür. Çalışmada ikinci dereceden fonksiyonlar konusunda etkinliklerle beraber seminer verilmiş ve uygulamalar yapılmıştır. Özel durum çalışması olarak düzenlenen çalışmada 7 açık uçlu soru araştırmanın veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Değerlendirmede ise betimsel analiz ile incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda GeoGebra ile gerçekleştirilen derslerin ilgi çekici ve eğlenceli olmasının yanı sıra öğrenmeyi olumlu olarak etkilediği ve dinamik öğelerle kalıcı öğrenme sağladığı ortaya çıkmıştır.

Balkan (2013) tez çalışmasında 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersi Tablo ve Grafikler konusunda bilgisayar destekli öğretimin başarıya ve derse karşı tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Deneysel yöntem kullanılan bu çalışma 20 öğrenci kontrol grubunda ve 17 öğrenci deney grubunda olmak üzere 37 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubuna "Tablo ve Grafikler" konusu vitamin yazılımı ile bilgisayar destekli işlenmiş, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim uygulanmıştır. Çalışma öncesi ve sonrasında öğrencilere matematik tutum ölçeği uygulanmış, ayrıca matematik başarı testi ön test ve son test olarak gruplara uygulanmıştır. Araştırmanın bulguları deney grubundaki başarı artışının kontrol grubuna göre daha fazla olduğunu göstermiş ancak sonuçlara göre matematik dersine ait tutumlarında gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmiştir.

Uzun (2013) ün "Dinamik Geometri Yazılımlarının Bilgisayar Destekli Öğretim Ve Akıllı Tahta İle Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamlarında Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarısına, Uzamsal Görselleştirme Becerisine ve Uzamsal Düşünme Becerisine İlişkin Tutumlarına Etkisi" adlı tez çalışmasında 6. sınıf "Geometrik Cisimler" konusunda çalışma yapmıştır. Bu çalışmada DGY'nin bilgisayar destekli öğretim ve akıllı tahta ile bir araya getirilmiş öğrenme ortamlarında öğretiminin öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerisine ve bu beceriye ilişkin tutumlarına ve akademik başarısına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Karma yöntemle yürütülen bu çalışmada deney grubuna bilgisayar destekli öğretim yapılmış, kontrol grubuna ise akıllı tahta ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamında ders yapılmıştır. Nicel veriler Uzamsal Görselleştirme Testi, Uzamsal Düşünme Tutum ölçeği ve Matematik Başarı Testi ile elde edilmiş SPSS programı ile analiz edilmiştir. Nitel veriler ise içerik analizi ile incelenmiştir. Çalışma sonrasında, her iki öğretim türünün de öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerileri ve akademik başarıları üzerinde etkili olduğu ancak öğrencilerin uzamsal düşünme becerisine ait tutumları üzerinde etkili olmadığı kanısına varılmıştır. Ayrıca çalışmanın diğer bir sonucu olarak; bilgisayar destekli ortamda öğrenim

gören öğrencilerle, akıllı tahta ile öğrenim gören öğrencilerin yapılan testlerden aldıkları son-test puanlarında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

2.2. Dinamik Geometri İle İlgili Çalışmalar

Dinamik geometri ile ilgili literatür tarandığında bu alanda pek çok çalışmanın olduğu tespit edilmiş ve bazı örnekleri aşağıda sunulmuştur.

Bintaş ve Açıkgöz (2006)'ün "Dinamik Geometri Programlarıyla Etkili Öğrenme" adlı çalışmalarında Geometer's Sketchpad programı ile Van Hiele Modelini temel alarak bir araştırma yapmışlardır. Program ile hazırlanan çalışma yapraklarının, öğrencilerin varsayımda bulunması, çıkarım yapması, genellemelerde bulunması ve şekilleri, teoremleri keşfetmesi üzerine yapılan çalışmada 3 soru tipi kullanılmıştır. Bu soru tipleri açık uçlu, boşluk doldurma ve teoremi destekleyici kapalı uçlu sorular iken bu sorulardan elde edilen veriler ile yapılan uygulamadaki öğrenme ortamının daha işlevsel ve kalıcı öğrenme sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Aydoğan (2007) yaptığı tez çalışmasında DGY ortamlarının açık uçlu sorularla beraber 6. sınıf çokgenler-çokgenlerde eşlik ve benzerlik konularındaki performanslarına etkisini ölçmeyi amaçlamıştır. 134 öğrenci ile yapılan bu çalışmada öğrenciler iki gruba ayrılarak deney ve kontrol grubu olarak çalışılmış, kontrol grubuna geleneksel yöntem, deney grubuna ise açık uçlu sorular ve dinamik geometri yazılımı ile çalışma ortamı düzenlenmiştir. Çalışmada Geometri testi; kalıcılık testi, ön test ve son test olarak her iki gruba da uygulanmış, Bilgisayarlı Eğitime Karşı Tutum Ölçeği ise sadece deney grubuna uygulanmıştır. Ayrıca video kayıtları, belirli öğrencilerle görüşmeler ve röportajlar çalışmanın nitel verileri olarak kullanılmıştır. Ön test sonuçlarına göre eşit olan gruplar çalışma sonrasında son test ve kalıcılık testine göre t testi ile değerlendirilmiş ve deney ve kontrol grubu arasında deney grubu lehine belirgin bir iyileşme olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Geometri testi ve Bilgisayarlı Eğitime Karşı Tutum Ölçeği sonuçları arasında korelasyon

katsayısı kullanılarak testler arasında anlamlı bir ilişki olduğu ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca deney grubunda gerçekleştirilen uygulamanın, öğrencilerin çokgenler ve çokgenlerde eşlik-benzerlik konularında gösterdikleri başarıyı olumlu olarak etkilediği dile getirilmiştir.

Vatansever (2007) araştırmasında 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen Geometer's Sketchpad etkinliklerinin öğrencilerin başarısına ve kalıcılık düzeylerine etkisini incelemeyi amaçlarken aynı zamanda da öğrencilerin BDÖ ortamına ait görüşlerini belirlemeyi hedeflemiştir. Deneysel araştırma modeli kullanılan çalışmada deney grubuna yazılım ile öğretim gerçekleştirilirken kontrol grubuna geleneksel öğretim yapılmıştır. 42 tane 7. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen çalışmada nitel ve nicel araştırma yaklaşımları benimsenmiştir. Araştırmanın nicel verileri çalışma yaprakları, Devlet Parasız Yatılılık ve Bursluluk (DPYB) testi, geometri başarı testi ile toplanıp Mann Whitney U testi ve Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile analiz edilmiştir. Nitel veriler ise yarı yapılandırılmış görüşme formu ile elde edilerek kategorilere göre kodlanıp frekans ve yüzde hesaplarıyla analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre öğrenci başarısı açısından deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca kalıcılık düzeylerine her iki öğretim de etkili iken GSP ile yapılan öğretimin kalıcılık düzeylerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Başarı ve kalıcılık düzeylerinde cinsiyete göre anlamlı bir farklılık bulunmazken yapılan bilgisayar destekli öğretim ile ilgili öğrencilerin olumlu ve olumsuz görüşlerinin olduğu ortaya koyulmuştur. Öğrenciler GSP ile öğrenmenin kolaylaştığı, geometriye karşı ilgilerinin arttığı ve başarma isteği oluşturduğu, işbirliğini öğrendikleri ve aktif oldukları şeklinde olumlu görüşler bildirdikleri tespit edilmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin program dilinin İngilizce olması ve zaman yetersizliğini olumsuz görüşler olarak belirttikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Gül Toker (2008) tez çalışmasında; "Dinamik geometri yazılımları destekli yönlendirmeli keşif yönteminin, kâğıt- kalem temelli yönlendirmeli keşif yöntemi ve geleneksel öğretim yöntemiyle karşılaştırıldığında altıncı sınıf öğrencilerinin Van Hiele

geometrik düşünme düzeylerine ve geometri başarılarına olan etkisini" incelemeyi amaçlamıştır. 47 öğrenci ile 4 hafta süren bir çalışmayla yürütülen bu araştırma ön test-son test kontrol grup deseni kullanılmıştır. "Geometri Başarı Testi" ve "Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi" araştırmanın verilerini oluştururken bu veriler kovaryans analizi ile incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda ise; Geometri başarı testi ve Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri testinin sonuçlarına göre incelenen puanlarda istatistik olarak anlamlı bir fark elde edildiği sonucuna varılmıştır.

Filiz (2009)'in yaptığı "Geogebra Ve Cabri Geometri II Dinamik Geometri Yazılımlarının Web Destekli Ortamlarda Kullanılmasının Öğrenci Başarısına Etkisi" isimli çalışmada Web destekli ortamlarda kullanılan Geogebra ve Cabri Geometri yazılımlarının öğrenci başarısına etkisini ve süreçteki öğrenmelerin nasıl geliştiğini incelemeyi amaçlamıştır. Amaç doğrultusunda dinamik geometri yazılımlarından oluşan bir web sitesi tasarlanmış, seçilen kazanımlarla ilgili çalışma yaprakları öğrencilere uygulanmıştır. Yarı deneysel olarak yürütülen bu çalışmada 25 öğrenci ile çalışılmış ve önceden hazırlanmış web destekli materyal, çalışma yaprakları ve başarı testi akademisyen görüşleri doğrultusunda geçerlilikleri sağlanmıştır. Uygulama öncesi deney kontrol grubunda farklılık olmaması için sınav puanlarının ortalamaları ile gruplar belirlenmiştir. Başarı testi uygulanmış ve çalışma yaprakları analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda web destekli materyaller ile öğrenim gören grup lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Ayrıca dinamik geometri yazılımlarının öğrencilerde varsayımda bulunma ve çıkarım yapma becerilerini geliştirdiği de çalışmanın sonuçları arasındadır.

Gülbağcı (2009)'nın "İlköğretim 7. Sınıf Dörtgenler Konusunun Öğretiminde Dinamik Geometri Yazılımlarının Etkisi'' adlı çalışmasını, 7. sınıf öğrencileriyle dinamik geometri yazılımı olan Geometer's Sketchpad programı ile yapmıştır. Çalışmada Geometer's Sketchpad ile yapılan etkinliklerin 7. sınıf öğrencilerinde "dörtgenlerin özelliklerini

öğrenmelerini ve dörtgenler arası ilişki kurmalarını" nasıl etkilediğini incelemeyi amaçlamıştır. İki ilkokuldan toplam 44 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada ön test-son test olarak kullanılacak matematik başarı testi uygulanmış ve deney ve kontrol gruplarına farklı uygulamalarla yapılan 5 haftalık dersler ile çalışma tamamlanmıştır. Çalışmanın verileri öğrencilere uygulanan dörtgenler konusundaki başarı testi, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve sınıf içerisindeki gözlemler sonucunda elde edilmiş olup dörtgenler konusunda Geometer's Sketchpad ile yapılan derslerin öğrenmeyi olumlu etkilediği ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin bu çalışma ile dörtgenleri ikili olarak ilişkilendirebildikleri ancak genel bir hiyerarşik ilişki kuramadıkları görülmüştür.

Demir (2010)'in yaptığı "Cabri 3d Dinamik Geometri Yazılımının, Geometrik Düşünme Ve Akademik Başarı Üzerine Etkisi" adlı çalışmada Cabri 3D yazılımının öğrencilerin geometrik düşünme düzeyine ve akademik başarısına etkisini araştırmıştır. 8. sınıf 60 öğrenci ile yapılan bu çalışmada 2 farklı test olarak "Geometri Başarı Testi" ve "Van Hiele Geometri Testi" kullanılmıştır. Nicel çalışma olan bu araştırmada deney- kontrol gruplarına yapılan testler sonucunda Cabri 3D kullanan deney grubu öğrencilerinin daha başarılı olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra geometrik düşünme düzeyinin öğrencilerin akademik başarısına tek başına etki ettiği iki yönlü Anova testi ile ortaya koyulmuştur. Ayrıca gruplara yapılan son test sonrasında öğrencilerin geometrik düşünme düzeyleri ile yapılan kay kare analizine göre de iki grup arasında anlamlı bir fark görülmediği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, son olarak deney ve kontrol grubu ayrı ayrı ön test- son test ve kalıcılık testi sonuçları Tek Yönlü Anova testi ile incelenmiş ve karşılaştırma sonrasında iki grupta da testler arasında anlamlı farklar elde edilmiştir.

Topaloğlu (2011)'nun yazmış olduğu "Cabri 3d İle Yapılan Ders Tasarımlarının Öğrencilerin Uzamsal Görselleme Ve Başarılarına Etkisinin İncelenmesi" adlı tezde dinamik geometri yazılımı olan Cabri 3D'nin ortaöğretim öğrencilerinin geometri dersi başarılarına

etkisini belirlemeyi amaçlanmıştır. Bu amaç ile bir ortaöğretim okulunda 12. sınıf 40 öğrenci ile (20 deney, 20 kontrol) Cabri 3D etkinlikleri ve geleneksel yöntem karşılaştırıldığı deneysel bir çalışma yapmıştır. Çalışma sürecinde öğrencilere başarı testleri ve Purdue Uzamsal Görselleme Testi uygulanmış ve elde edilen nicel veriler parametrik testler ile yeterlilik testleri ise kavramsal öğrenmeleri yorumlamak için nitel olarak analiz edilmiştir. Nitel veriler görüşmelerle desteklenmiştir. Denk olan gruplara yapılan uygulama sonrasında deney grubundaki öğrencilerin teste daha başarılı olduğu ve Cabri 3D etkinliklerinin uzamsal düşünme yeteneklerini olumlu olarak etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin zihinlerindeki şekilleri resmedebilmesinin, genellemeler yapabilmesinin ve ortamın dinamik yapısı ile nesneler arasındaki ilişkileri ifade etmelerinin onların akademik benliklerini geliştirdiği düşüncesi de çalışmanın sonuçlarından biridir.

Flores, Malaspina, Gaita ve Ugarte (2012) tarafından yapılan çalışmada dinamik geometri yazılımlarının dönüşüm geometrisi konusundaki rolünü incelemiştir. Çalışma 15- 17 yaşları arasındaki 11 Brezilyalı öğrenci ile gerçekleştirilmiş ve çalışmaya katılan öğrenciler ilk defa dinamik geometri ortamı ile karşılaşmışlardır. Öğrencilerin Cabri 3D ile etkileşimlerini anlamak için çalışmada Rabardel'in enstrüman yaklaşımı kullanılırken bir figürün farklı hallerini gözlemlerken Register Duval'in Gösterge Bilimsel Temsilciliği temel alınmıştır. Çalışmadan elde edilen bulguların analizi sonucunda Cabri 3D uygulamalarının öğrencilerin matematiksel bilgileri ile yazılım arasında ilişki kurmalarına yardımcı olduğu ve uygulama sırasında öğretmen ipuçlarının ve müdahalelerinin önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Başaran Şimşek (2012), 6. sınıflarla yapmış olduğu çalışmada prizmalar konusunu, deney ve kontrol grubu olmak üzere 2 grup oluşturarak, deney grubuna Cabri 3D yazılımı kontrol grubuna ise etkinlik temelli öğretim yaklaşımı kullanarak yürütmüştür. Her grupta 17'şer öğrenci ile yürütülen bu çalışmada prizmalar konusunu üç boyutlu dinamik geometri

yazılımı ile işlemenin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine ve akademik başarılarına etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Deneysel olan bu çalışmada deney grubu dinamik geometri uygulamalarının olduğu bir öğretim yöntemi ile ders işlerken kontrol grubunda etkinlik temelli öğretim kullanılmıştır. Başarı testi, açık uçlu problemler, uzamsal yetenek testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu ile elde edilen veriler sonucunda Cabri 3D kullanımının geometri başarısı yönünden deney grubunun lehine anlamlı bir fark oluşturduğu görülürken, uzamsal yetenek düzeyleri arasında anlamlı bir fark görülmemiştir.

Güven ve Yılmaz (2012)'ın "Dinamik Geometri Yazılımı Kullanımının Sınıf Öğretmeni Adaylarının Dönüşümler Konusundaki Akademik Başarılarına Etkisi" adlı çalışmada dönüşüm geometrisi konusunda dinamik geometri yazılımlarının sınıf öğretmeni adaylarının başarılarına etkisini incelemek amaçlanmıştır. Yarı deneysel bir çalışma olan bu makalede hazırlanan test sınıf öğretmeni adayı 60 öğrenciye uygulamadan önce ön test, uygulamadan sonra son test olarak uygulanmıştır. Deney grubuna uygulanan etkinlikler Geogebra ve Cabri Geometri kullanılarak yürütülmüş olup, kontrol grubunda ise çalışma yaprakları, dönme ve katlama etkinlikleri uygulanarak geleneksel bir ortam oluşturulmuştur. Bu çalışmanın sonucunda verileri analiz etmek için t testi kullanılmış ve deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu ortaya koyulmuştur.

Karaaslan (2013) yüksek lisans tez çalışmasında öğrenci ve öğretmenlerle gerçekleştirdiği Geogebra ve GSP yazılımlarının kullanıldığı etkinliklerin öğrencilerin performansına ve uzamsal yeteneklerine etkisini ortaya koymanın yanı sıra öğretmenlerin BDMÖ hakkındaki görüşlerine etkisini ve öğretmenlerin yapılan etkinliklerle ilgili görüşlerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Çalışma 36 tane 9. sınıf öğrencisi ve 6 matematik öğretmeni ile gerçekleştirilmiş olup; etkinliklerde doğru denklemleri, çokgende açılar, uzunluk ve alan, üçgende eşlik ve benzerlik, çokgende kaplamalar, vektörler ve düzlemede dönüşümler konuları Geogebra ile GSP yazılımları ile işlenmiştir. Nitel ve nicel teknikleri içeren

çalışmada karma desen kullanılmış ve eylem araştırması yapılmıştır. Araştırmanın verileri etkinlikler öncesi ve sonrası öğrencilere uygulanan Genel Geometri Testi ve Zihinde Döndürme ve Uzamsal Görselleştirme Testi ile her konuya yönelik Performans Testleri ve bilgisayar kullanımına yönelik duygu, düşünceler için Tutum Ölçeği kullanılarak elde edilmiştir. Ayrıca öğretmenlerin görüşleri için de yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen veriler betimsel analiz ile incelenmiştir. İncelemeler sonucunda yapılan etkinliklerin öğrencilerin performanslarını ve uzamsal yeteneklerini olumlu etkilediği sonucuna varılırken öğrencilerin BDMÖ için olumlu görüşlere sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca öğretmenler de yapılan etkinliklerin uygulanabilirliği ile ilgili olumlu görüş bildirdikleri ve yapılan etkinliğin öğretmenlerin BDMÖ' ye yönelik düşüncelerini olumlu olarak etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenler görselleştirme, hesap yapabilme ve dinamik olma özelliklerinden dolayı dinamik yazılımların keşfederek öğrenme ortamlarına faydalı olduğu görüşünde bulundukları belirtilen çalışmada Karaaslan, dinamik yazılımlar ile ilgili kapsamlı eğitimlerin öğretmen ve öğrencilerin bu alanda deneyimlerini arttıracağını belirtmiştir.

Koyuncu (2013) yaptığı tez çalışmasında, Geogebra eğitimi alan ilköğretim matematik öğretmeni adaylarında teknoloji ve kâğıt-kalem ortamlarında gerçekleştirdikleri düzlem geometrisi problem çözme stratejilerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma 7 öğretmen adayı ile yürütülen nitel bir çalışma olmakla beraber veriler çoklu durum çalışması ile toplanılmıştır. 3 hafta süren uygulamalar sonucunda görüşmeler ve sınıf gözlemleri ile veriler toplanmıştır. Veriler görüşme ve gözlemlerin incelenmesi ve düzlem geometri ile ilgili 4 açık uçlu soruya verilen cevapların yazıya aktarılmasıyla analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda katılımcıların çözüm stratejileri "Cebirsel, Geometrik ve Birleşik" olmak üzere 3 kategoride incelemiş; kâğıt-kalem ortamında genellikle cebirsel, teknoloji ortamında ise geometrik çözümler ürettikleri görülmüştür. Farklı ortamların adaylarda problem çözme yeteneklerine

katkı sağladığı ayrıca dinamik geometri ortamının adayların matematiksel anlayışlarına katkıda bulunduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Çalışmada ulaşılan diğer bir sonuç ise teknolojik ortamın adaylara zaman kazandırdığı ve şekiller eksiksiz bir şekilde çizilerek kesin ve hızlı hesaplamalara imkân sağladığıdır.

Gülburnu (2013), "8. sınıf Geometri Öğretiminde Kullanılan Cabri 3d'nin Akademik Başarıya Etkisi ve Öğrenci Görüşlerinin Değerlendirilmesi" adlı çalışmasında Cabri 3D yazılımını kullanarak 8. sınıf öğrencileri ile "Prizmalar" konusunda çalışma yapmış ve bu yazılımın akademik başarılarına etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Aynı zamanda yazılım ile ilgili öğrenci görüşleri de alınmıştır. Deneysel bir çalışma olan bu araştırma 8. sınıf 32 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, deney-kontrol grupları arasındaki farklılığı saptamak için uzman ve öğretmen görüşleri ile geliştirilen 7 açık uçlu soruları içeren bir sınav, ön- test ve son- test olarak gruplara uygulanmıştır. Cabri 3D ye yönelik öğrenci görüşlerini saptamak için ise görüşme formu tercih edilmiştir. Çalışmanın analizinde non-parametrik testler ile betimsel analiz kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarında Cabri 3D ile gerçekleştirilen ders ortamının kavramsal öğrenmeyi desteklediği ve iki boyutlu ders ortamına göre başarıyı olumlu yönde arttırdığı görülmüştür. Ayrıca Cabri 3D ile gerçekleştirilen derslerin öğrencilerde olumlu görüş oluşturduğu sonucu da elde edilmiştir.

Akgül (2014)'ün "Ortaokul 6, 7 ve 8. Sınıflarda Geometrik Cisimlerin Alan ve Hacimlerinin Öğretiminde Cabri 3D Yazılımının Öğrenci Başarısı Ve Tutumuna Etkisi" adlı çalışmasında öğrencilerin Cabri 3D yazılımı ile geometrik cisimlerin alan ve hacim hesabı kazanımını anlamlandırmalarını incelemektir. Cabri 3D yazılımı ile uygulamaların öğrenci başarısı ve tutumuna karşı etkisi araştırılmıştır. Çalışma milli eğitim bakanlığına bağlı olan bir devlet okulunda öğrenim gören 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinden rastgele seçilen toplam 96 öğrenciye uygulanmıştır. Yarı deneysel yöntem ile yapılan çalışma sonucunda deney grubuna

uygulanan Cabri 3D uygulamalarının öğrencilerin matematik başarısı ve tutumunu artırmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Genç ve Öksüz (2016)'ün yaptığı "Dinamik Matematik Yazılımı ile 5. Sınıf Çokgenler ve Dörtgenler Konularının Öğretilmesi" adlı çalışmada, GeoGebra yazılımı ile gerçekleştirilen öğretimin kalıcılığa ve başarıya etkisi araştırılmıştır. Yarı deneysel araştırma modeli kullanılan bu çalışmada, beş hafta boyunca deney grubu ile GeoGebra yazılımı kullanılarak Çokgenler ve Dörtgenler konusu işlenmiş, kontrol grubunda ise mevcut program takip edilmiştir. Veriler araştırmacı tarafından oluşturulan başarı testinden elde edilmiştir. Gruplara araştırmaya başlamadan bir hafta önce ön test uygulanırken araştırma bitiminde son test uygulanmıştır. Araştırma bittikten sekiz hafta sonra ise kalıcılık testi uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi, ilişkili ve ilişkisiz t testleri hesaplanarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda, deney ve kontrol gruplarının son testleri arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunurken kalıcılık düzeyleri incelendiğinde de deney grubundaki öğrencilerin konuya ait bilgilerini daha uzun süre muhafaza ettikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Öçal ve Şimşek (2016)'in "Pergel-Çizgeç ve Geogebra İnşaları Üzerine: Öğretmenlerin Geometrik İnşa Süreçleri ve Görüşleri" adlı çalışmasında 4 öğretmenden pergel gibi faklı araçları ve Geogebra inşalarını kullanmaları istenmiştir. Temel geometrik problemleri çözme süreçleri ve bu konudaki görüşlerini incelemek amaçlanmıştır. Nitel bir çalışma olan bu araştırmada Öçal ve Şimşek tarafından "Elementler" adlı kitaptan yararlanarak oluşturdukları "Temel Geometri İnşaları Testi (TGİT)" uygulaması, yarı yapılandırılmış görüşme ve odak grup görüşmesi araştırmanın veri kaynaklarıdır. Elde edilen veriler içerik analizi ile analiz edilmiş, odak grup toplantısı ve görüşme verileri 3 temada incelenmiş ve tartışılmıştır. Çalışmanın sonucunda ise öğretmenlerin, pergel-çizgeç ortamında yapamadıkları bir takım inşaları GeoGebra yazılımında deneme-yanılmaya imkânı verdiği

için yapabildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin inşalar arasında karşılaştırma yaparken farklı görüşler sundukları da çalışma sonucunda görülmüştür.

Delice ve Karaaslan (2015) "Dinamik Geometri Yazılımları İle Çokgenler Konusunda Hazırlanan Etkinliklerin Öğrenci Performansı ve Öğretmen Görüşlerine Yansıması" adlı çalışmada GeoGebra ve Geometer's Sketchpad yazılımı ile gerçekleştirilen etkinlikler sonucunda öğrencilerin bilgisayar destekli öğretime yönelik tutumlarını, etkinliklerin çokgenler konusundaki öğrenci performansına etkisini ve etkinlikler ile ilgili öğretmen görüşlerini incelemeyi amaçlamıştır. Eylem araştırması olan bu çalışma 6 matematik öğretmeni ve 36 tane 9. Sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın verileri; çokgenlerde açı, uzunluk, alan konularına ait performans testleri ve görüşler için uygulanan tutum ölçeği ile elde edilmiştir. Öğretmenlerin etkinlikler ile ilgili düşünceleri için ise yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Betimsel analiz ile incelenen veriler sonucunda etkinliklerin, öğrencilerin çokgenler konusundaki performansını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra çalışmada öğretmenlerin, etkinliklerin zaman kazandırıcı olma, öğrenci merkezli olma, görsel olma, keşfederek ve kalıcı öğrenmeyi sağlama bakımından kullanışlı ve uygulanabilir olduğu yorumunda bulunduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin ise yazılımlar ile dersin eğlenceli olduğunu, konuları daha iyi öğrendiklerini ve derse olan ilgilerinin arttığını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin olumlu tutumlarında; derse aktif katılmalarının, dersin klasik sınıf ortamından farklı bir sınıf ortamında gerçekleşmesinin ve zihinde canlanması zor olan kavramların yazılım ile görselleşmesinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonunda DGY etkinliklerinin akademik olarak düşük düzeydeki öğrencilerin derse olan ilgilerini olumlu etkileyebileceği görüşü bildirilmiş, matematik öğretmenlerine bilgisayar ve akıllı tahta kullanımının olduğu öğrenci merkezli sınıf ortamları oluşturulması önerilmiştir.

Deniz (2016) tez çalışmasında, 7. sınıflar ile doğrusal denklemler konusunda, geometri Sketchpad ile çalışmış, yazılım kullanımının çoklu temsil ve enstrümantal yaklaşım boyutunda incelemeyi amaçlamıştır. Bunun için mevcut programdaki kazanımlar doğrultusunda geometri Sketchpad programı ile beş gruplu bir etkinlik oluşturmuştur. Nitel olarak tasarlanan çalışma 6 öğrenci ile gerçekleştirilmiş olup veriler ekran kayıt programı, kamera, öğretmen günlükleri, etkinlik kâğıtları ve ses kayıtlarından elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin zorlandıkları cebirsel temsili çözümlemede, Sketchpad yazılımı ile üstesinden geldiği görülmüştür. Ayrıca yazılımda aynı görevleri gerçekleştiren öğrencilerin farklı enstrümanlı teknikler oluşturdukları saptanmıştır. Geometri Sketchpadin öğrenciler için artefacttan, enstrümana dönüştüğü ifade edilmiştir.

Topuz (2017) tez çalışmasında, 7. sınıf öğrencileri ile Geogebra yazılımında "Çember ve Daire" konularında gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin başarılarına, geometriye ait tutumlarına ve kalıcılık düzeyine etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Karma desen olan çalışma, deney grubunda 30, kontrol grubunda 32 öğrenci olmak üzere toplam 62 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubuna mevcut öğretim programı uygulanırken deney grubuna GeoGebra yazılımının kullanıldığı materyaller kullanılan çalışmanın verileri "Geometri Tutum Ölçeği", "Geometri Başarı Testi" ve "GeoGebra Destekli Öğrenme Ortamına İlişkin Görüş Anketi" ile sınıf içi gözlemlerden elde edilmiştir. Çalışma öncesi ve sonrasında öğrencilere başarı testi ve tutum ölçeği uygulanırken, kalıcılık testi için çalışma sonrasında yapılan başarı testinden 2 ay sonra kalıcılık testi uygulanmıştır. Nitel veriler içerik analizi ile nicel veriler isi SPSS-17.0 programında ANCOVA ve t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen Geogebra ile öğrenme ortamının öğrenmeyi eğlenceli ve dikkat çekici hale getirdiği araştırmanın sonuçlarından biridir. Ayrıca çalışmanın bir başka sonucu da kullanılan yazılımın daha kolay çizimler yapma, geometrik şekilleri görsel olarak zihinde canlandırma ve keşfetme fırsatı sunması öğrencilerde kavramsal öğrenmeyi kolaylaştırdığıdır.

Şengün (2017)'ün, "Ortaokul Öğrencilerinin Kâğıt-Kalem ve Dinamik Geometri Ortamında Üçgeni İnşa Etme Süreçlerinin İncelenmesi" adlı çalışmasında ortaokul öğrencilerinin dinamik bir yazılım olan GeoGebra ortamında ve kâğıt- kalem ortamında üçgen inşa etme süreçlerinin nasıl olduğunu ve bu ortamlardaki benzerlik ve farklılıkları incelemiştir. Nitel olan bu çalışmada durum çalışması deseni kullanılmıştır. Çalışma daha önceden üçgen inşası ile ilgili deneyimi olmayan iki yedinci sınıf öğrencisi ölçüt örnekleme ile seçilerek gerçekleştirilmiş ve veriler öğrencilerin üçgen inşalarını gerçekleştirdikleri kâğıtlardan, ortam ve ekran kayıtları ile araştırmacı tarafından oluşturulan görev temelli görüşme formundan elde edilmiştir. Betimsel analiz ile incelenen verilerden öğrencilerin üçgen inşalarını dinamik, yükseltici, beyaz kutu-kara kutu ve yeniden düzenleyici olma özelliğine sahip olan GeoGebra ile oluşturmalarının üçgene ait ilişkilerin keşfedilmesini sağladığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmada kâğıt-kalem ortamında gerçekleşen çizimlerde öğrencilerin mümkün olmayan üçgenleri çizdikleri, üçgende açı-kenar ve üç kenar uzunluğu ile ilgili ilişkileri açıklayamadıkları bunların yanı sıra inşa süreçlerinde yaptıkları hataların farkına varamadıkları görülmüştür. GeoGebra ortamında ise öğrencilerin üçgendeki açı, kenar ilişkilerini keşfettikleri ayrıca yazılım tarafından süreçteki matematiğin öğrenciler tarafından farkında olunup olunmadığı belirlenmiş hangilerinin kara kutu hangilerinin beyaz kutu olduğu açıklamıştır.

Erdener ve Gür (2019) yaptıkları çalışmada, Geometer's Sketchpad yazılımı kullanımının ortaokul öğrencilerinde oluşturduğu etkiyi araştırmıştır. 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen uygulama, yazılımda tasarlanan etkinlikler ve açık uçlu soruların da yer aldığı çalışma yaprakları ile öğrencilere uygulanmıştır. Uygulama sonrası 8 öğrenciye açık uçlu sorulardan oluşan görüşme formu uygulanmış ve öğrencilere yazılımın kullanımı hakkındaki görüşleri sorulmuştur. Görüşme formu verileri içerik analizi ile incelenmiş, bulgular ile Geometer's Sketchpad yazılımı kullanımının öğrencilerin matematik dersine olan görüşlerini

olumlu yönde değiştirdiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca yazılımın, öğrencilerin geometrik kavramları öğrenmesini kolaylaştırdığı ve kalıcılığı arttırdığı tespit edilmiştir.

2.3. Cabri ile İlgili Çalışmalar

İlgili literatür taraması yapılığında Cabri Geometri yazılımının kullanıldığı bir çok çalışmaya rastlanılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda sunulmuştur.

Güven (2002)'in yürüttüğü "Dinamik Geometri Yazılımı Cabri ile Keşfederek Öğrenme" adlı tez çalışmasında Cabri Geometri yazılımı ile öğrencilerin keşfederek geometri öğrenmelerine yardım edecek bilgisayar destekli ortam materyallerinin geliştirilmesi ve bu materyallerin gerçek sınıf ortamında uygulanması ile üretilen ürünlerin ve öğrenci algılarının incelenip değerlendirilmesini amaçlamıştır. Tasarım, geliştirme, uygulama, değerlendirme aşamalarından oluşan çalışmada 6 matematik öğretmenine hazırlanan etkinlikler 6 haftalık bir kursla tanıtılmış, 7. ve 8. sınıf 40 öğrenciye 7 hafta süre ile uygulanmıştır. Ayrıca haftada bir 10 öğrenci ile mülakat yapılmıştır. Öğretmen ve öğrencilerle yapılan mülakatlar, çalışma kâğıtları ve elde edilen gözlem sonuçları araştırmanın verileri olmuş ve nitel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda Cabri etkinlikleri ile öğrencilerin özgüveninin arttığı ve geometriye karşı ezberci öğrenmeden ziyade keşfedici, araştırıcı şekilde öğrenmeye çalıştıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin etkinlikler ile matematiksel ilişkileri de keşfettikleri araştırma sonuçlarında görülmüştür. Ancak çalışmalar sırasında öğrencilerin bilgilerini yapılandırma sürecinde matematik dilini kullanma ve ön bilgilerinden kaynaklı sıkıntı yaşadıkları çalışma sonuçlarında ortaya koyulurken araştırmaya dâhil olan öğretmenlerin Cabri yazılımıyla ilgili olumlu görüşler sundukları da çalışmanın sonuçları arasındadır.

Güven ve Karataş (2003) yaptıkları çalışmada dinamik geometri yazılımı olan Cabri ile düzenlenen bilgisayar destekli öğrenme ortamına ait öğrenci görüşlerinin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Bu amaçla 2 farklı okulda 8. sınıf toplam 40 öğrenciye, 7 haftalık bir sürede

Cabri ile hazırlanmış bilgisayar destekli materyaller uygulanmıştır. Uygulamadan sonra 20 öğrenci ile yapılandırılmamış mülakatlar gerçekleştirilmiştir ve mülakatlar sonucunda öğrencilerin yapılan öğretimle ilgili fikirleri alınmıştır. Çalışmanın sonunda ise öğrencilerin geometriye yönelik görüşlerinin olumlu yönde değiştiği ve dinamik geometri ile öğretim ortamlarını çok faydalı buldukları, bunlarla birlikte çalışmada kullanılan keşfetme uygulamalarının öğrencilerde matematiksel güveni kazandırdığı tespit edilmiştir.

Köse ve Özdaş (2009)'ın "İlköğretim 5. Sınıf Öğrencileri Geometrik Şekillerdeki Simetri Doğrularını Cabri Geometri Yazılımı Yardımıyla Nasıl Belirliyorlar?" adlı çalışmada 5.sınıf öğrencilerinin Cabri Geometri yardımıyla farklı birçok geometrik şekillerdeki simetri doğrularını nasıl belirlediklerini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma 5. Sınıf 6 öğrenci ile gerçekleştirilmiş ve eylem araştırması deseni kullanılmıştır. Çalışma yaprakları, klinik görüşmeler, günlükler ve video kayıtları araştırmanın veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin düzlemsel şekillerdeki simetri doğrularını Cabri Geometri yardımıyla belirlerken, simetri doğrusunun şekilde oluşturduğu parçaların eşliğine, yansımasına, görsel olarak doğru boyunca katlandığında parçaların çakışmasına ve verilen şekillerin kenar uzunluklarının/açı ölçümlerinin eşit olmasına odaklandıkları görülmüştür.

Can (2010)'un "Cabri Geometri ile Hazırlanan Bir Ders Tasarımının Öğretmen Adaylarını Gelişmelerine Etkisinin İncelenmesi" adlı çalışmasında, öğretmen adaylarının teknoloji destekli eğitime bakış açılarını incelemek ve uygun etkinlikler yardımıyla Cabri II Plus programının kullanımını öğretmen adaylarına bir program içerisinde göstermek amaçlanmıştır. Çalışma "Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği" okuyan son sınıf 30 öğrenci ile yapılmıştır. Bu öğrencilerin teknoloji destekli eğitim düzeylerinin düşük olduğu görülmüştür. Cabri ile hazırlanmış ders tasarımının uygulanmasından sonra öğretmen adayları, Cabri yazılımının öğrenciler için önemli olduğunu gözlemledikleri ortaya çıkmış ve öğretmen adaylarının tutumlarının da bunu

destekler nitelikte olduğu araştırmacı tarafından gözlemlenmiştir. Çalışmanın bir diğer sonucu olarak da öğretmen adaylarının aldıkları bu yazılım eğitimi ile anlama-anlamlandırma güçlerinin farkına vardıkları ayrıca yazılım ile öğrencilerin genellemeler yapmasının daha kolay olacağını düşündükleri görülmüştür.

Yazlık (2011)'ın "İlköğretim 7. Sınıflarda Cabri Geometri Plus II İle Dönüşüm Geometrisi Öğretimi" adlı çalışmasında, 7. sınıflara dönüşüm geometrisi konusunun Cabri Geometri Plus II yazılımı ile anlatılmasının öğrencilerin öğrenmelerine etkisi olup olmadığını ve bu yazılıma yönelik tutumlarını incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda kontrol gruplu ön test ve son test araştırma deseni seçilmiş, iki farklı okuldan toplam 135 öğrenci ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Matematik Başarı testi ve Cabri Geometri Plus II Programı Tutum Ölçeği ile toplanan veriler sonrasında; deney ve kontrol gruplarının akademik başarılarında artış gözlendiği ve deney grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark gözlendiği sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte deney grubu öğrencilerinin Cabri programıyla ilgili tutumlarına ait anket sonuçlarına göre Cabri programı ile anlatımın deney grubu öğrencilerinin dönüşüm geometrisi konusundaki kavramları daha iyi anlamalarını sağladığı görülmüş buna binaen kalıcı öğrenmeler gerçekleştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Açıkgül (2012)'ün yaptığı "Öğretmen Adaylarının Dinamik Geometri Yazılımı Kullanarak Geometrik Yer Problemlerini Çözüm Süreçlerinin ve Bu Süreçlere İlişkin Görüşlerinin İncelenmesi" adlı çalışmada dinamik bir geometri yazılımı kullanılarak geometrik yer problemleri çözme süreçleri incelenmiştir. Çalışma grubu olarak Türkiye'de orta büyüklükte olan bir Üniversite'nin, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı'nda "Alan Seçmeli (AS)-Geometri Öğretimi" dersini alan, 36 son sınıf öğretmen adayı seçilmiştir. Yapılan bu çalışmada öğretmen adaylarına Cabri yazılımı tanıtılmış ve yazılımla ilgili etkinlikleri yaptırılmıştır. Daha sonra kalem-kâğıt ortamı ve yazılım kullanılarak 6 geometrik yer problemi çözdürülmüştür. Çalışma sonuçlarında ise öğrencilerin kalem kâğıt ortamında ve

yazılım ile problemleri çözerken hatalar yaptığı ancak yazılım ile yapılan çalışmanın sonlarına doğru bu hataları aşmaya başladıkları görülmüştür. Yazılım ile yapılan çözümlerde öğrencilerin kâğıt- kalem ortamından farklı olarak hipotez kurma, bu hipotezleri test etme, genelleme yapma fırsatı bulmuştur. Ayrıca yapılan uygulamayla öğretmen adaylarının bu tür problemleri kâğıt- kalem kullanarak yapılan çözümlerinde, bağımlı-bağımsız noktayı belirleme, zihinde canlandırma, doğru tahminler yapma ve bunlarla birlikte matematiksel bilgiyi kullanma aşamalarında fayda sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının Dinamik geometri yazılımlarını ilköğretim sınıflarında kullanılması yönündeki olumlu görüşleri de çalışmanın sonuçları arasındadır.

Tapan-Broutin (2014), sınıf öğretmeni adayları ile Cabri geometri yazılımı ile çalışmış, çizimler ve matematiksel ilişkiyi incelemeyi sağlayan klasik semiyotik üçgenini temel alan kuramsal çerçeveyi tanıtmayı amaçlamıştır. Çalışma iki aşamalı olan nitel bir çalışmadır. İlk aşamada çembere dışındaki bir noktadan teğet çizme çalışması, 78 öğretmen adayına kâğıt- kalem ortamında gerçekleştirilmiştir. Bir ay sonra yapılan ikinci aşamada ise aynı etkinlik dinamik geometri ortamında 6 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin kâğıt-kalem ortamında gerçekleştirdikleri çizimlerde görsel eleman kullanarak çizim yaptıkları görülmekle birlikte dinamik geometri ortamında yapılan çizimlerde geometrik özellik arayışına girdikleri saptanmıştır. Çalışma sonucunda ise bir gösteren olan kâğıt-kalem ortamındaki çizimlerin yetersiz kaldığı bulunurken dinamik geometri ortamının, çizim problemlerinde görsel elemanların kullanımından geometrik özellikleri kullanmaya geçişi sağlayarak nesne ile gösterileni yakınlaştırdığı sonucu elde edilmiştir.

Güven ve Karataş (2015) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin öğrenmelerine katkı sağlayacak, öğretmenlerin ise sınıf ortamında uygulayabilecekleri iki etkinlik örneği verilmiş; teknoloji ile matematik öğretmenlerine sunulan imkânlar ve bu ortamların öğrencilerin matematiksel deneyimlerini nasıl zenginleştirdiği vurgulamayı amaçlamışlardır.

Ayrıca DGY ile öğrencilerin matematiksel ilişkileri keşfetme ve araştırma süreçlerini betimlenmesi de amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda Cabri 2D yazılımında gerçekleştirilecek 8. sınıflara yönelik Pisagor bağıntısı ve çokgenlerin dış açıları ile ilgili iki etkinlik örneği süreçleri ayrıntılı olarak sunulmuştur. Çalışma sonunda bilgisayar destekli etkinliklerin matematiksel ilişkileri somutlaştırmada katkı sağlayabileceği, yeni matematiksel ilişkilerin bulunmasını sağlayabileceği görüşü bildirilirken, etkinliklerin çalışma kâğıtlarıyla desteklenmesi, öğrencilerin elde ettiklerini not etmeleri ve sınıf ortamında tartışılmasına imkân verilmesi önerilmektedir. Ayrıca bu etkinliklerin sınıf ortamına girmesini kolaylaştırmak için öğretmen ve öğretmen adaylarına teknolojinin derslerde nasıl kullanacağı konusunda eğitim verilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Bayraktar, T. Broutin ve Güneş (2018)'in yaptıkları "Cabri 3D Kullanımının Öğretmen Adaylarının Analitik Geometri Başarılarına Etkisinin İncelenmesi" adlı çalışmada ilköğretim matematik öğretmenliğinde okuyan 3. Sınıf öğretmen adayları ile çalışılmış, Cabri 3D yazılımı kullanımının geometri başarılarına ve adayların eğitimde teknolojinin kullanılmasına ait düşüncelerine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Marmara Üniversitesi ilköğretim matematik öğretmenliği 3. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen bu çalışmada karma desen kullanılmıştır. Çalışmanın nicel boyutu deney ve kontrol grubu olmak üzere 30'ar öğrenciden oluşan gruplar ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın diğer bir amacı olan, çalışmadan 2 yıl sonra deney grubundaki öğretmen adaylarına verilen eğitimin öğretmenler üzerindeki etkisini incelemek için araştırmanın nitel boyutu 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada deney grubu ile yapılırken ikinci aşamada deney grubundan gönüllü 10 öğretmen ile yapılmıştır. Araştırma sonucunda gruplar arasındaki analitik geometri başarı düzeyindeki denkliğin uygulama sonrasında bozulduğu ve her iki grupta başarıda artış gözlenmiş olsa da deney grubundaki başarı artışının daha yüksek olduğu görülmüştür. Uygulama sonrasında öğretmen adaylarına uygulanan açık uçlu anket analizinde ise

adaylardan 2'si hariç diğerlerinin dinamik geometri yazılımını kendi derslerinde kullanmayı düşündükleri görülmüştür. Ayrıca 2 yıl sonra deney grubundan gönüllü 10 öğretmen ile yapılan görüşmelerde ise dinamik geometri yazılımı kullanımının geometri derslerinde faydalı buldukları sonucu elde edilmiştir.

2.4. Temel Geometrik Kavramlar ve Şekiller ile Simetri Konularında Yapılan Çalışmalar

Literatür taraması sonucunda temel geometrik kavramlar, şekiller ve dönüşümler ile ilgili birçok çalışmaya rastlanılmıştır. Bu araştırmalardan çalışma için önemli ve dinamik geometri yazılımının da kullanıldığı bazı araştırmalar aşağıda sunulmuştur.

Kiriş (2008) yaptığı tez çalışmasında, 6. sınıf öğrencilerinin "Nokta, doğru, doğru parçası, ışın ve düzlem" konularındaki kavram yanılgılarını ve bu kavram yanılgılarına neden olan düşünce biçimlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada evren Aydın ilindeki 6. sınıf öğrencileri kabul edilirken örneklem olarak merkezde 5 okul, İncirliova ilçesinden ise 3 okulun 6. sınıf öğrencileri kabul edilmiştir. Düşünme biçimleri PİSA 2003 ve TİMSS 1999 raporlarının geometri alt boyutları ile karşılaştırılmış ve kavram yanılgıları çeşitli değişkenler açısından incelenmiştir. Araştırmanın veri kaynağını kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak için hazırlanan teşhis testi ve düşünme biçimlerini belirlemek için de bu testteki soruların altlarındaki yorum kısımları oluşturmuştur. Yorum kısmındaki öğrenci yanıtları yeterli değil ise öğrencilerle görüşme yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin bu konulardaki kavram yanılgılarının oldukça fazla olduğu ve en önemlilerinin de; geometrik kavramların günlük hayata aktarmaya yönelik kavram yanılgıları, geometrik kavramlar arasında ilişki kurmaya yönelik kavram yanılgıları ve bilinen geometrik kavramların işlemsel sorularda kullanmaya yönelik kavram yanılgıları olduğu tespit edilmiştir.

Öksüz (2010)'ün "İlköğretim Yedinci Sınıf Üstün Yetenekli Öğrencilerin "Nokta, Doğru ve Düzlem" Konularındaki Kavram Yanılgıları ''adlı çalışmasında üstün yetenekli 7.

sınıf düzeyinde öğrencilerdeki “nokta, doğru, doğru parçası, düzlem ve ışın” gibi geometrinin temel kavramlarındaki karşılaştıkları zorluklar ve kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. İki aşamalı teşhis testi veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda ise öğrencilerin bu konularda birçok zorlukla karşılaştığı ve bununla birlikte öğrencilerde çeşitli kavram yanılgıları olduğu görülmüştür. Kavram yanılgıları; “Geometrik kavramların günlük yaşamdaki durumlarını anlama ve ilişki kurma sürecindeki kavram yanılgıları, bilinen temel geometrik kavramların özelliklerini karmaşık problemlerin çözümünde kullanmaya yönelik kavram yanılgıları, aynı geometrik kavramların farklı formlarını (görsel, sembolik vs.) anlamadaki kavram yanılgıları, tanımlanamayan geometrik kavramları zihindeki modelleri altında somutlaştırmaya yönelik kavram yanılgıları, farklı geometrik kavramların içi içe kullanıldığı durumlarda kavramların esaslarını unutmaya yönelik kavram yanılgıları” olmak üzere 5 başlık altında incelenmiştir.

Budak (2010) yaptığı tez çalışmasında, 6. sınıf düzeyinde Çokgenler konusuyla ilgili Geometer’s Sketchpad ile hazırlanan etkinliklerin akademik başarıya ve öğrenmede bilgisayar kullanımına yönelik etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma deneysel bir çalışma olup 30’u deney, 30’u kontrol grubu olmak üzere 60 öğrenci ile yürütülmüştür. 2 hafta süren uygulamada deney grubuna çokgenler konusu bilgisayar destekli ortamda işlenmiş, kontrol grubuna ise geleneksel ortamda işlenmiştir. Çalışmanın verilerini bilgisayar destekli öğretime yönelik tutum ölçeği, başarı ön ve son testleri ile çalışma kâğıtları oluşturmuştur. Analiz istatistik testlerle yapılmış ve sonuç olarak deney ve kontrol grubunun bilgisayar destekli öğretime yönelik tutumlarında anlamlı bir fark görülmezken akademik başarı açısından deney grubunun lehine anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Çokgenler konusunun bilgisayar destekli öğrenme ortamı ile işlenmesinin öğrencilerin akademik başarılarında etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Köse (2012), ilköğretim 8. sınıf öğrencileri ile doğruya göre simetri konusunda çalışma yapmış ve bu çalışmada öğrencilerin bu konuya ait bilgilerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Eskişehir'de dört farklı okuldan toplam 147 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada öğrencilere 11 açık uçlu sorudan oluşan test uygulanmıştır. Nitel araştırmanın verileri bu test ile elde edilmiş ve betimsel analiz ile incelenmiştir. Analiz sonucunda ise öğrencilerin çoğunun şekil ile simetri ekseninin kesişmediği durumlarda şeklin yatay veya dikey simetri doğrusuna göre simetriğini alabildikleri ancak diğer durumlarda kavramsal hatalar yaptığı sonucuna ulaşmıştır. Öğrencilerin doğruya göre simetriğini almak yerine noktaya göre simetri almaları, simetriğini alırken şeklin birimlerine ya da simetri eksenine dikkat etmemeleri ve şekli ötelemeleri gibi hataları da çalışmanın önemli sonuçlarındandır. Ayrıca bu hataların çözülebilmesi için öğretmenlere doğruya göre simetrinin temel özelliklerini keşfettirici etkinliklere yer vermeleri önerilirken simetri kavramının tanımlanmasıyla ilgili nitel çalışmaların yapılması da önerilmiştir.

Yanık (2013)'ın, "Cabri Yazılımı İle 7. Sınıf Öğrencilerinin Çokgenleri Tanımlama, Oluşturma Ve Sınıflama Becerilerinin Gelişiminin İncelenmesi" adlı tez çalışmasında öğrencilerinin çokgenleri oluşturma, tanımlama ve sınıflama becerilerinin gelişimini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma 7. Sınıf 21 öğrenci ile gerçekleştirilmiş ve karma yöntem kullanılmıştır. Nitel veriler için 4 öğrenci ile görüşme yapılmıştır. Çalışmanın verileri "Çokgen Algılama ve Sınıflama Ölçeği" ve Yanık'ın oluşturduğu Cabri Geometri çalışma kâğıtları ile elde edilmiştir. Nicel veriler SPSS ile testlerle analiz edilmiştir. Betimsel analiz ise nitel verilerin analizinde kullanılmıştır. Nicel verilerin analizine göre Cabri Geometri uygulamaları anlamlı bir gelişmeyi sağlamıştır. Yanlış oluşumların şekiller ile ilgili yanlış genellemelere neden olduğunu sonuçları arasında gösteren Yanık, uygulamalardan sonra çokgenler arasındaki hiyerarşik ilişkilerin katılımcılar tarafından doğru olarak ifade edildiğini, katılımcıların çokgenleri kendi cümleleriyle ifade etmede başarılı olduğunu da belirtmiştir.

Bunlarla birlikte hem yazılım hem de geometri dersi hakkında önbilgileri olan öğrencilerin diğerlerine göre daha başarılı olduğu sonucuna da varmıştır.

Genç ve Öksüz (2016), "Dinamik Matematik Yazılımı ile 5. Sınıf Çokgenler ve Dörtgenler Konularının Öğretilmesi" adlı çalışmalarında dinamik yazılımlar ile öğretimin öğrenmedeki kalıcılığa ve başarıya etkisini incelemiştir. Yarı deneysel bir çalışma yapan araştırmacılar deney grubunda Çokgen ve Dörtgen konularının öğretiminde dinamik geometri yazılımını olan GeoGebra'yı kullanırken kontrol grubunda ise mevcut öğretim programına devam etmiştir. Araştırmacı tarafından oluşturulmuş olan başarı testi çalışmaya başlamadan 1 hafta önce gruplara ön test olarak uygulanmış, uygulama sonunda son test ve 8 hafta sonra ise öğrencilere kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. Elde edilen nicel veriler ilişkili t testi ve ilişkisiz t testi hesaplanarak analiz edilmiş, "Çokgenler ve Dörtgenler" konusunda yapılan öğretimde deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin son testleri arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca 8 hafta sonra uygulanan konuya ait kalıcılık test sonuçlarında da öğrenilen bilgileri deney grubu öğrencilerinin daha uzun süre zihinlerinde muhafaza ettikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan literatür taraması sonucunda, öğretimde teknolojik yansımalardan olan dinamik geometri yazılımlarının öğrenciler için birçok fayda sağladığı görülmüştür. Ancak yapılan araştırmaların daha çok yazılımların etkilerini karşılaştırmak amacıyla nicel yöntemlerle yapıldığı, derinlemesine inceleme fırsatı sunan nitel çalışmaların az olduğu fark edilmiştir. Bu alanda daha fazla nitel çalışmaların yapılaması yazılım, öğrenci ve öğretmen arasındaki ilişkiyi daha ayrıntılı olarak tanımlayacağı ve öğretimde daha verimli dinamik geometri ortamlarının oluşmasına katkı saylayacağı düşünülmektedir. Ayrıca geometri yazılımlarının kullanıldığı çalışmaların genelinde bir konunun öğretimi öğretmen tarafından yazılımlar yardımı ile yapılmış olduğu görülürken, öğrencilerin kendi kendilerine yazılımda bir konu üzerinde çalıştırıldığı çalışmaların az olduğu ve bu çalışmalarında genel olarak

öğretmen adayları ile gerçekleştirildiği dikkat çekmiştir. Bu nedenle yapılan çalışmanın bu boşluğu doldurarak literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3.Bölüm

Yöntem

3.1. Araştırmanın Modeli

Dinamik geometri yazılımı olan Cabri Geometri yazılımının, 7. Sınıf geometri öğretiminde etkinliğini ve yerini; öğretim sürecinin detayları ile öğrenci görüşlerini inceleyerek ortaya koymayı amaçlayan nitel bir çalışmadır. Nitel araştırma; olayların ve algıların doğal ortamda bütüncül ve gerçekçi bir şekilde ortaya çıkartılmasına yönelik, nitel bir süreç ile yürütülen, nitel veri toplama yöntemlerinin (gözlem, görüşme, mülakat vb.) kullanıldığı araştırmalardır (Yıldırım & Şimşek, 2006). Denzin ve Lincoln (1998) nitel araştırmaları; "Araştırmacıların araştırılacak konu ya da konuları doğal ortamda incelemeleri, bununla birlikte incelenen katılımcıların konulara getirdikleri anlamlar açısından olguyu yorumlama ve anlamlandırma çabası içerisinde olmalarıdır" şeklinde tanımlamıştır (Denzin ve Lincoln, 1998; Akt: Ekiz, 2004). Ayrıca nitel araştırmaların temel özellikleri farklı başlıklar altında birçok araştırmacı tarafından ele alınmış ve genel olarak aşağıdaki altı özellik ile ifade etmiştir (Bogdan & Bigden, 2003; Ekiz, 2004; İbrahimoğlu, 2011; Yıldırım & Şimşek, 2006);

Doğallık: Nitel araştırma, incelenecek olan durumları kendi doğal ortamlarında gözlemlemeyi öngörmektedir. Çünkü bu araştırmalar süreçlerin anlamlı bir şekilde incelenebilmesi için kendi doğal ortamlarında sürecin gerçekleştiği anı incelemeyi görüş edinmiştir.

Betimleyici veri: Nitel araştırmada, araştırılacak durumu sayısal veriler kullanarak açıklamak yerine durumu derinlemesine anlamayı sağlayacak doküman analizi, görüşme ve gözlem gibi betimsel veriler elde edilebilecek veri toplama yöntemleri kullanılmaktadır.

Araştırılan kişilerin bakış açısını keşfetme ve yansıtma: Nitel araştırmalar, araştırmanın uygulandığı örneklemin problem durumuna ait algı ve düşüncelerini ortaya koymayı hedeflemiştir.

Araştırmacının katılımı: Nitel araştırmada araştırmacı, araştırmanın tüm süreçlerinde doğrudan çalışma ile etkileşim halindedir. Araştırılan konu ile yakından ilgili olan araştırmacı katılımcılarla karşılıklı görüşmeler yapabilir ve bu görüşmelerden elde ettiği bakış açısını çalışma verilerinin analizinde kullanır.

Esnek araştırma deseni: Nitel araştırmalar araştırmacıya esnek bir çalışma süreci sunmaktadır. Bu süreç kesin olarak çizilmiş hatlara sahip olmadığı için araştırmacıya durumlara ait gerçek bilgi ve algıları elde etmek için derinlemesine inceleme yapma imkânı sunar. Araştırmacı, süreç içerisinde gereken bir durum olduğunda çalışmadaki katılımcı sayısını arttırabilir veya yöntemle ilgili değişiklikler yapabilir (Yıldırım & Şimşek, 2008).

Tümevarım: Nitel araştırmalarda araştırmacının, herhangi bir hipotezi savunup yaptığı araştırma ile bu hipotezi kanıtlama gibi bir görevi yoktur. Bu çalışmalarda elde edilen veriler ile incelenen konuya ait açıklamalarda bulunulabilecek kuram üretmek amaçlanmaktadır (İbrahimoğlu, 2011).

Tanımlar ve özellikler bir arada düşünüldüğünde nitel araştırmaların, araştırılan durum ve olaylara ait sayısal veriler çerçevesinde incelemek yerine durum ve olayları ayrıntılarıyla kendi ortamında betimleyici özelliklerini katılımcı ve araştırmacı etkileşimi ile parçalardan bütüne doğru giderek ortaya çıkarmayı amaçladığı söylenebilir.

Tüm bu bilgiler ışığında, “Dinamik geometri ile inşa çalışmalarında 7. Sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinin incelenmesi” adlı tez çalışması; öğrencilerin doğal ortamlarında teknoloji ile iç içe olacak şekilde geometriye karşı oluşturdukları algılarını ve yazılım ile görsel modelleme süreçlerini, onların bakış açısı ile ayrıntılı olarak inceleme fırsatı sunan nitel araştırma ile yapılmıştır.

Çalışmada, okul veya eğitimsel uygulamaları sistemli bir çalışma ile geliştirmeyi hedefleyen ve genellikle öğretmenler ile gerçekleştirilen nitel araştırma yöntemlerinden eylem araştırması deseni kullanılmıştır. Bu desende öğretmenin uyguladığı öğretim yöntemleri ve öğrencinin nasıl daha iyi öğrenebileceği ile ilgili bilgi toplanabilir (Demirel, 2005).

Eylem araştırması Kurt Lewin tarafından 1946 yılında yapılan çalışma ile ilk kez kavramsallaştırılmış ve eğitim alanında uygulamalarda kullanılmıştır (Köklü, 2001; Aksoy, 2003). Bu araştırmalar, öğretmenin araştırmacı rolüne cesaret veren ve sınıfta doğrudan ortaya çıkan problemleri çözmeye, derinlemesine kritik yapılarak sorulara cevap vermeye ve araştırmalar ile eylemlere rehber olacak teoriler geliştirmeyi amaçlayan pratik tecrübelere dayanır (Reason, 2001; McKay, 1992; Twine ve Martiner,1992; Akt. Köklü, 2001). Bu araştırmalar öğretmenlerin çalışmalarında daha titiz ve eleştirel bir şekilde çalışmalarını sağlarken, öğretmenlerin kendi alanlarında bilgi sahibi ve yetkinlik kazanmalarını sağlamaktadır (Köklü, 2001)

Eylem araştırmasını eğitim ortamında öğretmen, okul yöneticileri, okul danışmanlar ve diğer ilgili kişilerin araştırmacı olarak öğrencilerin daha iyi nasıl öğrenebilecekleri ve öğrenme ortamlarının nasıl iyileştirilebileceği hakkında bilgi toplamayı amaç edinen sistematik bir araştırma süreci olarak tanımlayan Mills (2003) eylem araştırmasının özelliklerini aşağıdaki şekilde açıklamıştır;

> “Eylem aratırması, öğretmenler ve yöneticiler tarafından kendi gözetimindeki öğrenciler üzerinde (Kim?), okullarda ve sınıflarda (Nerede?), “Ne olduğunu” tanımlamak ve yapılan eğitsel girişimlerin (uygulamaların) etkilerini anlamak için nitel yöntemlerin kullandığı (Nasıl?), araştırma yapılan okul ortamında pozitif eğitsel değişimi etkilemek amacıyla gerçekleştirilen bir süreçtir (Niçin?)” (Akt: Kuzu, 2009, s:426)

Bu özellikler doğrultusunda eğitim-öğretim için belirlenen kuramların doğrudan bu ortamların içinde bulunan uygulayıcılarla uygulanmasına olanak veren eylem araştırmalarının kuram ile uygulama arasındaki boşluğu dolduran bir araç olarak görüldüğü söylenebilir (Johnson, 2002; Akt: Kuzu, 2009). Bu nedenle Dinamik Geometri ile İnşa Çalışmalarında 7. Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlama Düzeylerinin İncelenmesi adlı bu tez çalışmasında araştırma deseninin eylem araştırması olmasına karar verilmiştir.

3.2. Katılımcılar

Çalışma grubunun belirlenmesinde araştırmalara hız ve pratiklik kazandırma özellikleri ile ekonomik olan ve araştırmacının yakın çevresindeki katılımcılarla çalışmasına fırsat veren kolay ulaşılabilir örnekleme kullanılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2006). Araştırmanın çalışma grubu 2018- 2019 eğitim öğretim yılında Kocaeli ilinin Çayırova ilçesindeki bir devlet okulunun 7. sınıf 12 öğrenci ile oluşturulmuştur. Çalışmaya katılımda gönüllülük esas alınmış, öğrenci ile velilerine bilgilendirme ve izin formu imzalatılmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin gerçek isimleri çalışmada kullanılmamış; A1, A2 gibi takma isimler ile yansıtılmıştır. Öğrenciler bir bilgisayar ile 2 kişi olarak çalışmıştır. Bu nedenle öğrenciler isimlendirilirken A grubundaki 1. öğrenciyi temsil etmek için A1 ismi ile kullanılmıştır. Bu gruplandırmalarda da öğrencilerin ders notları kullanılmamış ve öğrencilerin daha samimi bir ortamda kendilerini ifade edebilmeleri ve çalışabilmeleri için arkadaşlıklarına göre grupları kendilerinin oluşturulması istenmiştir. Burada dersleri iyi olan veya olmayan öğrencilerin yanındaki arkadaşına göre daha geri planda kalmasını veya daha öne çıkmasını en aza indirgemek amaçlanmıştır. En azından bu şekilde öğrenciler her durumda kendilerini ifade edecek bunun yanı sıra akran çalışması gerçekleşeceği için mutlaka yapılan etkinliklerden bir şeyler öğrenecektir. Öğrencilerin akademik özellikleri ise Kocaeli ili genelinde yapılan 1. Dönem 1. Ortak yazılı sınavı sonuçları ve dönem sonu yazılı ortalamalarından yararlanılarak oluşturulan aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 1

Katılımcıların Cinsiyet ve Akademik Özelliklere Göre Dağılımı

	AKADEMİK BAŞARI	DÜŞÜK (50 ve 50 puan altı)	ORTA (50- 70 puan)	İYİ (70- 85 puan)	ÇOK İYİ (85- 100 puan)
ÖĞRENCİLER	KIZ	A1, A2, C1,	C2, D1	B2	B1, D2
	ERKEK	E1, E2, F2			F1

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada, Cabri yazılımının tanıtımı ve uygulama süreçlerini incelemek için Tapan-Broutin (2010)'in kitabındaki yazılım etkinlikleri ile hazırlanmış çalışma kâğıtları kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin Cabri yazılımda görsel modelleme süreçlerini görmek amacıyla araştırmacı tarafından simetrik hareket özelliğine sahip geometrik nesnelerle oluşturulmuş olan insan yüzü modeli kullanılmış olup öğrencilerin incelemeleri ve modellemeleri etkinlik kâğıtları ile yazılı, ekran ve video kayıtları ile görsel olarak toplanmıştır. Son olarak da uygulama sonrası öğrencilerin görüşlerini ortaya koymak amacıyla öğrencilere yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır.

Cabri Geometri yazılımının, 7. sınıf geometri öğretiminde etkinliğini ve yerini; öğretim sürecinin detayları ile öğrenci görüşlerini inceleyerek ortaya koymayı amaçlayan çalışmada veriler; araştırmacı günlüğü notları ve video kayıtları, çalışma kâğıtları, gözlem, yarı yapılandırılmış görüşmeler, ekran kaydı için Camtasia Studio Programı ile Bandicam programı kullanılarak elde edilmiştir.

3.3.1. Araştırmacı günlüğü notları ve video kayıtları. Araştırmacı tarafından öğretim etkinlikleri sırasında notlar alınmış ve sınıf ortamı ile ilgili etkinlikler sırasında ortaya çıkan verileri kaçırmamak amacıyla öğrencilerin yüzleri belli olmayacak şekilde sınıfın arka

kısmına yerleştirilen bir kamera ile kayıt yapılmıştır. Bu kayıtlar ile öğrenciler ve gruplar arasındaki iletişim incelenmiş ve araştırmacının verdiği ipuçları inceleme süreci için not edilmiştir. Alınan notlarla araştırma sürecinde karşılaşılan boşluklar tamamlanmaya çalışılmış ve sürecin her aşaması çalışmaya yansıtılmıştır. Uygulama sürecinde video kayıtlarının alındığı sınıf ortamından bir görüntü aşağıda verilmiştir (Şekil 4).

Şekil 4

Uygulama Sürecindeki Sınıf Ortamı



3.3.2. Çalışma kâğıtları. Çalışma kâğıtları öğrencilere Cabri Geometri programını tanıtmak amacıyla araştırmacı tarafından, araştırmacının danışmanı olan Doç. Dr. Menekşe Seden Tapan Broutin'in Bilgisayar Etkileşimli Geometri Öğretimi adlı kitabından yararlanarak oluşturulmuş ve gerekli izin kendisinden alınmıştır. Çalışma kâğıtlarında öğrencilere temel geometrik kavramlar ve şekiller, Cabri Geometri ile tanıtmak için uygulamalar yaptırılmış, geometrik farkındalık oluşturacak sorularla çalışma kâğıtları desteklenmiştir. Çalışma kâğıtları ile ilk olarak Cabri geometri program ile ilgili genel kullanım bilgileri öğrencilere sunulmuş ve öğrencilere nokta, doğru, doğru parçası, ışın, üçgen, çokgen, çember, yay ve orta nokta kavramlarının çizimi öğretilmiştir. Daha sonra bu kavramları kullanabilecekleri dik doğru, paralel doğru, dik üçgen, eşkenar üçgen, kare, dikdörtgen, paralelkenar, eşkenar dörtgen, yamuk şekilleri oluşturulmuş ve simetri etkinliği,

iz etkinliği Cabri Geometri ile yaptırılarak uygulama tamamlanmıştır. Çalışma kâğıtlarında kullanılacak olan geometrik bilgiler öğrencilerin seviyesine göre belirlenmiş olup 2018- 2019 yılı 7. sınıf Matematik Öğretim Planına ve öğrencilerin eski yıllardaki öğrenmeleri göz önüne alınarak belirlenmiştir.

3.3.3. Ekran kayıtları. Çalışmada katılımcıların uygulama sırasında çalışmalarını net bir şekilde incelemek amacıyla ekran kayıtları alınmıştır. Bu kayıtlar Camtasia Studio ve Bandicam programları ile elde edilmiştir. Cabri yazılımındaki görsel modelleme uygulamalarının temel verilerini oluşturan ekran kayıtları, çalışma kâğıtlarından elde edilen bulguları, katılımcı görüşlerini ve araştırmacı notlarını desteklemek amacıyla da kullanılmıştır. Ekran görüntüleri, öğrencilerin uygulama sırasındaki geometrik ifadelerini yakalayarak uygulamalardaki geometrik kavramları nasıl algıladıklarını, nasıl uyguladıklarını görmek, görsel modelleme ve inceleme süreçlerinde neler yaşadıklarını ve ifadeleri ile yaptıklarının tutarlılığını belirlemek için kullanılmıştır. Ayrıca sınıfın arka kısmına öğrencilerin yüzleri görünmeyecek şekilde yerleştirilen bir kamera ile görüntü alınmış, bu sayede araştırmacının da sesi kaydedilmiş ve etkinlik sırasında sınıfın genel durumu ile ilgili bilgi sağlanmıştır. Daha sonra elde edilen ekran ve ses kayıtları transkript edilerek değerlendirilmiştir.

3.3.4. Yarı yapılandırılmış görüşme formu. Yarı yapılandırılmış görüşmeler araştırılan konu ile ilgili katılımcılara kendini ifade etme imkânı vererek derinlemesine veri elde edebilmeyi olanak sağlayan görüşme türüdür (Büyüköztürk, K. Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2016). Bu tür görüşmelerde sorular önceden hazırdır ancak görüşme sürecinde gerekirse sorularda esneklik sağlanabilir (Çepni, 2014). Bu nedenle çalışma sonrasında 12 katılımcıya yöneltilmek üzere araştırmacı tarafından 12 sorudan görüşme formu oluşturulmuştur. Oluşturulan görüşme formu geometri alanında uzman bir öğretim üyesi ve araştırmacı tarafından tekrar değerlendirilmiş, birbirini kapsayan sorular birleştirilmiş ve

araştırmaya katkı sağlamayacak sorular çıkartılarak çalışmanın amacına yönelik açık uçlu 6 soru ile son hali oluşturulmuştur. Uygulama sonrasında öğrencilere uygulanan yarı yapılandırılmış görüşme formunda, öğrencilerin Cabri Geometri yazılımı ile ilgili görüşlerini, öğrencilerin uygulama sırasında sevdikleri ve zorlandıkları yerleri, uygulama sonrasında geometrik inşaya yönelik düşüncelerini incelemek amaçlanmıştır. Öğrencilerin cevapları yazılı olarak alınmıştır. Görüşme formu ekler kısmında sunulmuştur (Ek 16).

3.4. Uygulama Süreci

Uygulama süreci ve içeriği aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2

Uygulama Sürecinin Haftalara Bağlı Olarak Dağılımı

Hafta	Süre (Ders saati)	Uygulamanın İçeriği
1. Hafta	2	• Ders İçeriği ve Araştırma Hakkında Bilgi • Yazılım Kurulumu
2.Hafta	4	• Cabri Geometri Tanıtım Etkinliği • Dik Üçgen Etkinliği • Eşkenar Üçgen Etkinliği
3.Hafta	4	• Dörtgenler Etkinliği • Kare etkinliği • Dikdörtgen etkinliği
4. Hafta	4	• Paralelkenar etkinliği • Eşkenar dörtgen etkinliği • Yamuk Etkinliği • İz Etkinliği • Simetri etkinliği
5.Hafta	4	• Huriye Abla etkinliği • Huriye Abla çizimi yapma etkinliği
6.Hafta	3	• Huriye Abla çizimi yapma etkinliği
7.Hafta	2	• Yapılandırılmış Görüşme Formu

Araştırma süreci 23 saatlik bir çalışma ile toplamda 7 haftalık bir sürece yayılmıştır. Çalışmanın 14 saatlik kısmı ders içi zamanlarda geriye kalan 9 saatlik kısmı da okul çıkışlarında ders dışı etkinlikler olarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama hafta hafta incelenerek aşağıda sunulmuştur;

1. Hafta öğrencilere yapılacak olan çalışma ve ders içeriği hakkında bilgi verilmiş; öğrencilerin psikolojik olarak endişeye kapılmaması adına, yapılan bu çalışmanın akademik başarı puanlarına etki etmeyeceği belirtilmiştir. Daha sonra öğrenciler ile birlikte bilgisayarlar ve kullanılacak olan programlar ayarlanmış, her bilgisayar için birkaç deneme yapılarak programların çalışması kontrol edilmiştir.

2. Haftanın ilk 2 saatlik kısmında, öğrencilere Cabri Geometri programı ile ilgili temel kullanım araçlarını tanıtmak amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanan Cabri Geometri tanıtım etkinliği yapılmıştır. Öğrencilerin düzeylerine uygun şekilde kullanabilecekleri Cabri geometri araçları adım adım yönergelerle öğrencilere tanıtılmış ve nokta, doğru, doğru parçası, ışın, çember, dik ve paralel doğru, orta nokta, üçgen gibi geometri kavramları uygulamalı olarak gruplar tarafından oluşturulmuştur. Araştırmacı bu etkinlikler sürecinde öğrencilere anlamadıkları kısımlarda açıklamalarda bulunmuş ve gereken durumlarda müdahalede bulunmuştur. Son 2 saatlik kısmında ise dik üçgen etkinliği ve eşkenar dörtgen etkinliği öğrencilere çok müdahale edilmeden yaptırılmış ancak öğrencilerin çok tıkandığı noktalarda küçük ipuçları verilerek yardımda bulunulmuştur. Bu etkinlikler yapılırken öğrenciler nokta, doğru, doğru parçası, dik doğru, çember, kesişim noktası gibi geometrik kavramlar kullanmıştır.

3. Haftanın ilk 2 saatlik kısmında dörtgenler etkinliği yapılmıştır. Bu etkinlikte öğrenciler adım adım geometrik şekil çizmek yerine ekrandaki dörtgenlerin hangi dörtgene ait olduğunu keşfetmeye çalışmışlardır. Bu nedenle diğer uygulamalı etkinliklere göre daha uzun sürmüştür. Son 2 saatlik çalışmada ise öğrencilere geometrik özellikleri kullanarak adım adım

kare ve dikdörtgen çizdirilmiştir. Bu etkinlikler yapılırken öğrenciler nokta, doğru, doğru parçası, dik doğru, çember, kesişim noktası gibi geometrik kavramlar kullanmıştır.

4. haftanın ilk 2 saatlik kısmında öğrencilere paralelkenar, eşkenar dörtgen ve yamuk etkinlikleri yaptırılmıştır. Öğrenciler bu etkinliklerde doğru parçası, paralel doğru, kesişim noktası, çember, orta nokta, noktaya göre simetri gibi geometrik kavramlar kullanmıştır. Son 2 saatlik çalışmada ise öğrencilere iz ve simetri etkinliği yaptırılmıştır. İz etkinliğinde noktaların hangi geometrik kavram yörüngesinde hareket ettiği keşfedilirken, simetri etkinliğinde ise öğrenciler bir noktanın doğruya göre simetriğini oluşturmuş ve nokta ile görüntüsü arasındaki uzaklık ile ilgili çalışma yaptırılmıştır.

5. haftanın ilk 2 saatlik kısmında öğrencilere, araştırmacının Cabri Geometri yazılımında önceden oluşturmuş olduğu simetri ve birçok geometrik kavramı içeren bir yüz modeli olan Huriye Abla etkinliği üzerine inceleme yapacakları bir çalışma yapılmıştır. Öğrencilerden, yüz üzerindeki noktaları hareket ettirerek bu noktalarla ilgili ve yüz ile ilgili geometrik kavramları keşfedecekleri sorulara cevap vermeleri istenmiştir. Sorular üzerine uzun uzun düşünmeleri için ortam sağlanmış ve ara ara öğrencilerin tıkandığı noktalarda araştırmacı desteği sağlanmıştır. Son 2 saatlik çalışmada ise öğrencilerden Huriye abla modelini kendileri oluşturması istenmiştir. Bu etkinliği yaparken araştırmacının hazırladığı huriye abla etkinliğinin olduğu sayfa kullanılmış ve öğrencilerin modeli daha da yakından incelemelerine fırsat verilmiştir. Belirli bir süre sonra öğrencilere ipucu olarak gizle- göster aracının kullanım izni de verilmiştir.

6. hafta Huriye abla yapma etkinliğine devam edilmiştir. Etkinlik sonrasında öğrencilerin oluşturduğu modeller ve tüm etkinliklerin ekran kayıtları kaydedilmiştir.

7. hafta da ise öğrencilere yarı yapılandırılmış görüşme formu doldurulmuştur. Sonrasında ise öğrenci bilgisayarlarındaki tüm kayıtların alınıp alınmadığı kontrol edilmiş, öğrencilere teşekkür edilerek uygulama bitirilmiştir.

3.5. Veri Analizi

Çalışmanın analizinde yarı yapılandırılmış görüşme formu, çalışma kâğıtları, ekran kayıtları ve videolardan elde edilen veriler tümevarımcı bir yaklaşıma sahip olan, verilerin derinlemesine incelenip birbirine benzeyen kavramların araştırmacı tarafından oluşturulan belirli kod, kategori ve temalarla okuyucunun anlayacağı şekilde organize edildiği ve yorumlandığı içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir (Çepni, 2014; Yıldırım & Şimşek, 2006).

İçerik analizi Cohen, Manion ve Morrison (2007) tarafından, çalışmadan elde edilen yazılı verilerin temel içeriklerinin ve içerdikleri mesajların özetlenip belirtilmesi olarak da tanımlanmıştır. Bu analiz yönteminde nitel araştırmadan elde edilen veriler aşağıda verilen dört aşamada incelenmektedir ve bu aşamalar;

"Verilerin kodlanması,

Temaların bulunması,

Kodların ve temaların düzenlenmesi,

Bulguların tanımlanması ve yorumlanması" dır. (Yıldırım & Şimşek, 2006; Çepni, 2014, s.186).

Araştırmacı verilerin kodlanması sürecinde veri setini defalarca okuyarak ortaya çıkan kodlar üzerinde çalışması gerekir. Verilerin kapsamına ve derinliğine göre çalışmalardaki kod sayıları değişebilir (Çepni, 2014).

Yapılan bu çalışmada alt problemler doğrultusunda birinci alt problemlere ait olan Cabri uygulamaları ve model inceleme etkinliklerine ait çalışma kâğıtları, ekran ve video kayıtları ile etkinlikler teker teker incelenmiş ve tüm veriler yazılı olarak transkript edilmiştir. Bu verilerden anlamlı kategori ve kodlar ile uygulamanın öğrencilere sağladığı fırsat ve güçlüklerini ortaya koyan 2 tablo oluşturulmuş ve yorumlanmıştır. Çalışmanın ikinci alt problemini için görsel modelleme uygulamalarına ait ekran kayıtları ve videolardan elde

edilen veriler de yazılı olarak transkript edildikten sonra bir önceki alt problemde olduğu gibi görsel modelleme sürecinde karşılaşılan fırsat ve güçlüklere ait kategori ve kodlar ortaya çıkarılarak tablolaştırılmıştır. Ayrıca öğrencilerin görsel modelleme çalışmasında kat ettikleri ilerleme de modelin önemli bölümleri dikkate alınarak tablo halinde sunulmuştur. Üçüncü alt problem için öğrenci görüşleri için yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan 6 sorudan, her soru kendi içinde elde edilen kodlar ile uygun kategorilere ayrılarak içerik analizi yapılmıştır. Her soru için yapılan bu analiz tablo halinde sunulurken bazı öğrenci yorumları ile desteklenerek yorumlanmıştır. Kod ve kategorilerin oluşturulma sürecinde öncelikli olarak araştırmacı tek başına kod ve kategorileri belirleyerek temalaştırmıştır. Farklı zaman diliminde aynı işlem tekrarlanmış ve daha sonra geometri öğretiminde uzman bir öğretim üyesi tarafından aynı kod ve temalar incelenmiş, hem fikir olunmayan yerlerde ortak bir karara varıncaya kadar düzenlemeler devam ettirilmiştir.

3.6. Araştırmanın Geçerliği Ve Güvenirliği

Nitel araştırmaların sonuçlarının inanılır ve güvenilir olması çalışmaların değerlendirme sürecinde dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardadır. Bu durum yapılan araştırmanın güvenirlik ve geçerlik değerleriyle alakalıdır (McMillan, 2000).

Nitel araştırmalarda geçerlik, çalışmanın inanılırlığı ile birlikte aktarılabilir olması ile açıklanmaktadır. Araştırmadan elde edilen verilerle araştırmacı tarafından yapılan yorumların çalışma sürecindeki doğrularla örtüşmesi, gerçeği yansıtması ve sonuçlarının genellenebilir olması nitel araştırmalarda geçerlik için önemlidir. Geçerlik, iç geçerlik ve dış geçerlik olmak üzere ikiye ayrılarak incelenmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2013). İç geçerlik; çalışmanın ne kadar inanılır olduğuyla ilgilidir. Bunun için araştırmacının araştırma sonuçlarını doğru bir şekilde yorumlayabilmesi ve bunun için de araştırılan olay ve duruma önyargısız bir şekilde çalışmayı sürdürmesi gerekir. Araştırmaların iç geçerliğini arttırmak için verilerin farklı kişiler tarafından da yorumlanması sağlanabilir. Dış geçerlik ise araştırmadan elde edilen

veriler ile yapılan analizlerin ve sonuçların ne kadar genellenebilir olduğu ile ilgilidir. Ancak bu araştırmaların, nicel araştırmaların aksisine esnek bir çalışma çerçevesinde durum ve olayların betimleyici özelliklerinin derinlemesine incelenmesi ve genel olarak küçük örneklem gruplarıyla çalışılması nedeniyle araştırmalar arasında karşılaştırılabilirlik ve dönüştürülebilirlik nitel araştırmalarda dış geçerliği sağlayan kavramlardır. Bu nedenle nitel çalışmalarda araştırma verileri ayrıntılı olarak incelenerek ortaya çıkarılacak kavramlar net ve en iyi şekilde tanımlanmalıdır. Bu sayede yapılan araştırmanın diğer araştırmacılar tarafından daha iyi anlaşılması sağlanırken, benzer çalışmalar için uygulama kolaylığı sağlanacaktır. (Büyüköztürk ve diğerleri, 2016; McMillan 2000; Yıldırım & Şimşek, 2006). Yapılan bu araştırmada araştırmacı elde edilen verileri yorumlamak için yaklaşık bir senelik bir çalışma yapmış, verileri yorumlarken önce araştırmacı yorumlama işlemini yapmış, daha sonra uzmanla birlikte tekrar yorumlanarak yorumlama hataları minimuma indirilmiştir. Böylece objektif bir değerlendirme sağlanmıştır. Ayrıca oluşturulan kategori-kodlara ait kavramları belirlemek için çalışmadan elde edilen tüm yazılı verileri sınıflandırarak düzenli bir şekilde incelemiş ve bu yazılı verileri doğru şekilde anlamak için çalışmalara ait tüm ekran kayıtlarını transkript ederek yazılı verilerin yorumlarını desteklemiştir. Bu sayede çalışmada veri çeşitlemesi ekran kayıtları, sürece ait notlar ile video kayıtları, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve çalışma kâğıtları ile sağlanmıştır.

Araştırmalarda güvenirlik ise yapılan çalışmanın tekrarlanabilirliği ile alakalıdır. Ancak nitel araştırmalar kendine özgü doğal ortamlarda gerçekleştirilen çalışmalar olması nedeniyle tekrarlanabilirlik kavramı yerine incelemeler arasındaki “tutarlılık” ve “teyit edilebilirlik” kavramları kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Araştırmacının araştırmanın her aşamasında birbirine benzeyen durumlarla ilgili gözlem ve yorumlarında tutarlı olması, sürecin detaylı kayıtlarının alınması ve bunların mümkünse görüntü ile ses kayıtlarıyla desteklenmesi, katılımcıların ifadelerinden doğrudan alıntıların çalışmada yer

etmesi çalışmanın güvenirliğini arttırmak için kullanılan yöntemlerdendir. Ayrıca çalışma sürecinin ayrıntılı olarak tanımlanması ve araştırmacının sonuçlara nasıl bir yol izleyerek ulaştığını açıklaması da araştırmalarda geçerliği arttırdığı gibi güvenirliği de arttırmaktadır. Bir araştırma için geçerlik ve güvenirliğin iç içe kavramlar olduğu unutulmamalıdır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2016; Çepni, 2014; McMillan, 2000; Yıldırım ve Şimşek, 2006). Bu bağlamda yapılan araştırmada güvenirliği arttırmak için sürecin her aşaması objektif bir şekilde yansıtılmaya çalışılmıştır. Süreçteki detayları yansıtabilmek için yazılı dokümanlarındaki öğrenci ifadeleri çalışmada doğrudan sunulmuş ve bu veriler öğrencilerin bilgisayarlarda yaptıkları işlemlere ait ekran kayıtlarıyla desteklenmiştir. Ekran kayıtlarındaki bazı öğrenci diyalogları da doğrudan alıntılar şeklinde çalışmaya yansıtılmıştır. Yazılı dokümanlar ile kayıtlardan elde edilen veriler karşılaştırılarak ortaya çıkan tutarsızlıklar uzman yardımı ile yorumlanmıştır.

4. Bölüm

Bulgular ve Yorumlar

Çalışmanın bu bölümünde alt problemlere bağlı olarak yapılan araştırmalara ait bulgular 3 başlık altında sunulacaktır. İlk bölümde araştırmacının "Cabri Geometri Kullanımı, Uygulamaları ve Model İnceleme" çalışmalarına yönelik hazırladığı etkinlik kâğıtlarına ait bulgular ve yorumlar sunulacaktır. İkinci bölümde öğrencilerin önceki bölümde inceledikleri görsel model olan "Huriye Abla" modelini Cabri Geometri yazılımında kendilerinin oluşturduğu çalışma süreci bulgu ve yorumları sunulacaktır. Üçüncü bölümde uygulama sonunda öğrenciler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formu bulguları ve yorumları sunulacaktır.

4.1. Cabri Geometri Yazılımı Kullanımı, Uygulamaları ve Model İncelemeye Ait Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde *"Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin dinamik geometri yazılımı ile önceden hazır olarak verilen inşa uygulamaları sürecindeki yaşantılarda, geometrik kavramların yapılandırılması konusunda karşılaştıkları fırsat ve güçlükler nelerdir?"* alt problemine ait çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalar öğrencilere Cabri Geometri yazılımında yaptırılan, Doç. Dr. Menekşe Seden Tapan Broutin'in Bilgisayar Etkileşimli Geometri Öğretimi adlı kitabından yararlanarak oluşturulmuş çalışma kağıtları ve öğrencilerin, araştırmacı tarafından yazılımda oluşturulmuş olan "Huriye Abla" görsel modelini inceleme süreçleri bulgularını içermektedir. Analizler grup gelişimini görebilmek amacıyla grup grup yapılmış ve elde edilen bulgular tüm gruplar incelendikten sonra içerik analizi yapılarak tablolaştırılmıştır. Her grubun çalışma kağıtları 2 bölüm altında incelenmiştir. Bu bölümler aşağıdaki gibidir.

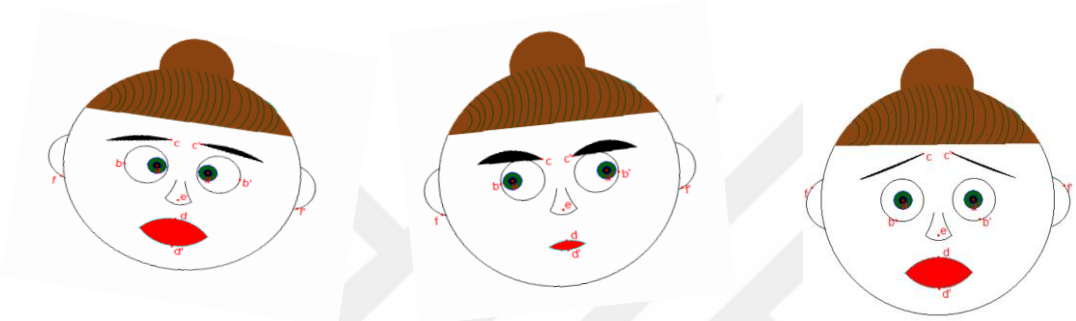
Program kullanımını öğrenme ve uygulama: Temel geometrik kavramlar ve dönüşümlerin Cabri yazılımındaki oluşumunu adım adım öğrendikleri ve uyguladıkları etkinlikleri içerir.Programın kullanımı, dik üçgen, eşkenar üçgen, dörtgenler, kare,

dikdörtgen, eşkenar dörtgen, paralelkenar, yamuk, iz ve simetri etkinlikleri bu bölümde incelenecektir.

Görsel model inceleme: Araştırmacı tarafından Cabri Geometri yazılımında oluşturulup Şekil 5' te gösterilmiş olan, içerisinde bir çok geometrik kavramı ve simetri içeren "insan yüzü" modelinin öğrenciler tarafından incelendiği etkinliği içerir.

Şekil 5

Görsel Modele Ait Şekil Dizisi



4.1.1. A grubuna ait bulgular. Bu grup akademik olarak düşük seviyede olan 2 öğrenciden oluşmaktadır. Öğrencilerin etkinlikleri gerçekleştirme sürecinde istekli olarak çalıştıkları ve istenen adımları sıra ile gerçekleştirdikleri gözlenmiştir. Süreçte her iki öğrencinin de eşit bir şekilde uygulamaları gerçekleştirmeye özen gösterdiği fark edilmiştir. Öğrencilerin çalışma süreçleri aşağıda alt başlıklar altında sunulmuştur.

4.1.1.1. Program kullanımını öğrenme ve uygulama.

4.1.1.1.1. Program kullanımını. Bu bölümde öğrenciler verilen adımlar ile nokta, doğru, doğru parçası, ışın, üçgen, çokgen, çember, yay, dik doğru, paralel doğru çizimleri yapmıştır.

Öğrencilerin geometrik şekillerin çizimlerinde sıkıntı yaşamadığı ancak şekilleri oluştururken birkaç özelliğin bir arada istendiği durumlarda zorluk yaşadıkları görülmüştür. Örneğin öğretmenin, A merkezli B noktasından geçen bir çember çizimi istemesi üzerine

öğrencilerin önce çember çizdiği daha sonra noktaları koydukları tespit edilmiştir. Bu çizimde merkeze verilen A noktasında sıkıntı yaşanmazken çember üzerine sonradan yerleştirilen B noktası gereken geometrik özelliği sağlayamadığı görülmüştür. Bu durum öğrencilerin çizimlerini kağıt- kalem ortamında oluşturmaya alışkın olmalarının sonucu olarak düşünülebilir. Bu süreçte öğrencilerin tesadüfen keşfettikleri durumlar meydana geldiği gözlemlenmiştir. Öğrencilerin ESC' ye basmayı unuttukları için iç içe çemberler inşa ettikleri ve geometrik nesneleri incelerken programdaki işaretçi aracının, geometrik işlemlerin talimatlarını gösterdiğini keşfetttikleri görülmüştür. Ayrıca ekran kayıtlarında programın çok eğlenceli olduğunu ifade eden öğrenciler arasında aşağıdaki diyaloglara rastlanmıştır;

Doğru oluşturduklarında şaşırdılar;

A1: "Sonsuza dek gidiyor ya o yüzden böyle."

İki noktadan geçen doğru parçası çizdiklerinde;

A2: "Perspektif gibi, kendi oluşuyor."

Öğrencilerin diyaloglarına bakıldığında soyut kalan bazı geometrik kavramların bu programla somutlaştığı ve öğrencilerde ilgi oluşturduğu söylenebilir.

Öğrencilerin dik doğru, paralel doğru gibi bağımlı nesnelerin oluşturulduğu etkinliklerde zorlanlandıkları görülmüştür. Dik doğru oluştururken doğru ve doğru üzerinde bir noktaya tıklamaları gereken öğrencilerin; adımlarda yazmasına rağmen boş ekrana veya noktaya tıklayarak yapmaya çalıştıkları görülürken öğrencilerin yanlış olduğunu farkederek denemeye devam ettiği gözlenmiştir. Öğrencilerin üst üste denemeler sonucunda ancak öğretmenden yardım ararak dik doğruyu tamamladıkları tespit edilmiştir. Paralel doğru çiziminde ise doğru ve doğru üzerinde olmayan bir noktaya tıklayarak yapmaları gerekirken, dik doğru çiziminde öğrendikleri gibi yapmaya çalışmış ve çakışık doğrular elde ettikleri görülmüştür. Ancak ekranda farklı bir doğru görmedikleri için bu durumun farkına varamadıkları anlaşılmıştır. Süreçler incelendiğinde öğrencilerin yazılımla ilk defa karşı

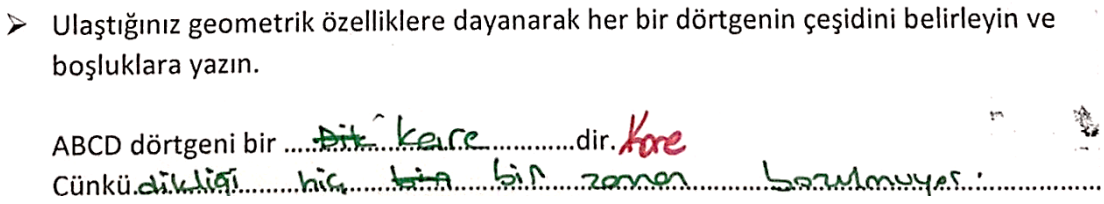
karşıya gelmelerinin bu duruma sebep olabileceğinin yanı sıra, parallel ve dik kavramları ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmamalarınının da bu duruma sebep olabileceği söylenebilir.

4.1.1.1.2. Dik üçgen ve eşkenar üçgen. Öğrenciler dik üçgen için bir doğru parçası, dik doğru, üzerinde nokta ve üçgen araçlarını kullandıkları görülmüştür. Üçgende, doğru parçası ile oluşturulan kenardaki köşelerin ekranda her yere gidebildiğinin ve bu hareketin dar açıları değiştirdiğini fark ettikleri görülmüştür. Dik doğru üzerinde oluşturulan noktanın ise sadece dik doğru üzerinde hareket ettiğini gördükleri ancak ifade edemedikleri görülmüştür. Ayrıca dik üçgende en önemli noktalardan biri olan dik açının köşelerin hareketinden etkilenmediği öğrenciler tarafından belirtilmediği gözlemlenmiştir.

Eşkenar üçgen için doğru parçası, çember, kesişim noktası, üçgen ve uzunluk ölçme araçlarını kullandıkları görülen öğrenciler oluşturdukları üçgenin köşelerini incelerken, iki çemberin kesişim noktası olan köşenin hareket etmediğini keşfettikleri gözlemlenmiştir. Diğer köşelerin hareketini incelediklerinde ise daha önceden eşit uzunlukta olduğunu ölçtükleri kenarların uzayıp kısaldığını fark ettikleri gözlemlenmiş ancak bunu "İç açılar cm artıyor" şeklinde yanlış bir ifade ile belirttikleri görülmüştür. Kenarların eşit olmasının nedeni olarak da program üzerinde her hangi bir açı ölçme işlemi yapmamalarına rağmen "açıları eşit olduğu için" cevabını verdikleri tespit edilmiştir. Açı ile uzunluk arasında yanlış bir bağ oluşturdukları düşünülen öğrencilerin aynı zamanda kenarların eşitliğini eşkenar üçgenle ilgili ezberlerindeki geometri bilgileriyle açıklamaya çalıştıkları düşünülebilir. Ayrıca eşkenar üçgenin kenarlarının eşitliğini "birbirine paralel olmasıdır,simetrik olmasıdır." şeklinde açıklamaya çalışan ve eşit yarıçapa sahip çemberlerle ilişkilendiremeyen öğrencilerde çembere ait geometrik bilgi eskikliği olduğu söylenebilir.

4.1.1.1.3. Dörtgenler. Öğrencilere önceden geometrik özelliklerle oluşturulan ABCD, EFGH, KLMN ve PRST dörtgenleri verilmiş ve aşağıdaki bulgular gözlemlenmiştir;

KLMN (Kare) dörtgeni için grup üyelerinden A1: "Dikliği bozulmuyor bence kare." ifadesini kullanmıştır. Ayrıca çalışma kağıdında bu durumu "Olduğu gibi kalıyor karede dik açılar korunuyor." şeklinde ifade ettikleri görülmüştür.



EFGH (Paralelkenar) dörtgeninin öğrenciler tarafından dikdörtgen olarak ifade ettiği görülmüştür. Öğrencilerin paralelkenarla ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları düşünülebilir.

KLMN (Eşkenar dörtgen) dörtgeni için ilk başta "Dikliği bozulmuyor" şeklinde yanlış bir ifadede bulundukları görülmüştür. Ancak öğrenciler tüm köşeleri hareket ettirdiklerinde ise aralarında aşağıdaki diyalog gerçekleştiği görülmüştür;

A1: "Dikdörtgen ama kare gibi"

Paralel hareket eden kenarları fark ettiklerinde,

A2: "Yamuluyor, baklava şekli oluyor"

Diyaloglarda görüldüğü gibi öğrenciler eşkenar dörtgenin ne olduğunu anlamaya çalışırken kafa karışıklı yaşadığı ve şekli bazı dörtgenlerle ilişkilendirdikleri görülmüştür. Burada köşeleri hareket ettirerek bu dörtgeni ilk olarak "dikdörtgen ama kare gibi" ifadesi ile yanlış isimlendirdikleri ancak daha sonra paralel olan kenarları fark ettiklerinde ise kafalarında "baklava" şeklinde kodlanan eşkenar dörtgen olduğunu farkettikleri görülmüştür. Bu duruma rağmen öğrencilerin eşkenar dörtgen için dikdörtgen yazdıkları görülürken açıklamalarda ve ekran kayıtlarında kenarlardaki eşitliği fark etmedikleri dikkat çekmiştir. Şeklin kareye daha çok benzemesine rağmen dikdörtgen olarak adlandırılmasının sebebi olarak da kenar eşitliğini fark etmemeleri olduğu düşünülebilir. A1'in ifadesine göre, öğrencilerin eşkenar dörtgen ile kare ve dikdörtgen arasında bazı ortak özelliklerin olduğunun

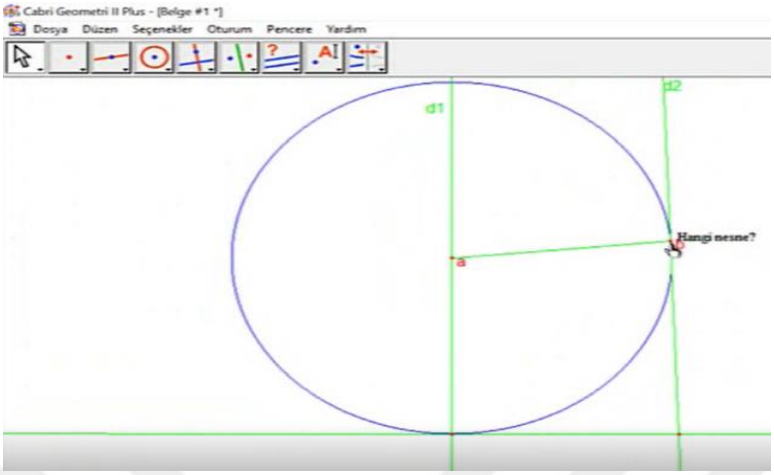
farkına vardıkları ancak yanlış ilişkilendirmeler yaptıkları düşünülebilir. Yaptıkları açıklamada kenar ve açılarla ilgili yanlış bir gözleme sahip oldukları görülmüştür. Bu durum şeklin yanlış isimlendirilmesine de neden olmuştur. Öğrencilerin eşkenar dörtgeni kare, dikdörtgen gibi şekillere nazaran daha az deneyimledikleri ve yeterli bilgi sahibi olmamalarının bu duruma sebep olduğu düşünülebilir. Bunlarla birlikte EFGH ile KLMN dörtgeninin aynı şekil olduğunu belirten grup ile ilgili olarak paralelkenar ve paralelkenarın özel bir hali olan eşkenar dörtgeni tanıma konusunda bilgi eksikliği yaşadıkları görülmüştür. Öğrencilerin zihinlerinde paralelkenara ait daha önceden yanlış şemaların oluşması hem paralelkenarı hem de eşkenar dörtgeni tanıma noktasında sıkıntı yaşamalarına neden olduğu düşünülebilir.

PRST (Yamuk) dörtgeni için öğrenciler, "Yamuk, yamuk çok yamuk. Her yere uzanıyor" şeklinde konuştukları gözlenmiştir. Çalışma kağıdına ise "Her şekli alıyor, açıları değişiyor" ifadesini yazdıkları görülmüştür. Öğrencilerin bu yorumu ile yamuğun; kare, dikdörtgen, paralelkenar ve eşkenardörtgenden farklı olduğunu keşfettikleri söylenebilir.

4.1.1.1.4. Kare. Adımları verilen kareyi oluşturmaya çalışan öğrenciler kare için oluşturmaları gereken dik doğruyu göz ile hizalayarak yaptıkları ve kareyi dik doğru sekmesini kullanmadan yaptıkları görülmüştür (Şekil 6). Köşelerin hareketi ile yaptıkları karenin geometrik özelliğinin bozulduğunu gören öğrencilerin tekrar şekli oluşturmaya çalıştığı görülmüş ancak öğrenciler dik doğru oluşturma adımını yapamadığı tespit edilmiştir. Bu durumda öğrencilerde yazılımda dik doğru aracını kullanma konusunda sıkıntı yaşadığı görülmektedir. Denemeler sonucunda kareyi oluşturamayan öğrenciler, öğretmen yardımı ile dik doğru çizerek kareyi tamamlanladıkları ve köşeleri hareket ettirerek kontrol ettikleri görülmüştür (Şekil 7). Ayrıca yaptıkları etkinlik sonucunda öğrencilerin köşeleri hareket ettirdiklerinde öğrencilerin "Şeklin açıları değişmeden hareket ettiğini fark ettik" yorumunu yaptıkları ve dik açıların değişmediğini fark ettikleri tespit edilmiştir.

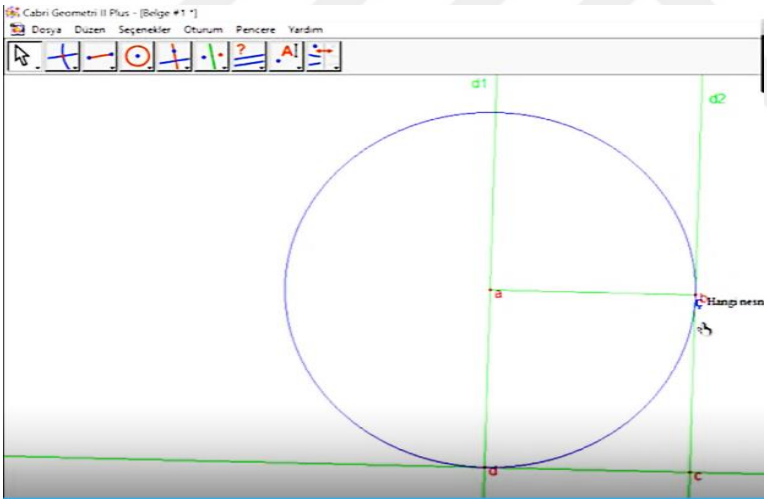
Şekil 6

A Grubuna Ait Çizim Olan Kare



Şekil 7

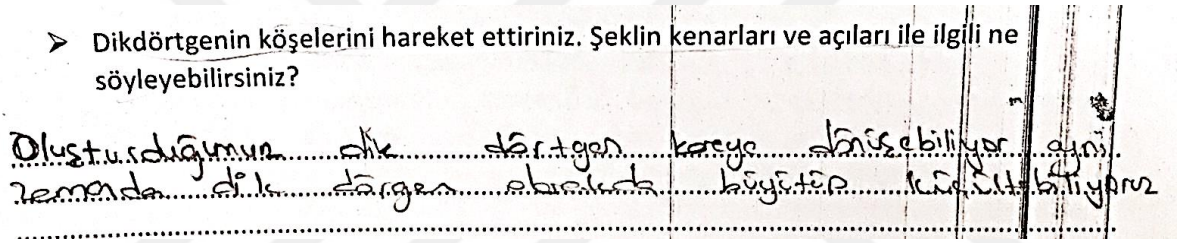
A Grubuna Ait Yapı Olan Kare



4.1.1.1.5. Dikdörtgen. Öğrencilerin verilen dikdörtgeni oluştururken dik doğruları düzgün bir şekilde oluşturdukları görülmüştür. Ancak C noktasından geçen dik doğru etkinlik adımlarında olmadığı için dik doğruların kesişimi olan D noktasını oluştururken, öğrencilerin dik doğru oluşturması gerekirken hizalayarak bir doğru oluşturup dik doğruların kesişimine D noktası dedikleri görülmüştür. Öğrenciler yaptıkları şeklin köşelerini hareket ettirdiklerinde dikdörtgenin korunmadığını farkettikleri ve öğretmenden yardım alarak dikdörtgeni

tamamladıkları görülmüştür.Adımlarda verilmeyen ancak dik doğru veya paralel doğru ile oluşturulabilen kenar için normal bir doğru kullanan öğrencilerin dikdörtgenin geometrik özellikleri konusunda yetersiz olduğu ve yazılım ile geometrik şekiller oluşturma konusunda kalem-kağıt ortamlarındaki alışkanlıklarından dolayı sıkıntı yaşadıkları düşünülebilir.

D noktasının (kesişim noktası) tek başına hareket etmediğini gören öğrencilerin bu durumun nedenini açıklayamadıkları saptanmıştır. Ayrıca öğrencilerin bu etkinlikte D noktasının hareketinin C ye bağlı olduğunu fark ettiği görülmüş; "C hareket edince D noktası da hareket ediyor." yorumunda bulunmuşlardır. Yorum ile öğrencilerin zihinlerinde bağımlı nesneler ile ilgili şemaların oluşmaya başladığı düşünülebilir. Tüm köşeleri hareket ettirilen dikdörtgen için ise öğrenciler aşağıdaki yorumda bulunmuştur;

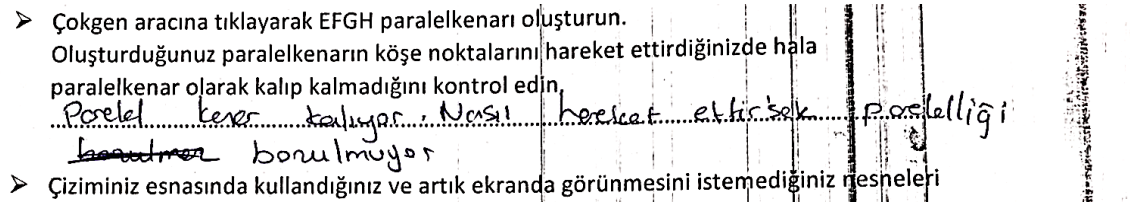


Elde edilen bu bulgu ile öğrencilerin açılar ile ilgili yorum yapmazken kenarlar ile ilgili büyüyor- küçülüyor şeklinde yüzeysel bir yorum yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin dikdörtgeni görsel olarak tanıdıkları ancak geometrik özelliklerini tam olarak ifade edemedikleri tespit edilmiştir. Ayrıca köşelerin hareketi ile öğrencilerin kare şeklinin, dikdörtgenin özel bir hali olduğunu fark ettikleri dikkat çekmiştir. Yazılımın sunduğu dinamikliğin öğrencilerin dörtgenler arasındaki ilişkileri fark etmesine yardımcı olduğu düşünülebilir.

4.1.1.1.6. Eşkenar dörtgen. Öğrencilerin bu etkinlikte istenen iki noktanın orta noktasını bulmakta zorluk yaşadığı görülmüştür. Adımlarda belirtilen orta nokta aracını kullanmadan istenenden farklı olarak oluşturdukları çemberdeki yarıçapın ortasına hizalayarak nokta koydukları görülmüştür. Denemeler sonucunda istenen orta noktayı bulamayan öğrenciler öğretmen yardımı ile orta noktayı tamamlarayarak diğer adımlara

geçmişlerdir. Bu etkinlikte yazılım kullanımını öğrenme çalışmasından sonra ilk defa simetri çalışması yapılmış olup, öğrencilerin noktaya göre simetri konusunda sıkıntı yaşamadıkları görülmüştür. Etkinlik sonrasında öğrencilerden köşelerin hareketi ile gözlemlediklerini yazmaları istenmiş ancak öğrenciler eşkenar dörtgenin kenar ve açılarıyla ilgili "istediğimiz şekli alıyor" ve "açılar değişmiyor" şeklinde yanlış yorumlarda bulundukları saptanmıştır. Öğrencilerin eşkenar dörtgen ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmamaları ve çizimi yaparken uyguladıkları adımlardaki geometrik özelliklerin farkında olmamalarının bu duruma neden olduğu söylenebilir.

4.1.1.1.7. Paralelkenar. Bu etkinlikte öğrencilerin paralel doğru çizmekte zorlandığı tespit edilmiştir. Bu durum öğrencilerde, yazılımın kullanımını öğrenme etkinliğinde bağımlı nesnelerin çizme konusunda yaşanılan sıkıntının devam ettiği söylenebilir. Diğer adımlarda sıkıntı olmadan paralelkenarı tamamlayan öğrencilerden köşe noktaları hareket ettirerek şeklin doğruluğunun kontrol edilmesi istenmiştir. Öğrencilerin aşağıdaki yorumu yazdığı görülmüştür;

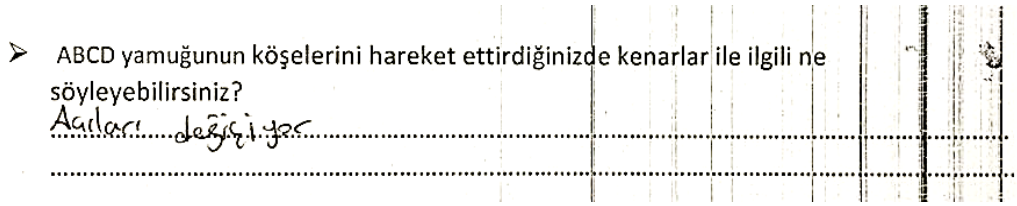


Grupta daha önceki çizimlerde öğrencilerin zihinlerinde harekete dayanıklılık ilkesine ait geometrik şemalar görülmezken yapılan çizimlerin analizlerinde bu yorum ile harekete dayanıklılık ilkesinin öğrencilerin zihninde kendilerine ait şemalar oluşturmaya başladığı söylenebilir.

Öğrenciler kesişim noktası olan G noktasının hareket etmediğini görmüş ve bunun nedeninin kesişim noktası olmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Yazılım ile gerçekleştirilen bu ve daha önceki etkinliklerin, öğrencilere kesişim noktalarının tek başına

hareket etmediğini yani diğer nesnelere bağlı olduğunu hissettirilmiş olduğu söylenebilir. Ayrıca öğrenciler hareket ettirilen paralelkenarın, kenar ve açılarıyla ilgili gözlemlerine sadece açı odaklı olarak yorum yaptıkları kenarlarla ilgili soruya dahi "İç açıları değişiyor, bazı noktalarda büyüyüp bazı noktalarda küçülüyor." şeklinde yorumlar yaptığı tespit edilmiştir. Bu yoruma dayanarak öğrencilerin şekildeki açı-kenar kavramları ile ilgili yorumlarında ortak ilişkilere yöneldikleri ve bu kavramları ayrı ayrı inceleyip ifade edemedikleri düşünülebilir. Öğrencilerin yorumlarında geometrik bir ifade kullanma konusundaki sıkıntılarının da devam ettiği görülmektedir.

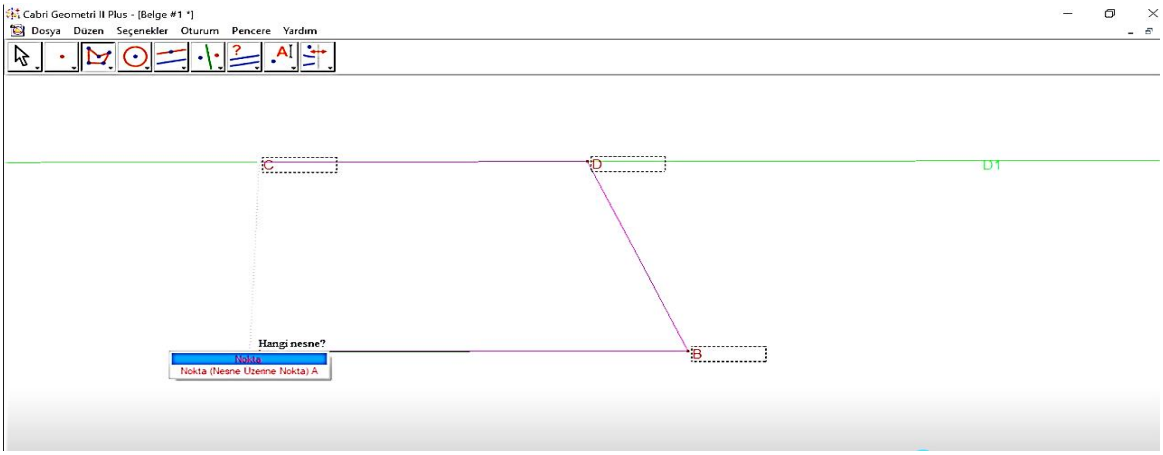
4.1.1.1.8. Yamuk. Öğrenciler şekli oluştururken bir önceki etkinlikte olduğu gibi paralel doğru oluşturmada sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Yanlış noktalara basarak istenilen paraleli oluşturamayan öğrencilerin paralellik kavramını ve yazılımın kullanımını yeterince kavrayamadıkları söylenebilir. Öğrenciler şekli tamamladıktan (Şekil 8) sonra gözlemlerinde "Köşe noktaların hareketi ile paralel kenarların uzunluklarının değiştiğini ve yamuk şeklinin bozulmadığını." ifade ettikleri görülmüştür. Bu yorum ile öğrencilerin paralellik kavramına dikkat ettiği görülmüş ayrıca harekete dayanıklılık ilkesinin öğrencilerin zihinlerinde yer ettiği sonucuna varılabilir. Ayrıca ekran kayıtlarında, çalışma kağıdındaki yorum sorularını yeterince önemsemedikleri görülen öğrencilerin kenarlarla ilgili olan soruya aşağıdaki yorumu yazdığı görülmüştür;



Ekran kayıtlarında dikkatli bir gözlem yapmadığı görülen öğrencilerin kenar ve açılarla ile ilgili yorum yapma konusunda sıkıntılarının devam ettiği düşünülebilir.

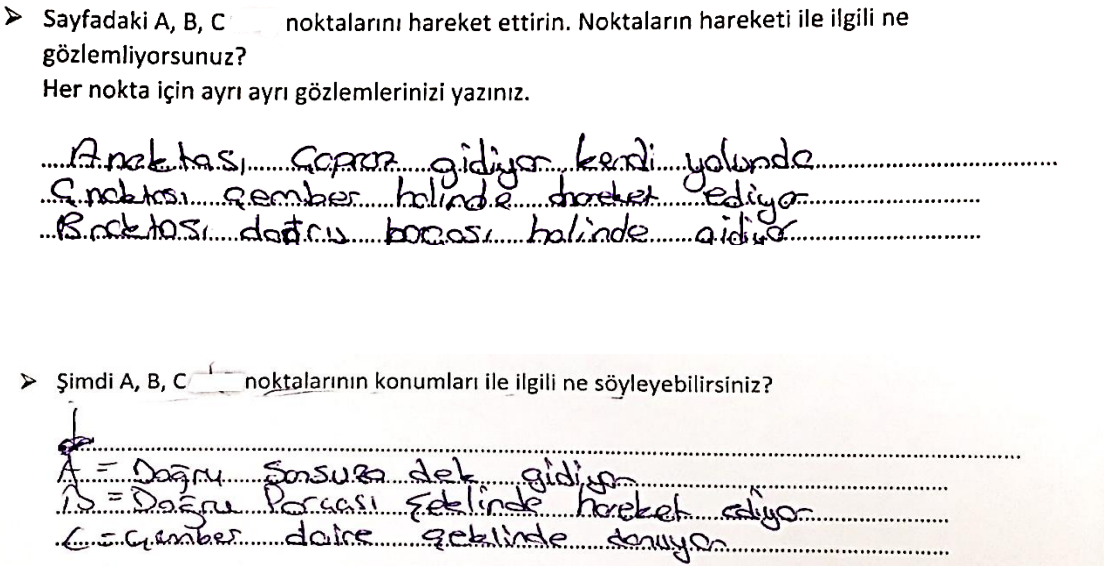
Şekil 8

A Grubunun Yamuk Şekline Ait Çalışma Ekranı

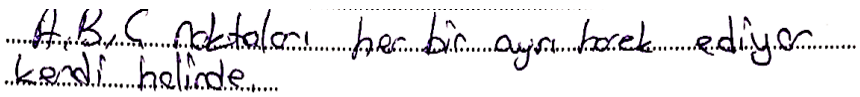


4.1.1.1.9. İz. Gizli nesneler üzerine yerleştirilmiş noktaların önce hareketini inceleyen öğrenciler daha sonra iz aracı ile gizli nesneleri ortaya çıkarmışlardır. Öğrenciler iz aracını kullanmadan önce 3 noktanın da hangi nesne üzerinde olduğunu farkettikleri görülmüştür. "Hocam burada gizlenmiş şeyler mi var ?" yorumunu yapan öğrenciler daha sonra da gizli bir doğru üzerine yerleştirilmiş olan A noktası için; "Sonsuza kadar gider." yorumunu yaptıkları tespit edilmiştir. Bu analiz ile öğrenciler için soyut kalan doğru kavramının hissettirildiği ve somutlaştırıldığı söylenebilir.

Öğrenciler iz çalışmasını çok beğendiklerini ifade etmiş ve A, B, C noktaları ile ilgili aşağıdaki yorumları yaptıkları görülmüştür;



Öğrencilerin noktaların konumlarını net bir şekilde keşfettikleri görülürken öğrencilerin aşağıdaki yorumu, noktaların birbiri ile bağımsız olduğunu ve bağımlı- bağımsız nesneler ile ilgili farkındalık kazandığını gösterebilir. Ayrıca öğrencilerin noktaların hareketini farklı yönlerden incelemeye başladığı ve daha önce yapılan etkinliklerin buna zemin hazırladığı söylenebilir.

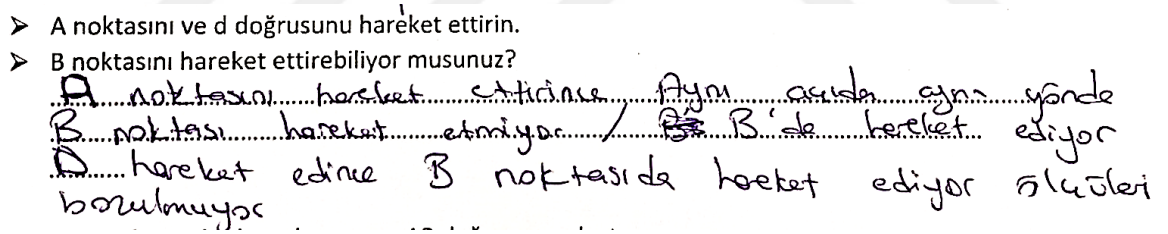


4.1.1.1.10. Simetri. Ekran üzerinde bir A noktasının daha önce öğrenciler tarafından oluşturulmuş olan d doğrusuna göre simetriğini B olarak isimlendiren öğrenciler noktaların hareketi ile ilgili olarak aşağıdaki cümleleri kurdukları görülmüştür.

" A noktası hareket edince B noktası da hareket ediyor.B tek başına hareket etmiyor."

" d doğrusu hareket ettiğinde B noktası da hareket ediyor, ölçüleri bozulmuyor "

" A ile B aynı doğrultuda hareket ediyor."



Analiz sonucunda elde edilen bu yorumlardan, öğrencilerin simetriyi tam olarak doğru ifade edemeselerde uygulama ile keşfettikleri söylenebilir. Ayrıca öğrenciler noktaların doğruya göre uzaklıklarının korunduğu yorumunda "ölçüleri bozulmuyor" şeklinde ifade ederek yine açı-kenar kavramlarında yanlış bir ilişkilendirme gerçekleştirdikleri görülmüştür.

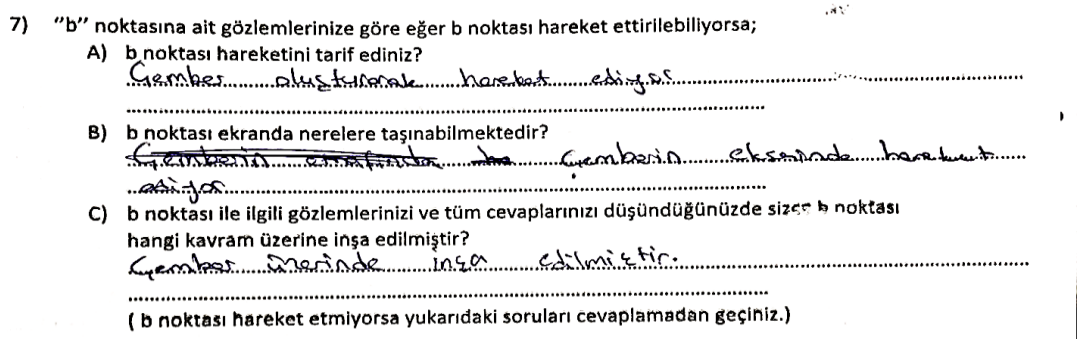
Etkinlikte öğrencilerden A ve B den geçen AB doğrusu oluşturmaların istenmiş ve d doğrusu ile AB doğrusunun dik kesiştiği görmeleri beklenmiştir. Ancak öğrencilerin doğrular arasındaki dikliği görmediği tespit edilmişitir. Ayrıca A ve B noktasının doğruya uzaklıklarının aynı olduğunu görmeleri için öğrencilerden noktaların ortasını orta nokta aracı ile bulmaları istenmiştir. Fakat öğrencilerin orta noktayı "A ve B noktalarını hareket ettiriyor"

şeklinde yanlış bir ifadeyle yorumladıkları görülmüştür. Simetri konusundaki geometri bilgilerinin yetersiz olması ve yazılımdaki geometrik somut geometri ile zihinlerinde soyut olan geometrik kavramları ilişkilendirememeleri öğrencilerin yanlış yorumlarda bulunmalarına neden olduğu düşünülebilir.

4.1.1.2. Model inceleme. Öğrenciler modelde a, b, c, d, e, f noktaları ve onların simetrikleri olan a', b', c', d', f' noktalarının hareketini incelemiştir. İncelemeler sırasında öğrencilerin noktalar arasında simetri özelliği olduğunu fark ettikleri görülmüştür. Öğrenciler simetrik noktaları tek başına hareket ettirmeye çalıştıklarında onları hareket ettiremediklerini fark ettiği ve buna bağlı olarak simetrik noktalar olan a', b', c', d', f' noktalarının hareketinin a, b, c, d, f noktalarına bağlı olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin aşağıdaki yorumlarda bulundukları tespit edilmiştir;

- b noktası çember şeklinde hareket ediyor.
- c ve c' noktalarının hareketi ile kalınlaşıp inceliyor. (Kaşların kalınlaşıp incelmesinden bahsediyorlar.)
- d ve d' noktaları hareket edince inceliyor, küçülüyor. (Dudağın incelip, küçülmesinden bahsediyorlar.)
- e noktasının hareketi ile aslında hiçbir şey değişmiyor. Hiçbir noktanın hareketi değişmiyor. Sadece Huriye ablanın kafası hareket ediyor.
- f ve f' noktası hareket edince Huriye ablanın kulağında yay şeklinde hareket oluşuyor.

Yorumlar incelendiğinde öğrencilerin noktaların hareketini inceleyerek hangi nesne üzerine yerleştirildiğini fark ettikleri görülmüştür. Öğrencilerin inceleme sırasında sorulara verdikleri cevaplar bu analizi desteklemektedir. Bu soru ve cevapların bir kısmı aşağıda verilmiştir.


7) "b" noktasına ait gözlemlerinize göre eğer b noktası hareket ettirilebiliyorsa;
A) b noktası hareketini tarif ediniz?
Çember oluşturarak hareket ediyor.
B) b noktası ekranda nerelere taşınabilmektedir?
Çemberin içerisinde Çemberin ekranda hareket ediyor.
C) b noktası ile ilgili gözlemlerinizi ve tüm cevaplarınızı düşündüğünüzde sizce b noktası hangi kavram üzerine inşa edilmiştir?
Çember üzerinde inşa edilmiştir.
(b noktası hareket etmiyorsa yukarıdaki soruları cevaplamadan geçiniz.)

Noktaların hareketi ile modelin kaş ve dudak hareketini ifade etmeye çalışan öğrenciler, modeldeki gözlerin şaşı olarak hareket ettiğini, modelin gözlerinin, kaşlarının, kulaklarının ve dudakların simetrik olduğunu ifade ettiği görülmüştür. Ayrıca modelin burnundaki e noktası 'ben' olarak öğrenciye yansıtılmış ve öğrenciler beni hareket ettirdiklerinde modelin kafasının hareket ettiğini belirtmiştir. Bu analizler sonucunda öğrencilerin gerçek yaşam ile geometri arasında bir bağ kurmaya başladığı söylenebilir.

4.1.2. B grubuna ait bulgular. Bu grup akademik seviyeleri iyi (B2) ve çok iyi (B1) olan iki öğrenciden oluşmaktadır. Öğrencilerin etkinlikleri gerçekleştirme sürecinde istekli olarak çalıştıkları ve istenen adımları birlikte dikkatlice yorumlayarak yaptıkları gözlenmiştir. Çalışma kağıtlarındaki soruları cevaplarken ise soruları anlamlandırmaya çalıştıkları ve karşılıklı tartışarak yanıtladıkları görülmüştür. Öğrencilerin çalışma süreçleri aşağıda alt başlıklar altında sunulmuştur.

4.1.2.1. Program kullanımını öğrenme ve uygulama.

4.1.2.1.1. Program kullanımını. Öğrenciler yazılımda doğru, doğru parçası, ışın, üçgen, çokgen, ışın ve yay çizmiş ve sıkıntı yaşamadan yaptıkları gözlemlenmiştir. Dik doğruyu oluştururken yay üzerine dik yapmaya çalışıp yapamadıkları ve daha sonra doğru çizerek yapmaya devam ettikleri görülmüştür. Öğrenciler doğruyu oluştururken göz ile hizalayarak doğrunun dümdüz yatay bir doğru şeklinde çizmeye çalışmışlardır. Öğrencilerdeki diklik kavramına ait şemanın yatay ve dikey doğruların kesişimi olması öğrencilerin doğruyu dümdüz yatay bir şekilde yapmalarına neden olduğu düşünülebilir.

Bunun yanı sıra öğrenciler doğruyu çizdikten sonra dik doğru aracını kullanarak noktayı seçmiş ancak dik doğru yapabilmek için gereken doğruyu seçerken sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Paralel doğru çiziminde ise öğrenciler dik doğruyu yaptıkları gibi yapmaya çalıştıkları görülmüş ve çakışık doğrular oluşturdukları tespit edilmiştir. Çakışık doğruları göremedikleri için olmadığını düşünen öğrencilerin deneyerek ekranda bir yere tıklayıp paralel doğruyu yapmayı başardıkları görülmüştür. Öğrencilerin bağımlı nesneleri çizmede yaşadıkları bu sıkıntıya dik doğru ve paralel doğru kavramını yazılımda ilk defa deneyimlemesinden kaynaklı olduğu düşünülebilir. Ayrıca öğrencilerin bu konudaki geometrik bilgi eksiklikleri de sıkıntı yaşamalarına neden olduğu söylenebilir.

4.1.2.1.2. Dik üçgen ve eşkenar üçgen. Öğrencilerin dik üçgeni sıkıntısız bir şekilde yaptıkları ve etkinliğe ait önemli noktaları fark ettikleri görülmüştür. Dik üçgendeki köşe noktalarının hareketini inceleyerek köşelerin hareketi ile ilgili doğru yorumlarda bulundukları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin şekilde her durumda dik açının korunduğunu ifade ettikleri tespit edilmiştir.

Eşkenar üçgeni talimatlar yardımıyla tamamlayan öğrenciler noktaları hareket ettirerek üçgeni inceledikleri görülmüştür.

Öğretmenin: “Sekmeleri karıştırarak bir araç seçip kenar uzunluklarını ölçebilirisiniz” cümlesini kurduğununda öğrencilerin yazılımdaki “eşit uzunlukta mı?” aracını seçerek kenarların eşit olduğunu gördükleri tespit edilmiştir. Daha sonra öğretmenden yardım alarak yazılımdaki “uzunluk” aracı ile kenarların uzunluğunu sayısal olara ölçüp aynı olduğunu ve köşelerin hareketi ile eşkenar üçgenin bozulmadığını ifade ettikleri görülmüştür. Ayrıca üçgendeki kenarların eşit olmasını, üçgeni oluştrururken şeklin kenarlarının kullandıkları çemberlerin yarıçapı olmasından kaynaklı olabileceğini ifade ettikleri tespit edilmiştir.

➢ ABC üçgeninin eşkenar üçgen olmasının nedenlerini açıklayın.

Yarıçaplarla oluşturduğumuz için olabilir.

Öğrencilerin oluşturduğu iki üçgeni de incelediğimizde öğrencilerin etkinliklerde kullandıkları araçların farkında oldukları söylenebilir. Öğrencilerin akademik olarak çok iyi seviyede olmalarının bu duruma sebep olduğu düşünülürken, Cabri yazılımının da öğrencilere kolaylık sağladığı söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin yazılımdaki harekete dayanıklılık ilkesini keşfettikleri bunu incelemelerine yansıttıkları da düşünülebilir.

4.1.2.1.3. Dörtgenler. Öğrencilere önceden geometrik özelliklerle oluşturulan ABCD, EFGH, KLMN ve PRST dörtgenleri verilmiş ve aşağıdaki bulgular gözlemlenmiştir;

Öğrenciler sıra ile şekillerdeki tüm köşeleri hareket ettiterek hangi noktaları hareketli hangilerinin hareketsiz olduğunu fark ettikleri görülmüştür.

KLMN (Kare) şeklinin kare olduğunu ve bunu sebebi olarak da köşeleri hareket ettirdiklerinde açılarının dik olarak kaldığını ve şeklin değişmediğini yazdıkları görülmüştür.

EFGH (Paralelkenar) şekline ilk olarak düzgün çokgen ve çokgen isimleri verdikleri görülmüştür.Daha sora ise paralelkenar olarak değiştirdikleri tespit edilmiştir. Öğrenciler, EFGH şekli için aşağıdaki yorumda bulunmuştur.

Çokgen → Paralel kenar

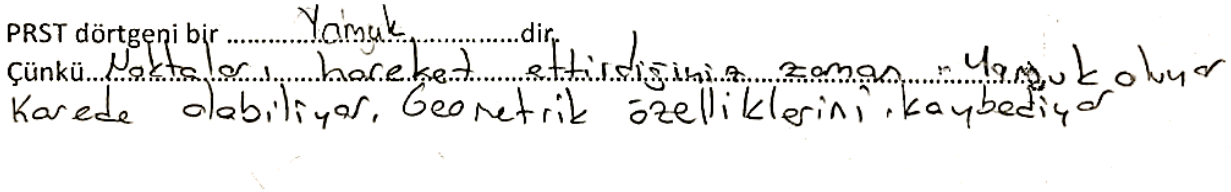
EFGH dörtgeni bir Düzgün çokgen dir.
Çünkü Noktaları hareket ettirdiğimiz zaman dikdörtgen kare ve paralel kenar olabiliyor. Geometrik özelliklerini kaybediyor.
KLMN dörtgeni bir ~~Çokgen~~ kare dir.
Çünkü paralelkenar dikdörtgen kare olabiliyor.

Yukarıdaki yorum ile öğrencilerin paralelkenarın değişken açı-kenar özelliklerini fark ettikleri ve "geometrik özelliklerini kaybediyor" ifadesini kullandıkları görülmüştür. Şekilde sabit bir açı olamadığını ve kenarların her zaman eşit olmadığını "geometrik özelliklerini kaybediyor" cümlesi ile ifade ettiği düşünülebilir. Öğrencilerin aynı zamanda kare ve

dikdörtgenin birer paralelkenar örneği olduğunu keşfettikleri görülürken, yazılımdaki dinamikliğin öğrencilere şekli tanıma noktasında kolaylık ve somutluk sağladığı ayrıca şekiller arasındaki ilişkilerin fark edilmesine de olanak sağladığı söylenebilir.

KLMN (Eşkenar dörtgen) şekline öğrencilerin kare ismi verdiği görülmüştür. Öğrenciler şeklin kenarlarının eşit olduğunu ve kenarlarının paralel olduğunu anladığı görülmüş ve kare yazmalarına neden olarak şeklin, paralelkenar ve kare olabildiğini ifade ettikleri tespit edilmiştir. Bu durum yazılım aracılığıyla öğrencilerin eşkenar dörtgenin özelliklerini şekilde görüp anladıklarını ancak isim olarak ifade edemediklerini göstermiştir. Öğrencilerin eşkenar dörtgeni yeterli deneyimleme sürecine sahip olmamasının veya eşkenar dörtgenin özelliklerini bilmemesinin bu duruma neden olduğu düşünülebilir.

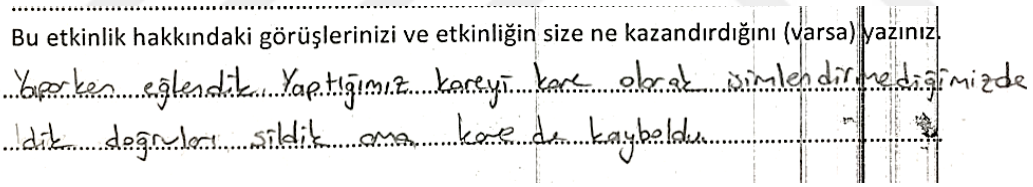
PRST (Yamuk) şekline öğrencilerin yamuk ismi verdiği görülmüştür. Neden olarak da aşağıdaki yorumda bulunmuşlardır.



Öğrencilerin karenin aslında bir yamuk örneği olduğunu gördükleri tespit edilmiştir. Yamuğun geometrik kenar-açı özelliklerinden bahsetmeden yorum yapan öğrencilerin şekildeki değişmezlerden çok şeklin değişken özellikleri ile ilgilendikleri düşünülebilir. Ayrıca öğrencilerin yukarıdaki yorumunun, EFGH paralelkenarı için yaptıkları yorum ile benzediği görülmektedir. Öğrencilerin bir yandan "Hep paralelkenar kalıyor." derken bir yandan da "Geometrik özelliklerini kaybediyor." şeklinde yorumda bulundukları görülmüştür.Bu durum öğrencilerin, Cabri yazılımı ile şekillerin geometrik özelliklerini farkettikleri ancak geometrik özellik kavramı ile ilgili yeterli deneyime sahip olmamalarının bu yorumlara neden olduğu ve öğrencilerin incelemeler yaparken bazen şekildeki

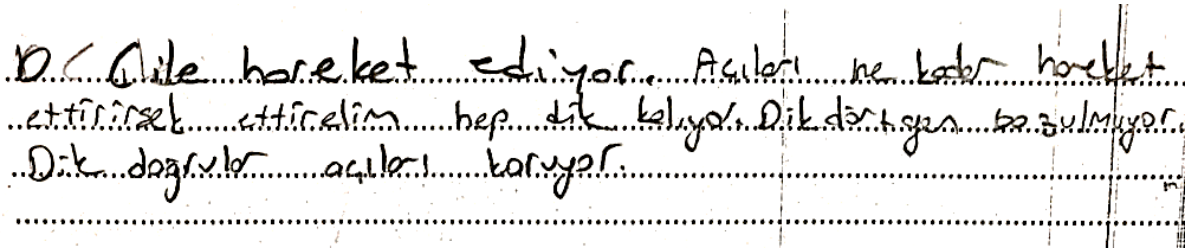
değişmezlere bazen de şekildeki değişen özelliklere odaklanmalarından kaynaklı olduğu düşünülebilir.

4.1.2.1.4. Kare. Etkinlikteki karenin öğrenciler tarafından kısa sürede tamamlandığı gözlemlenmiştir.Bununla birlikte karenin inşasındaki ilk dik doğruyu çember üzerindeki noktaya hizalayarak yaptıkları görülmüştür. Öğrenciler kareyi hareket ettirdiklerinde karenin bozulduğunu görmüş ve yanlış yaptıklarını farkettikleri tespit edilmiştir. Küçük bir ip ucu ile yanlışlarını düzeltmiş ve diğer dik doğruları doğru yaptıkları görülmüştür. Karenin köşelerinden hareket ederek kontrol eden öğrenciler geometrik özelliklerinin korunduğunu ifade etmişlerdir. Şekli doğru olarak tamamlayan öğrenciler kareyi çokgen olarak yapılandırmadan gizle göster aracı ile doğruları gizlediklerinde karenin kaybolduğunu görmüş ve öğretmenden yardım alarak çokgen aracını keşfetmişlerdir. Yapılan bu etkinlikte öğrencilerin zorlanmadığı görülürken aşağıdaki yorumları ile karenin özelliklerini yazılım ile daha doğru şekilde keşfettikleri ve eğlenceli bir çizim deneyimi yaşadıkları söylenebilir.



4.1.2.1.5. Dikdörtgen. Dikdörtgen için verilen adımlarla 3 köşeyide tamamlayan öğrencilerin adımlarda belirtilmemiş olan D noktasının dik doğruların kesişimi olduğunu sonradan anlayıp yaptıkları görülmüştür. Öğrenciler köşeleri hareket ettirerek gözlemler yapmış ve dikdörtgenin doğruluğunu kontrol etmişlerdir. Bu hareket sırasında DC doğru parçasının dik doğrular üzerinde hareket ettiğini ifade eden öğrenciler aynı zamanda D noktasının sadece C ile hareket ettiğini ifade ettikleri görülmüştür. Kenar ve açılar ile ilgili olarak da hareket ettirildiğinde hep dik kaldıklarını dikdörtgenin bozulmadığını aşağıdaki

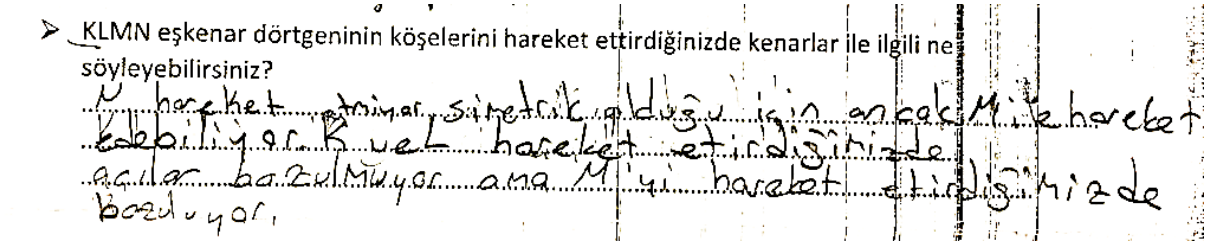
yorum ile ifade ettikleri tespit edilmiştir.

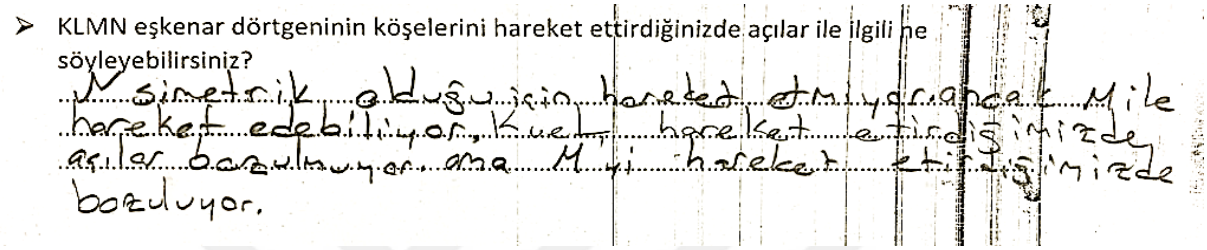


Yorum ve etkinlik adımlarına bakıldığında öğrencilerin dikdörtgenle ilgili geometrik bilgilerini yazılımda uygulamayabildikleri, yazılımıdaki harekete dayanıklılık ilkesinden yararlandıkları ve dikdörtgenle ilgili kenar- açı kavramları ile ilgili keşiflerde bulundukları söylenebilir. Ayrıca bağımlı olan noktaları da keşfettikleri düşünülebilir.

4.1.2.1.6. Eşkenar dörtgen. Eşkenar dörtgen adımlarını gerçekleştirirken dikkatsizlik ile yanlış iki noktanın ortasını bulan öğrencilerin oluşturdukları şekli paralelkenar olarak inşa ettikleri ancak çember üzerindeki noktanın konumundan dolayı ilk anda hatalarını fark etmedikleri daha sonra da kenar uzunluklarına dikkat etmemeleri nedeniyle hatalarını düzeltmedikleri görülmüştür. Ayrıca öğrenciler oluşturdukları şekilde oluşan simetrik noktasını göremedikleri için sıkıntı yaşadıkları görülmüş ancak daha sonra şekli oluşturuken kullandıkları çemberin merkezini hareket ettirerek noktayı fark ettikleri tespit edilmiştir. Yaşanan sıkıntının, öğrencilerin yazılımda noktaya göre simetriyi ilk defa uygulamaları, çember üzerinde kendi oluşturdukları noktalar ile simetrik noktanın yerinin değişmesinden ve noktaya göre simetriye ait yeterli bilgiye sahip olmamalarından kaynaklı olduğu düşünülebilir. Yapılan bu etkinlik yaşanan bir dikkatsizlik sonucu paralelkenar olarak son bulmuş olsada öğrenciler N noktasının M noktasının simetriği olduğu için tek başına hareket etmediğini ve M ile birlikte hareket ettiğini ifade ettikleri görülmüştür. Ayrıca ekran kayıtlarındaki diyaloglarda karşılıklı kenarların birbirine paralel olduğunu ifade ettikleri görülürken, yorumlarında ise K ve L noktalarının hareketinin açıları değiştirmediğini ancak M noktasının hareketinin açıları değiştirdiklerini de ifade ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin ifadelerinden yola çıkarak simetrinin öğrenciler tarafından keşfedildiği ve yapılan yanlışlıktan

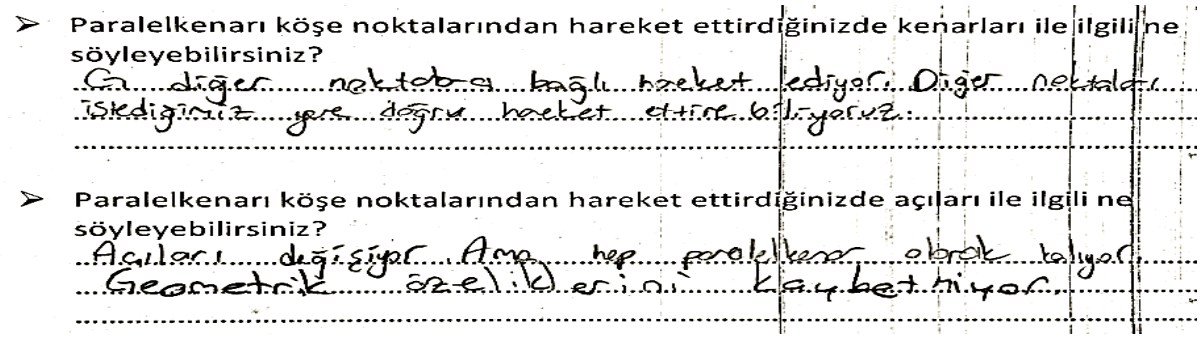
dolayı eşkenar dörtgenin paralelkenar ile ortak olan bazı özelliklerinin yazılım ile keşfedildiği söylenebilir.





Yorumlar incelendiğinde öğrencilerin kenar ve açı sorularına aynı cevaplar verdikleri görülmektedir. Öğrencilerin kenar-açı kavramları arasında ortak ilişkilere gitmeye çalıştıkları ve bu kavramları ayrı ayrı inceleyip ifade edemedikleri düşünülebillir. Ayrıca bu duruma inşa sırasında yaptıkları yanlış adım da sebep olmuş olabilir.

4.1.2.1.7. Paralelkenar. Öğrencilerin etkinlik adımlarını yaparken artık daha hızlı ve rahat olduğu gözlemlenmekle birlikte 2. paralel doğruyu yanlış doğruya göre oluşturdukları görülmüştür. Öğretmenden yardım alarak tekrar yapan öğrenciler kısa sürede şekli oluşturdukları gözlenmiştir (Şekil 9). G köşesinin kesişim noktası olduğu için tek başına hareket edemediğini farkeden öğrencilerin bir önceki etkinlikte olduğu gibi şeklin köşe hareketlerinin kenarları nasıl etkilediği konusunda köşelerin hareketine odaklandıkları, açıları ile ilgili ise doğru yorumlarda bulundukları görülmüştür. Bu durumda öğrencilerin yazılım ile paralelkenarı daha iyi gözlemledikleri düşünülebilirken, öğrencilerin şekildeki incelemelerinde kenarları ayrı bir şekilde değerlendirmedikleri ve açı odaklı olduğu söylenebilir.

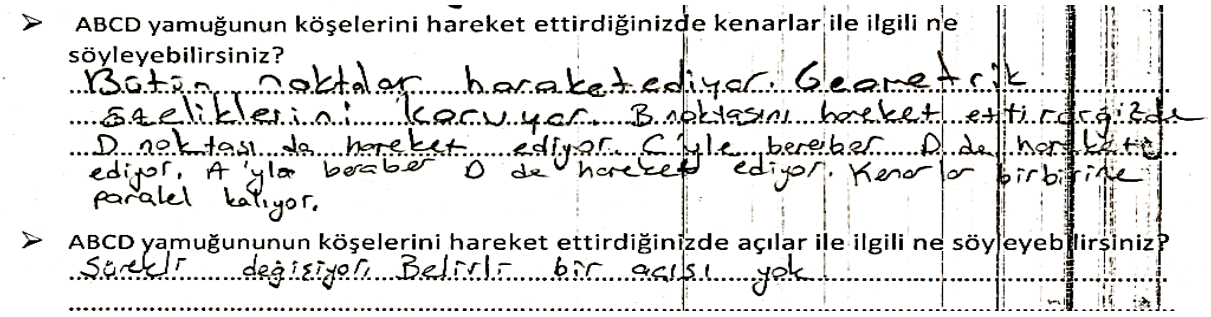


Şekil 9

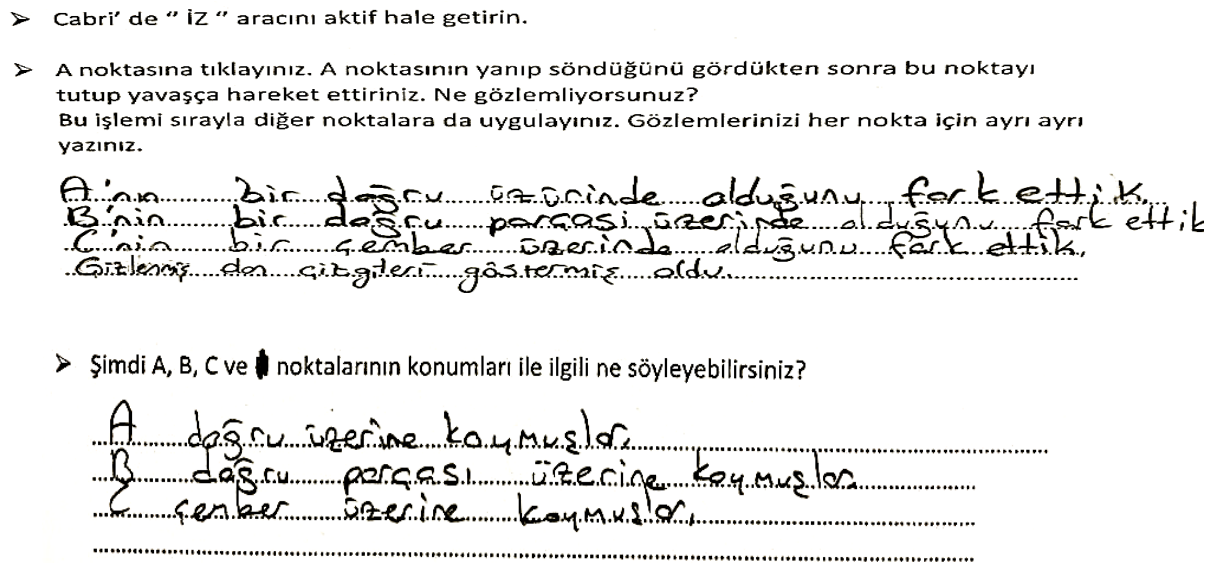
B Grubunun Paralelkenar Şekline Ait Çalışma Ekranı



4.1.2.1.8. Yamuk. Şeklin öğrenciler tarafından bir sıkıntı yaşanmadan oluşturulduğu görülmüştür. Öğrenciler bütün noktaların hareket edebildiğini, yamuğun geometrik özelliklerinin korunduğunu ve bazen paralel kenar olabildiğini ifade ettikleri görülmüştür. Bu ifadeler "Her paralelkenarın bir yamuk olduğu" gerçeğiyle örtüşmekte ve yazılımdaki noktaların dinamikliği öğrencilere bu gerçeği kendilerinin keşfetmesinde yardımcı olduğu düşünülebilir. Köşelerin hareketi ile açıların değiştiğini sabit bir açının olmadığını ifade eden öğrencilerin kenarlar ile ilgili köşe hareketlerine odaklandıkları görülmüştür. Öğrencilerin paralel olan kenarların hareket sonucunda yine paralel kaldığını ifade ettikleri görülürken paralel olmayan kenarları da bu yoruma dahil ettikleri fark edilmiştir. Öğrencilerin yamuğun köşelerinin hareketi ile bazen paralelkenar olduğunu düşünmeleri bu yoruma neden olduğu söylenebilir.



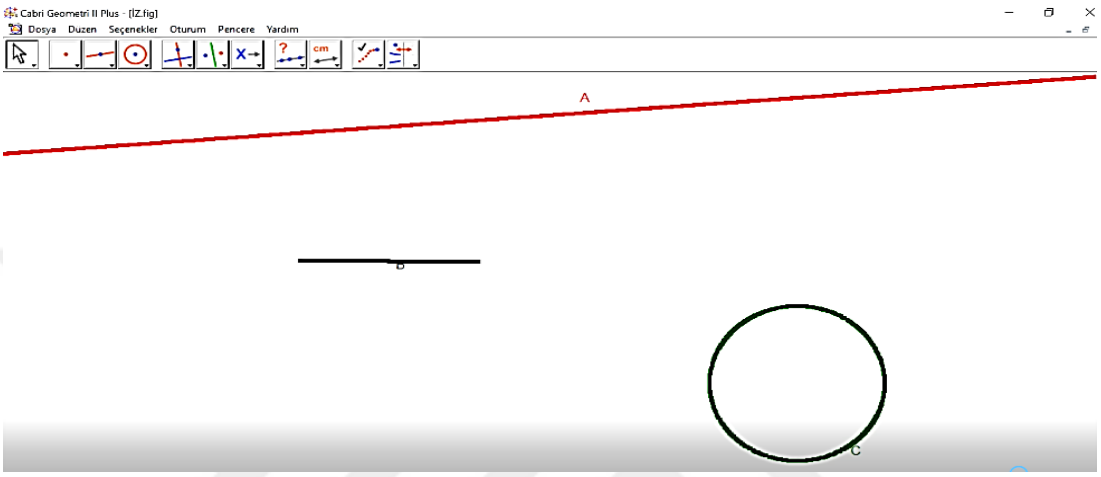
4.1.2.1.9. İz. Bu etkinlikte öğrencilerin gizlenmiş olarak doğru,doğru parçası ve çember üzerine inşa edilmiş olan noktaları hareket ettirerek ve yazılama ait iz aracını kullanarak hangi geometrik nesnenin üzerine inşa edildiğini farkettikleri görülmüştür (Şekil 10). Öğrencilerin noktaları yerleştirdikleri nesneleri iz aracını kullanmadan önce de tahmin ettikleri ifadelerinde tespit edilmiştir. Bununla birlikte doğru parçası üzerine yerleştirilen B noktasını ilk hareket ettirdiklerinde "A doğru üzerinde, B de öyle" şeklinde ifadelerde bulundukları görülmüş ancak daha sonra B noktasının sınırlı hareket ettiği yani doğru parçası üzerinde olduğu öğrenciler tarafından farkedilmiştir. Ayrıca bu çalışma sırasında öğrenciler iz aracını kullanmadan önce gizle-göster aracını aktifleştirerek noktaların hangi nesneler üzerine inşa edildiğini gördükleri farkedilmiştir. İz aracı ile gizlenmiş olan çizgilerin gösterildiğini ifade eden öğrenciler aşağıdaki yorumlarda bulunmuşlardır.



Yukarıdaki öğrenci yorumları incelendiğinde öğrenciler için iz aracının, noktaların geometrik yerini keşfetmelerinde somut bir delil olduğu söylenebilirken, öğrencilerin keşif sürecinde gizle-göster aracının da etkili olduğu söylenebilir.

Şekil 10

B Grubunun İz Çalışmasına Ait Çalışma Ekranı



4.1.2.1.10. Simetri. Öğrencilerin etkinliği yaparken sıkıntı yaşamadıkları görülmüştür. Adımları yaparken kendi aralarında "Sanki ayna gibi." ifadelerde bulundukları ve simetriyi yazılım ile doğru bir şekilde yorumladıkları görülmüştür. B noktasının simetrik olduğunu fark eden öğrecilerin A noktasının hareketi ile B noktasının da hareket ettiğini ifade ettikleri tespit edilirken d doğrusunun hareketi ile simetrinin bozulduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Bu yanlış ifade ekran kayıtlarının da analizi ile d doğrusunun her yere hareket edebileceği göz önüne alındığında öğrencilerin daha önce rastlamadıkları dinamik simetri görüntüleri ile karşılaşmalarından kaynaklı olduğu düşünülebilir. Ayrıca öğrencilerin yeterli simetri deneyimine sahip olmamaları da bu duruma etki eden faktörler arasında olabilir. Etkinlikte oluşturulan AB doğrusu ile d doğrusu için aşağıdaki yorumda bulundukları görülmüştür.

- A ve B den noktalarından geçen AB doğrusunu oluşturun.
- AB doğrusu ile d doğrusu için ne söylenebilir?

*Bir kesişim noktası var *d doğrusuna dik. *Hareket ettirdiğimizde simetrik oluyorlar.

Bu ifade ile öğrencilerin, yazılımın hareketlilik özelliğinden yararlanarak noktalar ve doğrular arasındaki geometrik özellikleri keşfettiklerini gösterebilir.

Simetri etkinliğinin son adımında öğrencilerden A ve B noktalarının orta noktasını araç kullanarak bulmaları istenmiş ve öğrencilerin aşağıdaki yorumu yaptıkları görülmüştür.

- "Orta Nokta" aracını kullanarak A ve B noktalarının orta noktasını oluşturun. Ne gözlemliyorsunuz?

Kesişim noktası oldu. Nokta hareket etmiyor. d doğrusunu hareket ettirdiğimizde kesişim yerinde kalıyor. Nokta D doğrusunu hareket ettirdiğimizde A'nın uzaklığı kadar B'de uzaklaşıyor.

İfadelerden anlaşılacağı üzerine etkinlik ile öğrencilerin simetri kavramının içerisindeki simetri merkezi, simetrik noktalar ve simetri merkezine olan eşit uzaklık gibi özelliklerin daha somut olarak anlaşıldığı ve yazılımın dinamikliğinin öğrencilerin keşfetme süreçlerine olumlu etki ettiği düşünülebilir.

4.1.2.2. Model inceleme. B grubu ile yapılan Cabri uygulamalarındaki model inceleme sürecinde öğrencilerin modeldeki simetrik olan ve olmayan noktaları ayırt edebildikleri ve hareketli noktalar ile o noktaların simetrileri arasında bir simetri çizgisi olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin ilk gözlemlerinde noktaların hareketine bağlı olarak konumlarıyla ilgili doğru yorumlarda bulundukları tespit edilmiştir. b noktası ve tüm noktaları genel olarak aşağıdaki gibi değerlendiren öğrencilerin yaptığı yorumların bu tespiti güçlendirdiği düşünülebilir;

"b" noktasına ait gözlemlerinize göre eğer b noktası hareket ettirilebiliyorsa;

A) b noktası hareketini tarif ediniz?

Çember üstünde hareket ediyor

B) b noktası ekranda nerelere taşınabilmektedir?

Çember etrafında dönebiliyor.

C) b noktası ile ilgili gözlemlerinizi ve tüm cevaplarınızı düşündüğünüzde sizce b noktası hangi kavram üzerine inşa edilmiştir?

Çember üzerine kurulmuş

(b noktası hareket etmiyorsa yukarıdaki soruları cevaplamadan geçiniz.)

8) "a", "b", "c", "d" , "e" ve "f " noktalarının hareketlerine ait gözlemlerinizi genel olarak düşündüğünüzde; ortak veya farklı yönleri var mıdır? Verdiğiniz cevabı nedeniyle birlikte yazınız.

a→ Gözbebeğinin merkezi, simetrik olarak hareket ediyorlar.
b→ Çember üzerine hareket ediyor. Çember üzerine kurulmuş.
c→ Yay ve doğru parçasının birleşimiyle oluşmuş bir şeklin üstünde.
d→ İki dudak arasında bir doğru var. Yayın üzerinde. Bütün noktalar
e→ Kafayı oluşturan çemberin merkezi. kısıtlı bir şekille hareket ediyor.
f→ Yayın üzerinde. gözbebeğinin

Yorumlar ve ekran kayıtları incelendiğinde öğrencilerin noktaların konumlarıyla ilgili ayrıntılı inceleme gerçekleştirdiği görülmüştür. Ayrıca daha önce a noktaları arasında simetri çizgisi olduğunu ifade eden öğrencilerin, dudaklar arasında da bir simetri eksenini fark ettikleri görülmüştür.

Öğrencilerin modelin başlangıç noktası olan e noktası ile ilgili aşağıdaki yorumu ayrıca dikkat çekmiştir;

5) "e" noktasını hareket ettirebiliyorsanız hareket ettiriniz ve gözlemlerinizi yazınız.

e noktası hareket ediyor. Bizce e noktası merkez noktası. Çünkü onla beraber kafayı oluşturan çember hareket ediyor.

Yorum incelendiğinde öğrencilerin e noktasının modelin yüzünü oluşturan çemberin merkezi olduğunu keşfettikleri ve bu keşfin bir sonraki adım olan modelleme için onlara rehber olacağı söylenebilir.

Öğrenciler noktaların hareketini gözlemledikten sonra modelin;

- Sol gözbebeği için sağ göz bebeğine,
- Sol gözündeki leke için sağ gözündeki lekeye,
- Sol kaşı için sağ kaşına,

- Üst dudağı için alt dudağına ve
- Sol kulağındaki küpe için sağ kulaktaki küpeye “Simetriktir” ifadesini kullanmıştır.

Bu ifadelerinde ışığında yazılımda gerçekleştirilen bu etkinliğin öğrencilere günlük yaşam ile geometrik nesneler arasında bir bağ kurmalarına yardımcı olduğu düşünülebilir.

Tüm bulgulardan yola çıkarak yazılımın dinamik yapısının öğrencilere noktaları ve şekilleri hareket ettirerek konumlarını belirleme, gizlenmiş geometrik nesneler ve dönüşümlerle ilgili görsel bir ipucu imkânı sunduğu düşünülebilirken, günlük yaşamdaki nesnelere geometrik bir bakış kazandırabileceği de düşünülebilir.

4.1.3. C grubuna ait bulgular. Bu grup akademik seviyeleri düşük (C1) ve orta (C2) düzeyde olan iki öğrenciden oluşmaktadır. Öğrencilerin etkinlikleri gerçekleştirme sürecine istekli olarak başladıkları görülmüş ancak birçok etkinlikte istenen adımları gerçekleştirirken talimatlara uymadıkları gözlenmiştir. Bu nedenle özellikle zorlandıkları etkinliklerde motivasyonlarında düşüş gözlendiği, kolay gelen etkinliklerde ise daha istekli oldukkarı fark edilmiştir. Ayrıca yazılımı kullanırken bilgisayarın mause aracı olmadığı için zorlandıkları görülmüştür. Çalışma kağıtlarındaki soruları cevaplarken ise soruları yeterince anlamlandıramadıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin çalışma süreçleri aşağıda alt başlıklar altında sunulmuştur.

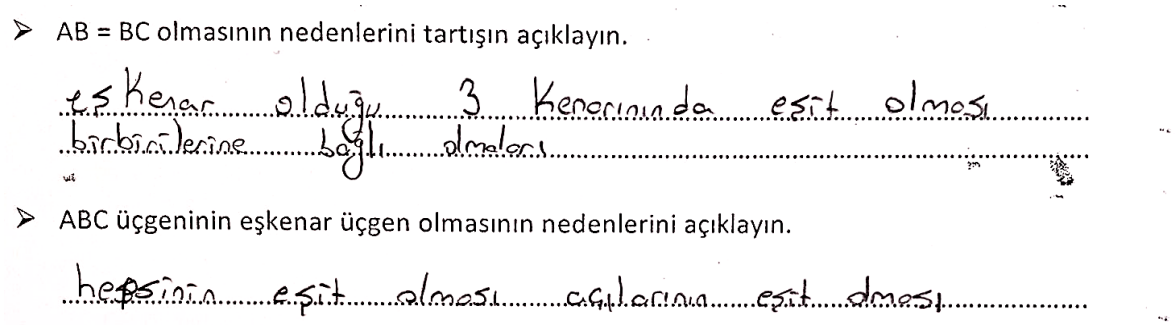
4.1.3.1. Program kullanımını öğrenme ve uygulama.

4.1.3.1.1. Program kullanımı. Öğrencilerin etkinliğin tamamında mause kullanamadıkları için sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Etkinliğin ilk 2 sayfasındaki temel geometrik kavramlarda çok sıkıntı yaşamayan grup öğrencileri son sayfasındaki yay, dik doğru, paralel doğru ve orta nokta kavramlarını yazılım ile gerçekleştirmede zorlandıkları tespit edilmiştir. Bu etkinliklerde öğrencilerin yay oluştururken adımlarda yazılmış olan 3 noktayı seçme konusunda sıkıntı yaşadıkları ve paralel doğruları, dik doğruları kendi bilgilerine dayanarak hizalama ile yapmaya çalıştıkları görülürken yazılımdaki araçların

kullanımı konusunda sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Aynı şekilde iki noktanın orta noktasını araç kullanmak yerine kendileri oluşturmayı tercih etmiş ve noktaların hareketi ile bu orta noktanın yanlış olduğunu görüp öğretmenden yardım alarak etkinlik adımları ile tamamladıkları görülmüştür. Öğrencilerin yaşadıkları bu sıkıntıların yazılım ile ilk karşılaşmalarının neden olduğu düşünülürken kalem-kağıt ortamındaki alışkanlıklarının yazılımdaki uygulama çalışmalarına etki ettiği de söylenebilir.

4.1.3.1.2. Dik üçgen ve eşkenar üçgen. Öğrencilerin dik üçgen etkinliğinde dik doğru oluştururken sıkıntı yaşadıkları tespit edilmiştir. Öğretmen yardımı ile dik doğruyu tamamlayan öğrenciler dik üçgeni tamamladıkları görülmüştür. Dik üçgenin köşe hareketlerini yorumlayan öğrencilerin üçgenin kenarlarına odaklı kaldığı ve açı ile ilgili herhangi bir yorumda bulunmadıkları tespit edilmiştir.

Eşkenar üçgen etkinliğinde ise öğrencilerin adımları gerçekleştirirken zorlanmadıkları görülmüş, eşkenar üçgenin kenarları ile ilgili soruları çemberler ile ilişkilendiremedikleri saptanmıştır. Şekli oluştururken yaptıkları geometrik işlemleri fark edemedikleri düşünülen öğrencilerin etkinlikteki sorularda oluşturdukları modeli yorumlamak yerine kendi zihinlerinde var olan şemalarla cevapladıkları aşağıdaki yorumlarda görülmüştür.



Yorumlar düşünüldüğünde öğrencilerin önceki öğrenmelerinin etkinliklerdeki yorumlarını etkilediği ve keşfetme sürecinde semiyotik muhakemelerinin etkilediği düşünülebilir. Bununla birlikte bu duruma öğrencilerin çember ile ilgili geometrik bilgilerinin yetersiz olması da neden olmuş olabilir.

4.1.3.1.3. Dörtgenler. Öğrencilerin bu etkinlikte daha önceden öğrendikleri dörtgenlere ait geometrik özellikleri fark etme konusunda sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Bu nedenle görüntü olarak aynı görünen dörtgenleri ayırt etmede zorlanmış oldukları tespit edilmiştir.

KLMN (Kare) dörtgenini hareket ettirdiğimizde açılarının birbirine eşit olduğunu ifade eden öğrenciler şeklin kare olduğunu ve özelliklerini koruduğunu ifade ettikleri görülmüştür.

EFGH (Paralelkenar) dörtgeninin ilk olarak paralelkenar olduğunu ifade eden öğrencilerin daha sonra fikirlerinin değiştirip dikdörtgen olduğunu yazdıkları görülmüştür. Neden olarak ise kenarların uzadıkça dikdörtgen oluştuğunu ifade ettikleri tespit edilmiştir. Burada öğrencilerin geometrik özelliklerden ziyade görsel olarak şekli değerlendirdiği söylenebilir. Ancak bunun yanında bu şekillerin özellik anlamında iç içe olmaları da öğrenci de bu yorumları oluşturmuş olabilir. Çünkü her dikdörtgen aynı zamanda paralelkenarın özelliklerini taşımaktadır. Öğrencilerin şekle karar verirken dikdörtgenin açılarını göz ardı ettikleri görülmüştür.

KLMN (Eşkenar dörtgen) dörtgeninin paralelkenar olduğunu ifade eden öğrenciler M noktasının paralel hareket ettiğini ifade ettiği görülmüştür. Burada öğrencilerin M noktasının hareket ettirdiklerinde kenarlardaki paralelliği keşfettikleri ekran kayıtlarında tespit edilmiştir. Açıların da paralel olduğunu ifade eden öğrencilerin karşılıklı açıların eşitliğini sezdiği ancak yanlış bir geometrik ifade kullandıkları düşülebilir. Ayrıca öğrencilerin kenarların eşitliğini fark etmemeleri nedeniyle şekil için paralelkenar yazdıkları söylenebilir.

PRST (Yamuk) dörtgeninin yamuk olduğunu ifade eden öğrenciler aşağıdaki yorumda bulunmuşlardır;

PRST dörtgeni bir ...Yamuk.....dir.
Çünkü..Bir kenar hareket edince diğerleri etmiyor.....
ve ortaya düzensiz bir şekil çıkıyor

Yorum ve kayıtlar değerlendirildiğinde öğrencilerin yaptıkları gözlemi geometrik olarak ifade edemedikleri ve yanlış genellemelerde bulundukları düşünülürken şekli görsel olarak değerlendirerek yamuk sonucuna ulaştıkları söylenebilir. Ancak buna rağmen yamuk şeklinin diğer şekillerden farklı yönlerini keşfettikleri düşünülebilir.

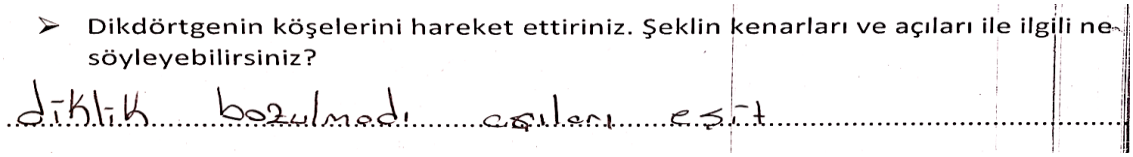
4.1.3.1.4. Kare. Öğrencilerin kareyi inşa ederken dik doğru aracını rahatlıkla kullanabildikleri görülmüştür. Ancak dik doğruyu yanlış yerde oluşturan öğrencilerin yanlış bir hamle ile çizimlerinin tamamının silindiği görülmüştür. Öğrencilerin inşa sırasında etkinlik adımlarına dikkat etmedikleri ve görsele dayalı yapmaya çalıştıkları gürülmüş, ilk dik doğruyu doğru adımlarla oluşturan öğrencilerin diğer dik doğrularda yazılım aracı yerine hizalama yaptıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin aralarında yaptıkları;

" Kanka çok uzun olmadı mı?"

"Kanka zaten bu da uzun" (İlk çizdikleri dik doğruyu göstererek) tarzında konuşmalardan da yola çıkarak öğrenciler çizimler sırasında, benzerini çizerek yazılımı kullanma konusunda etkinlik adımları dışına çıktıkları ve bu nedenle oluşturdukları şeklin aslında bir kare olmadığı tespit edilmiştir. Öğretmen ile kontrolü yapılan şeklin kare olmadığını anlayan öğrenciler dik doğruları kullnarak tekrar bir kare oluşturmuş ve etkinliği tamamladıkları görülmüştür. Yaşanılan sıkıntı düşünüldüğünde etkinliklerde öğrencilerin kağıt-kalem ortamındaki alışkanlıklarının uygulama sürecine etki etmeye devam ettiği söylenebilir.

4.1.3.1.5. Dikdörtgen. Öğrencilerin bir önceki etkinlikte olduğu gibi bu etkinlikte de ilk 2 dik doğruyu araç kullanarak doğru oluşturdukları ancak diğer dik doğruda yine hizalama yaptıkları görülmüştür. Ayrıca kesişim noktası olarak oluşacak olan D noktasını da C

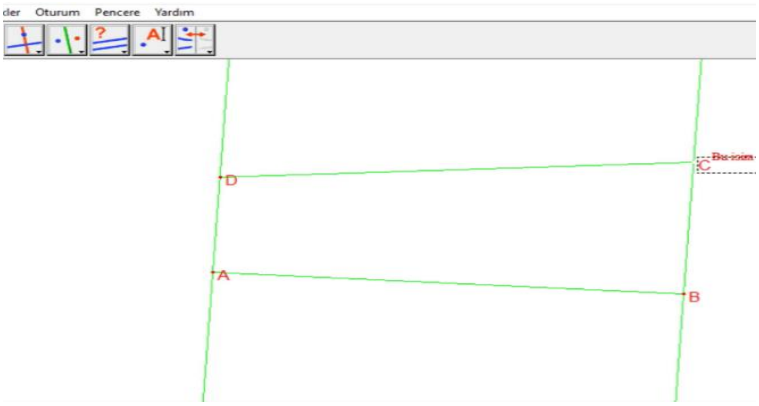
noktasına hizalayarak yaptıkları tespit edilmiştir. Bu etkinlikte öğrencilere 2 kenar için oluşturulacak doğrular adımlarda verilmemiş öğrenci yorumuna bırakılmıştır. Öğrenci daha önce kullanmayı öğrendiği paralel ve dik doğru aracı ile şekli oluşturabilmektedir. Ancak öğrenciler adımlarda verilmeyen 2. doğruyu "Buraya da aynısını yapcaz heralde" şeklinde tahmini olarak karar verip dik doğru olarak yaptıkları görülmüştür. 3. doğrunun ise ilk önce hizalama ile doğru parçası kullanılarak oluşturulduğu ve noktaları hareket ettirdiklerinde doğru çizim yapmadıklarını farkettikleri görülmüştür (Şekil 11). Burada öğrencilerin zorlanmasında etkinlikte gizlenen bir adımın olması, öğrencilerin inşa sırasında dikdörtgen özelliklerini göz önünde bulundurmadıkları ve kağıt-kalem ortamına ait alışkanlıkları kullanmaya meyilli olmalarından kaynaklı olduğu söylenebilir. Öğrencilerden C1 "Kanka burada da dik doğru yapacağız heralde" şeklinde ifade etmiş olsa da 2 kez aynı hata ile dikdörtgen oluşturmayı denemiş ve öğretmenden yardım alarak şekli tamamladıkları görülmüştür (Şekil 12). Tamamladıkları dikdörtgenle ilgili aşağıdaki yorumda bulunmuşlardır;



Öğrencilerin etkinlik ile dikdörtgenin kenarlarının her zaman birbirine dik ve açılarının eşit olduğunu keşfettiği söylenebilir.

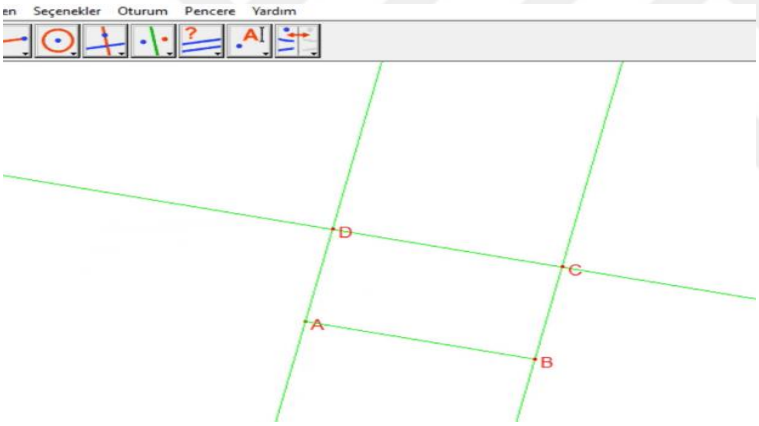
Şekil 11

C Grubuna Ait Çizim Olan Dikdörtgen



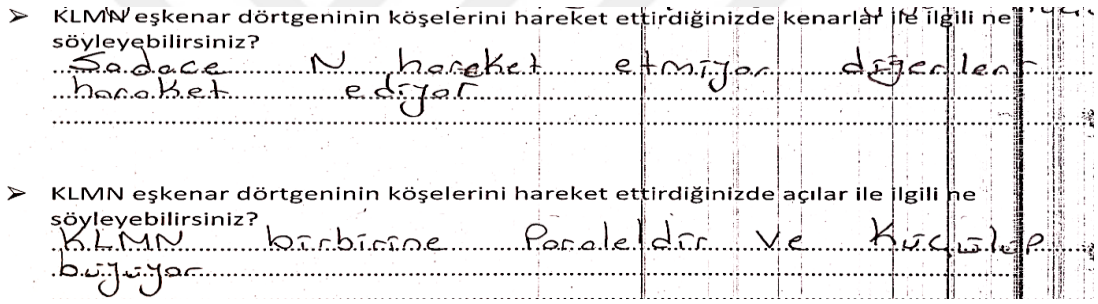
Şekil 12

C Grubuna Ait Yapı Olan Dikdörtgen



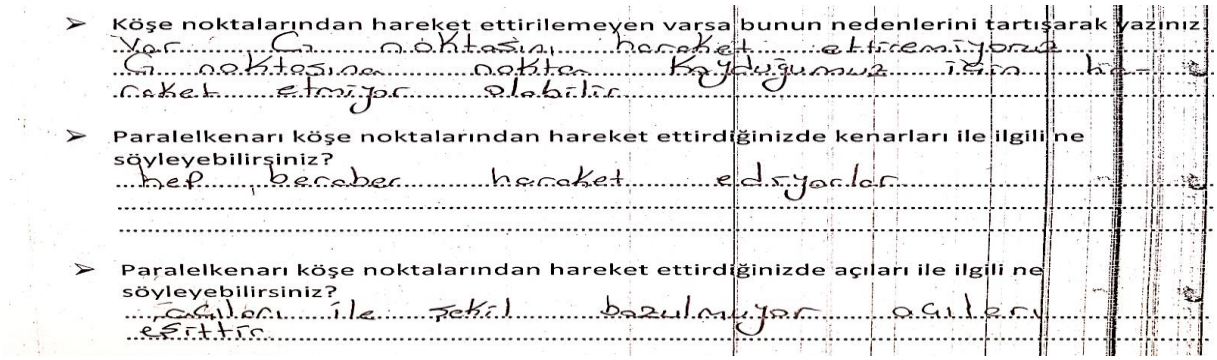
4.1.3.1.6. Eşkenar dörtgen. Öğrencilerin etkinlik sırasında orta nokta aracını kullanarak yanlış iki noktanın ortasını buldukları görülmüştür. Öğrenciler rastgele hareket eden oktaki göstergeyi dikkate alarak çemberin yarıçapının orta noktasını bulduğu tespit edilmiş ve buldukları noktayı O olarak işaretledikleri görülmüştür. Daha sonra gelen adımları bu noktaya göre yapan öğrenciler yan gruptaki arkadaşlarından yardım alarak yanlışlarını düzelttiği görülmüştür. Öğrenmenin sadece bilgisayarla etkileşim vasıtası ile değil sınıf içinde ortamdaki diğer kişiler olan akranlarla da devam ettiği görülmüştür. Bu ise sunulan ortamın olumlu bir yanı olarak değerlendirilebilir. Öğrenciler L noktasının O noktasına göre

simetriğini bulurken adımlarda yazmamasına ve daha önce noktaya göre simetri yapılmamasına rağmen araç çubuğundan doğruya göre simetriği değil noktaya göre simetri aracını seçerek son köşeyi oluturdukları fark edilmiştir. Bu durumda öğrencilerin yazılıma ait kendi kullanım şemalarını oluşturmaya başladıkları düşünülebillir. Son adımları tamamlayan öğrencilerin eşkenar dörtgeni tamamladıkları görülmüş ancak ekran kayıtlarında kendi aralarında "NM, KL'ye paralel oluyor" ve "Açılar birbirine paralel" şeklinde konuştuğu görülen öğrencilerin aşağıdaki yorumlarında da kenar ve açılar ile ilgili net ifadelerde bulunmadığı görülmüştür. Öğrencilerin kenar ve açılarla ilgili geometrik olarak yorum yapma konusunda sıkıntı yaşadıkları bununla birlikte kenar- açı kavramlarını ortak olarak değerlendirme çabasıında oldukları ve ayrı ayrı inceleyip ifade edemedikleri düşünülebilir.



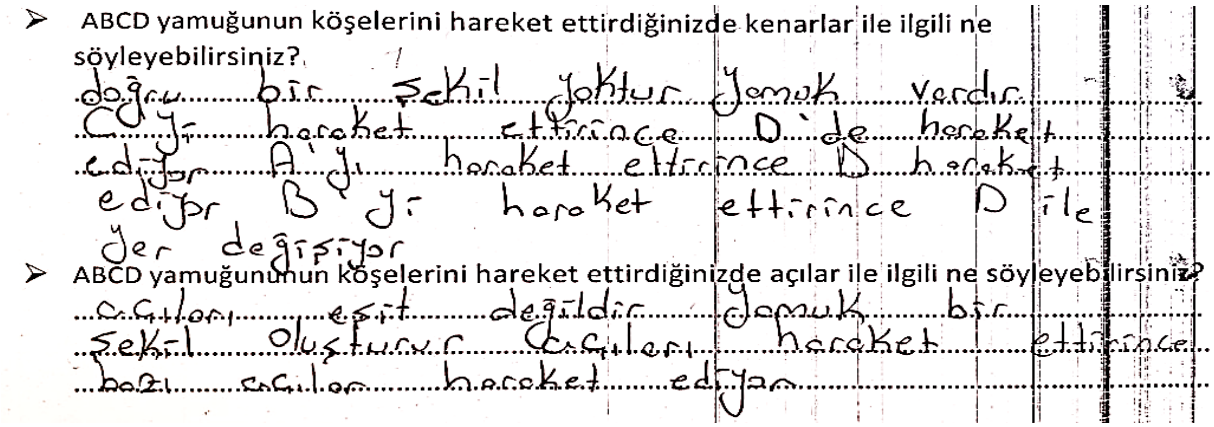
4.1.3.1.7. Paralelkenar. Öğrencilerin paralelkenarın inşası sırasında ortak noktaya sahip iki doğru parçası çizimi yaparken C2 'nin yanlış yaptığı yerde C1'in yanlışı düzelttiği dikkat çekmiştir. Oluşturdukları doğru parçasının yönü öğrencilerin kafasını karıştırmış ve doğru parçasını sildikleri görülmüş ayrıca öğrencilerden C1'in "Doğru parçası geriye gider mi?" yorumu ile karşılaşılmıştır. Daha sonra tekrar aynı doğru parçasını çizdikleri ve öğretmene onaylatarak devam ettikleri görülmüştür. Doğru parçalarını tamamlayan öğrencilerin sonraki adımlarda paralel doğru yapmaları istenmiş ancak öğrenciler burada paralel doğru aracını nasıl kullanacağını bilemedikleri için hizalama ile paralel doğru parçaları oluşturdukları tespit edilmiştir. Öğretmene danışan öğrenciler araç kullanmaları gerektiğini anlamış, doğru nokta fakat yanlış doğru parçasını seçerek çakışık doğru ve doğru parçası elde ettikleri görülmüştür. Paralel doğruyu öğretmen ile düzelten öğrencilerin paralelkenarı

tamamladıkları görülmüştür. Tamamlayan öğrencilerin etkinlikteki kenar ve açı ile ilgili sorulara net cevaplar vermediği ve açılarla ilgili yanlış yorumda bulundukları da aşağıdaki yorumlarda tespit edilmiştir;



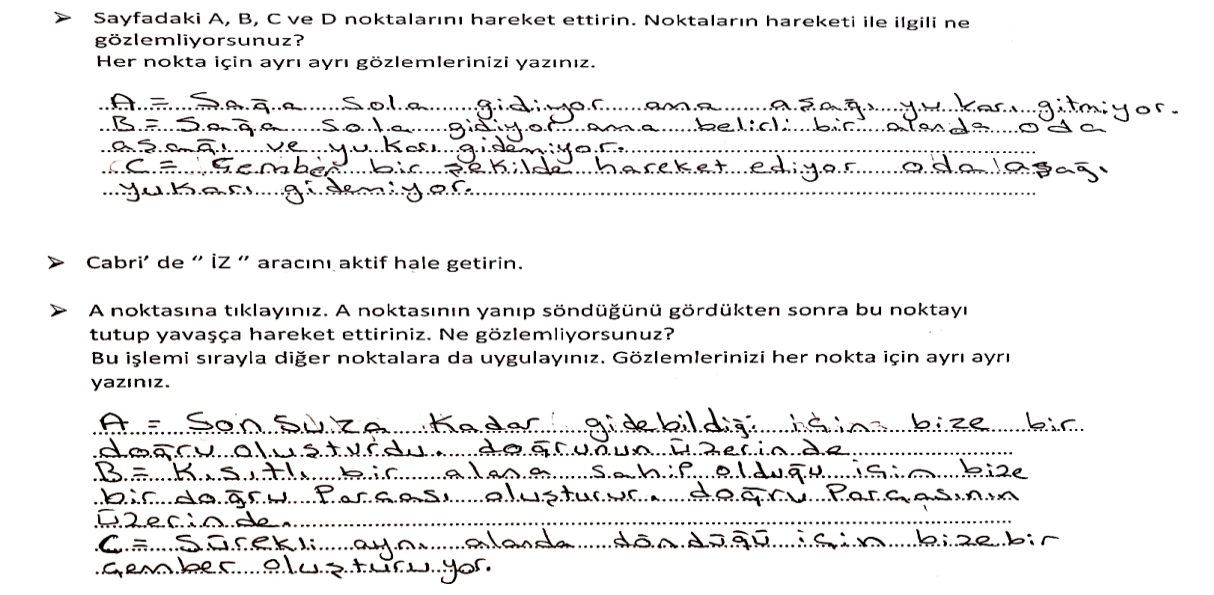
Yorumu ve öğrencilerin ekran kayıtlarını incelediğimizde öğrencinin bu cevabı vermesinde önceden oluşturulmuş bir nokta değil de doğruların kesişimine nokta koymalarının etkili olduğunu söylenebilir. Yani burada öğrenciler kesişim noktasının farkında oldukları ancak ifade edemedikleri düşünülebilir. Öğrencilerin kenar ve açıları yorumlama konusunda yaşadıkları sıkıntını devam ettiği de söylenebilir. Bununla beraber paralel doğru oluşturma noktasında sıkıntılarının devam ettiği düşünüldüğünde öğrencilerin paralellik kavramına ait bilgilerinin yetersiz olduğu söylenebilir. Öğrencilerin kağıt- kalem alışkanlıklarının yazılımdaki inşa süreçlerine etki etmeye devam ettiği de düşünülebilir.

4.1.3.1.8. Yamuk. Öğrencilerin adımlara birebir uyarak sıkıntı yaşamadan şekli oluşturdukları görülmüştür. Öğretmenin verdiği ip uçlarına rağmen öğrencilerin şeklin kenarlarıyla ilgili yeterli yorumda bulunmadığı ve görsel olarak yamuk bir şekil olduğu için yamuk olduğunu ifade ettikleri tespit edilmiş yorumlarının sadece noktalarının hareketi ile kaldığı görülmüştür. Şeklin açıları ile ilgili ise eşit olmadığını ifade ettiği görülen öğrencilerin kenar ve açılarla ilgili yorumları aşağıda verilmiştir;



Yukarıdaki yorumlara göre öğrencilerin kenar uzunluklarına, alt ve üst kenarın birbirine paralel olduğu ve bu paralelliği koruduğuna dikkat etmediği tespit edilmiştir. Öğrencilerin paralelik konusunda şekli oluştururken kullandıkları geometrik özellikleri şekil ile bağdaştıramadıkları düşünülebilir. Açıların eşit olmadığını dile getiren öğrencilerin en azından yamuğun diğer şekillerden farklı olan açı özelliğini keşfettikleri söylenebilirken öğrencilerin yeterli kenar-açı kavramları ile ilgili yeterli geometrik ifadede bulunmadıkları görülmüştür.

4.1.3.1.9. İz. Öğrencilerin bu etkinlikte noktaları hareket ettirerek inceleme yaptıkları görülmüştür. Noktaları iyi gözlemleyen öğrencilerin aşağıdaki yorumları yaptığı tespit edilmiştir;

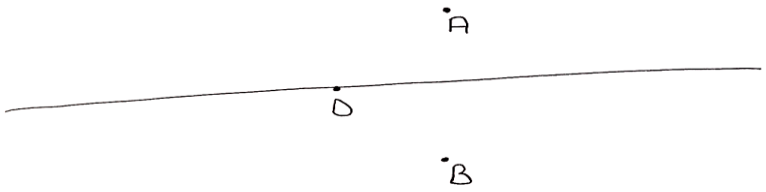


İlk olarak noktaları hareket ettirerek doğru, doğru parçası ve çemberi sezen öğrencilerin, daha sonraki adımda iz aracı ile noktaların üzerinde bulunduğu bu geometrik nesneleri keşfettiği fark edilmiştir. Yazılımdaki iz aracının öğrencileri noktanın hareketi ve yeri ile ilgili farklı bakış açısı ile düşünmeye zemin hazırladığı söylenebilir. Ayrıca öğrencileri için soyut kalan bazı geometrik kavramların somutlaştığı da söylenebillir.

4.1.3.1.10. Simetri. Simetri etkinliğini gerçekleştiren öğrencilerin aşağıdaki görüntüyü (Şekil 13) elde ettikleri görülmüştür.

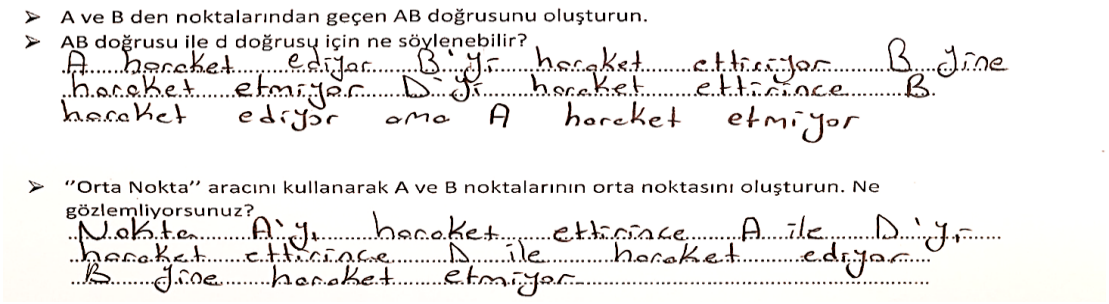
Şekil 13

C Grubunun Simetri Etkinliğine Ait Çizimi

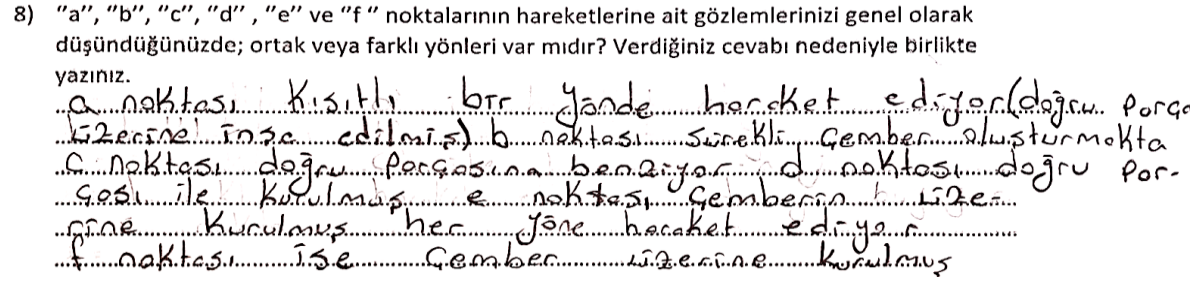


Çizimden ve ekran kayıtlarından yola çıkarak öğrencilerin simetriyi uyguladıkları tespit edilmiştir. Ancak doğru üzerine D noktası yerleştiren öğrencilerin kendi aralarında simetriyi yaparken d doğrusuna mı D noktasına mı tıklayacakları konusunda tartışma yaşadıkları görülmüştür. Aslında öğrencilerden C2, doğruya göre simetri olduğu için doğruya tıklayıp yapmış ancak yanlış olduğunu söyleyen C1, yapılan simetrik noktayı sildirip bu sefer D noktasına tıklayarak simetriyi yaptıdığı görülmüştür. Her iki simetri uygulamasında da aynı yerde simetrik noktanın oluşması sonucu C1'in " Aaa önceden de doğru yapmışız!" demesine neden olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun öğrencilerin simetriye ait geometrik bilgilerinin yetersiz olmasından ve yazılımda oluşturulan nokta ve doğru ayrımının isimlendirmeden dolayı tam olarak yapılamamasından kaynaklandığı düşünülebilir. Öğrencilerin B noktasının tek başına hareket etmediğini, A ile birlikte hareket edebildiğini yazdıkları görülmüştür. Simetrik hareketin öğrenciler tarafından farkedilmesine rağmen bazı sorulara ait yorumların sadece noktaların hareketi ile sınırlı kaldığı, geometrik bir yorumda bulunulmadığı ve D

noktası ile d doğrusunun aynı olduğunu düşündüren aşağıdaki yorumlarda bulundukarı görülmüştür.



4.1.3.2.Model inceleme. İnsan yüzü modelini çok beğenen öğrencilerin c noktaları dışında diğer noktaların hareketi doğru olarak ifade ettiği görülmüştür. Hareketli olan c noktasını hareket ettiremeyen öğrenciler c ve c' noktalarının hareket etmediğini ifade ettikleri tespit edilmiştir. Mouse kullanmadıkları için zorlandıklarını ifade eden öğrencilerin c noktası ile ilgili yanlış yorumu bu nedenle yaptıkları düşünülebilir. Noktaların konumları ile ilgili yorumlar incelendiğinde öğrencilerin noktaları hangi nesneler üzerine inşa edildiğini fark ettikleri ve bir önceki etkinliğin öğrencilere rehber olduğu görülmüştür. Öğrencilere noktaların hareketi ile ilgili ortak ve farklı yönleri sorulmuş, öğrenciler daha çok noktaların konumlarıyla ilgili aşağıdaki yorumları yaptıkları görülmüştür.



Burada yorumlara bakıldığında e ve f noktası hariç diğer noktaların konumları doğru bir şekilde ifade edildiği görülürken, f noktasının yay üzerinde olmasına rağmen çember üzerine kurulduğunu ifade etmeleri öğrencilerin yay ile çok karşılaşmamalarından kaynaklı olduğu düşünülebilir. e noktası herhangi bir nesne üzerine değil de boşlukta oluşturulmuş bağımsız bir nokta olduğu için her yere gidebilmektedir ancak öğrenciler geometrik nesnelere odaklandıkları için e noktası ile ilgili doğru yorumda bulunamadıkları düşünülebilir.

Etkinliğin son kısmında öğrencilere; “a noktasının hareketini düşündüğümüzde Huriye Abla’nın sol göz bebeği için sağ göz bebeğine ne diyebiliriz?” şeklinde her harf üzerinde bulunduğu organlar ile bağdaştırılıp sorular yöneltilmiş ve öğrencilerin aşağıdaki yorumlarda bulundukları görülmüştür;

- “Sol göz bebeği ile sağ göz bebeği kısıtlı bir alanda sağa sola gidiyor”
- “Gözün etrafındaki lekeler (b ve b’) birlikte çember oluşturuyor.”
- “c noktası hareket edince iki kaşı kısıtlı bir alanda incelip kalınlaşıyor, doğru parçası oluşturuyor.”
- “d noktası hareket edince üst dudak ve alt dudak küçülüp büyüyor, çemberle oluşturulmuş olabilir.”
- “f nokrası hareket edince kulaktaki küpeler birlikte hareket ediyor, çemberde olabilir.”

Öğrencilerin yukarıdaki yorumlarda noktaları yine konumlarına göre ve görsel olarak yorumladığı görülmektedir. Burada öğrencilerden simetrik noktalardan bahsetmeleri beklenmiş ancak öğrencilerin diyaloglarında bu nokta çiftleriyle ilgili “birbiri gibi hareket ediyor” şeklinde diyaloglara rastlanmıştır.

4.1.4. D grubuna ait bulgular. Bu grup akademik seviyeleri orta (D1) ve çok iyi (D2) olan iki öğrenciden oluşmaktadır. Öğrencilerin etkinlikleri gerçekleştirme sürecinde istekli olarak çalıştıkları ve etkinliklerde istenen adımları diğer gruplara göre hızlı bir şekilde yaptıkları gözlenmiştir. Ancak grup üyelerinden D2’nin etkinlikleri gerçekleştirirken ve yorumlarken daha aktif olduğu, süreçte D1’i sürekli yönlendirdiği fark edilmiştir. Öğrencilerin çalışma süreçleri aşağıda alt başlıklar altında sunulmuştur.

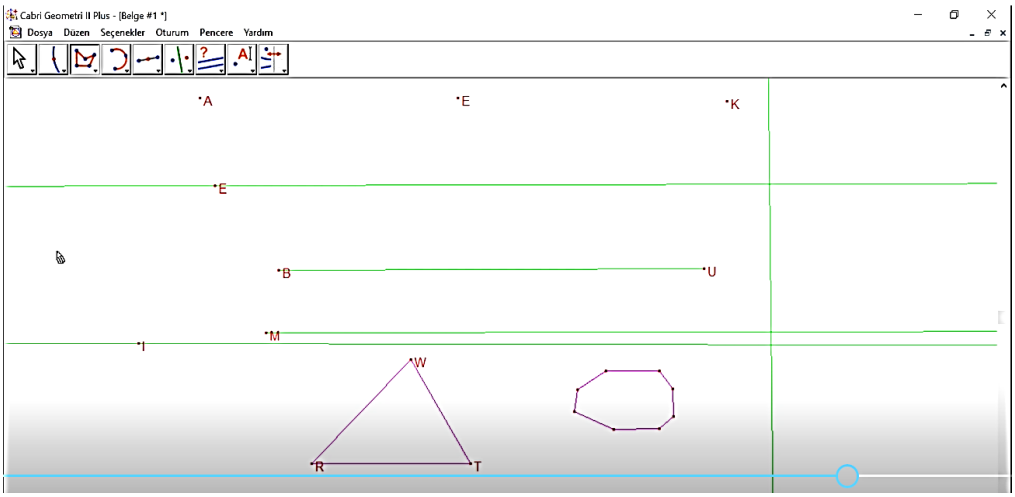
4.1.4.1. Program kullanımını öğrenme ve uygulama.

4.1.4.1.1. Program kullanımı. İlk defa yazılımı kullanan öğrencilerin ilk olarak ESC’ye basma konusunda sıkıntı yaşadıkları ancak kısa bir süre sonra alıştıkları görülmüştür.Nokta, doğru, doğru parçası, ışın ,çember, yay, çokgen ve orta nokta bulmanın

öğrenciler tarafından sıkıntısız oluşturulduğu görülmüştür (Şekil 14). Öğrencilerin yayı çembere benzeterek yapmaya çalışmaları dikkat çekmiştir. Ayrıca adımları gerçekleştirirken öğrencilerden birinin sürekli yönlendirme yaptığı görülmüştür. Dik doğru oluşturmaya çalışan öğrencilerin adımlarda yazmasına rağmen dikliği boş ekrana yapmaya çalıştıkları tespit edilmiştir.Düşünüp öğretmenden de yardım alarak dik doğruyu yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin paralel doğru yaparken, paralel doğrular kesişmediği için doğruya ve bu doğru üzerinde olmayan bir noktaya tıklamaları gerekirken; dik doğrudaki gibi doğru üzerinde noktaya tıklayarak yapmaya çalıştıkları için çakışık doğrular oluşturdukları ancak bunu farkedemedikleri görülmüştür. Paralel doğru için baya uğraşan öğrencilerin en sonunda öğretmenden yardım almadan dışarda bir noktaya tıklayarak o noktada paralel doğru oluşturdukları gürülmüştür. Öğrencilerin bağımlı nesneleri oluştururken sıkıntı yaşadıkları düşünülebilir. Bu duruma öğrencilerin dik ve paralellik kavramlarına ait geometrik bilgilerinin yetersizli veya geometrik bilgilerini yazılım ile ilk defa kullanmış olmaları neden olmuş olabilir.

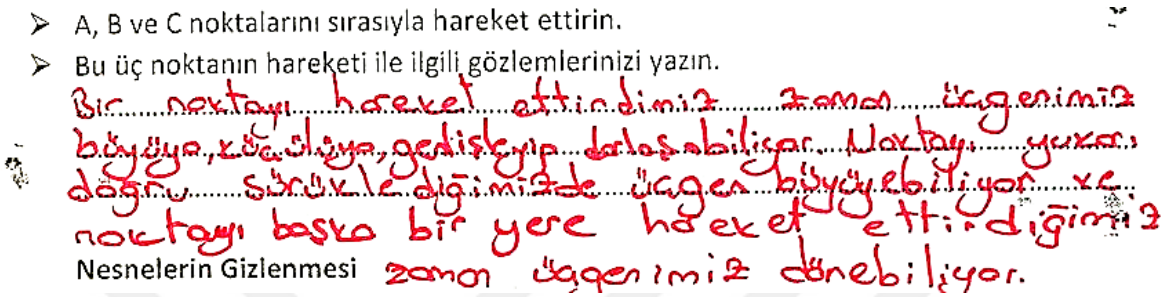
Şekil 14

D Grubunun Yazılım Araçlarının Tanıtımı Sürecine Ait Çalışma Ekranı



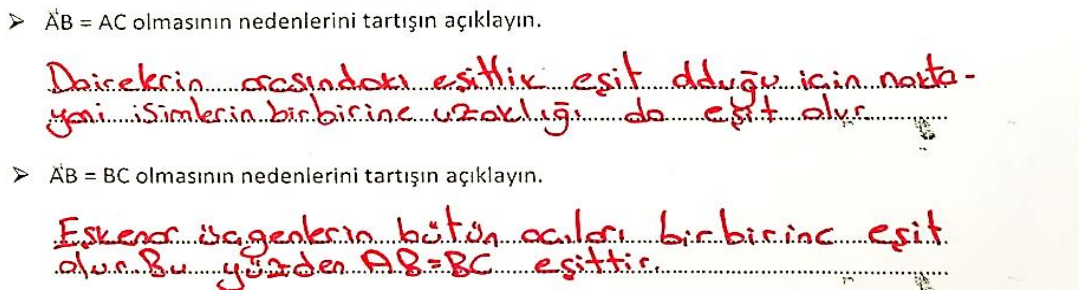
4.1.4.1.2. Dik üçgen ve eşkenar üçgen. Öğrencilerin dik üçgen etkinliğinde üst üste noktalar oluşturma, doğru parçasının yönünü belirleyememe gibi küçük sorunlar yaşasalarda

etkinliği kısa sürede tamamladığı görülmüştür. İnşa sırasında dik doğru oluştururken nokta ve doğruya tıklamaları gereken öğrencilerin AB doğru parçasındaki A ve B noktalarına basarak dik doğru oluşturmaları dikkat çekmiştir. 2. tıklanan noktada yazılımda doğru parçası olarak algılandığı için sonuç dik doğru olmuş ancak öğrencilerin yazılımda dik doğru oluşturmaya ait şemalarının tam olarak gelişmediği söylenebilir.



Yorumlara bakıldığında öğrencilerde dik üçgenin, köşelerin hareketi ile büyüyüp-küçülmesi, yön değiştirmesi dikkat çekmiş olduğu görülmektedir. Öğrencilerin A, B, C noktalarının ekranda hangi yönlere hareket ettiğini ve üçgenin açılarını göz ardı ederek sadece bütün olarak değerlendirdikleri görülmüştür.

Eşkenar üçgeni adımları takip ederek sıkıntı yaşamadan yapan öğrenciler, noktaları hareket ettirdiklerinde bir önceki etkinlikteki gibi görsel olarak değerlendirmiş ancak burada kenar uzunluklarını uzunluk aracı ile ölçmelerine rağmen üçgen için oluşturdukları çemberlerin büyüyüp-küçüldüğünü ifade ettikleri görülmüştür. Öğrenciler bu üçgeni oluşturmak için merkezleri farklı aynı yarıçaplı çemberlerin yarıçaplarını kenar olarak kullanmış ancak kenarların eşitliğini aşağıdaki gibi ifade ettikleri görülmüştür;



Yorumlara bakıldığında öğrencilerin çember ile üçgen arasında bir ilişki kurmaya başladığı söylenebilirken, etkinlikte son bölümündeki "ABC üçgeninin eşkenar üçgen olma

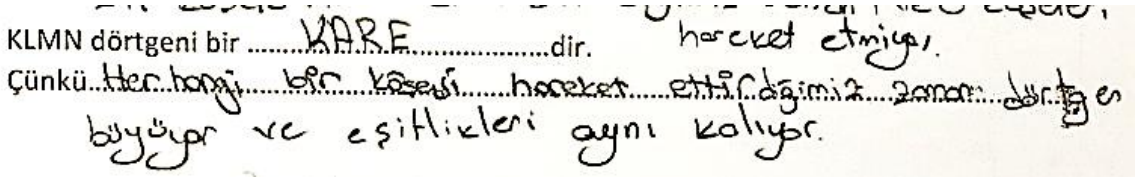
nedeni" sorusuna ise yine geometri bilgilerinden faydalanarak bütün açılar eşit derece olduğu için eşkenar üçgendir yazdıkları görülmüştür. Öğrencilerin ilk yorumda eşkenar üçgenin kenar eşitliğini doğru bir şekilde açıkladığı düşünüldüğünde ikinci ve üçüncü sorunun yorumuna şeklin kenar ve açılarına ait zihinlerindeki şemaların neden olduğu düşünülebilir.

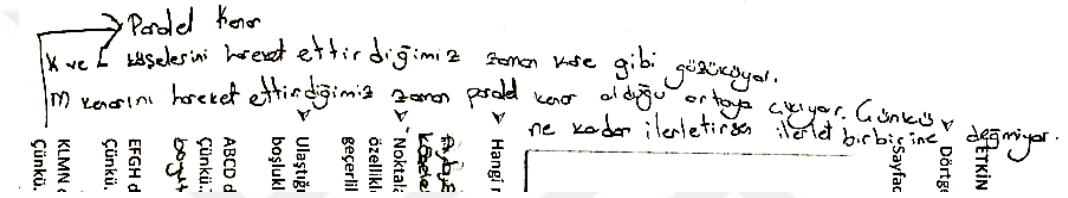
4.1.4.1.3. Dörtgenler. Öğrencilerin görsel olarak kare gibi görünen 4 özel dörtgenin teker teker köşelerini hareket ettirerek şekilleri inceledikleri görülmüştür. Hareketli ve hareketsiz köşeler ile dörtgenlerin geometrik özelliklerini keşfetmeye çalışan öğrencilerin ABCD karesini rahatlıkla keşfettiklerini ancak diğer dörtgenlerde sıkıntı yaşadıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin dörtgenlerle ilgili aşağıdaki yorumları yaptıkları tespit edilmiştir;

ABCD (Kare) dörtgenine kare diyen öğrencilerin, "Herhangi bir köşeyi hareket ettirdiğimizde şeklin değil boyutunun değiştiğini fark ettik." yorumunu yazdığı görülmüştür. Burada öğrenciler daha çok görsel olarak değerlendirme yapıp geometrik özellikten bahsetmeseler de şeklin korunduğunu görmüş ancak öğrenciler korunan özelliklerden yola çıkarak değil de şeklin değişebilen tek özelliği olan kenarlardan yola çıkarak çıkarak sonuca ulaştığı düşünülebilir**.**

EFGH (Paralelkenar) dörtgeninin dikdörtgen olduğunu ifade eden öğrencilerin " F, G köşelerini hareket ettirdiğimizde E ve H köşeleri; E, H köşelkerini hareket ettirdiğimizde ise F ve G köşeleri hareket etmiyor." şeklinde yorumlayarak bu sonuca ulaştıkları görülmüştür. Öğrencilerin noktaların hareketini incelerken aslında kareden dikdörtgene sonra da paralelkenara geçtikleri görülmüş ancak bu şekillerden en çok diktörtgen üzerinde durdukları köşeleri hareket ettirerek şekli dikdörtgene çevirdikleri görülmüştür. Yorumdan da anlaşılacağı üzerine öğrenciler sadece köşelerin hareketine takılımış ve geometrik özellikleri sorgulamadıkları tespit edilmiştir.

KLMN (Eşkenar dörtgen) dörtgeni ile çok uğraşan öğrencilerin noktaları ilk hareket ettirdiklerinde şekil için kare dedikleri daha sonra ise kafası karışan öğrencilerin öğretmene iki şekil arasında kaldıklarını ifade ettikleri tespit edilmiştir. Öğretmene danışan öğrencilerin sonrasında fikrini değiştirerek şekle paralelkenar yazdıkları görülmüştür. Öğrencilerin şekle ait yorumları sırasıyla aşağıdaki gibidir;





Yorumlara baktığımızda dörtgendeki farklı köşelerin hareketi ile farklı dörtgenlerin ortaya çıkması üzerine öğrencilerin kafasının karıştığı görülmektedir. Bunun üzerine düşünen öğrencilerin karenin özelliklerini korumadığını fark edip şeklin kenarları paralel olduğu için parallelkenar olduğuna karar vermesi öğrencilerin bazı geometrik özellikleri fark ettiğini gösterdiği söylenebilir. Aynı zamanda "kare gibi görünüyor" ve diyaloglarda tespit edilen "baklava dilimi gibi" yorumları öğrencilere şeklin eşkenar dörtgen olduğunu keşfettikleri ancak bunun farkında olmadıkları için paralelkenar olarak ifade ettikleri söylenebilir. Çünkü baklava dilimi benzetmesi eşkenar dörtgen için kullanılan bir benzetmedir.Bu durumda öğrencilerin eşkenar dörtgeni paralelkenar ile ilişkilendirdikleri ancak bu konuda geometrik eksiklik yaşadıkları söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin kare ile eşkenar dörtgen arasındaki ortak yönü, paralelkenar ile eşkenar dörtgen arasındaki ortak yönleri fark ettiği de düşünülebilir.

Eşkenar dörtgeni inceleyen öğrenciler arasında aşağıdaki diyaloglara rastlanmıştır;

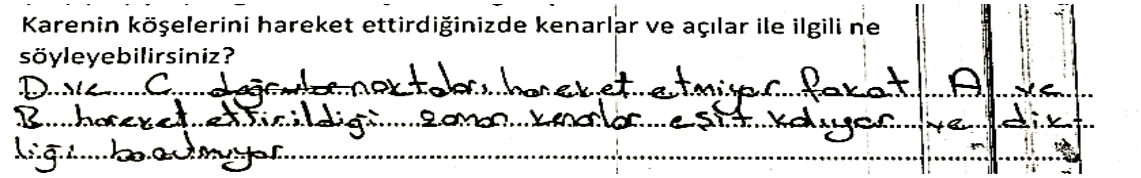
D2: "Salıncak gibi sallanıyor." (Kafaları karışıyor ve öğretmene danışıyorlar. Paralelkenar olduğuna karar veriyorlar.)

D2: “Böyle yapıyorlar heralde 3 boyutluları burdan da aynı şekilde.”(Bir taraftan da M köşesinden şekli salıncak gibi sallıyor.)

Diyaloglara baktığımızda öğrencilerin şekli anlamlandırmakta zorlandıkları ancak yazılımdaki hareket özelliği ile dörtgeni günlük yaşamdan bir nesneye benzettikleri bununla kalmayıp 3 boyutlu şekillerle ilgili akıl yürüttükleri görülmüştür. Yapılan etkinlikte öğrencilerin yazılımın geometri ile günlük yaşamı ilişkilendirmesine katkı sağladığı ve farklı bakış açısı kazanmalarına olanak sağladığı söylenebilir.

PRST (Yamuk) dörtgenine ilk olarak “R köşesi hareket ederken kenara paralel giddiyor” yorumu ile paralelkenar olabilir diyen öğrencilerin fikir değiştirerek dörtgenin yamuk olduğunu yazdıkları tespit edilmiştir. “Bir köşeyi hareket ettirdiğimiz zaman diğer köşelerin hareket ettiğini fark ettik ve dörtgenin şekli korunmuyor.” ifadesi ile yamuk olduğunu yazan öğrencilerin aslında yamuğun en önemli özelliği olan bir kenar çiftinin paralelliğini fark ettikleri ama bunu paralelkenar ile bağdaştırdıkları görülmüştür. Sonuç olarak dörtgeni doğru ifade etmiş olsalarda öğrencilerin yamuğun özellikleri konusunda sorun yaşadığı düşünülmektedir.

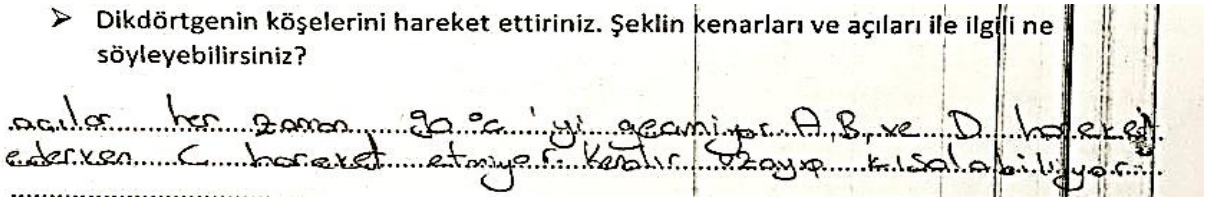
4.1.4.1.4. Kare. Dörtgenleri keşfeden öğrenciler kare şeklini oluştururken etkinlik adımlarının birebir takip ederek doğru bir şekilde yaptıkları gözlenmiştir. Ekran kayıtları sırasında son adımda gizle göster yaparken C noktasını farketmeden gizleyen öğrencilerin C noktasını tekrar geri getirme konusunda sıkıntı yaşadıkları ve öğretmenden yardım alarak tamamladıkları tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin etkinlik sonrasında aşağıdaki yorumu yaptıkları görülmüştür;



Bu yorum, öğrencilerin yazılım ile kendi oluşturdukları kareyi, karenin en temel geometrik özelliklerine dikkat ederek kontrol edebildiklerini gösterdiği düşünülebilir. Bu

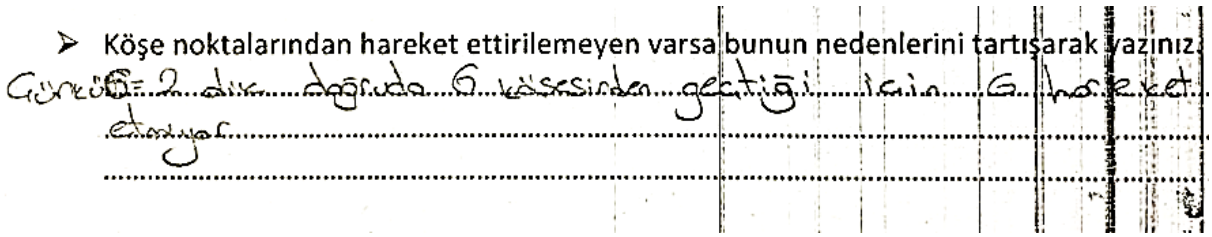
durum öğrencilerin karenin özelliklerini bildiklerine dair bilgi verdiği düşünülürken aynı zamanda yazılım ile bu özellikleri uygulayarak somut olarak keşfettikleri söylenebillir.

4.1.4.1.5. Dikdörtgen. Adımları takip ederek bir A, B, C noktalarını oluşturan öğrenciler D noktasına geldiklerinde D noktasına ait bir adım olmadığı için yazılımın sekmelerinde dikdörtgen aracını aradıkları görülmüştür. Sekmelerde dikdörtgenin olmadığını gören öğrencilerin C noktası ile aynı hizada D koymayı düşündükleri sırada D1' in "koyma koyma önce bir dik doğru çizelim." şeklinde konuştuğu görülmüştür. Dik doğruyu yaptıktan sonra öğrencilerin bu dik doğru üzerine C ile hizalayıp D noktası koydukları tespit edilmiş ve daha sonra D noktasında C nin geçtiği doğruya dik doğru çizen öğrencilerin D ile C nin aynı doğru üzerinde olmadığını farkettikleri görülmüştür. Öğrenciler kesişim noktasını sonradan koymaları gerektiğini fark ettikleri ve C yi silerek kesişim noktasına C noktası yerleştirip hatalarını düzelttikleri tespit edilmiştir. Burada öğrencilerin verilmeyen adımları geometrik bilgileri sayesinde tamamladıkları ve yazılımın geometrik işlemleri kağıt-kalem ortamına göre görsel olarak daha net ve doğru bir şekilde yansıtmasıyla da hatalarını rahatlıkla görüp düzeltmelerine olanak sağladığı düşünülenilir. Ayrıca aşağıdaki öğrenci yorumu ile dikdörtgenin temel özelliği olan dik açıların köşelerin hareketi ile sabit kalacağı öğrenciler tarafından somut bir şekilde görüldüğü düşünülebilir.

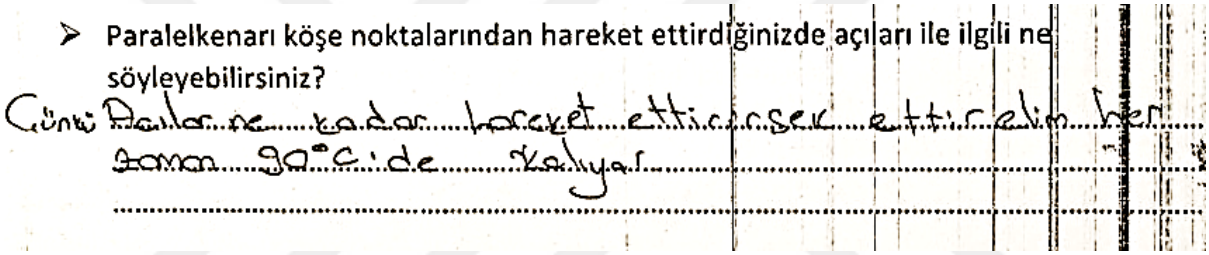


4.1.4.1.6. Paralelkenar. Öğrencilerin etkinliği yazılım ile ilgili hiçbir sıkıntı yaşamadan adımlara uyarak tamamladıkları görülmüştür. Daha sonra köşelerin hareketini inceleyen öğrencilerin G noktasının hareket etmemesi ile ilgili fikir alışverişinde bulundukları ve ardından öğretmene danıştıkları görülmüştür. Öğretmenin öğrencilere gizle-göster aracı ile gizlenen doğruları göstermelerinin onlara yardımcı olabileceğini ifade etmesi üzerine

öğrencilerin diyaloglarında kesişen doğruları fark ettikleri görülmüş ancak bunu bazı yanlış gözlemler ile aşağıdaki yorumda ifade ettikleri tespit edilmiştir;



Yorum incelendiğinde öğrencilerin doğru cevaba yaklaşmış olduğu ve doğruların kesişimi olduğunu görmüş ancak paralelkenarın kenarların birbirine dik oluğunu düşünmelerinin bu yoruma neden olduğu söylenebilir. Keza paralelkenarın açıları ilgili yoruma aşağıdaki cevabı vermeleri bu düşünceyi güçlendirmiştir.

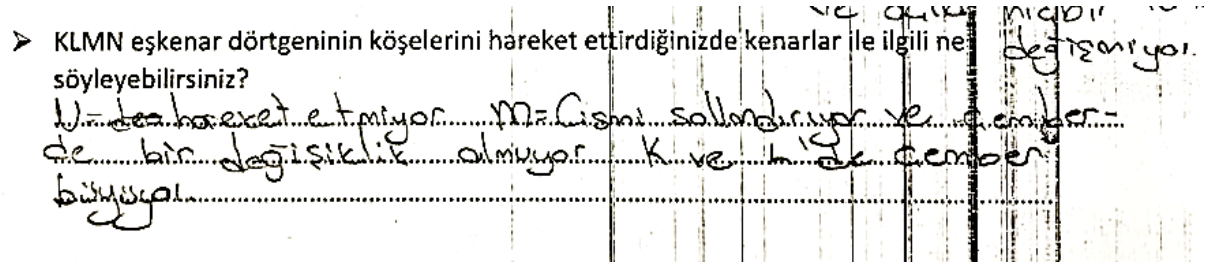


Bu yorum ile de öğrencilerdeki paralelkenar şekli için geometrik bilgi anlamında yetersizliği daha net görülmekle birlikte oluşturdukları şekli incelerken açıları yanlış yorumladıkları söylenebilir.

Öğrenciler kenarlar için ise karşılıklı kenarların uzunlukları ile ilgili yorum yapmadıkları sadece "Kenarların paralelliği asla bozulmuyor; EF, HG paralel ve EH, FG paralel." Şeklinde yorum yazdıkları görülmüştür. Bu üç yorum göz önüne alındığında öğrencilerin yazılım ile olanak buldukları köşe hareketlerinde kenarların parallelliğini keşfettikleri düşünülebilirken aynı zamanda bu şekilde yorumda bulunmalarına inşa sırasında kullandıkları paralel doğru aracının da sebep olduğu söylenebilir.

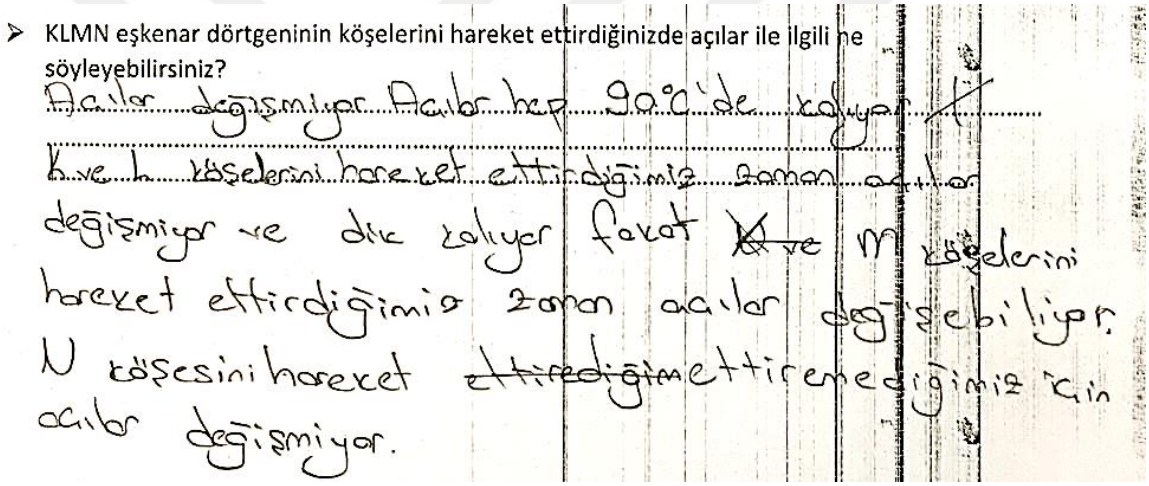
4.1.4.1.7. Eşkenar dörtgen. Dörtgeni sıkıntı yaşamadan tamamlayan öğrencilerde inşa sırasında şeklin köşelerini hareket ettirerek dörtgeni kare haline getirdikleri, "salıncak gibi" benzetmesini yaptıkları ve açılarını 90 derece olarak yorumladıkları ekran kayıtlarında

görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin noktaların hareketi sırasında dörtgenden çok dörtgeni oluştururken kullandıkları çember ile ilgili yorum yaptıkları görülmüştür.



Yorumdan anlaşılacağı üzere öğrencilerin kenarlardaki değişmezlerden çok çemberlerdeki değişmezleri dikkate aldıkları görülmektedir.

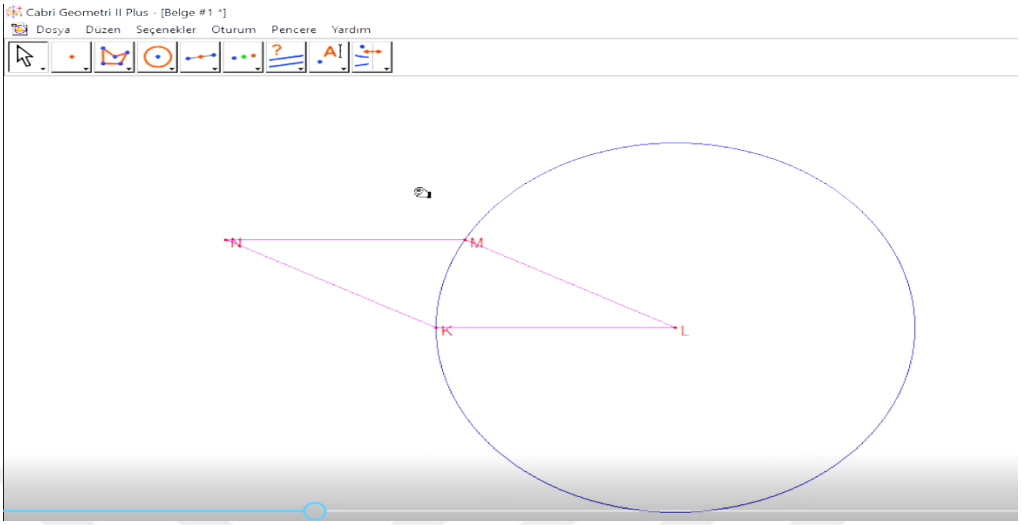
Öğrenciler açılar ile ilgili olarak da aşağıdaki yorumu yaptıkları gözlenmiştir;



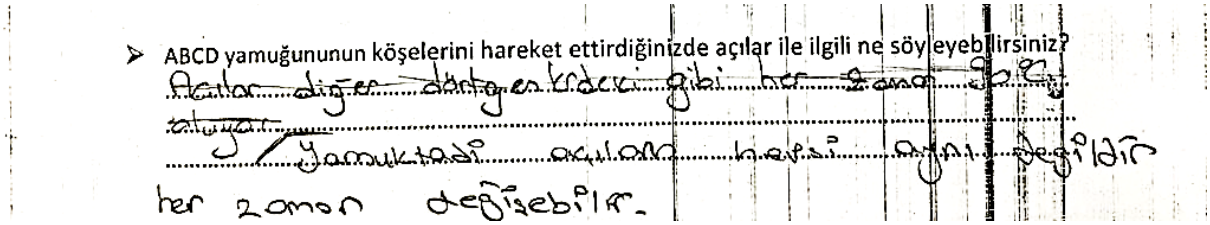
Yukarıdaki yorumu incelediğimizde öğrenciler ilk olarak açıların 90 derece olduğunu belirtmiştir. Ekran kayıtlarında öğrenciler dörtgenin köşelerini hareket ettirerek kare şekline getirmeleri öğrencilerin bu yorumu yapmalarına neden olduğu düşünülebilir. Daha sonra açıların değiştiğini fark eden öğrenciler bu yorumlarının yanına çarpı işareti koymuş ve diğer yorumu yazdıkları görülmüştür. Burada yine K ve L köşelerinin hareketi ile açıların 90 derece kaldığını yazan öğrenciler şekli kare olarak gördükleri için böyle bir yorumda bulundukları düşünülürken, öğrencilerin eşkenar dörtgen ve kareyi benzer olduğunu ve birbirinden ayıran özelliği fark ettiği ayrıca yazılımın sağladığı dinamik ortamın keşfetme süreçlerine yardımcı olduğu düşünülebilir.

Şekil 15

D Grubunun Eşkenar Dörtgen Şekline Ait Çalışma Ekranı



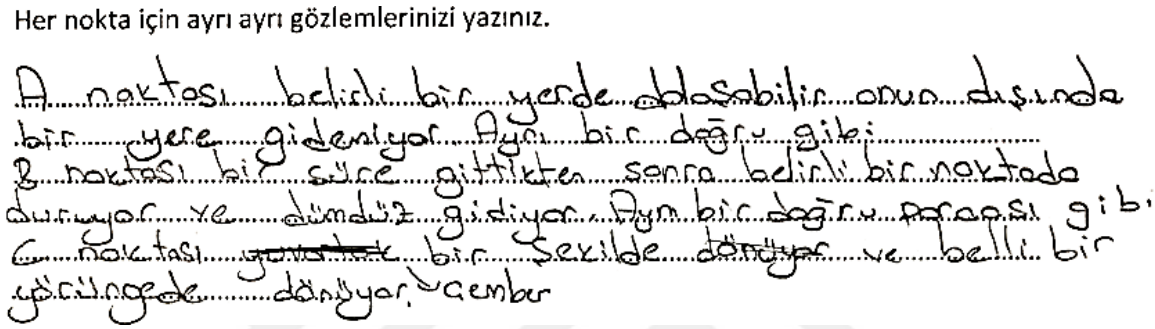
4.1.4.1.8. Yamuk. Öğrencilerin sıkıntısız tamamladıkları etkinlikte şekli yanlışlıkla sildikleri ve 2. kez tekrar yaptıkları görülmüştür. Köşelerin hareketi ile ilgili gözlem yapan öğrencilerin "Yamukluğu hiç bozulmuyor." şeklinde yorumda bulundukları görülmüştür. Aynı şekilde köşe hareketleri sırasında kenarlarla ilgili olarak da geometrik bir özellikten bahsetmeyerek sadece "Uzunluğu ve yüksekliği artıyor." şeklinde yorumladıkları görülmüştür. Öğrencilerin açılarla ilgili yorumu ise aşağıdaki gibidir;



Yoruma bakıldığında öğrencilerin bu etkinlikte de ilk fikirlerini gözlemleri ile değiştirdikleri görülmüştür. Bu durumun, öğrencilerin yazılımda karşılaştıkları şekillleri zihinlerindeki en iyi bildikleri şemalar ile ilişkilendirmeye çalışmalarından kaynaklandığı düşünülebilir. Yazılımdaki noktaların hareket imkanı öğrencilerin şekilleri zihinlerindeki şemalardan yanlış bir şemayla ilişkilendirmesine engel olduğunu ve farklılıkları

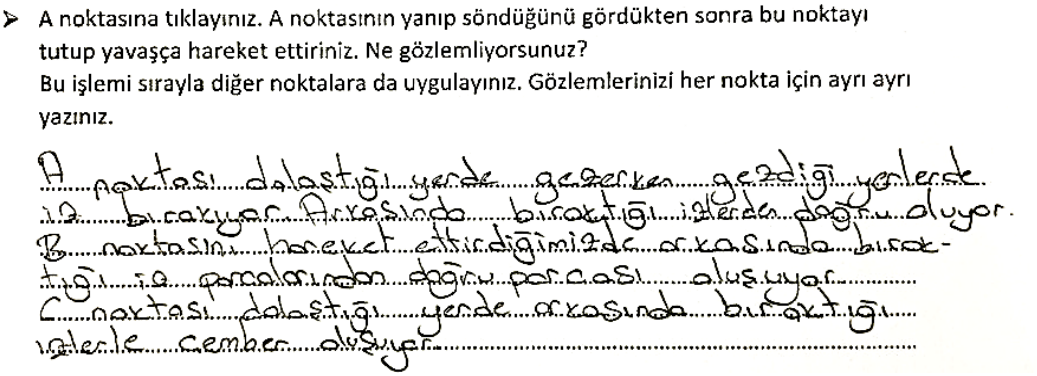
farketmelerine olanak sağlayarak doğru şema ile eşleştirmelerine yardımcı olduğu söylenebilir.

4.1.4.1.9. İz. Öğrencilerin iz etkinliği adımları incelendiğinde çalışmayı en kısa sürede tamamlayan grup oldukları görülmüştür. İlk olarak A noktasının doğru parçası üzerinde olduğunu ifade eden öğrencilerin, B noktasının hareket ettirdikten sonra A noktasının doğru üzerinde olduğunu söyledikleri tespit edilmiştir. Ancak ilk düşünceleri etkinlikteki gözlemlerine aşağıdaki şekilde yansıdığı görülmüştür.


Her nokta için ayrı ayrı gözlemlerinizi yazınız.

A noktası belirli bir yerde olabilir onun dışında bir yere gidemiyor. Aynı bir doğru gibi
B noktası bir süre gittikten sonra belirli bir noktada duruyor ve dümdüz gidiyor. Aynı bir doğru parçası gibi
C noktası ~~yanıyor~~ bir şekilde dönüyor ve belli bir yörüngede dönüyor. Çember

Yorum incelenediğinde öğrencilerin yazılımın sunduğu imkanlar dahilinde doğru ve doğru parçasını birbirinden ayırdıkları görülmüştür. Ayrıca öğrenciler A noktası için "Belirli bir yerde hareket ediyor." derken noktanın doğru üzerinde hareketini tarif ettikleri ekran kayıtlarında da görülmüştür. C noktasının ise çember üzerinde olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Noktaların hangi geometrik nesne üzerinde olduğunu fark eden öğrencilerin daha sonra gizle-göster aracını yanlışlıkla aktifleştirip noktaların bulundukları geometrik nesneleri gördükleri tespit edilmiştir. İz aracını aktifleştirdiklerinde ise aşağıdaki yorumları yazdıkları görülmüştür.


➢ A noktasına tıklayınız. A noktasının yanıp söndüğünü gördükten sonra bu noktayı tutup yavaşça hareket ettiriniz. Ne gözlemliyorsunuz?
Bu işlemi sırayla diğer noktalara da uygulayınız. Gözlemlerinizi her nokta için ayrı ayrı yazınız.

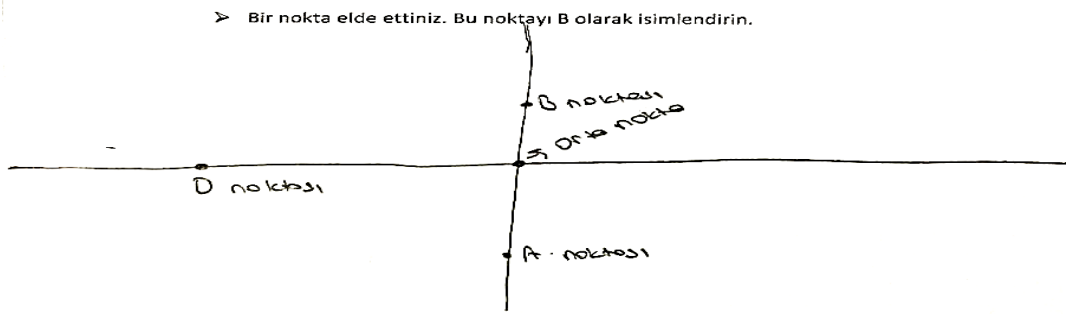
A noktası dolaştığı yerde gezerken gezdiği yerlerde iz bırakıyor. Arkasında bıraktığı izlerden doğru oluyor.
B noktasını hareket ettirdiğimizde arkasında bıraktığı izle paralarından doğru parçası oluşuyor.
C noktası dolaştığı yerde arkasında bıraktığı izlerle çember oluşuyor.

Yukarıdaki yorum ile iz aracı öğrenciler için noktaların geometrik yerini keşfetmede etkili bir araç olduğu söylenebilirken, yanlışlıkla kullanılan gizle-göster aracının da bu noktada etkili olduğu söylenebilir.

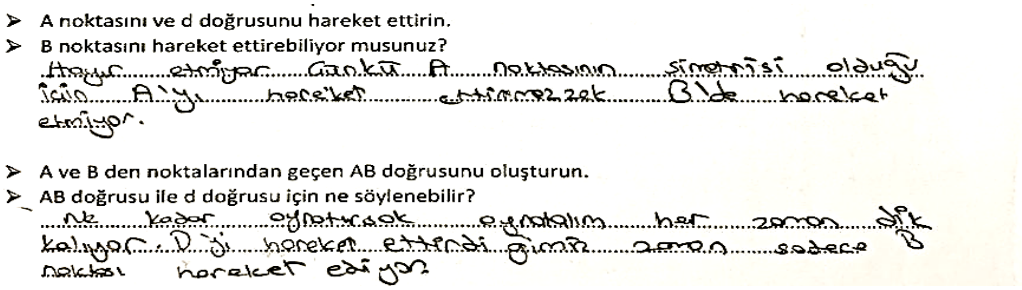
4.1.4.1.10. Simetri. Etkinliği sıkıntısız tamamlayan öğrencilerin doğruya göre simetri yaparken doğruyu isimlendirmek için koydukları D noktasına tıkladıkları görülmüştür. Bu nedenle doğrunun isimlendirilmesi, noktaya göre simetri ve doğruya göre simetri konularında yazılımsal ve bilgisel olarak bir sıkıntı yaşadıkları düşünülebilir. Öğrencilerin etkinlik sonrasında elde ettikleri görüntüye ait çizimleri Şekil 16'daki gibidir;

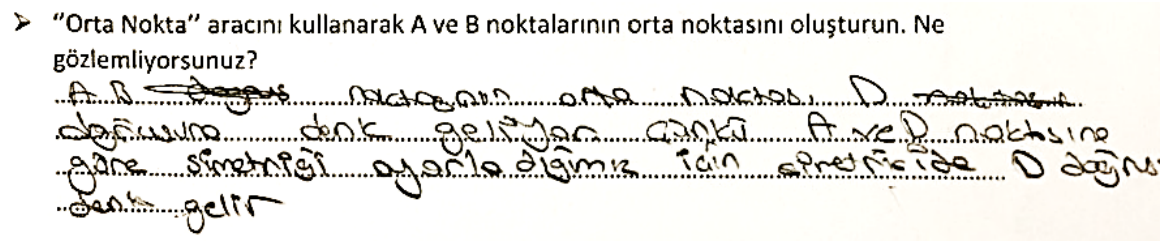
Şekil 16

D Grubunun Simetri Etkinliğine Ait Çizimi



Öğrenciler etkinlikle ilgili olarak aşağıdaki yorumlarda bulunmuşlardır;

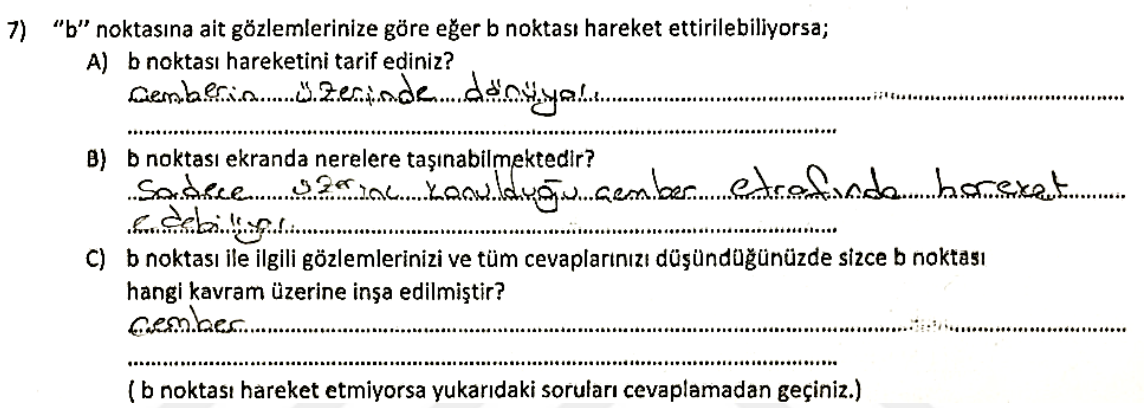




Bu yorumlar incelendiğinde A, B noktaları arasındaki ilişki, AB doğrusu ve d doğrusu arasındaki ilişki ve orta nokta kavramı yazılım yardımıyla doğru bir şekilde geometrik olarak

somutlaştırıldığı söylenebilir. Öğrencilerin simetriye ait özellikleri yazılımın dinamikliği ile keşfettiği düşünülebilir.

4.1.4.2. Model inceleme. Öğrencilere incelemeleri için verilen Huriye Abla etkinliğinde öğrencilerin model üzerine yerleştirilen noktaları inceledikleri ve doğru bir şekilde simetrik simetrik olmayan noktaları farkederek yorumladıkları görülmüştür. Sadece çember ile bağlantılı noktaların konumları ile ilgili yorum yazan öğrencilerin b noktası ile ilgili aşağıdaki yorumu yaptığı görülmüştür;



7) "b" noktasına ait gözlemlerinize göre eğer b noktası hareket ettirilebiliyorsa;

A) b noktası hareketini tarif ediniz?

Çemberin üzerinde dönüyor.

B) b noktası ekranda nerelere taşınabilmektedir?

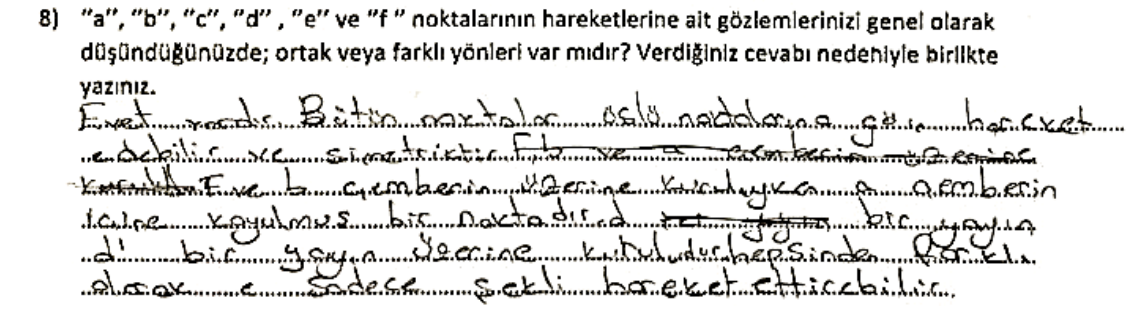
Sadece üzerine konulduğu çember etrafında hareket edebiliyor.

C) b noktası ile ilgili gözlemlerinizi ve tüm cevaplarınızı düşündüğünüzde sizce b noktası hangi kavram üzerine inşa edilmiştir?

Çember

(b noktası hareket etmiyorsa yukarıdaki soruları cevaplamadan geçiniz.)

Bununla birlikte noktaları gözlemleyen öğrencilere noktaların ortak ve farklı yönleri sorulmuş öğrencilerin aşağıdaki yorumu yazdıkları görülmüştür;



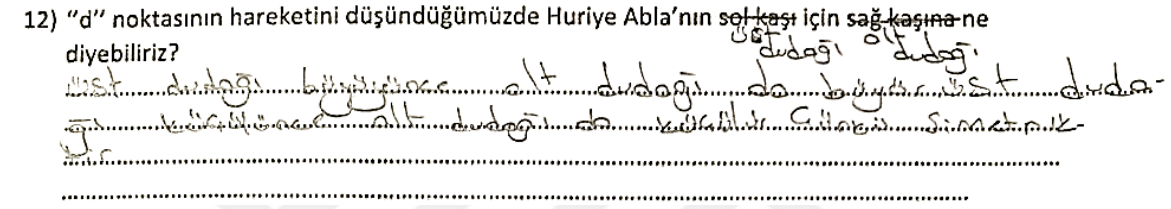
8) "a", "b", "c", "d" , "e" ve "f " noktalarının hareketlerine ait gözlemlerinizi genel olarak düşündüğünüzde; ortak veya farklı yönleri var mıdır? Verdiğiniz cevabı nedeniyle birlikte yazınız.

Evet vardır. Bütün noktalar üslü noktalarına göre hareket edebilir ve simetriktir. ~~f b ve a çemberin üzerine kurulu~~ E ve b çemberin üzerine kuruluyken a çemberin içine koyulmuş bir noktadır. d ~~[illegible]~~ bir yayın d' bir yayın üzerine kuruludur hepsinden farklı olarak e sadece şekli hareket ettirebilir.

Yorumlara bakıldığında öğrencilerin simetriyi farkettikleri görülmektedir. d noktası için yay üzerine kurulmuş diyen öğrencilerin, f noktası için çember üzerine kurulduğunu yazmış olmaları öğrencilerin çember ile yay kavramlarını karıştırdıklarını veya modelde nesneleri net olarak fark edemediklerini gösterebilir. a ve c noktalarının doğru parçası üzerine yerleştirilmiş olduğu öğrenciler tarafından farkedilmemiş olduğu görülmüştür. Bu da öğrencilerin karmaşık yapılar içerisindeki doğru parçalarını farketmekte zorlandıkları

söylenebilir. Ayrıca yorum ile e noktasının hepsinden farklı bir konumda olduğu öğrenciler tarafından fark edildiği de düşünülebilir.

Etkinliğin son kısmında öğrencilere; “a noktasının hareketini düşündüğümüzde Huriye Abla’nın sol göz bebeği için sağ göz bebeğine ne diyebiliriz?” şeklinde her harf üzerinde bulunduğu organlar ile bağdaştırılıp sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerin çift halinde bulunan organların ve üzerindeki nesnelerin birbirinin simetriği olduğunu yazdıkları görülmüş, aşağıdaki örnekteki gibi bazı noktalar modelin yüzündeki bir organla ilişkilendirilerek sorulmuştur.



Öğrencilerin yaptıkları incelemelerde simetriyi gördükleri ve bununla birlikte bu bilgiyi kullanarak organlar ile ilişkilendirebildikleri görülmüştür. Yazılım ile öğrencilerin, simetrinin nesnelerde oluşturduğu orantılı değişimi fark ettikleri ve geometrik dönüşümü günlük yaşam ile ilişkilendirdikleri söylenebilir.

4.1.5. E grubuna ait bulgular. Bu grup akademik seviyeleri düşük olan iki öğrenciden oluşmaktadır. Öğrencilerin etkinlikleri gerçekleştirme sürecinde istekli olarak çalıştıkları ve etkinliklerde istenen adımları eğlenerek yaptıkları gözlenmiştir. Süreçte öğrencilerin aktif olarak yer aldığı gözlenirken, E1’in etkinlikleri gerçekleştirirken daha aktif olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin çalışma süreçleri aşağıda alt başlıklar altında sunulmuştur.

4.1.5.1. Program kullanımını öğrenme ve uygulama.

4.1.5.1.1. Program kullanımı. Nokta, doğru,doğru parçası, ışın, üçgen,yay ve çokgende sıkıntı yaşamadan tamamlayan öğrencilerin çembere geldiklerinde çemberi isimlendirirken oluşturdukları noktalardan birini yanlışlıkla silip çemberi sildikleri görülmüştür. Bununla birlikte dik doğru için boş ekrana tıkladıkları öğretmenden yardım

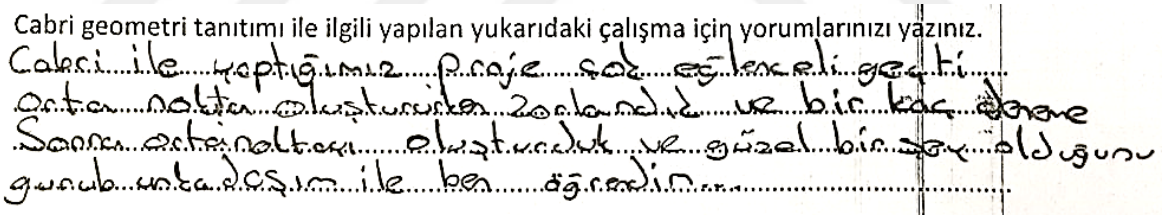
aldıktan sonra dik doğruyu tamamladıkları görülmüştür. Doğrulardan birini sildiklerinde "Silince hepsi siliniyor." şeklinde konuştukları görülmüştür. Bu ifade ile öğrencilerin yazılımda bağımlı nesneleri fark ettiği ve zihinlerinde şemalar oluşturmaya başladıkları düşünülebilir.Paralel doğru için dik doğrudaki gibi yapmaya çalıştıkları ve bu nedenle çakışık doğrular elde ettikleri görülmüştür. Ancak ekranda üst üste olan doğrular öğrenciler tarafından fark edilmeyip öğrencilerin farklı bir paralel doğruyu yapamadıkları görülmüştür. Bu duruma yazılım ile ilk defa geometrik işlemler yapmalarının neden olduğu düşünülebileceği gibi öğrencilerin diklik ve paralellik kavramlarına ait bilgilerinin yetersizliği de neden olmuş olabilir.

Öğrenciler orta nokta oluşturuma kısmına geldiklerinde ise iki nokta oluşturup orta noktayı yazılım aracı kullanarak buldukları görülmüştür. Ancak neden 3. bir nokta oluştuğunu anlayamayan öğrencilerin tesadüfen noktaları hareket ettirdikleri ve orta noktanın yerinin neden değiştiğini anlayamadıkları ekran kayıtlarında tespit edilmiştir. A ve B noktalarının orta noktalarını istenildiği gibi yapamayan öğrenciler öğretmenden yardım alarak orta noktayı buldukları ve anladıkları görülmüştür. Ayrıca adımlar sırasında öğrenciler arasında "Resim çizer gibi" ve "Eğlenceli" şeklinde konuşmaların olduğu görülmüştür.

Öğrenciler etkinlik sonunda öğretmenin "Merkezi A olan b den geçen çember çizebilirsiniz" isteği üzerine sadece A noktasını çizerek çember oluşturmuş ve B'yi daha sonradan çember üzerine koydukları görülmüştür. Yanlış olduğunu öğretmen yardımıyla anlayan öğrencilerden E1'in oluşturdukları çemberdeki noktalar ile ilgili;

" A ile B bağımsız yani" şeklinde yorumda bulunduğu tespit edilmiştir. Bu yorumdan anlaşılacağı üzere öğrencilerin yazılımın sunduğu imkanlar sayesinde nesneler arasındaki bağımlılıkları keşfettiği düşünülebilir. Öğrencilerin bağımlı nesnelere ait önceki etkinliklerde zihinlerinde oluşmaya başlayan şemaların bu etkinlikte de devam ettiği de söylenebilir.

Son olarak öğrencilerin yazılım ile uçak oluşturmak istedikleri görülmüştür. Öğrenciler uçak modeli yaparken grup üyelerinden E1: "Doğru parçası seç, ışın sonsuz kanka" ifadesiyle grup arkadaşını uyardığı görülmüştür. Öğrenciler arasında geçen bu diyalogtan yola çıkarak; öğrencilerin yazılımın sunduğu araç imkanları ile matematiksel bilgiyi aynı anda özümseyebildiği söylenebilir. Uçak için doğru parçası ve yay kullanan öğrencilerin yay ile uçağın camlarını yaptıkları görülmüş ancak yay oluştururken 3 nokta kullanmada zorlandıkları tespit edilmiştir. Kendi aralarında "Şu üçüncü noktayı koymasak olmaz mı?" şeklinde konuştukları görülmüştür. Uçak modelinde orta noktayı kullanmayı denedikleri ancak istediklerini elde edemedikleri görülmüştür. Yazılım araçlarından hesap makinasını bulup, yaptıkları bir işlemin sonucunu uçağın hızı olarak yanına yazdıkları görülmüştür. Noktaya göre simetri aracını da kullanan öğrenciler son olarak da yazılım araçları ile uçağın iç ve dış rengini değiştirip, üzerine yazılar yazdıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin etkinlik bittiğinde aşağıdaki yorumu yazdıkları görülmüştür;



Öğrencilerin etkinlik sonrası kendi istekleri ile yaptıkları uçak modeli ve yorumlar incelendiğinde öğrencilerin Cabri Geometri etkinliklerinden zevk aldıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin yazılımla ilgili verilen teknik eğitimi ileriye götürdükleri ve yazılımın imkanlarının kendi kendilerine keşfetme yoluna gittikleri tespit edilmiştir.

4.1.5.1.2. Dik üçgen ve eşkenar üçgen. Öğrencilerin dik üçgeni oluştururken çizmeleri gereken AB doğru parçasında A noktasından geçen dik doğruyu doğru parçasının ortasına çizdikleri görülmüştür. Bunun nedeni olarak öğrencilerden E1'in "Benim simetri hastalığım var." dediği ve E2'nin ise "Simetri ne oğlum!" diyerek karşılık verdiği görülmüştür. Öğretmenin kontrolü ile dik üçgen olmadığını anlayan öğrenciler etkinlikteki adımlara uyarak

A noktasından geçen dik doğru yaptıkları gürülürken, son adımdaki C noktasını ekranda farklı bir yerde bulunan bir noktayı doğru üzerine koyarak yapmaya çalıştıkları tespit edilmiştir. Olmadığını deneyerek gören öğrencilerin dik doğru üzerinde yeni bir C noktası oluşturup dik üçgeni tamamladıkları görülmüştür (Şekil 17). Etkinlik sonundaki noktaların hareketi sırasındaki gözlemlerine dik açının varlığından bahsetmediği fark edilen öğrencilerin aşağıdaki yorumu yaptıkları görülmüştür;

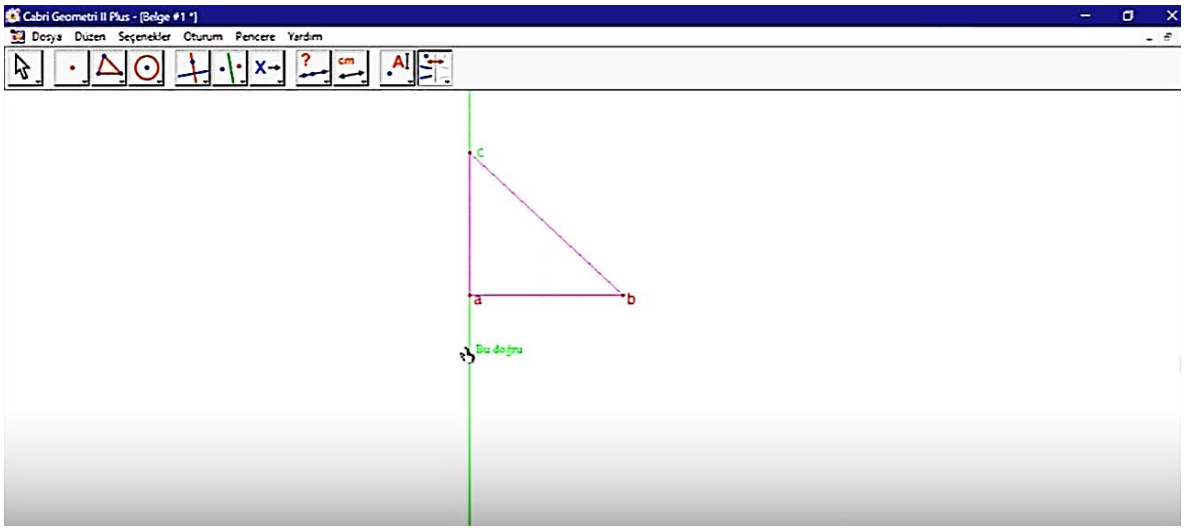
- ABC üçgenini oluşturun.
- A, B ve C noktalarını sırasıyla hareket ettirin.
- Bu üç noktanın hareketi ile ilgili gözlemlerinizi yazın.

A ve C noktası Sağa Sola gidemiyor ve Sadece Yukarı ve Aşağıya gidiyor ama b noktası istediği her yere hareket edebiliyor

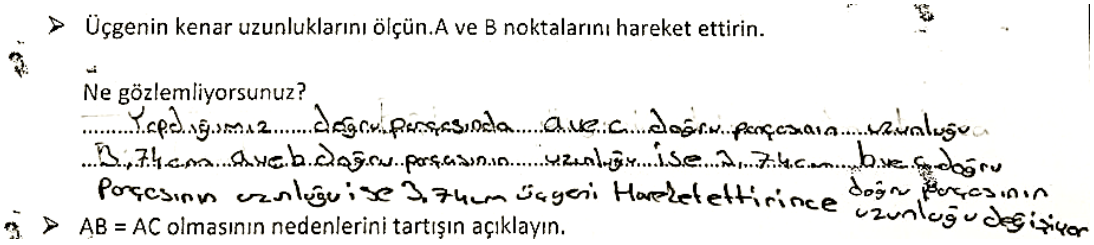
Yorum incelendiğinde öğrencilerin, noktaların hareketlerini net olarak göremediği fark edilmiştir. İstediği yere gidebilen A noktasının sınırlı bir şekilde hareket ettiğini ifade eden öğrenciler, C noktasının A ile hareket ettiğini görebildikleri düşünüldüğünde A ve C'nin hareketi konusunda karışıklık yaşadıkları düşünülebilir. Çünkü sadece C noktası dik doğru boyunca yukarı ve aşağı yönde hareket edebilmekte, A ve B noktaları istedikleri yere gidebilmektedir.

Şekil 17

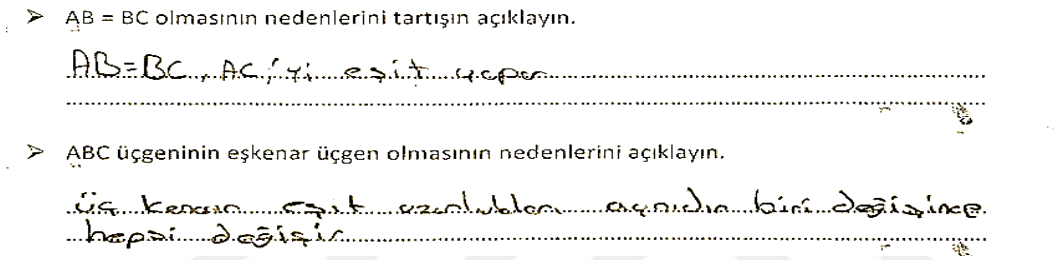
E Grubunun Dik Üçgen Şekline Ait Çalışma Ekranı



Eşkenar üçgeni ise sıkıntı yaşamadan oluşturdukları görülen öğrencilerin A ve B noktalarının hareketi sonucu gözlemlerine aşağıdaki yorumu yaptıkları görülmüştür;



Yorum incelendiğinde, öğrencilerin yazılım aracı ile üçgenin kenarlarını ölçerek eşkenar üçgeni ve noktaların hareketi ile kenar uzunluklarının değişse de aynı kaldığını somut bir şekilde gördüğü düşünülebilir.Bu düşünce aşağıdaki yorum ile daha da güçlenmiştir.



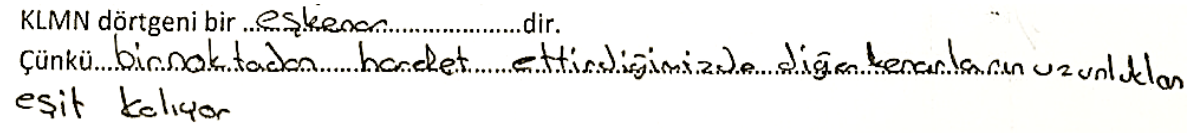
Öğrencilerin eşkenar üçgendeki kenarların eşitliğine ve eşkenar üçgen olma nedenine verdiği cevaplarda, üçgeni oluşturan aynı yarıçapa sahip çemberlerden bahsetmedikleri ve inceleme sonuçlarını yazdıkları görülmüştür. Bu durum ile öğrencilerin yazılımda karşılaştıkları nesneleri kendi zihinlerinde bulunan şemalarla anlamlandırmaya çalıştıkları ve bu sebeple şekillerin özelliklerini oluşturan ayrıntıları fark edemedikleri düşünülebilir. Aynı zamanda öğrencilerin çember ile ilgili bilgilerinin yetersizliği de bir başka neden olarak ortaya atılabilir.

4.1.5.1.3. Dörtgenler. Öğrencilerin bu etkinlikte aynı görünen dörtgenleri köşelerinden hareket ettirerek dikkatli bir şekilde inceledikleri ve her dörtgen için ayrı ayrı yorum yaptıkları görülmüştür. Ayrıca hareketler sırasında farklı şekillere döüşüne dörtgenleri gördüklerinde öğrencilerin "aaa bunllar farklı" diyerek şaşırdıkları tespit edilmiştir. Bu tepkinin çizim ile geometrik yapının farkını ve önemini vurguladığı düşünülebilir. Öğrenciler dörtgenlerle ilgili aşağıdaki yorumlarda bulunmuşlardır;

ABCD (Kare) dörtgeni için kare diyen öğrencilerin neden olarak "Noktaları hareket ettirdiğimizde uzunlukları değişiyor ve kare özelliği korunuyor." yazdıkları görülmüştür. Öğrencilerin kenarların diklikliğinden bahsetmedikleri ancak kareyi kenar özellikleri ile keşfettikleri ekran kayıtlarına da dayanarak söylenebilir.

EFGH (Paralelkenar) dörtgeninde köşeleri inceleyen öğrencilerin "salıncak gibi" ve "ağız açıp kapanıyor gibi" benzetmelerini yaptıkları ve karşı çapraz noktaların birlikte hareket ettiğini fark ettikleri görülmüş ancak şekle yamuk veya dikdörtgen dedikleri sonrasında ise dikdörtgende karar kıldıkları tespit edilmiştir. Ekran kayıtları incelendiğinde öğrencilerin yamuk ve dikdörtgen ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları görülmüştür. Karşılıklı kenarların eşitliğini fark ettikleri görülen öğrencilerin dikdörtgen özelliği korunuyor diyerek yüzeysel bir neden yazdıkları ve açılara dikkat etmedikleri görülmüştür. Öğrencilerin benzetmeler yaparak şekli günlük hayatla örneklendirmesi yazılımın öğrencilere geometriyi hayata aktarabilmelerine imkan sunduğu düşüncesini desteklediği ancak öğrencilerin yetersiz geometrik bilgisinin etkinliklerde yanlış yorumlara neden olduğu düşünülebilir. Ayrıca öğrenciler arasında geçen "Bak bununla uçak falan yapılabilir." şeklindeki konuşma yazılımın öğrencilerde merak uyandırdığına ve keşfetme süreçlerini desteklediğine de işaret olarak görülebilir.

KLMN (Eşkenar dörtgen) dörtgeni için kenar uzunlukları eşit olduğunu farkeden öğrencilerin "Kare mi eşkenar dörtgen mi?" diyerek kararsızlık yaşadıkları görülmüş ancak daha sonra eşkenar dörtgen olduğunu yazdıkları görülmüştür. Neden olarak aşağıdaki yorumu yazmışlardır;



Yorum ve diyalog birlikte düşünüldüğünde öğrencilerin eşkenar dörtgen ve kare arasındaki ortak ve farklı yönleri keşfedip doğru karar verdikleri söylenebilir.

PRST (Yamuk) dörtgenini "kaşarlı tosta" benzeten öğrencilerin S noktasının R ile bağımlı olduğunu yazdıkları görülmüştür. Ancak öğrencilerin paralel kenarları ve sabit olmayan açıları fark etmedikleri dörtgenin yamuk olduğunu aşağıdaki şekilde ifade ettikleri tespit edilmiştir;



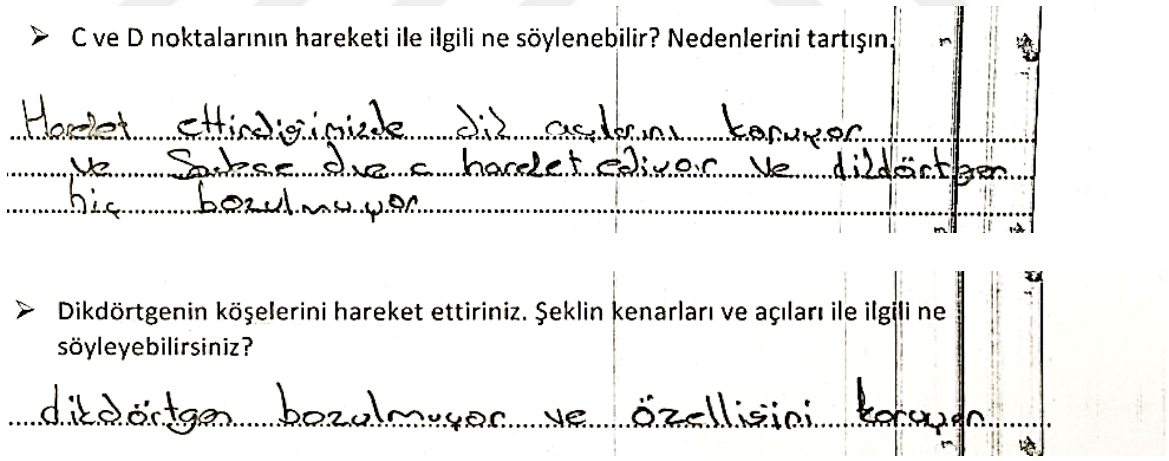
Yorumlar incelendiğinde öğrencilerin yazılım ile bağımlı noktaları keşfettikleri görülürken dörtgenler ile ilgili geometrik bilginin yetersiz olması öğrencilerin yanlış kararlar vermesine veya yerinde nedenler sunamamalarına sebep olduğu düşünülebilir.

4.1.5.1.4. Kare. Öğrencilerin etkinliğe ilk başladıklarında dik doğruları hizalayarak yaptıkları ancak daha sonrasında yanlış yaptık diyerek tamamını sildikleri görülmüştür. Daha sonra yeniden oluşturdukları çember daha küçük yaptıkları ve çemberi isimlendirmek için çembere tıklamak yerine çember üzerine bir nokta koyarak o noktaya Ç ismini verdikleri yani aslında farketmeden çember yerine noktayı isimlendirdikleri görülmüştür. Dik doğruları yine hizalayarak doğru aracı ile yapan öğrencilerin hizalama yaparken "diklik" kavramını bilmedikleri görülmüştür. Öğrencilerin şeklin olmadığını öğretmen yardımı görmesiyle başka bir gruptan yardım aldıkları ancak yine hizalama yaptıkları, oluşturdukları dörtgeni çokgen olarak tanımlamadıkları için kenarlarını gizledikleri ve daha sonra şekli tekrar yapan öğrencileri dik doğru aracını kullandıkları ama doğrunun geçtiği noktayı yine hizalama ile belirleyip geçmesi gereken yerden geçiremedikleri görülmüştür. Tekrar tekrar deneyen öğrencilerin etkinliği ancak öğretmen ile birlikte yapabildiği görülmüştür. Öğrencilerin kalem- kağıt ortamındaki alışkanlıklarının ve geometrik bilgi yetersizliğinin uygulama sürecine etki ettiği söylenebilir.

4.1.5.1.5. Dikdörtgen. Etkinlik adımlarını yapmaya çalışan öğrencilerin etkinlikte verilmeyen dik doğruları veya paralel doğru adımlarını resme bakarak doğru parçası ile

yapmaya çalıştıkları görülmüştür. Sonrasında doğru parçası yerine doğru ile yapmaya çalışan öğrencilerin dikdörtgeni yapamadıkları görülmüş, öğretmen yardımı ile düzeltmeler yapıldığı tespit edilmiştir. Dik doğru kullanacaklarını hata yaptıktan sonra anlayan öğrencilerin bu çalışmalar sırasında öğrencilerden E2'nin "Tahtaravalli gibi hayal et." şeklinde konuştuğu ekran kayıtlarında görülmüştür. Öğrenciler diğer etkinliklerde olduğu gibi bu etkinlikte de günlük hayatla geometrik nesneler arasında bir bağ kurduğu görülmüştür. Ayrıca kesişim noktası olan d noktasını hareket ettiremeyen öğrencilerin "Dik doğru koyduk ya o yüzden hareket etmiyorlar." şeklinde konuştukları gözlenmiş ve kesişim noktasının bağımlı bir nokta olduğu için direk hareket etmediğini anlamadıkları anlaşılmıştır. Öğrencilerin nesneler arasındaki bağımlılık-bağımsızlık keşiflerinin devam ettiği söylenebilir. Ayrıca öğrencilerde şekli sürekli bir kare haline getirme eğiliminde bulundukları gözlenmiştir.

Öğrencilerin dikdörtgen ile ilgili sorulara aşağıdaki yanıtları verdikleri tespit edilmiştir;

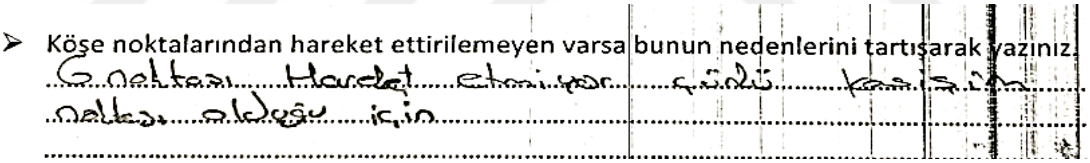


İlk soruda öğrencilerin dik açıların korunduğunu yazmaları öğrencilerin yazılımın imkanlarını kullanarak oluşturdukları şekilerde geometrik özellikleri keşfetmeye başladıklarını gösterebilir. Ancak A, B, C noktaları hareketli sadece D noktası tek başına hareket edemezken, öğrencilerin noktaların hareketini doğru bir şekilde gözlemledikleri ancak etkinlik kağıdına yanlış aktardıkları ekran kayıtlarıyla anlaşılmıştır.

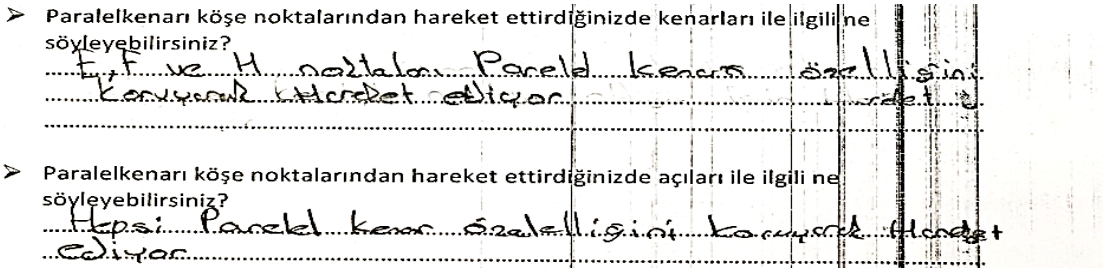
2. soruda öğrencilerden kenar ve açılardan bahsetmeleri istenmesine rağmen yüzeysel bir şekilde yorumladıkları görülürken açılarla ilgili bir önceki soruda yorum yaptıkları bilinmektedir. Öğrencilerin yazılım ile yaptıkları gözlemde kenarlar ile ilgili geometrik özellikleri keşfetme konusunda sıkıntı yaşadıkları ve bu durumun yeterli geometrik bilgiye sahip olmamalarından kaynaklandığı düşünülebilir.

4.1.5.1.6. Paralelkenar. Öğrencilerin EF doğru parçasını oluşturduktan sonra bir noktası E olan farklı bir doğru parçasını ekranda yeni bir E noktası oluşturarak yaptıkları gürülmüştür. Bu nedenle paralel doğruları çizemeyen öğrencilerin paralel doğruları kendilerinin yaptıkları ve kesişim noktası bulamadıkları için dörtgeni tamamlayamadıkları görülmüştür. Aynı hatayı 3 kez yaptıkları tespit edilen öğrencilerin etkinliği öğretmen ile tamamlayabildikleri gözlemlenmiştir.

Öğrencilerin dörtgendeki G noktasının kesişim noktası olduğu için hareket edemediğini anladıkları ekran kayıtları ve aşağıdaki yorumla görülmüştür;

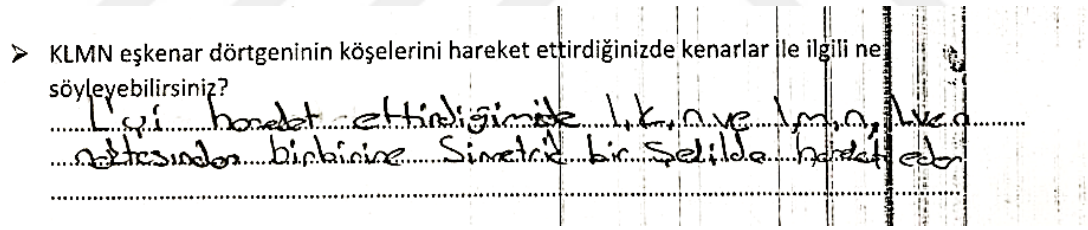


Ayrıca öğrencilerin açı ve kenarlarla ilgili sorulara diğer etkinliklerdeki gibi yüzeysel olarak yorum yaptıkları ve açılarla ilgili yoruma da kenarlara yazdıkları yorumu yazdıkları görülmüştür.



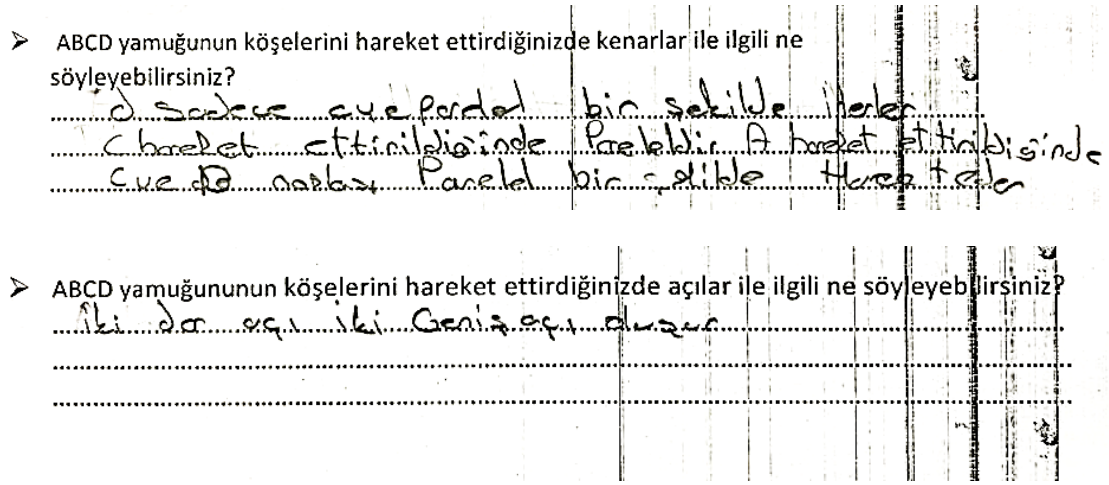
Yorumlar incelendiğinde öğrencilerin kenar ve açılar ile ilgili ortak ilişki kurmaya yöneldikleri söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin kenar-açı kavramları ile ilgili geometrik olarak yorum yapma noktasında sıkıntı yaşadıkları da düşünülebilir.

4.1.5.1.7. Eşkenar dörtgen. Dörtgenin ilk adımlarını sıkıntı yaşamadan yapan öğrencilerin noktaya göre simetri adımına geldiklerinde aracı bulamayıp tahmin ederek kendilerinin yapmaya çalıştıkları görülmüştür. Bu konuda arkadaşlarından yardım aldıkları uygulamayı başarıyla yapıp dörtgeni oluşturdukları görülmüştür. Ayrıca öğrenciler bu etkinlikte tanıtımdan sonra ilk defa orta nokta aracını kullanmış ve sıkıntısız yaptıkları gözlemlenmiştir. Öğrenciler dörtgendeki L noktasının simetriği olan N noktası için "Simetrik o yüzden hareket etmiyor." diyerek geometrik olarak doğru bir ifadede bulundukları görülmüştür. Ayrıca noktaların hareketini inceleyen öğrencilerin "KL ve MN birbirine simetriktir ve açıları hep 90 derece değildir, değişebilir" şeklinde yorumda bulundukları görülmüştür. Öğrencilerin bu yorumu tam olarak yanlış olmasa da simetrik olma düşüncesi kullandıkları noktaya göre simetriden kaynaklandığı düşünülebilir. Bununla birlikte yorumda açılarla ilgili doğru bir gözlem yaptıkları görülmüştür.Kenarlarla ilgili olarak da aşağıdaki yorumu yaptıkları tespit edilmiştir;



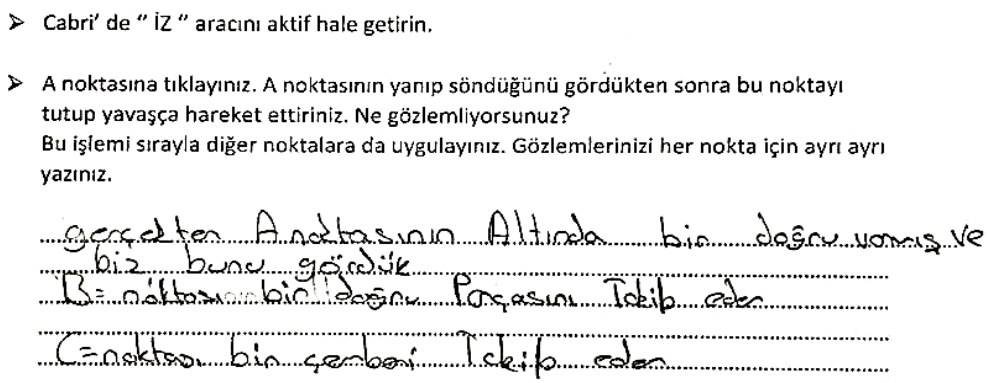
Burada öğrencilerin paralellikten ve eşitlikten bahsetmek yerine yine simetrik ifadesini kullanması, öğrencilerin şekli oluşturuken simetri yapmasından kaynaklandığı düşüncesini güçlendiği düşünülebilir. Aynı zamanda yine önceki etkinliklerde olduğu gibi öğrencilerin geometrik bilgi yetersizliği yazılımda gördüklerini doğru bir şekilde ifade edememelerine ve kenarlarla ilgili doğru geometrik yorumlar yapamamalarına neden olduğu savunulabilir.

4.1.5.1.8. Yamuk. Dörtgeni sıkıntı yaşamadan tamamladığı görülen öğrencilerin noktaların hareketini incelediklerinde kenarlar ve açılarla ilgili aşağıdaki yorumları yaptıkları gözlenmiştir;



Yorumlar incelendiğinde öğrencilerin ilk defa kenar ve açılarla ilgili net ve geometrik bir yorum yazdıkları görülmüştür. Bu yorumlardan yazılım ile etkinlikler yapan öğrencilerin öğretmen ve yazılımın sağladığı dönütler ile zamanla bilmedikleri kavramları öğrendikleri ve gözlemlerinde o kavrama yer vermeye başladıkları çıkarılabilir.

4.1.5.1.9. İz. Öğrencilerin etkinlikteki ilk A noktasını incelerken "Doğru gibi hareket ediyor.", "Demek ki burada doğru var." şeklindeki cümleler kullandıkları görülmüştür. Daha sonra ise gizle-göster aracı ile nesnelere baktıkları gözlenmiştir. B noktası için bir doğru parçası üzerinde ve C noktasının ise hızlıca hareket ettirildiğince çember oluşturduğunu ifade ettği görülen öğrencilerin iz aracını kullanmadan kendi kendilerine ve gizle- göster aracı ile noktaların konumlarını keşfettikleri görülmüştür. Öğrencilerin iz aracını aktifleştirdiklerinde yaptıkları yorumlar aşağıdaki gibidir;



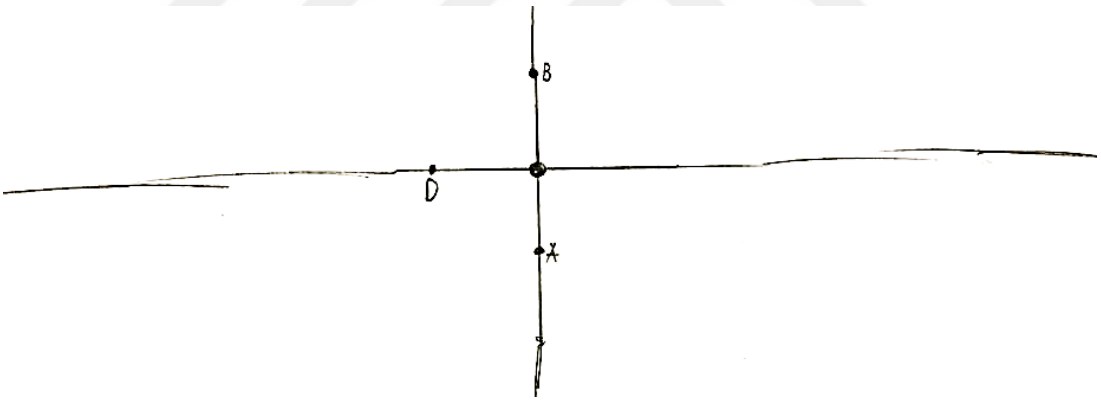
Yorumlar incelendiğinde yazılımdaki iz aracının öğrencilerin nesnelerin konumlarıyla

ilgili somut bir delil oluşturduğu söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin noktaların hareketi ile ilgili farklı bir bakış açısı kazandığı da düşünülebilir.

4.1.5.1.10. Simetri. Sıkıntı yaşamadan simetri etkinliğini yaptıkları görülen öğrencilerin A noktasını hareket ettirdiklerinde "ayna gibi" benzetmesini kullandıkları ve "çok zevkli" şeklinde konuştukları görülmüştür. AB doğrusunu oluştururken noktalara tıklamak yerine yine hizalama yaparak A ve B noktalarından geçirerek yaptıkları görülmüştür. Öğrenciler doğrunun olmadığını anlamış ve sebebini d doğrusu olduğunu düşünerek d doğrusunu yatay hale getirdikleri görülmüştür. Orta noktayı da kullanarak yapmaya çalışan öğrencilerin istenen adımları yapamadıkları ve öğretmenden yardım alarak tamamladıkları tespit edilmiştir. Öğrenciler ayrdım ile aşağıdaki görüntüyü elde etmişlerdir

Şekil 18

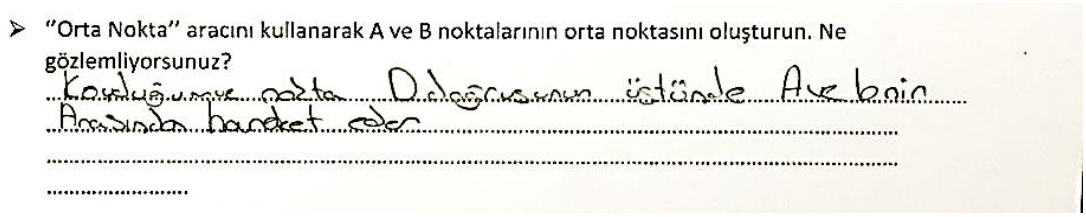
E Grubunun Simetri Etkinliğine Ait Çizimi



B noktası için tek başına hareket edemediğini ve simetrik bir şekilde A noktasını takip ettiğini ifade eden öğrenciler doğrular ve orta nokta ile ilgili aşağıdaki yorumları yapmıştır;

- A ve B den noktalarından geçen AB doğrusunu oluşturun.
- AB doğrusu ile d doğrusu için ne söylenebilir?

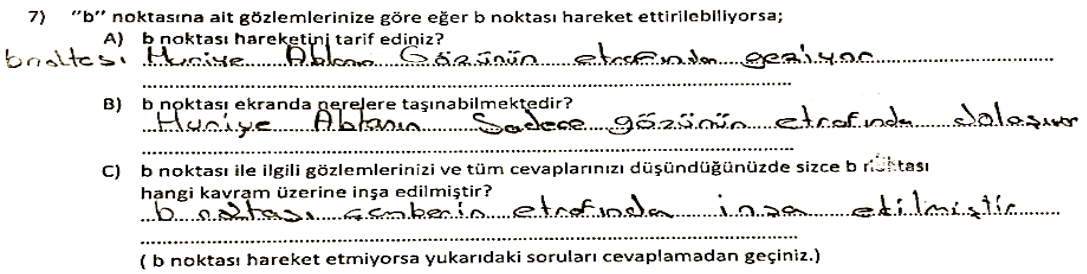
A ve b doğrusu d doğrusuna 90° lik açıyla simetrik bir şekilde hareket eder.


➢ "Orta Nokta" aracını kullanarak A ve B noktalarının orta noktasını oluşturun. Ne gözlemliyorsunuz?

Koyduğumuz nokta D doğrusunun üstünde A ve b nin Arasında hareket eder

Yorumlar incelendiğinde öğrencilerin simetri ekseni ile noktalar arasında dik bir uzaklık olduğunu keşfettikleri ancak orta noktanın d doğrusu üzerinde olduğunu gördükleri halde noktaların d doğrusuna olan uzaklıklarının eşit olduğunu tam olarak ifade edemedikleri düşünülebilir.

4.1.5.2. Model inceleme. Huriye abla modelini inceleyen öğrencilerin noktaların hareketi ilgili gözlemlerini yönlerine dikkat ederek net bir şekilde yazdıkları görülmüştür. Noktalardan sadece f noktalarının yönünde yanlışlık yaptıkları görülen öğrencilerin b noktası ile ilgili soruya verdikleri cevap aşağıda verilmiştir;


7) "b" noktasına ait gözlemlerinize göre eğer b noktası hareket ettirilebiliyorsa;

A) b noktası hareketini tarif ediniz?

b noktası Huriye Ablanın Gözünün etrafında geziyor

B) b noktası ekranda nerelere taşınabilmektedir?

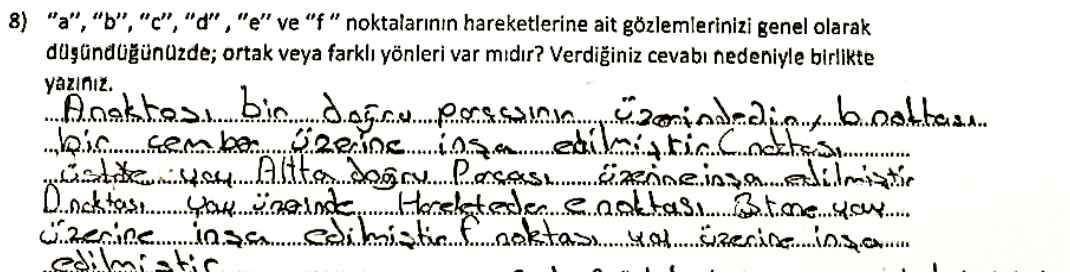
Huriye Ablanın Sadece gözünün etrafında dolaşıyor

C) b noktası ile ilgili gözlemlerinizi ve tüm cevaplarınızı düşündüğünüzde sizce b noktası hangi kavram üzerine inşa edilmiştir?

b noktası çemberin etrafında inşa edilmiştir

(b noktası hareket etmiyorsa yukarıdaki soruları cevaplamadan geçiniz.)

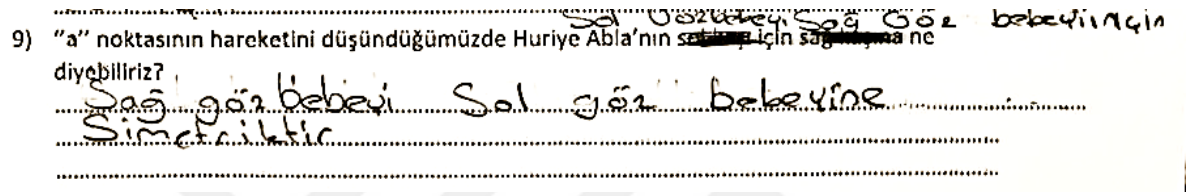
Öğrencilerin bu yorumu onların iz etkinliğinde olduğu gibi noktaların hangi geometrik nesne üzerine inşa edildiğini farklı bir modelde de fark ettiklerini gösterebilir. Öğrencilerin aşağıda gösterilmiş olan başka bir soruya verdiği cevap bu düşünceyi destekler nitelikte olduğu düşünülmektedir;


8) "a", "b", "c", "d" , "e" ve "f " noktalarının hareketlerine ait gözlemlerinizi genel olarak düşündüğünüzde; ortak veya farklı yönleri var mıdır? Verdiğiniz cevabı nedeniyle birlikte yazınız.

A noktası bir doğru parçasının üzerindedir, b noktası bir çember üzerine inşa edilmiştir C noktası üstte yay Altta doğru Parçası üzerine inşa edilmiştir D noktası yay üzerinde Hareketeder e noktası B tane yay üzerine inşa edilmiştir f noktası yay üzerine inşa edilmiştir

Yorumda öğrencilerin özellikle c noktasının konumu ile ilgili tarifinin ayrıntılı bir şekilde olması yazılım ile nesnelerin konumunun karmaşık bir model de dahi öğrenciler tarafından anlaşılabileceğini gösterebilir.

Ayrıca öğrencilerin "a noktasının hareketini düşündüğümüzde Huriye Abla'nın sol göz bebeği için sağ göz bebeğine ne diyebiliriz?" şeklinde her harf üzerinde bulunduğu organlar ile bağdaştırılıp sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerin çift halinde bulunan organların ve üzerindeki nesnelerin birbirinin simetriği olduğunu yazdıkları aşağıdaki örnekteki gibi görülmüş, tek olan e noktası için ise tüm noktaları hareket ettirdiğini yazdıkları görülmüştür.



Yorum incelendiğinde öğrencilerin yazılımda yapılan etkinlik ile geometrik bir dönüşüm olan simetrinin günlük yaşamdan bir model üzerinde ilişkilendirebildikleri söylenebilir.

4.1.6. F grubuna ait bulgular. Bu grup akademik seviyeleri düşük (F2) ve çok iyi (F1) olan iki öğrenciden oluşmaktadır. Öğrencilerin ilk etkinliklerde istekli oldukları gözlenmiştir. Ancak ilerleyen etkinliklerde F2 kod adlı öğrencinin başka şeylerle uğraştığı ve grup arkadaşını rahatsız ettiği bu nedenle de etkinliklerde F1'in daha aktif olduğu görülmüştür. Ekran kayıtları incelendiğinde ise etkinliklerdeki yorum sorularında öğrencilerin ciddiyetsiz davranışları fark edilmiştir. Öğrencilerin çalışma süreçleri aşağıda alt başlıklar altında sunulmuştur.

4.1.6.1. Program kullanımını öğrenme ve uygulama.

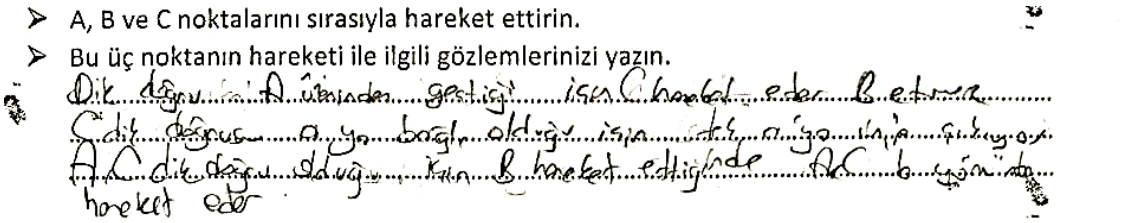
4.1.6.1.1. Program kullanımı. Öğrencilerin yazılım araçları ile etkinlikteki adımlar yardımıyla nokta ,doğru,doğru parçası,ışın,üçgen,çokgen,çember, yay, orta nokta ve dik doğru çizimlerinde sıkıntı yaşamadıkları görülmüştür. Ayrıca doğru oluşturduklarında "Bak sonsuza

kadar gidiyor.", ışın oluşturduklarında "Bir ucu açık bir ucu kapalı bak." ve dik doğru oluştrurken ise "İlk başta bir doğru oluşturalım." şeklinde aralarında konuştukları ekran kayıtlarında tespit edilmiştir. Orta noktayı yapan öğrencilerin de orta dikme aracını keşfedip kullanarak "Aa kanka böyle yapınca ortadan geçiyor." şeklinde konuştukları görülmüştür. Bu yorumlar ile öğrencilerin yazılımı kullanmaya başladıkları andan itibaren soyut olan geometrik nesnelerin somutlaşmaya başladığı söylenebilir.

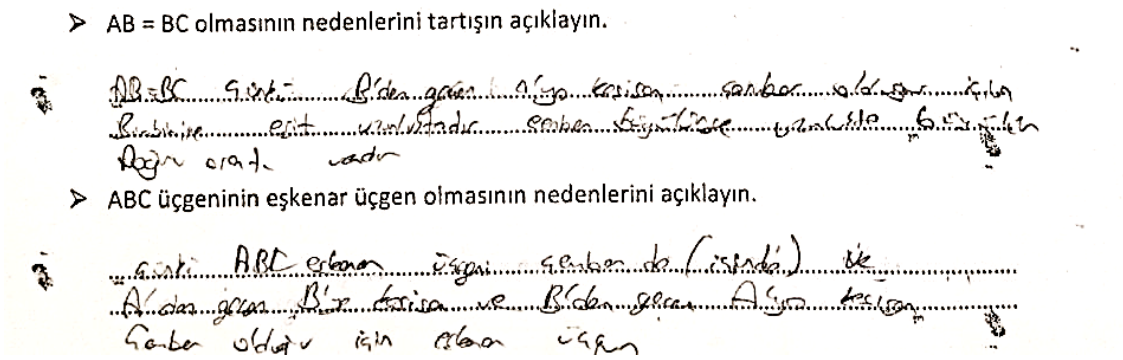
Öğrencilerin paralel doğruya geldiklerinde ise dik doğru gibi yapmaya çalışıp çakışık doğrular oluşturdukları görülmüş daha sonra boş ekrana ve doğruya tıklayarak paralel doğruyu da yaptıkları gözlenmiştir. Öğretmenin yönlendirmesiyle A noktasından geçen B merkezli çember oluşturup, A noktasının sonradan çembere yerleştirilmesi durumunda nasıl bir farklılık olacağını anladıkları görülmüştür. Daha sonra serbest çalışma yapan öğrencilerin çeşitli şekilller yapmak istedikleri görülmüştür. Ongen yapan öğrencilerin "İstediğimiz kenarlı çokgeni yapabiliyoruz o zaman." ve "Resim çizelim çokgenlerle!" şeklinde konuştukları tespit edilmiştir. Gülen surat oluşturup insan yüzüne benzetmeye çalıştıkları, daha sonra doğru parçalarını kullanarak gemi ve dalga oluşturdukları görülmüştür. "Yay yapalım dalga olur dalga." şeklinde yorumlarda bulunan öğrencilerin geometrik nesneleri kullanarak robot, uçak, bayrak denemeleri yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin bayrağın yıldızını doğru parçalarıyla ay kısmını ise yay ile yaptıkları gözlenmiş ayrıca animasyon aracını kullanarak da noktaları hareket ettirdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin paralellik kavramı ile ilgili bilgi eksikliği yaşadığı düşünülürken, dolu dolu bir etkinlik süreci geçiren öğrencilerin Cabri ile ilk karşılaşmalarında yazılımın onlarda ilgi uyandırdığı ve keşfetme süreçlerini desteklediği düşünülebilir.

4.1.6.1.2. Dik üçgen ve eşkenar üçgen. Talimatlara uyarak dik üçgeni tamamlayan öğrencilerin etkinlik sırasında geri al ve gizle-göster araçlarını kullanmayı öğrendikleri

görülmüştür. Ayrıca ekran kayıtlarıyla öğrencilerin noktaların hareketini iyi bir şekilde inceledikleri ve şekildeki önemli kısımları aşağıdaki gibi ifade ettikleri görülmüştür;



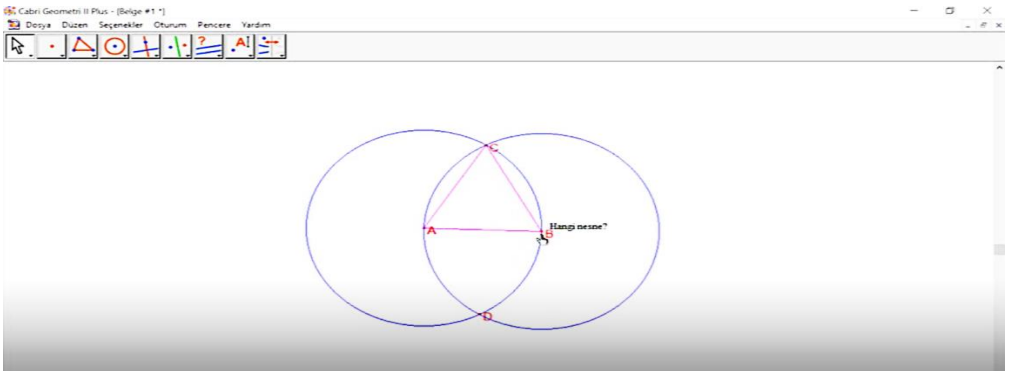
Eşkenar üçgen etkinliğinde ise öğrencilerin çemberleri oluştururken noktalara tıklama esnasında sıkıntılar yaşadıkları ve nokta yaparken ekrana iki kez tıkladıkları için üst üste noktalar yaptıkları görülmüştür. Kısa sürede üçgeni tamamlayan (Şekil 19) öğrencilerin kenarların eşitliği ve eşkenar üçgen olma ile ilgili sorulara aşağıdaki yorumları yaptığı tespit edilmiştir;



İki üçgene ait yorumlar incelendiğinde öğrencilerin dik üçgendeki bağımlı noktaları keşfettiği ve üçgendeki dikliğin farkında oldukları söylenebilir. Eşkenar üçgende ise öğrencilerin kenar eşitliklerine yarıçapların neden olduğunu anlatmaya çalıştıkları ancak geometrik olarak farklı bir ifade şekli kullandıkları düşünülebilir. Bu farklılığa çemberle ilgili kavramlar konusunda bilgi yetersizliği yaşamalarının neden olduğu düşünülürken öğrencilerin yarıçap kelimesini kullanmasa da eşkenar üçgen ile çember arasındaki bağı keşfettiği söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin kenarların değişimini doğru orantı kelimesini kullanarak ilişkilendirmesi de dikkat çekmiştir. Öğrencilerin köşelerin hareketi ile çemberin ve kenarların birlikte büyüyüp küçüldüğünü ifade etmesi aradaki ilişkiyi fark ettiğinin başka bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Şekil 19

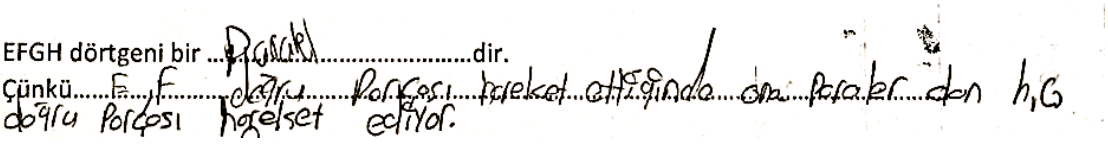
F Grubunun Eşkenar Üçgen Şekline Ait Çalışma Ekranı



4.1.6.1.3. Dörtgenler. Öğrencilerin aynı görünümde olan dört farklı dörtgeni inceleyerek (Şekil 20) aşağıdaki yorumları yaptıkları görülmüştür;

ABCD (Kare) dörtgenine "Dikdörtgen değil bu, kenarları eşit uzunlukta." dedikleri görülen öğrencilerin dörtgenin kare olduğunu ve neden olarak da hepsi aynı uzunlukta büyüyüp küçülüyor yazdıkları görülmüştür. Öğrencilerin kenarların dikliğinden bahsetmemesi dikkat çekerken öğrencilerin kenar odaklı inceleme yapıp kare olduğuna karar verdiği söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin şekille ilgili "Dikdörtgen değil bu, kenarları eşit uzunlukta." şeklinde bir yorumda bulunup şekli diğer dörtgenlerle değilde dikdörtgen ile karşılaştırılması da öğrencilerin dikliği fark ettiği ancak ifade etmediği şeklinde de yorumlanabilir.

EFGH (Paralelkenar) dörtgeni için "Paralel doğru var." şeklinde konuştukları görülen öğrencilerin aşağıdaki yorumu yaptıkları görülmüştür;



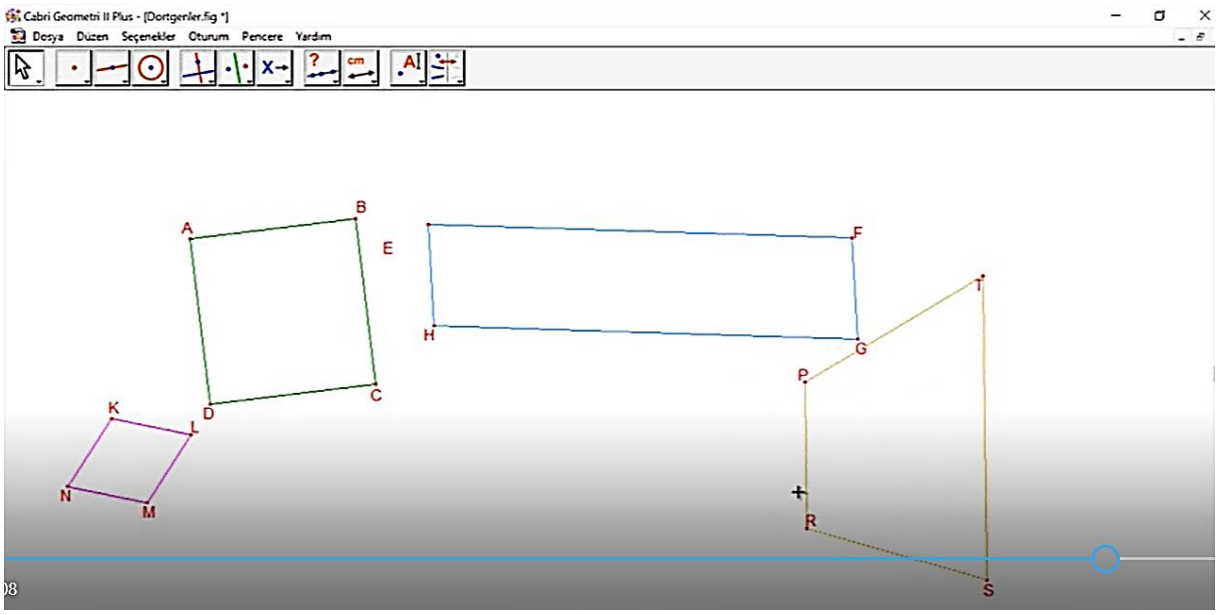
Öğrencilerin paralelkenarın en önemli geometrik özelliği olan paralelliği ifade ettikleri ekran kayıtlarında ve yorumda görülmüştür. Yazılım ile öğrencilerin paralelkenarı keşfettiği ve yazılımın dinamik yapısının öğrencilere geometrik özellikleri keşfetmede somut bir imkan verdiği düşünülebilir.

KLMN (Eşkenar dörtgen) dörtgeni için de paralelkenar ifadesi kullanan öğrencilerin düşünceleri için bir neden yazmadıkları ancak ekran kayıtlarından kenarlarla ilgili "Bunun da kenarları paralel." şeklinde konuştukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin burada kenarların paralelliğini farkettikleri görülmüş ancak diğer gruplarda da olduğu gibi kenarların eşit olduğunu fark etmedikleri ve eşkenar dörtgenin aynı zamanda bir paralelkenar olması sebebiyle bu cevabı verdikleri düşünülebilir. Ayrıca öğrencilerin eşkenar dörtgene ait yetersiz geometri bilgisi de paralelkenar cevabını vermelerinde etkili olmuş olabillir.

PRST (Yamuk) dörtgeni için öğrencilerden F2 dikdörtgen olduğunu söylerken F1'in dikdörtgen böyle olmaz dediği görülmüştür. Şekil ile çok fazla oynayan öğrencilerin dörtgenin ne olduğunu anlayamadıkları ve ekinlik sayfasındaki soruyu boş bıraktıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin öğretmenin açıklamalarıyla şeklin ne olduğunu öğrendikleri görülmüştür.

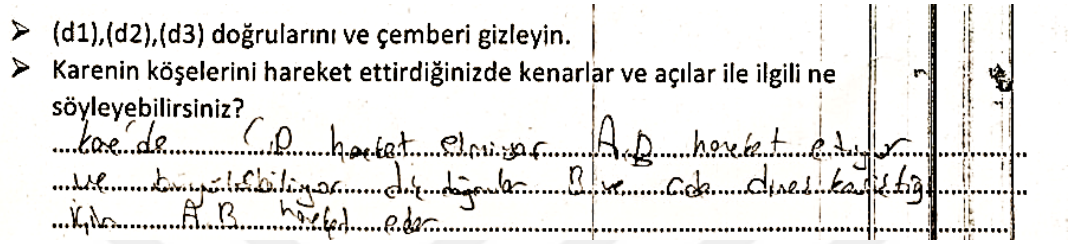
Şekil 20

F Grubunun Dörtgenler Etkinliğine Ait Çalışma Ekranı



4.1.6.1.4. Kare. Öğrencilerin kareyi oluşturmak için oluşturdukları çemberi ve dik doğruyu isimlendirirken üzerine nokta koyarak yaptıkları görülmüştür. Çemberin dışında bir

yere dik doğru yapan F2'yi grup arkadaşı F1 düzeltmiş ve dik doğruları yaptığı görülmüştür. Ancak öğrenciler 3. dik doğruya geldiklerinde çember ile d1'in kesişim noktasından değil de doğruyu isimlendirirken koydukları D noktasından geçirdikleri için şekil kare olarak oluşmadığı görülmüştür. Öğretmen yardımıyla kare yerine dikdörtgen oluştrduklarını anlayan öğrenciler tekrar yaptıkları ve doğru şekli elde ettikleri gözlemlenmiştir. Öğrencilerin açı ve kenarlarla ilgili yaptıkları yorumlar aşağıda verilmiştir;

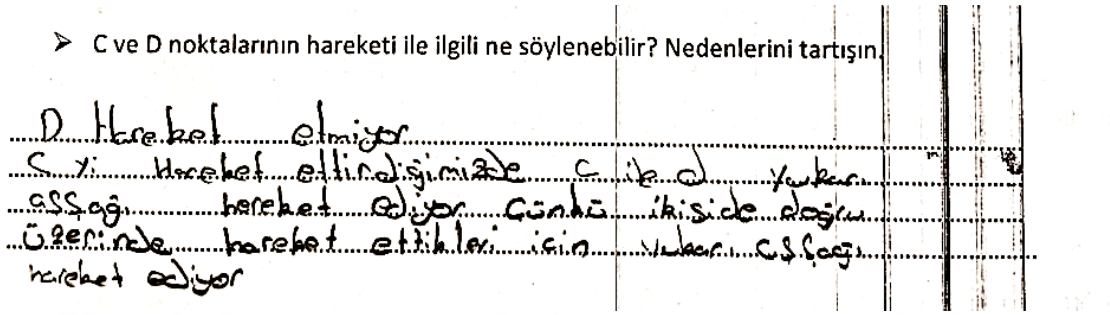


Öğrencilerin yorumuna bakıldığında öğrencilerin kenarların her zaman dik olduğunu keşfettiği söylenebilirken incelemelerde daha çok köşe hareketlerine odaklandıkları söylenebilir. Açılar ve kenar uzunlukları ilgili net ifadelerde bulunmayan öğrencilerin ekran kayıtlarında soruları yorumlama kısmını ciddiye almaması ve öğrencilerden F2'nin çalışma sırasında sürekli farklı şeylerle ilgilenerek arkadaşını rahatsız etmesi yorumların yetersiz olmasına sebep olduğu düşünülebilir.

4.1.6.1.5. Dikdörtgen. Öğrencilerin ilk dik doğruyu yaptıktan sonra diğer dik doğrular adımlarda verilmediği için yazılım sekmelerinde dikdörtgen aracını aradıkları görülmüştür. Dikdörtgen aracı olmadığını gören öğrencilerin adımlarda verilmeyen dik doğruları öğretmen yardımı almadan çizen tek grup oldukları tespit edilmiştir. F1 kenarların birbirine dik oldupunu ifade ettiği ekran kayıtlarında görülmüştür. F1'in akademik başarısının yüksek olması geometri bilgisini yazılımda kullanabilmelerine neden olduğu düşünülebilir. Ayrıca öğrencilerin şekli tamamladıklarında kare oluşturduklarını zannettikleri görülürken noktaları hareket ettirdiklerinde dikdörtgen oluşturduklarını anladıkları görülmüştür. Bu durumun ise yazılım öğrencilere sunduğu dinamik ortamdan kaynaklandığı düşünülürken kare ve

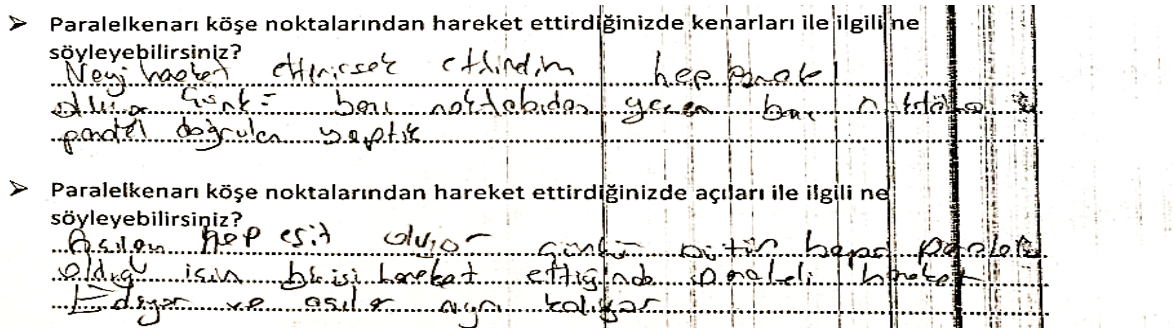
dikdörtgen arasındaki ortak ve farklı yönlerin yazılım ile öğrenciler tarafında fark edildiği de savunulabilir.

Etkinliğin yorumlama kısımlarında öğrencilerin şekildeki C ve D noktalarıyla ilgili aşağıdaki yorumu yaptıkları görülmüştür;



Yukarıdaki yoruma göre öğrencilerin D noktasının hareketinin C'ye bağlı olduğunu anladıkları ve konumlarının öğrenciler tarafından anlaşıldığı düşünülebilir. Ancak d noktasının hareket edememe sebebi üzerine herhangi bir yorumda bulunmadıkları etkinlik sayfasında ve ekran kayıtlarında görülmüştür. Öğrencilerin hareketli bağımlı nesneleri fark ederken hareketsiz olan bağımlı nesneleri fark edemedikleri söylenebilir.

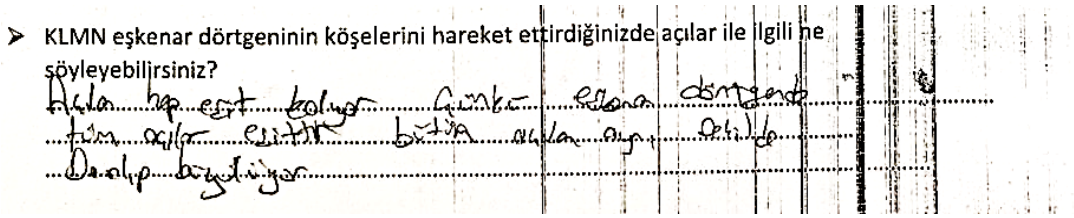
4.1.6.1.6. Paralelkenar. Öğrencilerin ilk adımları tamamladıktan sonra paralel doğru yapma bölümünde dik doğru aracı kullandıkları görülmüştür. Sonradan adımlarda paralel doğru yazdığını gören öğrencilerin dörtgeni F1 önderliğinde tamamladığı görülmüştür. Etkinlik sırasında genel olarak izleyici konumda bulunan F2'nin "Ben hiçbir şey anlamadım." şeklinde konuştuğu ekran kayıtlarında tespit edilmiştir. Şekil tamalandığında ise öğrencilerin köşelerin hareketini ilk gördükleri anda kenarların paralel olduğunu fark etmiş, "Paralelkenar ohaaaa!" şeklinde şaşırdıklarını ve sevindiklerini gösteren tepkiler verdikleri görülmüştür. G noktasının hareket etmediğini gören öğrencilerin "Paralel doğrular G noktasından geçtiği ve G noktasın kesişim noktası olduğu için hareket etmiyor." şeklinde doğru bir yorum yazdıkları görülmüştür. Öğrencilerin bir önceki etkinlikte fark edemediği hareketsiz bağımlı nesne olan kesişim noktasını fark ettiği söylenebillir. Kenar ve açılar için ise aşağıdaki yorumları yaptıkları tespit edilmiştir;



Yorumlara bakıldığında öğrencilerin yazılımda bir paralelkenar oluştururken hangi araçları kullandıklarına dikkat ettikleri ve bunları şekil ile ilişkilendirebildikleri görülmüştür. Köşelerinden hareket ettiren öğrencilerden F2'nin kenarlarla ilgili "Dikdörtgen oluyor, baklava oluyor." ifadelerinde bulunduğu ekran kayıtlarında görülmüştür. Öğrencilerin ekran kayıtlarında tespit edilen tepkileri ve yukarıdaki kenar ile ilgili yorumları göz önüne alındığında, yazılımın dinamik yapısı ile öğrencilerin kenarların birbirine olan paralelliğini daha net gördükleri ve şeklin özelliklerini keşfetmede yazılımın dinamikliğinin etkili olduğu düşünülebilir. Öyle ki öğrenciler, adımlarda paralel doğruları kullanmalarına rağmen köşeleri hareket ettirdiklerinde "Paralelkenar ohaa!" şeklinde tepki göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin ekran kayıtlarındaki konuşmalarından dikdörtgen ve eşkenar dörtgenin bir paralelkenar örneği olduğunu keşfettikleri söylenebilir. Ancak açılar ile ilgili eşit olduğunu savunan öğrencilerin açılarda yeterli inceleme yapmadıkları başka bir durumla ilgilendikleri ekran kayıtlarında tespit edilmiştir. Öğrencilerin dikkatinin dağılması paralelkenarda açı konusundaki geometri bilgilerinin yetersizliğinin bu duruma neden olduğu düşünülebilir.

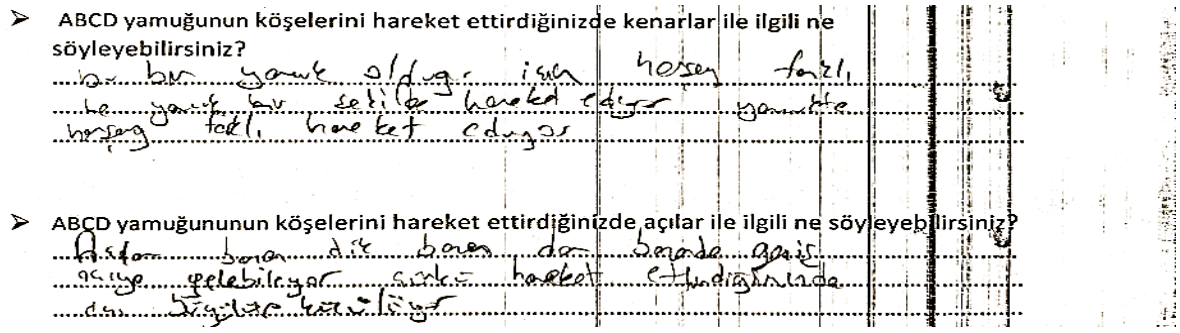
4.1.6.1.7. Eşkenar dörtgen. Düzgün bir şekilde adımları yaparak ilerleyen öğrencilerin L noktasının noktaya göre simetriğini yaparken yanlışlıkla L'nin bulunduğu doğru parçasının noktaya göre simetriğini aldıkları görülmüştür. L noktası doğru parçası üzerinde olduğu için bu durum herhangi bir sıkıntıya neden olmamış ve öğrencilerin sıkıntı olmadan KLMN eşkenar dörtgenini oluşturdukları görülmüştür. Öğrenciler şekli tamamladıklarında "Aaa kare oldu, paralelkenar oldu." ve "Baksana kenarları hep eşit." şeklinde yorumlarda bulundukları

ekran kayıtlarında tespit edilmiştir. N nokasının KL'ye simetrik olduğu için hareket etmediğini ve kenarların K hareket edince büyüyüp küçüldüğünü de ifade eden öğrencilerin açılar ile ilgili aşağıdaki yorumu yaptıkları görülmüştür;



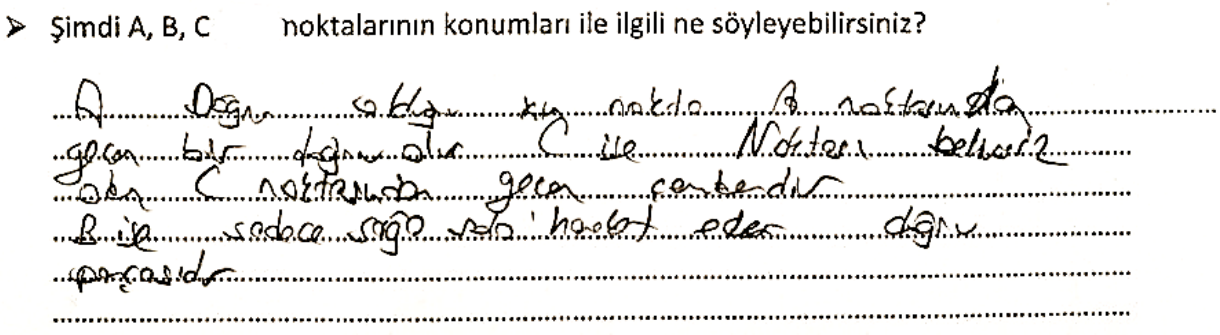
Öğrencilerin konuşmaları ve yorumları incelendiğinde eşkenar dörtgenin yazılımda uygulamalı olarak oluşturulmasının ve yazılımın dinamik yapısının şekle ait önemli geometrik özellikleri fark etmelerine olanak sağladığı söylenebilir. Öğrenciler köşe hareketleri sayesinde kenarlarının eşit olduğunu görmüş bununla birlikte de dinamik şeklin kare ve paralelkenar da olduğunu dile getirdikleri görülmüştür. Bu konuşmalardan yola çıkarak yazılım ile öğrencilerin eşkenar dörtgen ile kare arasında ve eşkenar dörtgen ile paralelkenar arasında ortaklıkları fark ettiği söylenebilir. Ancak diğer etkinliklerde olduğu gibi açı ile ilgili soruda öğrencilerin sıkıntı yaşadığı ve yanlış yorumda bulundukları bununla birlikte eşit olan kenarlardan dolayı açıları da eşit değerlendirmeye yöneldikleri düşünülebilir. Ekran kayıtlarında fark edilen ciddiyetsizlik, grup üyelerinden sadece F1'in odaklanıp yorum yapmaya çalışması ve öğrencilerin eşkenar dörtgenin açı özellikleri konusunda bilgi yetersizliklerinin bu duruma neden olduğu düşünülebilir.

4.1.6.1.8. Yamuk. Öğrencilerden F2 paralel doğru adımına kadar geldiği ancak devamını getirmediği görülmüştür. F1'in dahil olmasıyla dörtgen adımlarına uygun şekilde tamamlanmıştır.Öğrencilerin kenar ve açılar ile ilgili yazdıkları yorumlar aşağıda verilmiştir;



Kenarlar ile ilgili yorum incelendiğinde öğrencilerin paralel olan kenarlardan bahsetmedikleri görülmüştür. Ancak buna rağmen öğrenciler kenarlar ve köşe hareketleri anlamında yamuğun diğer şekillerden faklı olduğunu keşfettiği söylenebilir. Kenarların birbirinden farklı olduğunu ifade etmeye çalışan öğrencilerin açıların da birbirinden farklı olduğunu yazdıkları görülmüştür. Öğrencilerin bazen dik, bazen geniş, bazen dar açı olduğunu yazması dikkat çekerken ilk defa bu etkinlikte öğrencilerin açıları düzgünce inceleyerek geometrik bir yorum ile ifade ettikleri söylenebilir. Öğrencilerin yazılımın dinamikliği sayesinde yamuktaki değişebilen dar, dik ve geniş açıları fark ettikleri düşünülebilir.

4.1.6.1.9. İz. Öğrencilerin iz belgesini açar açmaz gizle-göster aracı ile geometrik nesnelere baktıkları görülmüş ve bu şekilde noktaların konumlarını bu şekilde keşfettikleri görülmüştür. Bu rağmen öğrenciler noktalrın konumlarıyla ilgili yanlış bir geometrik ifade kullandıkları aşağıdaki yorumda görülmüştür;



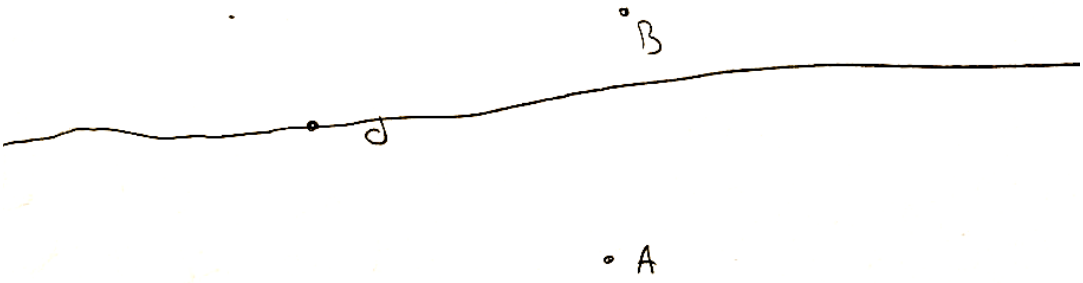
A, B ve C noktaları doğru, doğru parçası ve çember üzerine yerleştirildiği için bu nesneler gibi hareket etmektedir. Ancak öğrenciler A noktasından geçen doğru şeklinde yanlış

bir ifadede bulunmuştur. Bu duruma yazılımdaki inşa sırası ile ilgili yeterli deneyime sahip olmamalarının neden olduğu söylenebilir.

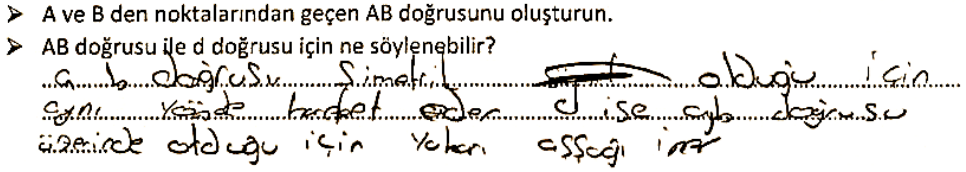
4.1.6.1.10. Simetri. Öğrencilerin doğruyu oluşturdukları noktaya D noktası diyerek isimlendirdikleri görülmüştür. Adımlarda doğru dışında bir nokta A noktası oluşturmaları istenmesine rağmen noktayı doğru üzerine oluşturdukları ve simetriyi uygulayamadıkları görülmüştür. Öğretmen yardımı ile simetriyi yapan öğrencilerin noktaların hareketini gördüklerinde "Simetrik anladın mı?" şeklinde konuştukları tespit edilmiş ve aşağıdaki görüntüyü oluşturdukları görülmüştür;

Şekil 21

F Grubunun Simetri Etkinliğine Ait Çizimi

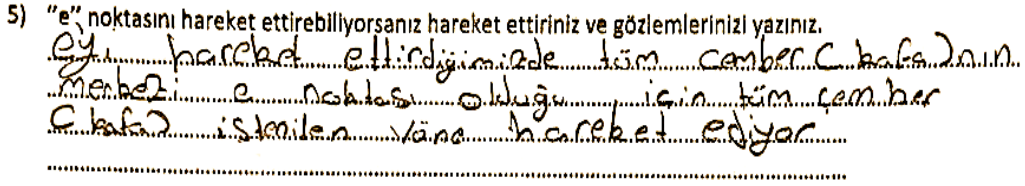


Öğrencilerin B noktası ile ilgilli yorum yapmadığı görülürken, d doğrusunun ve A noktasnın hareketli olduğunu yazdıkları görülmüştür. Ayrıca etkinliğin uygulama kısmında pratik olan öğrencilerin yorum kısımlarında ciddiye almadan yorumladıkları ekran kayıtlarında tespit edilirken AB doğrusu ve d doğrusu ile ilgili aşağıdaki yorumu yaptıkları görülmüştür;



Öğrencilerin bu yorumu ile d doğrusu ile AB doğrusunun dik kesiştiğini fark etmedikleri görülmüştür.

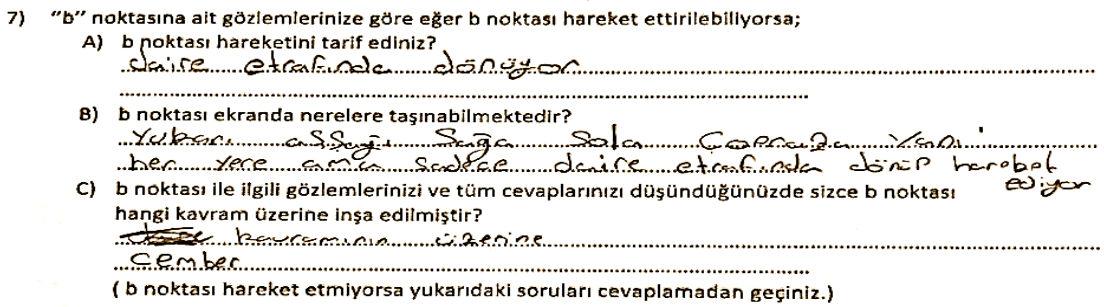
4.1.6.2. Model inceleme. Simetrik özelliğe sahip bir insan yüzünün modellendiği Huriye Abla modelinde öğrencilerin noktaların hareketini inceledikleri, simetrik olan ve olmayan noktaların hareketlerini doğru bir şekilde fark ettikleri görülmüştür. Ayrıca modelin başlangıç noktası olan e noktasını farkeden öğrencilerin e noktası ile ilgili yazdıkları yorum aşağıda verilmiştir;



5) "e" noktasını hareket ettirebiliyorsanız hareket ettiriniz ve gözlemlerinizi yazınız.
eyi hareket ettirdiğimizde tüm cember (kafa)nın merkezi e noktası olduğu için tüm çember (kafa) istemilen yöne hareket ediyor

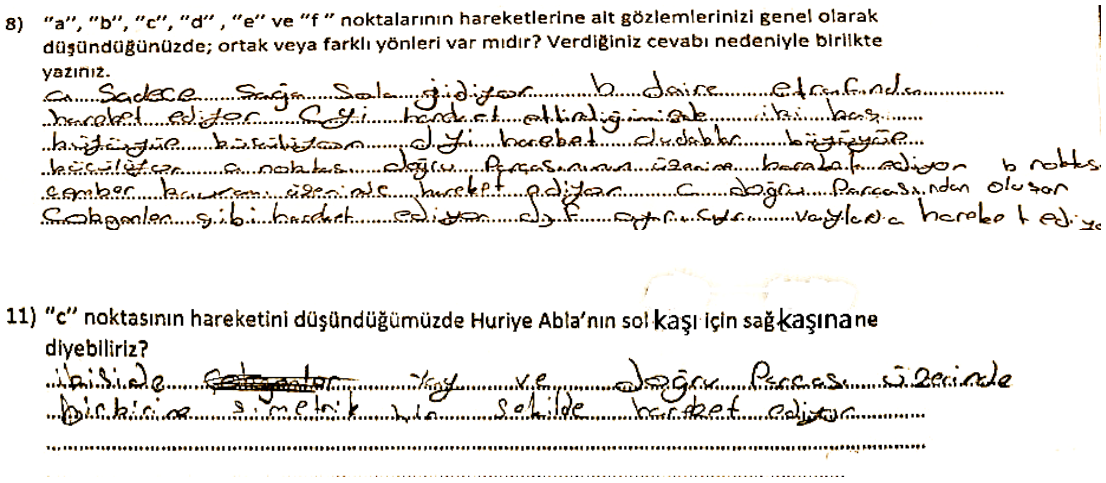
Öğrencilerin yukarıdaki yorumu ile modelin başlangıç adımının çember olduğunu ve merkezinin e noktası olduğunu anladıkları görülmüştür.

Öğrencilerin B noktasının konumu ile ilgili ise aşağıdaki yorumu yaptıkları görülmüştür;



7) "b" noktasına ait gözlemlerinize göre eğer b noktası hareket ettirilebiliyorsa;
A) b noktası hareketini tarif ediniz?
daire etrafında dönüyor
B) b noktası ekranda nerelere taşınabilmektedir?
Yukarı aşağı sağa sola çapraza yani her yere ama sadece daire etrafında dönüp hareket ediyor
C) b noktası ile ilgili gözlemlerinizi ve tüm cevaplarınızı düşündüğünüzde sizce b noktası hangi kavram üzerine inşa edilmiştir?
~~[illegible]~~ kavramının üzerine cember
(b noktası hareket etmiyorsa yukarıdaki soruları cevaplamadan geçiniz.)

Bir önceki etkinlikte iz aracı ile yaptıkları uygulamayı araç kullanmadan yapan öğrencilerin noktaların konumlarını hareket ettirerek fark ettikleri düşünülebilir. Ayrıca öğrencilerin noktalarla ilgilli aşağıdaki yorumları bu düşünceyi desteklediği görülmüştür.



8) "a", "b", "c", "d" , "e" ve "f " noktalarının hareketlerine ait gözlemlerinizi genel olarak düşündüğünüzde; ortak veya farklı yönleri var mıdır? Verdiğiniz cevabı nedeniyle birlikte yazınız.

a Sadece Sağa Sola gidiyor b daire etrafında hareket ediyor c yi hareket ettirdiğimizde iki kaş büyüyüp küçülüyor d yi hareket dudaklar büyüyüp küçülüyor a noktası doğru parçasının üzerine hareket ediyor b noktası çember kavramı üzerinde hareket ediyor c doğru parçasından oluşan çokgenler şibi hareket ediyor d f ayrı ayrı yaylarda hareket ediyor

11) "c" noktasının hareketini düşündüğümüzde Huriye Abla'nın sol kaşı için sağ kaşına ne diyebiliriz?

ikiside ~~çokgenler~~ yay ve doğru parçası üzerinde birbirine simetrik bir şekilde hareket ediyor

Öğrencilerin yorumlarına genel olarak bakıldığında noktaların konumları,simetrik olma durumları ve gerçek yaşama ait model ile geometrik nesneleri birleştime konusunda beklenilen önemli adımları fark ettikleri görülmüştür. Yazılımın dinamik yapısı sayesinde öğrencilerin yazılımda ilk defa karşılaştıkları karmaşık bir yapıda, geometrik nesneleri görmeye başladığı ve bu durumun öğrencilere yapacakları modelin inşasında bir ipucu sağladığı söylenebilir.

Tüm gruplara ait yazılımı tanıma, uygulama ve model inceleme aşamalarında öğrencilerin yaşantıları analiz edildiğinde güçlükler bağlamında ortaya çıkan kodlar, kalem-kâğıt ortamına ait yaşantılar, yazılımın ara yüzüne ait yaşantılar ve geometrik bilgiye yönelik yaşantılar olmak üzere 3 kategori oluşturmuştur (Tablo 3). Öğrencilerin yaşantıları fırsatlar bağlamında analiz edildiğinde ise ortaya çıkan kodlar, geometrik kavram ve şekillere ait yaşantılar ve geometrik yapı inşasına ait yaşantılar olmak üzere 2 kategori oluşturmuştur (Tablo 4).

Tablo 3

Uygulama Sürecinde Karşılaşılan Güçlüklerin Kategorilere Göre Dağılımı

KATEGORİLER	KOD NO	KODLAR	GRUPLAR					
			A	B	C	D	E	F
KÂĞIT-KALEM ORTAMINDAKİ YAŞANTILAR	KG.1	Noktalardan geçen doğru, dik doğru vb. çizimlerde göz ile hizalama	+	+	+	+	+	+
	KG.2	Önce çizim yapıp sonra geometrik özellik katmaya çalışma	+		+		+	
	KG.3	Orta noktayı araç kullanmadan nokta yerleştirme	+		+			
YAZILIMIN ARA YÜZÜNE İLİŞKİN YAŞANTILAR	YG.1	ESC tuşuna basmayı unutma	+			+		
	YG.2	Şekilleri isimlendirirken üzerine nokta koyarak isimlendirme			+	+	+	+
	YG.3	Dik doğruyu boş ekrana tıklayarak yapma veya doğruyu seçememe	+	+	+	+	+	
	YG.4	Orta nokta aracını kullanamama	+		+			
	YG.5	Paralel doğruyu dik doğru gibi yapmaya çalışma	+	+	+	+	+	+
	YG.6	Simetri ile oluşturulmuş yeni noktayı görememe		+	+			
	YG.7	Yay oluştururken 3 nokta seçerken zorlanma			+		+	
	YG.8	Araç talimatlarına uymama			+			
	YG.9	Yanlış bir hamle ile tüm yapılanların silinmesi			+	+	+	
	YG.10	Mouse olmaması ile yazılım kullanımda zorlanma			+			
	YG.11	Üst üste noktalar oluşturma				+		+
	YG.12	Doğru parçasının yönünü belirleyememe			+	+		
	YG.13	Gizle- göster aracını kullanırken zorlanma				+	+	
	YG.14	Noktaların çok farklı yönlere hareketi ile kafa karışıklığı						+
GEOMETRİK BİLGİYE YÖNELİK YAŞANTILAR	GBG.1	Dik doğruyu boş ekrana tıklayarak yapma	+	+	+	+	+	
	GBG.2	Paralel doğru için dik doğru talimatlarını uygulamak	+	+	+	+	+	+
	GBG.3	Simetri ile oluşturulmuş yeni noktayı görememe		+	+			
	GBG.4	Dikdörtgeni oluştururken adımlarda verilmeyen kenar için dik doğru veya paralel doğru kullanmada zorluk	+		+		+	
	GBG.5	Paralelkenarı keşfedememe	+		+	+	+	

GBG.6	Eşkenar dörtgeni keşfedememe	+	+	+			+
GBG.7	Geometrik özellikler ile yorumlamada güçlük	+	+	+	+	+	+
GBG.8	Eski öğrenmelerin semiyotik muhakemeyi etkilemesi	+		+	+	+	
GBG.9	Açı- kenar kavramlarını ayrı ayrı inceleyememe veya birini inceleyip diğerini inceleyememe	+	+	+		+	+
GBG.10	Simetride dik uzaklığı keşfedememe	+		+			+
GBG.11	Simetri eksenine olan dik uzaklıkların eşitliğini keşfedememe	+		+		+	+

Not: (KG: Kalem- kâğıt ortamı kaynaklı güçlükler, YG: Yazılım kaynaklı güçlükler, GBG: Geometrik bilgi kaynaklı güçlükler)

Tablo incelendiğinde, öğrenciler için en büyük güçlüğün geometrik bilgiye yönelik yaşantılardan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu kategoride dik doğru ve paralel doğru çizimi, geometrik özellikler ile yorumlama eşkenar dörtgeni ve paralelkenarı keşfedememe, açı-kenar kavramlarını inceleyememe, simetrideki dik uzaklığın eşitliğini keşfedememe kodlarının gruplarda yaygın olarak görüldüğü tespit edilmiştir. Dik ve paralel doğru oluşturma güçlüğünün yazılımdaki araç kullanımından kaynaklı güçlük oluşturduğu da düşünülmektedir. Ayrıca süreç içerisinde kalem-kâğıt yaşantılarının da etkili olduğu görülmüştür.

Tablo 4

Uygulama Sürecinde Karşılaşılan Fırsatların Kategorilere Göre Dağılımı

KATEGORİLER	KOD NO	KODLAR	GRUPLAR					
			A	B	C	D	E	F
GEOMETRİK KAVRAM VE ŞEKİLLERE AİT YAŞANTILAR	GKF.1	Ok aracının talimatları gösterdiğini fark edip kullanır.	+	+		+	+	+
	GKF.2	Sonsuza giden doğru, ışın gibi geometrik kavramların hareketini somutlaştırma ile fark eder.	+	+	+	+	+	+
	GKF.3	Dik üçgende köşelerin hareketi ile dik açının korunduğunu fark eder.		+				+
	GKF.4	Eşkenar üçgende kenarların her durumda eşit olduğunu somutlaştırma ile fark eder.	+	+	+	+	+	+
	GKF.5	Eşkenar üçgenin kenar eşitliğinin çember ile ilişkisini fark eder.		+		+		+
	GKF.6	Verilen dörtgenlerden kareyi keşfeder.	+	+	+	+	+	+
	GKF.7	Verilen dörtgenlerden paralelkenarı keşfeder.		+				+
	GKF.8	Verilen dörtgenlerden eşkenar dörtgeni keşfeder.				+	+	
	GKF.9	Verilen dörtgenlerden yamuğu keşfeder.	+	+	+	+	+	
	GKF.10	Karede dik açıların köşelerin hareketi ile değişmediğini fark eder.	+	+		+		+
	GKF.11	Karede kenarların eşitliğinin köşelerin hareketi ile değişmediğini fark eder.	+	+	+			
	GKF.12	Dikdörtgende köşeler hareket ettirildiğinde dik açıların korunduğunu keşfeder.		+	+	+	+	+
	GKF.13	Karenin aynı zamanda bir dikdörtgen olduğunu keşfeder.	+				+	+
	GKF.14	Paralelkenarda köşeler hareket ettirildiğinde karşılıklı kenarların paralelliğinin korunduğunu anlar.	+	+		+	+	+
	GKF.15	Eşkenar dörtgende köşelerin hareketi ile kenarlardaki eşitliği veya paralelliği keşfeder.		+	+			+
	GKF.16	Yamukta paralel kenarlar olduğunu keşfeder.	+	+	+	+	+	
	GKF.17	Oluşturulan yamuğun diğer şekillerden ayıran özellikleri fark eder.		+		+		+
	GKF.18	Simetrik olan nokta ve şekilleri fark eder.	+	+		+	+	+
	GKF.19	Simetrik noktalardan geçen doğru ile simetri ekseninin birbirine dik olduğunu keşfeder.		+		+	+	
	GKF.20	Doğruya göre simetriği alınan noktaların doğruya olan dik uzaklıklarının eşit olduğunu keşfeder.		+		+		
	GKF.21	Dörtgenler arasında bazı ilişkileri fark eder.	+	+		+	+	+
	GYF.1	Kesişim noktalarının sabit kaldığını fark eder.	+	+		+	+	
	GYF.2	Oluşturulan dik üçgende dik doğru üzerindeki noktanın hareketinin dik doğruya bağlı olduğunu keşfeder.		+			+	

GEOMETRİK YAPI İNŞASINA AİT YAŞANTILAR	GYF.3	Oluşturulan dikdörtgende birinci dereceden bağımlı noktanın dik doğru üzerinde hareket ettiğini keşfeder.	+	+		+		
	GYF.4	Oluşturulan dikdörtgende ikinci dereceden bağımlı noktanın tutup sürükleyerek hareket edemediğini, bağımlı olduğu noktaların hareketiyle hareket ettiğini keşfeder.	+	+				
	GYF.5	Noktaların geometrik yerini keşfeder.	+	+	+	+	+	+
	GYF.6	Doğruya göre simetriği alınan noktalardan görüntü noktasının tek başına hareket etmediğini keşfeder.	+	+		+	+	+
	GYF.7	Modelde simetrik olan nokta ve şekilleri fark eder.	+	+		+	+	+
	GYF.8	Geometrik kavram ve şekillerdeki hareketi günlük yaşam ile ilişkilendirir.	+	+	+	+	+	+

Not: (GKF: Geometrik kavram ve şekillere ilişkin fırsatlar, GYF: Geometrik yapıya ilişkin fırsatlar)

Tablo incelendiğinde, geometrik kavram ve şekillere ait fırsatların gruplarda daha yaygın olarak görüldüğü saptanmıştır. Bu durum yapılan uygulama etkinliklerinin, öğrencilerin geometrik kavramları somutlaştırmasına ve keşfetmesine yardımcı olduğu, anlamlı öğrenme ortamı oluşturduğu söylenebilir. Yapı inşasına ait yaşantılarda ise noktaların geometrik yerini keşfetme, simetrideki görüntü noktasının tek başına hareket etmediğini keşfetme, modeldeki simetrik nokta ve şekilleri fark etme ile geometrik kavram ve şekilleri günlük yaşam ile ilişkilendirme kodlarının gruplarda daha çok görüldüğü ortaya çıkmıştır. Öğrenciler ile yapılan uygulama ve özellikle model inceleme etkinliklerinin geometrik yapıya ilişkin bağımlı nesneler ile ilgili keşiflere imkân verdiği söylenebilir.

4.2. Modelleme Çalışmalarına Ait Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde "*Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin dinamik geometri ile kendileri tarafından gerçekleştirdikleri görsel modelin inşa sürecindeki yaşantılarda, geometrik kavramların yapılandırılması konusunda karşılaştıkları fırsat ve güçlükler nelerdir?"* alt problemine ait çalışmalar incelenmiştir. Araştırmacının hazırladığı ve öğrenciler tarafından daha önce incelenmiş olan "Huriye Abla" adlı görsel modelin, Cabri Geometri yazılımında öğrenci gruplarının her hangi bir yönerge olmadan, kendileri tarafından gerçekleştirdikleri inşa sürecine ait bulgu ve yorumlar sunulacaktır.

4.2.1. A grubuna ait bulgular. A grubu öğrencileri modelleme sürecinin başlarında aktif bir şekilde ve eğlenceli bir halde çalışmayı yürüttükleri görülürken zamanla aynı adımları tekrar tekrar denedikleri görülmüştür. Aldıkları dönütleri değerlendirmede zorlanan öğrencilerin ilerleyemedikleri gözlenmiştir. Bu durumu gerçek yaşama ait bir problem gibi çözerek, modeli oluşturmak yerine görsel modelin dikey bir doğruya göre simetriğini alıp oluşturmaya çalıştıkları fark edilmiştir. Öğrencilerin bu çözümü öğretmen tarafından takdir edilmiş olsa da modeli kendilerinin oluşturmaları istenmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin gerçekleştirdikleri model çalışmaları zamana bağlı olarak incelenmiş ve oluşturdukları modelin görseli bulgular sonrasında verilmiştir (Şekil 22).

İnceledikleri Huriye Abla modelini yapmaya çalışan öğrencilerin ilk denemelerinde yaptıkları aşağıdaki adımlar dikkat çekmiştir. Öğrencilerin;

- İlk olarak bir e noktası ve e'yi merkez alan bir çember çizdikleri,
- Gözler ve ağız için çember kullandıkları,
- Doğru oluşturmadan yaptıkları adımların yanlış olduğunu düşünüp, silip başa döndükleri,
- Kafa olarak oluşturdukları çemberin içine gözler için iki çember oluşturdukları ancak çemberleri birbirine ve kafaya bağlayamadıkları,

- Araştırmacının yaptığı modeli gizle- göster aracılığıyla incelerek içerisinde yer alan geometrik şekillerin aynısını yapmaya çalıştıkları ve ancak doğruları rastgele oluşturdukları için birbirine bağlayamadıkları,
- İnceledikleri model sonrasında kesişen doğrular kullanmayı denedikleri,
- Bir doğru üzerine çember koyarak göz yapmayı denedikleri ve başka bir gruptan yardım almaya çalıştıkları,
- Simetri kullanmadan gözleri oluşturup birlikte hareket etmediğini fark ettikleri,
- Gözler için kullandıkları çemberleri doğruların arasına yerleştirerek sabitlemeye çalıştıkları,
- Paralel doğruyu kullanmayı denedikleri,
- Modelde gördükleri doğruları rastgele doğrular çizip kesiştirerek yapmaya çalıştıkları ve denemeler sonucunda oluşturdukları gözleri kafaya sabitleyemedikleri ve birlikte hareket ettiremedikleri görülmüştür.

İlk denemedeki adımlar incelendiğinde öğrencilerin daha çok kafa ve göz kısımlarının üzerinde durdukları görülmüştür. Öğrencilerin çalışmalar sırasında simetriyi yakaladıkları ancak farkında olmadıkları görülmüştür. Ayrıca modeli anlamlandırmaya çalışan öğrencilerin organlar için kullanılacak olan şekilleri yüzeysel olarak gördükleri ancak şekillerin yerleştirileceği geometrik nesneler ve simetriyi oluşturabilme noktasında sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Modelleme yaparken araştırmacının yaptığı modeli inceleyen öğrencilerin modelin aynısını yapmaya çalışarak aslında geometrik şekillerin altındaki geometrik nesneleri görmeye başladıkları söylenebilir. Bu düşünceyi kesişen doğrular yapmaları, gözleri doğru üzerine yapmaları ve paralel doğru kullanmaları gibi adımlar desteklemektedir.

İkinci denemede ise öğrencilerin;

- Noktaya göre simetriyi boş ekranda denedikleri,

- Çemberleri önceki denemelerindeki gibi iki doğru arasına yerleştirerek sabitlemeye çalıştıkları ve olmadığını anladıkları,
- Dikey bir doğru çizerek doğruya göre simetri yaptıkları,
- Noktaya göre simetri yapmayı denedikleri,
- Uzunluk ölçme aracını kullanmaya çalıştıkları,
- Gözler için simetri uygulamaya çalışırken simetri doğrusuna iki kez tıkladıkları ve simetriyi yapamadıkları,
- Göz bebeğinin merkezinin simetriğini aldıkları ancak göz büyüklüklerini simetri kullanmadan kendilerinin oluşturdukları,
- Gözlerin hareketini sınırlandırmak için nokta koymayı denedikleri,
- Gözlerin aşağı ve yukarı yönde hareket ettiğini gördüklerinde yanlışlık yaptıklarını fark ettikleri,
- Yanlışı düzeltmek için noktaya göre simetri yapmayı denedikleri,
- Göz büyüklüğü için oluşturdukları çemberlerin de simetriğinin alınacağını fark ettikleri,
- Modeli tekrar inceledikten sonra çemberlerin kenarına yine doğru yerleştirerek sınırlamaya çalıştıkları ve olmadığını fark ettikleri,
- Modeldeki gördükleri geometrik nesnelerden yola çıkarak göz için oluşturdukları çemberlerin içine doğru parçaları yerleştirdikleri ancak hareket ettirerek yanlış yaptıklarını anladıkları görülmüştür.

Öğrencilerin ikinci denemelerinde modeldeki simetriye ve yine modelin gözlerine odaklandıkları görülmüştür. Burada yapılan incelemelerde öğrencilerin simetriyi fark edebildikleri ancak simetriyi nasıl uygulayacakları konusunda sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Ancak buna rağmen öğrencilerin yazılımın dinamik olmasının verdiği avantajla nesneleri hareket ettirerek, deneme yanılma yaparak simetriyi nasıl uygulayacaklarını öğrendikleri ve

yavaşta olsa modeldeki bazı gizli geometrik nesneleri fark etmeye başladıkları düşünülmektedir. Modeli birebir aynısını yapmaya çalışan öğrencilerin modeli daha ayrıntılı inceledikleri ve her inceleme sonrasında modeldeki bir ayrıntıyı denemeye çalıştıkları fark edilmiştir. Gözlerin belirli bir alanda hareket ettiğini fark eden öğrencilerin göz için oluşturdukları çemberleri doğru ve noktalarla sabitlemeye çalışmaları dikkat çekmiştir. Burada öğrencilerin kalem- kâğıt ortamındaki yöntemlerle dinamik olan bir çemberi sınırlamaya çalıştıkları görülmüştür. Bu durumda öğrencilerin kalem- kâğıt ortamından dinamik ortama geçerken zorlandığı söylenebilir. Öğrencilerin göz bebeği ve gözler için simetriyi kullanmaları, göz içerisine doğru parçası yerleştirmeye çalışmaları onları modele bir adım daha yaklaştırdığı düşünülürken öğrencilerin nesnelerin konumları ve birbirleri ile ilişkileriyle ilgili anlamlandıramadıkları deneyimler yaşadıkları düşünülebilir.

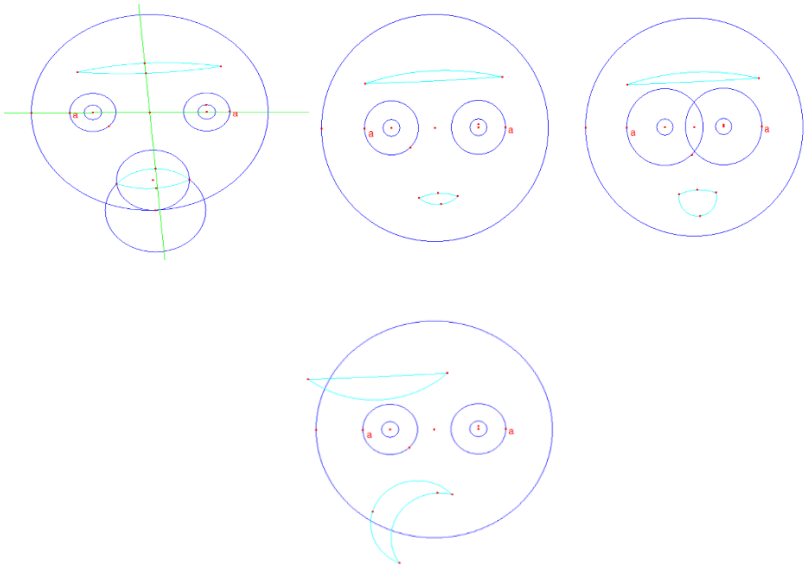
Öğrencilerin üçüncü denemede ise;

- Gözleri simetri ile oluşturdukları ancak kafanın içerisine sabitleyemedikleri,
- Göz için oluşturdukları çemberi doğru parçasına yanlış bir noktaya yerleştirdikleri,
- Birden fazla kesişen doğru ile gözleri sabitlemeye çalıştıkları,
- Öylesine her hangi bir özellik vermeden oluşturdukları doğrular ile gözleri sınırlamaya çalıştıkları,
- Önce çizip sonradan sabitlemek için nesneler eklemeye çalıştıkları,
- Oluşturmaya çalıştıkları geometrik nesneleri belirli bir noktaya göre yapmak için hizalamayı kullandıkları,
- Yay oluşturmak için 2 nokta seçtikten sonra 3. noktayı seçerken sıkıntı yaşadıkları,
- Ekranın ortasına dikey bir doğru çizerek araştırmacının yaptığı modelin çizdiği dikey doğruya göre simetriğini aldıkları ancak kendilerinin modeli net bir şekilde oluşturamadıkları görülmüştür.

Öğrencilerin üçüncü deneme adımları incelendiğinde modelin gizlenen nesnelerine bakarak organları yüz içerisinde sabitlemeye çalıştıkları ancak bağımlı nesneler oluşturma konusunda sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Öğrencilerin modeli yapma sırasında sadece çizim aşamasında kaldıkları ancak bu çalışmalarda bile deneme yanılma ile yeni şeyler öğrendikleri görülmüştür. Bu noktada öğrencilerin model içerisindeki yapıları yeterli düzeyde anlamlandıramadıkları düşünülebilir. Bağımlı nesneler oluşturmak için yaptıkları doğruların rastgele yapılması, nesnelere herhangi bir geometrik özellik katmadan birbirine bağlamaya çalışmaları öğrencilerin istediklerini yapamamalarına nedenlerinden biridir. Aynı zamanda kâğıt-kalem ortamındaki alışkanlıklar öğrencilerin dinamik ortamlarda zorlanmasına sebep olduğu söylenebilir. Öğrencilerin önce çizip daha sonra özellik vermeye çalışmaları, hizalama yapmaları bu durumun örnekleridir. Ayrıca istediği simetri, sınırlama ve sabitlemeyi yapamayan öğrencilerin modelin yanındaki alana dikey bir simetri ekseni koyup modelin bu doğruya göre simetriğini alması, önemli bir bulgu olarak görülen öğrencilerin gerçek bir problem için dönüşüm geometrisini kullandıkları bulgusunu karşımıza çıkarmıştır. Grubun tüm denemeleri sonucunda oluşturdukları model Şekil 22'de sunulmuştur.

Şekil 22

A Grubunun Oluşturduğu Modele Ait Şekil Dizisi



4.2.2. B grubuna ait bulgular. B grubu öğrencileri modelleme sürecinin tamamında aktif olarak eğlenceli bir halde çalışmayı yürüttükleri görülmüştür. Uygulama ve model inceleme sürecinde de olduğu gibi bu süreçte de birlikte tartışarak ve yorumlayarak çalışma düzenlerinin devam ettiği saptanmıştır. Öğrenciler genel olarak organlar üzerinde ayrıntılı olarak incelemeler yaptıkları ve mantığını anlamaya çalıştıkları görülmüştür. Süreç sonunda öğrencilerin gerçekleştirdikleri model çalışmaları zamana bağlı olarak incelenmiş ve oluşturdukları modelin görseli bulgular sonrasında verilmiştir (Şekil 23).

Öğrencilerin ilk denemelerinde;

- Merkezi e noktası olan çember çizdikleri,
- "Hoca hepsini simetri ile yapmış, o zaman ortada bir simetri ekseninin olması lazım." dedikleri ancak eksen çizmeden simetri uygulamaya çalıştıkları,
- Simetri ekseni olmadığı için yapamadıklarını anlayan öğrencilerin ortaya bir simetri ekseni olacak doğru çizdikleri,
- Modeli gizle- göster tuşunu kullanarak gizlenmiş geometrik nesneleri inceledikleri,
- Dudakları simetri kullanmadan yay kullanarak yaptıkları,
- Modelin burnu için önce yay daha sonra da silip doğru parçası kullandıkları ancak olmadığını anladıkları,
- Modelin gözlerini simetri ile oluşturan öğrencilerin gözleri yüz içerisinde sabitleyemedikleri,
- Göz bebeklerini sınırlandırmak için doğru parçasının üzerine yerleştirmeye çalıştıkları ancak göz bebeğini doğru parçasının başlangıç noktasına yerleştirdikleri için yapamadıkları,
- Göz bebeğinin doğru parçası üzerinde olacağını söyledikleri,
- Göz ile ilgili yaptıklarını silip en başta doğru parçası sonra doğru parçasının orta noktasını bulup orta noktaya göz bebeğini yerleştirdikleri,

- Orta nokta sabit olduğu için göz bebeğini hareket ettiremedikleri,
- "Aynı hizada olması lazım bunların doğru parçası çizelim." diyerek yeni bir doğru parçası çizdikleri,
- Modeldeki gizlenmiş nesnelerden yardım alarak yüzü temsil eden çember üzerindeki bir noktadan geçen dik doğru yaptıkları ve olmadığını fark ettikleri,
- Yüz için oluşturulmuş olan çemberin altına teğet bir doğru çizip bu doğruya dik olan bir simetri ekseni (doğru) çizdikleri,
- Çember üzerinde bir nokta seçerek alt taraftaki doğruya paralel bir doğru çizdikleri,
- Doğru parçası çizerek gözleri yerleştirmek için zemin hazırladıkları,
- Doğru parçalarının üzerine nokta yerleştirerek göz için çember oluşturdukları ve zemin olarak doğru adımlar gerçekleştiren öğrencilerin çemberin bir noktasını doğru parçasının başlangıç noktasına yerleştirdiği için istenilen hareketi elde edemedikleri görülmüştür.

Öğrencilerin adımları incelendiğinde ilk olarak yüzün geneline odaklandıkları ve her organ için düşündükleri adımları gerçekleştirdikleri görülmüştür. Doğru adımlarla modellemeye başlayan öğrenciler yaptıkları yanlış adımları yazılımın dinamikliği sayesinde dönütler alarak fark ettikleri görülürken her deneme ve modeli incelemede modeli daha iyi bir şekilde anlamlandırabildikleri görülmüştür. Organları birbirine bağlama ve sabitleme konusunda sıkıntı yaşayan öğrencilerin zamanla bağımlı geometrik nesne ve dönüşümleri denemeye başladıkları ve modeldeki gizlenmiş geometrik adımları fark etmeye başladıkları da adımlarda görülmüştür. Bu durumda çalışmanın öğrencileri basit görselliğe dayalı bilgiden ayrıntılı incelemeye dayalı bilgilerini uyguladıkları bir seviyeye yaklaştırdığı düşünülebilir. Ayrıca öğrencilerin adımları, onların yaptıkları işlemleri düşünerek neden-sonuç ilişkisine bağlı olarak gerçekleştirdikleri konusunda ipuçları verdiği düşünülebilir.

İkinci denemelerinde öğrencilerin;

- Doğru üzerine doğru parçası çizip simetrilerini aldıkları,
- Orta nokta ve doğru parçasının başlangıç noktasından geçen çember yaparak aynı hataları yapmaları üzerine öğretmen tarafından ipucu aldıkları,
- İpucu sayesinde gözbebeğini yaptıkları ancak hareket ettirdiklerinde bir kısmının göz dışına çıktığını fark ettikleri,
- Doğru parçasını kısaltmaları gerektiğini anlayan öğrencilerin doğru parçasının içine tekrar bir doğru parçası yaparak göz bebeğini yaptıkları ancak bir nokta yanlışlığı ile tekrar denemek zorunda kaldıkları,
- Denemeler sonucunda doğru bir şekilde gözü tamamlayıp simetriğini aldıkları,
- Yay ve simetriyi kullanarak modelin burnunu yaptıkları ancak yüzün merkezine bağlamadıkları için hareket ettirdiklerinde burnun korunmadığı,
- Burun için denemeler yaptıkları, yüzün merkezine doğru parçası koyarak birleştirmeye çalıştıkları görülmüş ancak olmadığı öğrenciler tarafından anlaşılmıştır.

İkinci deneme adımları incelendiğinde öğrencilerin genel olarak göz yapımına odaklandıkları görülmüştür. Modelin gözündeki tüm ayrıntıları dikkatle inceleyen öğrencilerin denemelerinde yaptıkları hataları iyi bir şekilde analiz ederek düzelttikleri görülmüştür. Öğrencilerin gözleri kendi içerisinde ve yüz içerisinde hareket ettirildiğinde özelliklerini koruyabilecek şekilde yaptıkları görülmüştür. Çalışmanın son zamanlarında ise burun çizmeyi deneyen öğrencilerin gözlerde korudukları bütünlüğü burunda yapamadıkları görülmüştür. Bunun nedeni olarak modeldeki burnu öğrencilerin incelemelerinin sadece görsel seviyede kaldığı düşünülebilirken burundaki geometrik işlemlerin öğrencilere karmaşık gelmesi olduğu da düşünülebilir.

Öğrencilerin üçüncü denemelerinde ise;

- Modelin kaşını yapıp hareketini doğru parçası ile güzel bir şekilde sınırlandırdıkları ancak yüz içerisinde sabitleyemedikleri,

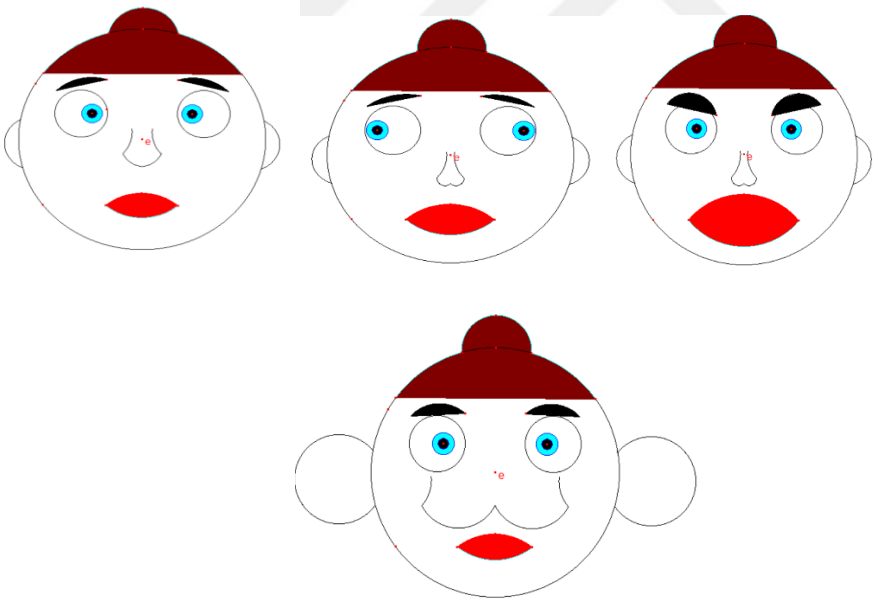
- Kaşı modelin yüzüne sabitlemek için paralel doğru, dik doğru ve kesişen doğrular kullanmaya karar verdikleri,
- Paralel doğru yapamayıp kesişen doğru yapmayı düşünüp, dik doğru yaptıkları,
- Dik doğruyu ekranda her hangi bir geometrik özelliği olmayan bir nokta ile yaptıkları için kaşları sabitleyemedikleri,
- Yüzün merkezi olan e noktasını hareket ettirerek yaptıklarının doğru olup olmadığını kontrol ettikleri,
- Kesişim noktasının hareket edemediğini fark ettikleri ve kaşı tamamladıkları,
- Dudak için yeni bir simetri ekseni oluşturmaları gerektiğini ifade ettikleri,
- Dudakları doğru geometrik nesne ile sınırlandırarak 4 parça şeklinde oluşturdukları ancak yanlış nokta seçimi ile sınırlayamadıkları,
- Kesişim noktası ile dudağı yapmayı düşündükleri ancak kesişim için nesne seçerken zorlandıkları,
- Kesişim noktaları ile oluşturdukları dudağı hareket ettiremedikleri,
- Öğretmenden ipucu alarak yaptıkları ancak yine de sınırlamayı tam olarak yapamadıkları,
- Gözlerin içini boyadıkları,
- Kulakları ve burnu simetriye uygun bir şekilde ancak yüz hareketine sabitlemeden yaptıkları,
- Yüzün hareketi ile bozulan ancak boyanmış bir şekilde saçlar oluşturdukları, boyadıkları ve şapka benzeri bir görüntü ile modeli tamamladıkları görülmüştür.

Öğrencilerin son denemelerindeki adımlar incelendiğinde modelin göz ve kaşlarını yüz içerisinde sınırlandırarak ve sabitleyerek simetriye de uygun şekilde tam olarak oluşturdukları görülmüştür. Ancak dudak, burun ve kulaklar için aynı başarıyı gösteremedikleri sadece görsele uygun ve simetrik olarak doğru bir şekilde yaptıkları tespit

edilmiştir. Yapılan dudak, burun ve kulağın yüzün merkezindeki hareketten etkilendiği yüze sabitlenmediği görülmüştür. Kademeli olarak başarı gösteren öğrencilerin yazılımın dinamikliğini kullanarak her denemeyi geliştirerek bir seviye üste taşıdıkları düşünülebilir. Bu noktada modelleme sürecinde öğrencilerin sürükleme hareketi ile yazılımdan aldıkları anlık dönütlerin etkili olduğu düşünülürken öğrencilerin akademik seviyelerinin yüksek olması da dikkat çekmiştir. Ayrıca öğrencilerin göstermiş oldukları gelişmeden yola çıkarak yeterli süre verildiğinde modelin öğrenciler tarafından büyük ölçüde doğru bir şekilde tamamlanabileceği düşünülmüştür. Grubun tüm denemeleri sonucunda oluşturdukları model Şekil 23'de sunulmuştur.

Şekil 23

B Grubunun Oluşturduğu Modele Ait Şekil Dizisi



4.2.3. C grubuna ait bulgular. C grubu öğrencileri modelleme sürecinin başlarında aktif olarak çalışmayı yürüttükleri görülürken kısa süre içerisinde aynı adımları tekrar tekrar denemeye başladıkları ve ilerleyemedikleri görülmüştür. Öğrencilerin dönütleri anlamlandıramadığı, tartışarak ilerleseler de bir sonuca varamadıkları fark edilmiştir. Etkinliğin sonlarına doğru ise geometrik şekiller ile yüzeysel olarak modeli tamamladıkları

gözlenmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin gerçekleştirdikleri model çalışmaları zamana bağlı olarak incelenmiş ve oluşturdukları modelin görseli bulgular sonrasında verilmiştir (Şekil 24).

Öğrencilerin ilk denemelerinde;

- Yüz için çember çizip içerisine de 2 çember çizerek herhangi bir geometrik dönüşüm kullanmadan, sabitlemeden göz çizdikleri,
- Modeli gizle- göster aracı yardımı ile inceleyerek gizlenmiş geometrik kavramları anlamaya çalıştıkları,
- Sadece görsel olarak dudak yaptıkları ve hareket ettiğinde bozulduğunu fark edip sildikleri,
- Dudak için doğru parçası kullandıkları ve yine sadece görsele olarak uygun dudak yaptıkları,
- Öğretmenin verdiği ipucunu birbirlerine hatırlatarak noktaya göre simetri yapmaya çalıştıkları ve olmayınca sildikleri,
- " Önce üst dudağı yapacağız sonra simetri." dedikleri,
- Noktaya göre simetri uygulamak için boş ekrana tıkladıkları ve daha sonra doğruya göre simetri yapmaya karar verdikleri,
- Dudağı bırakıp göz yapmaya karar verdikleri ancak farklı geometrik nesneler veya dönüşümler kullanmadan gözler yapıp olmayınca sildikleri görülmüştür.

Öğrencilerin adımları incelendiğinde genel olarak dudak üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin modelleme süreçlerinde genel olarak basit ve görsel düzeyde çizimler yaptıkları fark edilmiştir. Öğrencilerin simetri noktasında da sıkıntı yaşadıkları göz önünde bulundurulursa özellikle geometrik bilgiyi kullanmada yetersiz oldukları düşünülebilir. Bu duruma öğrencilerin akademik başarıları veya dinamik yazılım kullanımı noktasında yaşadıkları sıkıntılar neden olmuş olabilir.

İkinci denemelerinde öğrencilerin;

- Çemberin merkezini sildiklerinde yüzün tamamının gittiğini fark ettikleri,
- Simetri merkezi belirlemeden simetri yapmaya çalışıp yapamadıkları,
- Dik doğru çizip sildikleri,
- Modeldeki noktaların hareketini yeterince incelemedikleri ve bu nedenle boş ekrana tıklayarak noktaya göre simetri ile göz yaptıkları,
- Olmadığını anlayınca 2 çember ile göz çizerek birinin diğerinin merkezine göre simetriğini yaptıkları ve "Bunu ortadan çıkarsak oluyor aslında" diyerek simetri noktası olan gözü çıkarmaya çalıştıkları,
- Nesneleri silme konusunda sıkıntı yaşadıkları,
- Gözleri orta dikme ile yapmayı denedikleri,
- İpucu alarak doğruya göre simetri yapmaya yönlendikleri ve "O zaman doğru lazım, neye göre simetri yapacağız." şeklinde konuştukları,
- Doğruya göre simetri yapmaya karar verip yine noktaya göre simetri yaptıkları,
- Doğru parçası çizip uç noktalarına çember çizdikleri,
- Modele tekrar bakarak dik doğru ve birçok doğru olduğunu gördükleri ve uygulayamadıkları,
- Doğruya göre simetriyi tekrar denedikleri ancak yapamadıkları, simetri ekseni için doğru çizmedikleri ve gözleri çizdikten sonra simetriyi yapmaya çalıştıkları görülmüştür.

Öğrencilerin ikinci denemelerinde ise adımlardan anlaşılacağı üzere modelin gözü üzerinde durdukları görülmüştür. Yaptıkları denemelerden sonra gözleri modeldeki gibi yapamayan öğrencilerin, gözlerin sadece görsel karşılığı olan çember şekli ile takılı kaldıkları ve gözlerin yüz içerisindeki konumu ile gözler arasındaki geometrik ilişkiyi geometrik açıdan yansıtamadıkları görülmüştür. Öğrencilerin özellikle simetri ile ilgili uygulama noktasında sıkıntı yaşadıkları ve simetriyi nasıl uygulayacaklarını bilmedikleri fark edilmiştir. Dudaklar

ve ardından yapılan gözle ilgili çalışmalara bakıldığında öğrencilerin geometri bilgilerini yazılımda kullanamadıklarının yanı sıra yeterli geometrik bilgiye de sahip olmadıkları düşünülebilir. Aynı zamanda öğrencilerin önce çizip daha sonra geometrik özellik katmaya çalışmaları da öğrencilerin kalem- kâğıt ortamındaki alışkanlıklarının sonucu olduğu söylenebilir.

Son denemelerindeki adımlar incelenen öğrencilerin;

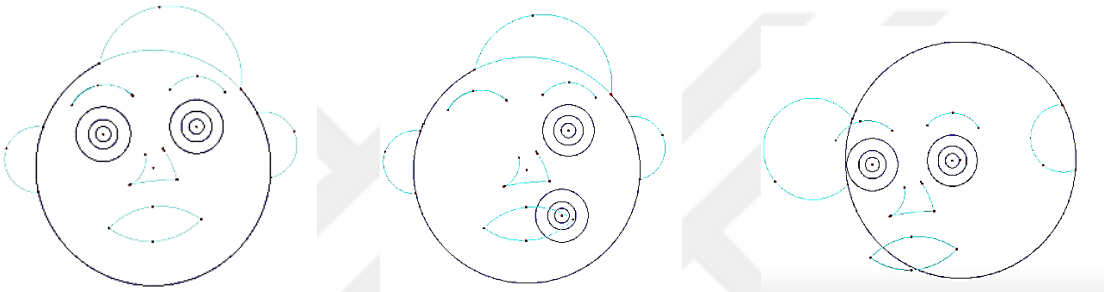
- Dik doğru kullandıkları ama simetri yapamadıkları,
- Doğruya göre simetri yapamadıkları için noktaya göre simetriyi deneyerek gözleri yapmaya çalıştıkları,
- Saçları yapmak için kafa kısmına sabit olmayan noktalar koyup yay oluşturdukları ve başarısız oldukları,
- Göze tekrar dönerek ipucu ile doğruya göre simetriye yönlendikleri ancak yine doğru çizmeden doğruya göre simetri yaptıkları,
- Herhangi bir şey çizmeden ona dik doğru yapmaya çalıştıkları,
- Doğru parçaları çizip uçlarına dik doğru yaptıkları,
- Simetriyi yapamayıp doğru parçasının uç noktalarına çember yapıp göz çizdikleri,
- Paralel doğruyu bir şey çizmeden ona paralel yapmaya çalıştıkları ve yapamadıkları,
- Görsel olarak geometrik dönüşümler ve bağımlı nesneler kullanmadan yüzü oluşturdukları,
- Yay oluştururken 3 nokta seçmedikleri için zorlandıkları ve gruptan birinin daha sonra başardığı,
- Kaşlarda görsel olarak bir yay ve doğru parçası kullanmak yerine yay ile kaşları yaptıkları görülmüştür.

Tüm adımlar incelendiğinde öğrencilerin çalışmalarının tüm aşamalarında görsel olarak değerlendirip çizim yaptıkları, geometrik dönüşümleri uygulamada ve bağımlı nesneler

oluşturmada sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Bu noktada öğrencilerin karmaşık bir geometrik yapı olan modeldeki geometriyi tam olarak anlamlandıramadıkları söylenebilir. Öğrencilerin modeli anlamlandıramama sebebi olarak geometrik bilgi yetersizlikleri olabileceği düşünülebilirken öğrencilerin kâğıt-kalem ortamındaki alışkanlıklarından dinamik ortama geçme konusunda sıkıntı yaşamaları olduğu düşünülebilir. Grubun tüm denemeleri sonucunda oluşturdukları model Şekil 24'de sunulmuştur.

Şekil 24

C Grubunun Oluşturduğu Modele Ait Şekil Dizisi



4.2.4. D grubuna ait bulgular. D grubu öğrencileri modelleme sürecine aktif olarak başladıkları ancak uygulama ve model inceleme sürecinde gösterdikleri başarı ile hızı modelleme çalışmalarında gösteremediği görülmüştür. Sürecin başlarında ilerleme kat eden grubun daha sonra duraksadığı ve modellemede ilerleyemedikleri fark edilmiştir. Organlardaki geometrik ilişkileri yorumlayarak değil de daha çok deneme yanılma ile ilerlemeye çalıştıkları gözlenmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin gerçekleştirdikleri model çalışmaları zamana bağlı olarak incelenmiş ve oluşturdukları modelin görseli bulgular sonrasında verilmiştir (Şekil 25).

Öğrencilerin ilk denemelerinde;

- Kafa için çember kullandıkları,
- Her hangi bir eksen yapmadan simetri kullanmadan yay kullanarak burun yaptıkları ve yay oluştururken zorlandıkları,

- İç içe 2 çember çizerek göz yaptıkları ancak merkezleri aynı olduğu için içindeki göz bebeği olan çemberi tek başına hareket ettiremedikleri,
- Simetri kullanmadan her iki gözü de birbirine hizalayarak yaptıkları,
- Gözlerin yanlış olduğunu hareketi ile anlayıp e noktasından (yüzün merkezi) doğru çizerek simetri uyguladıkları,
- Doğruyu sildikleri için simetrik gözün silindiğini fark ettikleri ve tekrar yaptıkları ancak bağımlı nesneler kullanarak yüze sabitleyemedikleri,
- Göz için koydukları çemberlerden birine nokta koyarak hareket ettirdikleri ve çemberin üzerinde hareket ettiğini görüp göz üzerindeki b ve b' noktaları yaptıkları,
- Simetrik çemberlerin yerini değiştirip hareket ettirmeye çalıştıkları,
- Modeldeki yay şeklinde oluşturulmuş olan kulağı inceledikleri ve yay üzerindeki noktanın hareketini fark ettikleri,
- Modeldeki kaşları hareket ettirerek modelin kızgın, üzgün gibi mimiklerde olmasının hoşlarına gittiği görülmüştür.

Öğrencilerin adımları incelendiğinde göz odaklı çalıştıkları ve duyu organlarını yaparken nereden başlayacaklarını bilemedikleri tespit edilmiştir. İlk olarak organları görsel çizimler şeklinde oluşturdukları daha sonra olmadığını fark ederek simetriyi kullandıkları görülmüştür. Modeli inceleyerek kendilerine bir yön çizmeye çalıştıkları ancak oluşturdukları organlardan geometrik nesnelere geometrik özellikler vermeden kullandıkları için adımlarının sonuçsuz kaldığı gözlenmiştir. Ancak bunların yanı sıra modele mimikler vererek dinamik olan geometrik bir yapı ile günlük hayatla bağ kurdukları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin yazılımı tanıma uygulamalarında gösterdikleri başarı ve hız göz önüne alındığında öğrencilerin simetri ve dik doğru gibi bağımlı geometrik nesneleri yazılım ile oluşturmayı modelleme uygulamalarında da yapabildikleri görülmüştür. Ancak yapılan çalışma sonucunda

elde edilen bulgular ile modeldeki geometrik nesneleri yeterince anlamlandıramadıkları ve istenen bağlantıları kuramadıkları söylenebilir.

İkinci denemelerinde öğrencilerin;

- Simetriye uygun olarak yaptıkları gözleri silip göz bebeğini hareketli yapmaya çalıştıkları ancak yapamadıkları,
- Simetri eksenini geometrik bir özellik kullanmadan yüzün merkezinden geçen (e noktasından) dikey bir doğru olarak oluşturdukları,
- Gözlerin sağa ve sola doğru hareketini anlamlandıramadıkları ve yatay olarak hareket ettirebilmek için doğru üzerine yerleştirmeyi düşünemedikleri,
- Bir önceki denemede yaptıkları aynı merkezli iç içe çemberler yapıp doğruya göre simetrisini aldıkları,
- Gizle- göster aracı yardımı ile modeli inceledikleri,
- Modeldeki kesişen doğruları fark edip kesişen doğrular oluşturmaya çalışıp amacına uygun oluşturamadıkları,
- Paralel ve dik doğru oluşturmaya çalıştıkları ancak amacını anlamadıkları için kullanamadıkları,
- Modelin kaşlarını oluştururken sadece yay kullandıkları,
- Öğretmenden ipucu alarak tekrar denedikleri ancak yay ile doğru parçasını birleştiremedikleri,
- Kaşları yay olarak yapıp simetriğini aldıkları görülmüştür.

Öğrencilerin bu denemelerinde gözler ve kaşlar üzerine yoğunlaştığı ve daha çok geometrik özellikler kullanma eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Bağımlı nesneler için adım olan paralel, dik ve kesişen doğrular fark edilmiş ve öğrenciler bu kavramları denemeye çalışmıştır. Gizle-göster aracı ile modelin incelenebilmesi bu noktada öğrencilere yardımcı

olmuştur. Ancak öğrencilerin keşfettikleri nesnelerin kullanım amacını ve diğer nesneler ile ilişkisini fark edemedikleri bu nedenle uygulamada başarısız oldukları görülmüştür.

Öğrencilerin son denemelerinde ise;

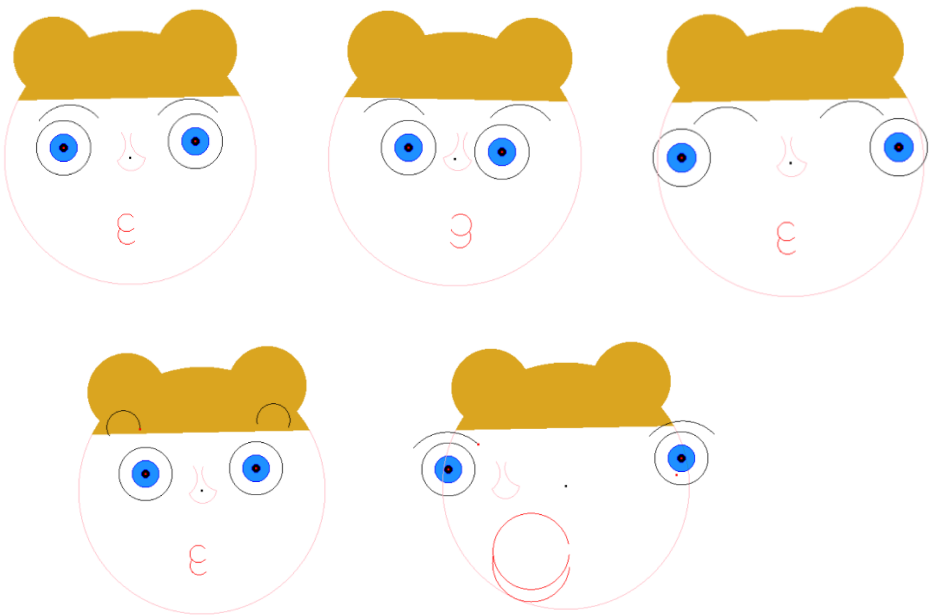
- Kaşları modeldekine uygun olarak yapmayı tekrar denedikleri ancak yine doğru parçasını uygun şekilde kullanmadıkları,
- Modeldeki kaş hareketini inceleyerek ne yapmaları gerektiğini anlamaya çalıştıkları,
- Kaşların hareketini sağlamak için hangi nesneyi kullanacaklarını bilemedikleri,
- Noktaların hareketi ile yüz içerisindeki organların sabitlenmediğini gördükleri ancak e noktasına bağımlı geometrik özellikler kullanarak geometrik nesneler oluşturmayı denemedikleri,
- Öğretmenden ipucu aldıkları ancak organların hareketli noktalarını doğru parçası kullanarak sınırlamayı düşünemedikleri,
- İlk denemelerinde sadece yay kullanarak yaptıkları burnu tekrar oluşturdukları,
- Dudağın simetrik hareketini sağlayan yatay simetri eksenini fark etmedikleri,
- Yay kullanarak modele görsel olarak uygun olmayan, simetrik olmayan bir dudak yaptıkları ve herhangi bir hareketli nesne oluşturmadıkları,
- Kaşların üzerine doğru parçası çizerek modeldeki saç için yer belirledikleri,
- Modelden farklı olarak modelin kafasının sağ ve sol üst kısmına çemberler çizerek iki yandan toplanmış saç modeli oluşturup boyadıkları,
- Gözleri de renklendirip kulak oluşturmadan modeli tamamladıkları görülmüştür.

Modeli tamamlayan öğrencilerin tüm denemeleri incelendiğinde öğrencilerin simetrik olan organlardan sadece kaş ve gözleri simetriye uygun oluşturdukları ancak diğer duyu organlarında simetri kullanmadıkları görülmüştür. Organların görsel olarak hangi geometrik şekille oluştuğunu genel olarak fark eden öğrencilerin iki geometrik kavram ile oluşturulmuş olan kaşları tek bir geometrik nesne kullanarak oluşturduğu, dudakta ise kullanılan geometrik

nesneyi modele uygun olarak yapmadıkları gözlenmiştir. Duyu organlarından göz, kaş, dudak ve kulaktaki hareketli noktalardan sadede göz çevresindeki noktayı ilk denemelerinde yaptıkları ve diğer organlardaki sınırlı olarak hareket eden noktalar yapamadıkları görülmüştür. Ayrıca duyu organlarını yüzün merkezine bağlı olarak oluşturmayı hiç düşünmedikleri için denememişlerdir. Öğrencilerin özellikle bağımlı nesneleri kullanmalarını gerektiren bu işlemlerde geometrik işlemler ile şekilleri ilişkilendiremedikleri ve bu nedenle yapamadıkları söylenebilir. Öğrenciler sınırlama konusunda dinamik hareketi görmüş ancak altında yatan geometrik inşa nesnelerini fark edemedikleri gözlenmiştir. Çalışmanın genelinde öğrencilerin ne yapacaklarını bilemedikleri, aldıkları ipuçlarını kullanamadıkları, grup çalışmasının tek bir kişi tarafından yönetildiği ve yaptıkları keşiflere rağmen hep aynı hataları yapıkları gözlenmiştir. Grubun tüm denemeleri sonucunda oluşturdukları model Şekil 25'te sunulmuştur.

Şekil 25

D Grubunun Oluşturduğu Modele Ait Şekil Dizisi



4.2.5. E grubuna ait bulgular. E grubu öğrencileri modelleme sürecinin tamamında aktif olarak eğlenceli bir halde çalışmayı yürüttükleri görülmüştür. Süreçte birlikte tartışarak ve yorumlayarak çalışma düzeni sağladıkları ancak E1'in modelleme sürecinde daha aktif olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerden özellikle E1'in modeldeki sınırlama ve simetri gibi önemli kısımlarda günlük yaşamdan güzel benzetmelerle inşaya ait adımları anlamlandırmaya çalıştığı fark edilmiştir. Öğrencilerin genel olarak organlar üzerinde ayrıntılı olarak incelemeler yaptıkları ve mantığını anlamaya çalıştıkları görülmüştür. Yaptıkları yanlış bir dönüşümü fırsata çevirerek kendilerine özgü bir model oluşturmuşlardır. Süreç sonunda öğrencilerin gerçekleştirdikleri model çalışmaları zamana bağlı olarak incelenmiş ve oluşturdukları modelin görseli bulgular sonrasında verilmiştir (Şekil 26).

Öğrencilerin ilk denemelerinde**;**

- Modelin kaşlarını hareketinden dolayı doğru parçası ile ilişkilendirdikleri ancak doğru parçasını doğru üzerine yerleştirmedikleri,
- Kaşın hareket noktasını doğru parçasının başlangıç noktalarından biri olarak belirledikleri ve hareket ettirdiklerinde yanlış olduğunu anladıkları,
- Kaşların hareketinin modeldeki gibi olması için doğru parçasını doğru üzerine yerleştirmeleri gerektiğini anladıkları,
- Gözü doğru parçası ile sınırlayıp doğru olarak yaptıkları ve simetriyi de uyguladıkları,
- Kaşı oluşturdukları doğru parçası ile üst üste getirerek birleştirmeye çalıştıkları ancak olmadığını fark ettikleri,
- Modeli gizle-göster aracı kullanarak gizlenmiş geometrik nesneleri inceledikleri ve nasıl sabit kaldığını kendi modelleriyle karşılaştırarak incelemeye çalıştıkları görülmüştür.

Adımlar incelendiğinde öğrencilerin ilk olarak kaş ve göz yapımına yoğunlaştığı görülmektedir. Kaş ve gözlerdeki sınırlı hareketi kavrayan ve hareket yönlerine dikkat eden

öğrencilerin doğru, doğru parçası kavramlarını dinamik yapı sayesinde hissedip kavradıkları dikkat çekmiştir. Bu durumda yazılımın dinamik yapısının geometrik yapı oluşturma aşamalarında ve soyut geometriyi somutlaştırma konusunda öğrencilere destek olduğu söylenebilir. Ayrıca yukarıdaki adımların dışında öğrencilerin bu adımları yaparken aralarında geçen bazı diyaloglar bu fikri destekleyerek dikkat çekmiştir. Bu diyaloglar aşağıdaki gibidir;

E1: "Yani kanka bir çubuk koy ip bağlıyorsun yukarı kaldırdığında o hareket edecek, orayı geçmeyecek yani bir sınır var."

E1' in yukarıdaki cümlesi modelin kaşların hareketini tarif etmek için kullandığı bir benzetme olduğu tespit edilmiştir. Öğrencileri doğru parçası ile hareket sınırlılık katacaklarını düşünüp kaşların hareketini sağlayan noktayı doğru parçası üzerine koydukları görülmüştür. Ayrıca modelde göstererek;

E1: "Bak sağa sola gitmiyor." şeklinde konuştuğu görülmüştür.

Bu yorumun ise kaştaki doğru parçası üzerindeki noktanın, sağa sola gitmemesi için bir doğru üzerine yerleştirme nedenlerini ifade ettikleri bir yorum olduğu görülmüştür.

Kaş için oluşturdukları doğru ile ilgili;

E1: "Doğruyu buraya kilitlemek istiyorum, buraya koyacağım hiç hareket etmeyecek, acaba kesişim noktası mı kullansam."

E2: "Hatırlıyor musun kesişim noktası hareket etmiyordu!"

Şeklinde konuşmalar tespit edilmiştir. Öğrenciler arasında geçen bu diyaloglar ile yapılan Cabri çalışmalarının öğrencileri olumlu etkilediği onlara modeldeki geometrik ilişkileri sorgulama noktasında yardımcı olduğu söylenebilir. Ayrıca bu diyaloglar öğrencilerin yaptıkları adımları farkında olarak gerçekleştirdiğini ve soyut geometrik kavramları günlük hayat benzetmeleri ile somutlaştırdıkları düşünülebilir. Kesişim noktasını fark eden öğrencilerin yüz bütünlüğünü koruma noktasında bir adım ileriye gittikleri söylenebilir.

İkinci denemelerinde kaş ile başlayan öğrencilerin;

- Kaş için önce yayı yapıp daha sonra doğru parçası ile sınırlamaya çalıştıkları için yapamadıkları,
- Ekranda başka bir alanda deneyerek sınırlayabildikleri,
- Gözleri hareket ettirdiklerinde noktaya göre simetri yaptıklarını ve hata yaptıklarını fark ettikleri,
- Yüze ait organların bir kısmını doğru yapsalar da organları yüze sabitleyemedikleri,
- Dudakları doğru parçası ile sınırlayarak yapmaya çalıştıkları,
- Dudaklarda olan simetri için eksenin farklı bir eksen olduğunu anlayıp yatay bir simetri ekseni oluşturdukları,
- Dudaklarda oluşturdukları yaya uyguladıkları doğruya göre simetriyi yanlış simetri ekseni (yatay doğru yerine dikey doğru) seçerek yanlış yapmış olsalar da yayı hareket ettirdiklerinde "bıyık" olduğunu ifade ederek sevindikleri,
- Modeli inceleyerek dudakta çemberin olduğunu fark ettikleri,
- Çemberdeki yatay doğruyu görerek simetri eksenini tekrar gördükleri,
- Yüzün alt kısmına yatay doğru çizerek dudağın üst kısmını oluşturup sınırladıkları görülmüştür.

Öğrencilerin adımları incelendiğinde modelin kaş ve gözlerini doğru bir şekilde yaptıkları ancak kendi içlerinde yüze uygun sınır ve simetriye sahip oldukları halde yüzün hareketi ile birleştirilememiş yani yüze sabitleyemedikleri görülmüştür. Bu noktada öğrencilerin aslında karmaşık bir yapıda olan modelde güzel bir ilerleme gösterdikleri, küçük parçalardaki ayrıntıları fark ederek geometriyi doğru bir şekilde kullanabildikleri ancak organları yüze sabitlemenin karmaşık olan geometrisini kavrayamadıkları söylenebilir. Bunların yanı sıra öğrencilerin yaptıkları hata sonucunda elde ettikleri simetrik geometrik yapıyı "bıyık" olarak nitelendirmesi dikkat çekmiştir. Yaptıkları hatayı yaratıcılığa çeviren

öğrencilerin modelde olmayan bir şeyi yapmış olmaları onları bu çalışma içerisinde motive ettiği görülmüştür. Yazılımın dinamik yapısının öğrencilere verdiği dönütler dışında öğrencilerin hayal güçlerini desteklediği ve geometriye farklı bir bakış kazandırdığı düşünülebilir. Ayrıca öğrencilerin dudakta kullanılan ikinci simetri eksenini fark etmiş olmaları yazılımla gerçekleştirilen modelleme uygulamalarının onların geometrik bilgilerine de etki edebileceğini düşündürmüştür.

Son denemelerinde modelin dudağı ile devam eden öğrencilerin;

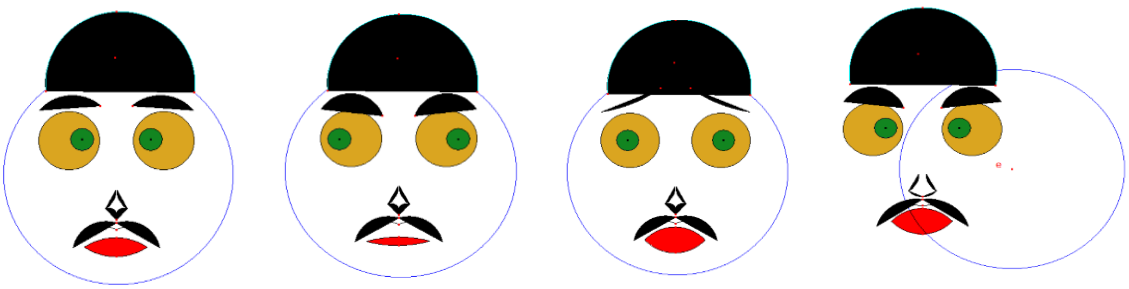
- Deneme sonucunda yüze sabitlemeden yatay simetri eksenine göre simetri yaparak dudağı oluşturdukları,
- Öğretmenden ipucu alarak dik doğruyu denemeye karar verdikleri,
- Sürekli yaptıkları doğruları gizledikleri için yeni şeyler yaparken sıkıntı yaşadıkları,
- Tüm yaptıklarını silerek tekrar en baştan başladıkları,
- Kaş yaparak başlayan öğrencilerin göz ve dudakları yaparak boyadıkları,
- Modelin burnunu da sadece yay ve simetri kullanarak yapıp, yüze bağlayıcı bir bağımlı nesne kullanmadıkları,
- İki yayı kullanıp boyayarak şapka yaptıkları,
- Daha önce yanlışlıkla yaptıkları bıyığı bilinçli bir şekilde tekrar yaparak boyadıkları ve kulakları yapmadan modeli tamamladıkları görülmüştür.

Öğrencilerin son denemelerindeki adımlar incelendiğinde dudakları, kaşı ve burnu yine kendi içlerinde doğru sınır ve simetriye sahip olarak yaptıkları görülürken yine yüz bütünlüğü noktasında yüze ait organları yüzün merkezi ile bağımlı bir şekilde yapamadıkları (simetri eksenini yüzün merkezinden geçirmedikleri) görülmüştür. Öğrencilerin bazı ipuçlarını yakaladıkları ve denedikleri görülürken bütünlüğü sağlarken organları birden fazla organı bütünleştirme noktasında ipuçlarını nasıl kullanacaklarını kavrayamadıkları görülmüştür. Bu durum bir önceki denemede öne sürülen “küçük parçalardaki ayrıntıları fark

ederek geometriyi doğru bir şekilde kullanabildikleri ancak organları yüze sabitlemenin karmaşık olan geometrisini kavrayamadıkları" fikrini desteklediği düşünülmektedir. Gizle-göster tuşunun öğrenciler tarafından çok kullanılması onların işlemlerini zorlaştırdığı görülmüştür. Bu durumum öğrencilerin Cabri yazılımı konusunda yeterli deneyime sahip olmamaları sonucunda oluştuğu düşünülebilir. Ayrıca öğrencilerin tüm işlemlerini silerek tekrar kısa bir sürede yapmaları da dikkat çekmiştir. Öğrencilerin bu tekrarı onların adımlarını bilinçli bir şekilde yaptıklarını ve bilişsel olarak uygulama aşamasında başarı gösterdikleri söylenebilir. Yaptıkları bir hatayı fırsata çevirerek modelde bıyık kullanan öğrencilerin özgün bir modelleme yaptıkları düşünülürken öğrencilerin bunun yanında yaylar ile saç yerine şapka oluşturmuş olmaları bu düşünceyi desteklemiştir. Bu noktada Cabri yazılımı ile gerçekleştirilmiş olan modelleme uygulamalarının geometriyi günlük yaşam ile birleştirme ve soyutlaşmış kavramları somut bir şekilde kullanma açısından öğrencilere imkân sağladığı söylenebilir. Ayrıca akademik başarıları iyi olmayan bir grup olmaları da göz önüne alındığında Cabri uygulamalarının, öğrencilerdeki az olan geometrik bilgiyi kullanıp geliştirebilme, dinamik yapısı ile keşfetme ve yeni şemalar oluşturmaya destek sunduğu söylenebilir. Grubun tüm denemeleri sonucunda oluşturdukları model Şekil 26'da sunulmuştur.

Şekil 26

E Grubunun Oluşturduğu Modele Ait Şekil Dizisi



4.2.6. F grubuna ait bulgular. F grubu öğrencileri modelleme sürecine aktif olarak katıldıkları görülmüştür. Grup üyelerinden F1'in süreçte daha aktif olduğu gözlenirken F2'nin de sürecin bazı önemli kısımlarında ön plana çıktığı gözlenmiştir. Öğrenciler genel olarak organlar deneme-yanılma ile başladığı ve aldıkları dönütler ile kendilerine bir yol çizdikleri görülmüştür. Süreç sonunda öğrencilerin gerçekleştirdikleri model çalışmaları zamana bağlı olarak incelenmiş ve oluşturdukları modelin görseli bulgular sonrasında verilmiştir (Şekil 27).

Öğrencilerin ilk denemelerinde;

- E merkezli çember oluşturdukları,
- Yay kullanarak burun yapmaya çalıştıkları ve yapamadıkları,
- Çemberleri hizalayarak iki gözü de kendilerinin oluşturduğu,
- Dudaklar için yay kullanıp simetri yapmadıkları,
- Gözleri hareket ettirdiklerinde olmadığını anladıkları,
- Simetri ekseni çizmeden simetri yapmaya çalıştıkları ve yapamadıkları için noktaya göre simetri yaptıkları,
- Yay oluştururken 3 nokta seçerken zorlandıkları,
- Dudakları hareket ettirdiklerinde yapamadıklarını fark ettikleri,
- Çember ve yay ile simetri kullanmadan dudak yapmaya çalışıp yapamadıkları,
- Öğretmenden ipucu alarak en baştan tekrar yapmaya başladıkları,
- Yine simetri kullanmadan gözleri yaptıkları ancak bunu yaparken çemberleri doğru parçası üzerine yerleştirdikleri için gözlerin hareketini sınırlayabildiklerini fark ettikleri,
- Hareketi sınırlamayı anladıktan sonra simetri yapmaya geçtikleri ancak yine noktaya göre simetri yaptıkları,
- Doğru parçası ve yay kullanarak modelin saçlarını yapmayı denedikleri,

- Kulakları yay kullanarak yaptıkları ancak çembere bağlayamadıklarını öğretmen yardımı ile anladıkları,
- Hatalarını anlayıp doğruya göre simetri yapmaya çalıştıkları ancak simetri ekseni çizmedikleri için olmadığı,
- Doğruya göre simetri için doğru çizdikleri,
- Gözleri yaparken şekillerin simetriğini değil de noktaların simetriğini alarak gözleri yaptıkları,
- Gözlerin için çizdikleri doğru parçalarını simetriğini almak yerine hizaladıkları,
- Doğru parçasının üzerine öğretmenden ipucu alarak nokta yerleştirip a noktasını oluşturdukları,
- Doğru parçasının uç noktalarından biri, göz bebeğini oluşturan çemberin hareketli noktası olarak seçildiği için göz bebeğini modeldeki gibi hareket ettiremedikleri görülmüştür.

Öğrencilerin zamana dayalı modelleme adımları incelendiğinde modelin geneline odaklandıkları görülmüştür. Yüze ait tüm organları yapmaya çalışan öğrencilerin daha çok yüzeysel çizimler yaptıkları ve sadece geometrik şekiller kullanarak bağımlı nesneler kullanmadan organları oluşturdukları görülmüştür. Öğrencilerin göz hareketini doğru parçası ile sınırladıkları dikkat çekmiş ve yüzeysel düşünen öğrencilerin özellikle son adımlarda ayrıntılara inmeye başladığı görülmüş ancak bu durum belirli adımlarla sınırlı kaldığı fark edilmiştir. Ayrıca simetrik bir yüz modeli olması gereken çalışmada öğrencilerin ilk olarak simetriyi kullanmamaları daha sonra ise simetriyi boş ekrana tıklayarak yapmaya çalışmaları dikkat çekmiştir. Öğrencilerin simetri yapmaları gerektiğini anladıklarında ise doğruya göre simetriyi yapamayıp noktaya göre simetri ile yaptıkları görülmüştür. Öğrenciler arasında çalışmanın sonuna doğru geçen “Bizim hatamız doğru yapmamak, bak modelde bir sürü doğru var, doğruya göre simetri yapacağız.” şeklinde konuşmalara rastlanılmıştır. Bu

konuşmalar ve öğrencilerin adımları göz önüne alındığında öğrencilerin yazılımdaki sürükleme özelliği sayesinde aldıkları dönütlerin modelleme çalışmalarını olumlu olarak etkilediği ve simetri konusunda hatalarını fark etmelerine neden yardımcı olduğu söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin simetri konusundaki hatalarına simetriyle ilgili uygulama eksikliğinin, bilgi yetersizliğinin ve modeli yeterince incelememelerinin neden olduğu da düşünülebilir.

Grubun ikinci denemelerinde öğrencilerin;

- Doğru parçası ile göz ortasındaki noktayı sabitledikten sonra doğruya göre simetri ile gözleri yaptıkları,
- Göz bebeğinin göze ait çemberden dışarı çıkmaması için içindeki doğru parçasının boyunu kısalttıkları,
- Kaşlar için önce doğru parçası çizdikleri yay ile birleştirerek kaşı oluşturdukları,
- Kaşa sınırlı hareketi sağlayan doğru parçası üzerindeki noktayı sadece yaya ait nokta ile oluşturdukları için modeldeki hareketi yapamadıkları,
- Hatalarını anladıktan sonra öğretmenden ipucu alarak doğru yaptıkları ancak doğru parçasının uç noktasında birleştirdikleri için tam olarak doğru yapamadıkları,
- Kaşı tekrar yaptıklarında ise bu sefer de sadece yayı sınırlı hareket ettirdikleri,
- Kaşı doğru yapmak için simetri denedikleri olamadığını anlayınca dudak yapmaya başladıkları,
- Dudaklar için çember çizip içine doğru parçası yaptıkları,
- Çemberin merkezini ortalayarak yatay bir doğru çizdikleri,
- Üst çember yayını yapıp yatay doğruya göre simetri yaptıkları,
- Çember içine yaptıklarını doğru parçası ile sınırlamadıkları için silip tekrar modelden bakarak düzeltmeye çalıştıkları,
- Yayı oluşturduktan sonra doğru parçası çizerek sınırlamaya çalıştıkları ve simetri ekseni çizmedikleri,

- Öğretmenden ipucu alarak kaş yapmaya tekrar döndükleri ve hatalarını anladıkları halde yine doğru parçasının uç noktasıyla birleştirdikleri için modeldeki hareketi yapamadıkları,
- Tekrar dudak yapmaya başlayarak doğru parçasının yatay bir simetri eksenine göre simetriğini aldıkları,
- Sınırlamak için çizdikleri doğru parçasını yaydan sonra çizdikleri için yapamadıklarını ancak hatalarını anladıktan sonra düzelttikleri,
- Sınır için oluşturdukları doğru parçasını uzun tuttukları için alt dudak ile üst dudak simetri hareketinde yer değiştirdiği görülmüştür.

Öğrencilerin adımları incelendiğinde noktaların hareketini sınırlama noktasında mantığını kavramış oldukları halde sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Bu duruma modeli yeterince incelememelerinin yanı sıra kalem-kâğıt ortamındaki alışkanlıklarının neden olduğu düşünülebilir. Çünkü öğrencilerin önce noktayı oluşturup daha sonra onu sınırlandırmak için doğru parçası oluşturdukları görülmüştür. Ayrıca sınırlama yaparken doğru parçasının üzerinde nokta oluşturmak yerine doğru parçasının uç noktasını seçmeleri öğrencilerin uğraşmasına neden olduğu görülmüştür. Yaptıkları hatayı zamanla anlayarak düzelten öğrencilerin dudak için modeli iyi bir şekilde inceledikleri ve yatay bir simetri ekseni oluşturarak uygun simetriyi, sınırı tam yapamasalar da uyguladıkları görülmüştür. Göz ve dudakların yapımında oldukça ilerleyen öğrencilerin kaş yapımında aynı yerde takıldıkları ve yüz bütünlüğü için tüm organları birbirine bağlayan bağımlı nesneler kullanmadıkları dikkat çekmiştir. Nesneler arasındaki bağımlılıkların derecesi arttıkça öğrencilerin bu bağımlılık derecelerini sağlayacak değişkenleri oluşturmada başarısız oldukları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin karmaşık bir yapı olan modeli bütünleştirici bir plan yapmadan parça parça yapmaya çalışmaları yani organlar ile ilgili tek yönlü parça odaklı düşünmeleri de bu duruma neden olduğu söylenebilir.

Son deneme süreçlerinde ise öğrencilerin;

- Kaşları tekrar denemeye başladıkları,
- Kaşta doğru parçasını hizalamaya çalıştıkları ancak yanlışı fark ederek düzelttikleri ve simetrik yaptıkları,
- Kaş, göz ve dudakları simetri ve sınırlama açısından kısmen tamamladıkları,
- Organları yüze sabitlemek için geometrik özellikler konusunda öğretmenden ipucu aldıkları,
- Sadece yüzün ortasındaki dikey ve yatay simetri eksenlerini dik doğrular yaparak birbirine bağladıkları ancak yüzün merkezine bağlayamadıkları,
- Tekrar dudak yaptıkları ve kaşları yaparken hizalama yapıp daha sonra düzelttikleri,
- Yayı oluşturan noktalardan birini çekerek kaşları uzattıkları, kalın olan kaşları incelttikleri,
- Kulak için yay kullandıkları ve üzerine nokta yerleştirerek küpe yaptıkları görülürken simetri uyguladıkları da görülmüştür.

Öğrencilerin tüm adımları ve yaptıkları model incelendiğinde yüzeysel olarak sadece geometrik şekiller ile başlayan modelleme etkinliklerinin; deneme yanılma, modeli daha ayrıntılı inceleme ve ipuçlarını kullanarak daha ileri seviyeye taşındığı görülmektedir. Noktaların hareketini sınırlama konusunda sıkıntı yaşayan öğrencilerin çalışmalarının sonunda eksikleri olsa da mantığını kavradıkları görülmüştür. Doğruya göre simetri ile oluşturulmuş organları ilk olarak kendileri çizen öğrenciler daha sonra simetri yapmaları gerektiğini anlamış ancak yapamamışken simetriyi uygulamayı öğrendikleri görülmüştür. Ayrıca modelde iki farklı simetri ekseninin olduğunu anlamış olmaları simetriyi anladıklarını gösterebilir. Öğrencilerin modelindeki kaş ve gözlerde sınırlandırılması gereken noktaların doğru bir şekilde sınırlandığı ancak kaşı oluşturan yay noktalarının sabitlenmediği ayrıca kulak için kullanılan yaydaki noktaların da sabitlenmediği yüz ile bağlantılı oluşturulmadığı

görülmüştür. Burada kaşı sınırlarken nokta seçerek değil de hizalama yapan öğrencilerden akademik olarak düşük seviyede olan F2'nin yaptıkları yanlışı düzeltmesi dikkat çekmiştir. Bu duruma bağlı olarak yazılımda yapılan çalışmaların akademik olarak düşük seviyedeki öğrencilerde olumlu bir etki oluşturabileceği düşünülebilir. Dudakları yaparken ilk başta zorlanan öğrencilerin daha sonra başarıyla dudak yaptıkları görülürken ilk denemede burun yapmaya çalışan öğrencilerin diğer denemelerde burun ile ilgili çalışma yapmadığı ve modeli burun olmadan tamamladığı görülmüştür. Bunların dışında öğrencilerin arasında doğru üzerindeki noktanın sonsuz hareketi ile ilgili;

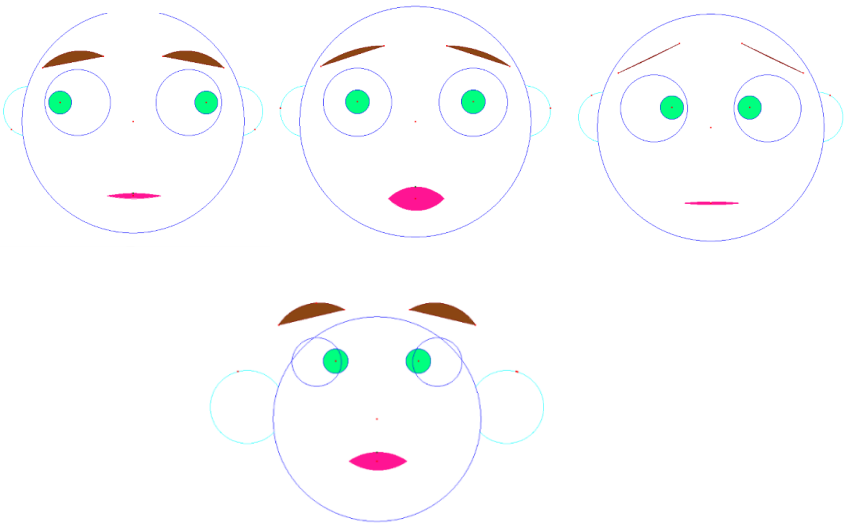
F2: "Doğrunun sonu var mı?"

F1: "O yüzden zaten."

Şeklindeki konuşmalardan yola çıkarak Cabri geometri ve modelleme uygulamalarının öğrencilere soyut gelen kavramların somutlaştırılmasında rol oynadığı düşünülebilir. Ayrıca öğrencilerin kalem-kâğıt ortamındaki alışkanlıklarından sıyrılarak geometrik kavramların ve dönüşümleri dinamik yapısı sayesinde anında dönütler alarak uygulamalı olarak anlamlandırmasına yardımcı olduğu düşünülebilir. Grubun tüm denemeleri sonucunda oluşturdukları model Şekil 27'de sunulmuştur.

Şekil 27

F Grubunun Oluşturduğu Modele Ait Şekil Dizisi



Tüm grupların bulguları analiz edildiğinde modelleme süreçleri, görsel modelin temel hatları çerçevesinde, inşaya ait önemli 4 kategoride incelenmiştir. Bu kategorilere ait veriler grupların modelleme çalışmasında kat ettikleri ilerleme bağlı olarak aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5

Modelleme Süreçlerinin Kategoriler ile İncelenmesi

GEOMETRİK YAPILAR / KATEGORİLER	GÖZ	KAŞ	BURUN	DUDAK	KULAK
GÖRSEL UYUM	B, D, E, F	B, E, F	B, E	B, E, F	C, B, F
SİMETRİ	A, B, D, E, F	B, D, E, F	B, E	B, E, F	B, F
HAREKETLİ NOKTALARI SINIRLAMA	B, E, F	B, E, F	ARANMAZ	E	F
YÜZ BÜTÜNLÜĞÜ (Sabitleme)	B	B		B, F	

Tablo 5 incelendiğinde görsel modele ait yapılarda gruplardan yarısının (B, E ve F) yüz bütünlüğü kategorisi haricinde modellemeyi kısmen yaptığı söylenebilir. Modelin gözündeki ve kaşındaki simetrik dönüşümün, grupların neredeyse tamamı tarafından yapıldığı ancak diğer organlarda bu sayının düştüğü görülmüştür. Bu duruma etkinliğe başlama sırasının ve geometrik bilgiyi uygulama düzeylerinin etkili olduğu düşünülebilir. Modelleme süreci içerisinde modele başlama ve ilerleme sırası gruptan gruba göre değişmiş ve buna bağlı olarak öğrencilerin en çok göz, kaş ve dudak odaklı çalıştıkları, bu nedenle de kulak, burun gibi yapıları yapmaya yeterli zaman ayırmadıkları da süreçte karşılaşılan durumlar arasındadır. Öğrencilerin bağımlı nesneler kullanmaları gereken sınırlama kategorisin ise

genel olarak 3 grup tarafından gerçekleştirildiği görülmüştür. Bu grupların süreç içerisinde, yazılım sunduğu dönütleri iyi değerlendirdiği, yazılım ile bağımlı geometrik nesneleri kullanabildikleri söylenebilir. Ancak bağımlı nesnelerde nesne sayısının artışı ve yapılardaki sıralı işlemler dizisi tüm grupları zorlamış, sadece B grubunun genel olarak organları yüzün merkezi ile bağımlı oluşturmayı yani 2 ve üstü bağımlı nesneleri oluşturmayı başardıkları görülmüştür.

Gerçekleştirilen görsel modelleme çalışmaları sürecinde, öğrencilerin yazılımda karşılaştıkları güçlük ve fırsatlar aşağıdaki iki tabloda (Tablo 6 ve Tablo 7) uygun kategori ve kodlar ile sunulmuştur. Öğrencilerin ilerlemelerine bağlı olarak modelleme sürecinde yaşadıkları, güçlükler bağlamında analiz edildiğinde ortaya çıkan kodlar; kâğıt-kalem ortamındaki yaşantılar, yazılımın ara yüzüne ilişkin yaşantılar, geometrik bilgiyi kullanmaya yönelik yaşantılar ve geometrik yapılandırmaya yönelik yaşantılar olmak üzere 4 kategori oluşturmuştur (Tablo 6). Öğrencilerin ilerlemelerine bağlı olarak modelleme sürecinde yaşadıkları, fırsatlar bağlamında analiz edildiğinde ortaya çıkan kodlar ise geometrik kavram ve şekillere ait yaşantılar, geometrik yapı adımlarına ait yaşantılar ve yazılımın ara yüzüne ilişkin yaşantılar olmak üzere 3 kategori oluşturmuştur (Tablo 7).

Tablonun verileri öğrencilerin grupça kat ettikleri ilerlemelere bağlı olarak oluşturulmuştur. Bu nedenle grupların belirtilen kategoriye ait olmama durumu ilerlemelerine göre değişmektedir. Örneğin; görsel modeli yüzün merkezine bağlı olarak oluşturmayı deneme aşamasına süreç içerisinde B, E ve F grupları ulaşabildiği ve zorlandıkları için GYG.4 numaralı koda sadece B, E ve F grupları dâhil edilmiştir. Diğer gruplar bu aşamaya kadar gelmediği için GYG.4 kodunun onlar için güçlük oluşturup oluşturmayacağı bilinmemektedir.

Tablo 6

Modelleme Sürecinde Karşılaşılan Güçlüklerin Kategorilere Göre Dağılımı

KATEGORİLER	KOD NO	KODLAR	GRUPLAR					
			A	B	C	D	E	F
KÂĞIT-KALEM ORTAMINDAKİ YAŞANTILAR	KG.1	Geometrik işlemler kullanmadan iki çember çizerek gözleri yapmak	+		+	+		+
	KG.2	Gözleri sabitlemek veya sınırlamak için önüne ve arkasına doğrular koyma	+					
	KG.3	Gözleri çizip sonra doğru parçasının yerleştirerek sınırlamaya çalışma	+	+			+	+
	KG.4	Geometrik nesnelere özellik vermek yerine hizalama	+		+	+		+
	KG.5	Geometrik işlemler kullanmadan dudakları oluşturmak	+		+	+	+	+
	KG.6	Geometrik işlemler kullanmadan kaşları oluşturmak	+		+			
	KG.7	Gözleri oluşturan çemberlerin arasına doğru parçası koyarak birbirine bağlamaya çalışma			+			
YAZILIMIN ARA YÜZÜNE İLİŞKİN YAŞANTILAR	YG.1	Üst üste olan nesnelerden birini veya ikisini seçerken zorlanma	+	+			+	
	YG.2	Yay oluşturmada zorlanma	+			+	+	+
	YG.3	Nesneleri silerken zorlanma			+		+	
	YG.4	Gizle-göster aracının fazla kullanılması					+	
GEOMETRİK BİLGİYİ KULLANMAYA YÖNELİK YAŞANTILAR	GBG.1	Geometrik özellik kullanarak doğru oluşturmayı düşünememe (dik doğru, paralel doğru)	+		+			
	GBG.2	Gözler için simetri kullanmayı düşünmede zorlanma	+		+	+		
	GBG.3	Simetriyi, simetri ekseni çizmeden boş ekrana tıklayarak yapma	+	+	+			+
	GBG.4	Gözler için uygun olan simetri uygularken zorlanma veya uygulayamama	+		+	+		+
	GBG.5	Doğruya göre simetri yerine noktaya göre simetri kullanma	+		+		+	+
	GBG.6	Doğruya göre simetriyi yanlış nesnelerle uygulamaya çalışmak			+		+	
	GBG.7	Dudak yaparken simetri kullanmada zorlanma veya kullanmama	+	+		+	+	
	GBG.8	Kaşları doğru geometrik şekiller ile oluşturamama	+		+	+		
	GBG.9	Kaşları yaparken simetri kullanmada zorlanma	+		+			+
	GBG.10	Paralel doğru yapmada zorlanma veya yapamama	+		+	+		
	GBG.11	Dik doğru yapmada zorlanma veya yapamama	+		+	+		
	GBG.12	Gözlerin sağa-sola hareketi için doğru kullanmayı düşünememe			+	+		
	GBG.13	Dikey simetri eksenini fark edememe veya zorlanma	+		+			

	GBG.14	Yatay simetri eksenini fark edememe veya zorlanma	+		+	+	+	
	GBG.15	Simetrik şekillerdeki simetri çeşidini anlamada zorlanma	+		+		+	+
GEOMETRİK YAPILANDIRMAYA YÖNELİK YAŞANTILAR	GYG.1	Geometrik özellik kullanarak doğru oluşturmayı düşünememe (dik doğru, paralel doğru)	+		+			
	GYG.2	Kesişen doğruları rastgele noktalar ile oluşturma/ amaca uygun oluşturamama/ Kesişim noktalarını yüzün merkezine bağlayamama veya hiç kullanmama	+	+	+	+	+	+
	GYG.3	Gözleri sabitlemek veya sınırlamak için önüne ve arkasına doğrular koyma	+					
	GYG.4	Organları yüzün merkez noktasına (e) bağlı olarak oluşturmada zorlanma		+			+	+
	GYG.5	Organları yüzün merkez noktasına (e) göre oluşturmayı düşünememe veya denememe	+		+	+		
	GYG.6	Simetri eksenini, yüzün merkezinden geçen dik veya paralel doğru yapmayı düşünememe	+		+	+	+	
	GYG.7	Hareketli olan yüz organlarının sınırlı hareket etmesi için doğru parçası kullanmayı düşünememe			+	+		
	GYG.8	Hareketli olan yüz organlarının sınırlı hareket etmesi için doğru parçası kullanmada zorlanma veya yapamama	+				+	+
	GYG.9	Hareketli olan yüz organlarının sınırlı hareket etmesi için doğru parçası üzerinde olan bir noktaya inşa edilmesinde zorlanma	+	+			+	+

Not: (KG: Kalem- kâğıt ortamı kaynaklı güçlükler, YG: Yazılım kaynaklı güçlükler, GBG: Geometrik bilgi kaynaklı güçlükler, GYG: Geometrik yapı kaynaklı güçlükler)

Öğrencilerin ilerlemelerine bağlı olarak modelleme sürecinde yaşadıkları güçlüklere ilişkin Tablo 6 incelendiğinde, ilk olarak modelleme süreçlerinde de kalem-kâğıt ortamından kaynaklı güçlüklerin 1 grup hariç tüm gruplarda farklı kodlarla olsa da etkili olduğu görülmektedir. Ancak gruplarda görülen kodların daha çok geometrik bilgiyi kullanma ve bununla birlikte ortaya çıkan geometrik yapılandırmaya ait yaşantılardan kaynaklandığı görülmektedir. Tüm grupların, geometrik yapılandırmaya ait yaşantılar kategorisini temellendiren bağımlı nesne kodlarında güçlük yaşadığı tespit edilmiştir. Ayrıca B grubunun, diğer gruplara göre daha az güçlük yaşadığı görülmektedir.

Tablo 7

Modelleme Sürecinde Karşılaşılan Fırsatların Kategorilere Göre Dağılımı

KATEGORİLER	KOD NO	KODLAR	GRUPLAR					
			A	B	C	D	E	F
GEOMETRİK KAVRAM VE ŞEKİLLERE AİT YAŞANTILAR	GKF.1	Modelde bir çeşit geometrik şekil kullanılarak oluşturulan organlardaki şekilleri fark eder.	+	+	+	+	+	+
	GKF.2	Modelde iki farklı geometrik nesnenin birleşimi ile oluşturulan organdaki (kaş) nesneleri fark eder.		+			+	+
	GKF.3	Organlar arasındaki simetriyi fark eder.	+	+	+	+	+	+
	GKF.4	Dikey simetri eksenini fark eder.	+	+	+	+	+	+
	GKF.5	Yatay simetri eksenini fark eder.		+			+	+
	GKF.6	Dikey simetri ekseni oluşturur.		+	+	+	+	+
	GKF.7	Yatay simetri ekseni oluşturur.		+			+	+
	GKF.8	Gözleri oluştururken iç içe çemberleri uygun simetri ile oluşturur.	+	+		+	+	+
	GKF.9	Sınırlama için doğru parçası kullanılacağını keşfeder.	+	+			+	+
	GKF.10	Sınırlı hareket için doğru parçası üzerinde olan bir nokta kullanılacağını keşfeder.		+			+	+
	GKF.11	Nesnelerin sadece sağa ve sola hareket etmesini sağlamak için yatay bir doğru/ doğru parçası üzerine yerleştirileceğini keşfeder.	+	+			+	+
	GKF.12	Nesnelerin sadece yukarı ve aşağı hareket etmesini sağlamak için dikey bir doğru/ doğru parçası üzerine yerleştirileceğini keşfeder.		+			+	+
	GKF.13	Paralel doğru oluşturur.	+	+				
	GKF.14	Dik doğru oluşturur.		+	+		+	+
	GKF.15	Kesişim noktası kullanır.		+				
	GKF.16	Burun oluştururken yayları simetri ile oluşturur.		+			+	
	GKF.17	Nesneleri yüzün hareketine bağlayabilmek için bağımlı nokta veya doğrular (dik doğru, paralel doğru, kesişen doğru ve nokta) kullanılacağını fark eder.		+			+	+
	GKF.18	Kulakları oluştururken yayları simetri ile oluşturur.		+				+
	GKF.19	Burun oluştururken yayları simetri ile oluşturur.		+			+	
	GKF.20	Kaşları oluştururken sadece yayı simetri ile oluşturur.			+	+		
	GKF.21	Kaşları oluştururken yay ve doğru parçalarını simetri ile oluşturur.		+			+	+
	GKF.22	Modeldeki dik doğruları fark eder.		+	+		+	+

	GKF.23	Gerçek bir problem durumunda simetriyi uygular.	+					
GEOMETRİK YAPI ADIMLARINA AİT YAŞANTILAR	GYF.1	Modelin başlangıç noktasını fark eder.	+	+	+	+	+	+
	GYF.2	Modelde kesişen doğrular kullanmaları gerektiğini keşfeder.	+	+		+	+	+
	GYF.3	İnşa sırasında kesişen doğru ve noktaları amacına uygun kullanır.		+			+	+
	GYF.4	Göz çevresi için çemberin simetriğinin alınacağını fark eder.	+	+		+	+	+
	GYF.5	Göz içerisini sınırlandırmak için doğru parçası yerleştirmeyi dener.	+	+			+	+
	GYF.6	Gözlerin sadece sağa ve sola hareketi için çemberleri dikey doğru/ doğru parçası üzerine inşa eder.	+	+			+	+
	GYF.7	Kaş ve dudakların sadece yukarı ve aşağı hareketi için çemberleri yatay doğru/ doğru parçası üzerine inşa eder.		+			+	+
	GYF.8	İnşa sırasında dik doğruları amacına uygun kullanır.		+				+
	GYF.9	İnşa sırasında paralel doğruları amacına uygun kullanır.		+				
	GYF.10	Göz bebeğini doğru parçasının üzerine yerleştirerek hareketini göz içinde sınırlar.		+			+	+
	GYF.11	Sınırları düzenlemek için doğru parçasının boyunu uzatır veya kısaltır.		+			+	+
	GYF.12	Gözleri yüzün merkezine bağlı olarak oluşturur.		+				
	GYF.13	Kaşların hareketini sınırlar.		+			+	+
	GYF.14	Kaşları yüzün merkezine bağımlı olarak oluşturur.		+				
	GYF.15	Dudakların hareketini sınırlar.					+	
	GYF.16	Küpenin kulak üzerindeki simetrik hareketini sağlar.						+
	GYF.17	Yay üzerindeki noktanın hareketini keşfeder.				+		+
	GYF.18	Model üzerinde kendine özgü yapılar oluşturur.					+	
	GYF.19	Göz etrafında hareket eden nokta oluşturmak için çember üzerine nokta yerleştirir.				+		
YAZILIMIN ARA YÜZÜNE İLİŞKİN YAŞANTILAR	YF.1	Noktaların hareketini kontrol ederek yanlış veya doğru olduğuna karar verir.	+	+	+	+	+	+
	YF.2	Denemeler sonucu yeni şeyler keşfeder.	+	+		+	+	+
	YF.3	Gizle-göster aracını modeldeki geometrik nesneleri ve ayrıntıları incelemek için kullanır.	+	+	+	+	+	+
	YF.4	Geometrik nesneleri renklendirir.		+		+	+	+
	YF.5	Dinamik noktalar ile geometriyi günlük hayattan benzetmelerle yorumlar.				+	+	

Not: (GKF: Geometrik kavram ve şekillere ilişkin fırsatlar, GYF: Geometrik yapıya ilişkin fırsatlar, YF: Yazılıma ilişkin fırsatlar)

Öğrencilerin ilerlemelerine bağlı olarak modelleme sürecinde yaşadıkları fırsatlara ait Tablo 7 incelendiğinde, bir önceki tablolarda olduğu gibi, bu tabloda da B, E ve F grupları ön plana çıkmıştır. Yazılımın ara yüzüne ilişkin kodların, gruplarda daha yaygın olduğu görülürken,

kat edilen ilerlemeye bağlı olarak; geometrik kavram ve şekillere ait ilk kodların gruplarda daha çok görüldüğü saptanmıştır. Öğrencilerin görsel modelleme etkinliğinde özellikle geometrik kavramlarla ilgili uygulama noktasında keşifler yaptığı ve yapılan etkinliğin öğrenciler için simetri konusunda anlamlı bir öğrenme ortamı sunduğu söylenebilir. Ayrıca yazılımın sunduğu gizle-göster aracı ve sürükleme özelliğinin tüm gruplarda aktif bir şekilde kullanıldığı ve keşif aracı olarak görüldüğü tespit edilmiştir. Ancak geometrik yapı adımlarına ait kodların, daha çok B, E ve F gruplarında görüldüğü ortaya çıkmıştır.

4.3.Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna Ait Bulgular Ve Yorumlar

Bu bölümde "*Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerine Uygulanan Cabri Geometri Uygulamaları Sonrasında, Öğrencilerin Geometrik İnşaya Yönelik Görüşleri Nasıldır?"* alt problemine ait bulgular incelenecektir. Öğrenci görüşleri için yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formu 6 sorudan oluşmakta ve bu sorular incelenirken ayrı ayrı içerik analizi yapılmıştır. Her soru için elde edilen kodlar analiz edilmiş, ortaya çıkan kategoriler tablolar halinde sunulmuştur. Tablolarda verilen kodlar öğrenci cümlelerindeki temel ifadeler korunarak sunulmuştur.

4.3.1. " Cabri ile yaptığınız çalışmayı beğendiniz mi? En beğendiğiniz kısmı örnek ile yazınız.". Sorusuna ait bulgularda tüm öğrenciler yapılan uygulamayı beğendiğini belirtmiştir. Yanıtlar analiz edildiğinde ortaya çıkan kodlar ortak özellikler dâhilinde beş kategori oluşturmuştur. Bunlar;

1. Geometrik kavramları kullanma,
2. Geometrik şekiller oluşturma,
3. Geometrik dönüşümleri kullanma,
4. Geometrik yapı oluşturma,
5. Geometrik kavramlarla bağımlı nesneler oluşturma şeklindedir.

Ortaya çıkan kodlar ile oluşan kategoriler çerçevesince aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

Tablo 8

En Beğenilen Çalışmaların Kategorilere Göre Dağılımı

Geometrik kavramları kullanma	Geometrik şekiller oluşturma	Geometrik dönüşümleri kullanma	Geometrik yapı Oluşturma	Geometrik kavramlarla bağımlı nesneler oluşturma
• Işın oluşturma • Doğru parçası oluşturma	• Üçgen oluşturma • Yamuk oluşturma • Çember kullanma	• Simetri kullanma	• Görsel modelleme etkinliği • Dudak yapmak • Göz yapmak • Temelden başlayarak merdiven gibi oluşturmak • İz aracı ile kavram oluşturma	• Doğru üzerine doğru parçası eklemek • Çemberin merkezinde doğru parçası oluşturmak • Yapıların hareketini doğru parçaları ile sınırlandırmak

Yukarıdaki tablo ve çalışmalar sırasında yapılan gözlem ile araştırmacı notları göz önüne alındığında öğrencilerde (9 öğrencide) yaygın olarak geometrik yapı oluşturma kategorisine ait kodların görüldüğü tespit edilmiştir. Geometrik yapı oluşturma kategorisi içinde ise görsel modeldeki gözleri oluşturmayı beğendikleri görülmüştür. Yapılan görsel modellemenin teknolojik bir etkinlik olması ve geometriyi bir oyun gibi kullanarak günlük yaşamdan bir modeli ekrana yansıtmaya çalışmaları öğrencilerin beğenmelerine neden olduğu düşünülebilir. Bunun yanı sıra öğrencilerin noktaların geometrik yerini keşfetmelerini sağlayan İz etkinliğini de beğendikleri görülmüştür. Ayrıca öğrencilerde beğenilen kısım olarak, bağımlı nesneler oluşturmaya ait kodların görülmesi de dikkat çekmiştir.

4.3.2. "Cabri çalışmaları sırasında karşılaştığınız zorluklar oldu mu? Evet veya hayır cevaplarınızın nedenlerini örnek (veya örnekler) vererek yazınız.". Sorusuna ait öğrenci yanıtlarından elde edilen kodlar analiz edildiğinde ortak özellikler dâhilinde üç kategori oluşturmuştur. Bu kategoriler;

1. Yazılımın teknik boyutuyla ilgili zorluklar,
2. Geometrik bilgi yetersizliği,
3. Geometrik yapılandırma aşamalarındaki zorluklar, şeklindedir.

Ortaya çıkan kodlar ile oluşan kategoriler çerçevesince aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

Tablo 9

Öğrencilerin Çalışmalarda Karşılaştıkları Zorlukların Kategorilere Göre Dağılımı

Yazılımın teknik boyutuyla ilgili zorluklar	Geometrik bilgi yetersizliği	Geometrik yapılandırma aşamalarındaki zorluklar
• ESC tuşunu kullanmak • Cabri yazılımı sekmelerindeki geçiş • Silme sekmesinin bir kez kullanımı	• Dörtgenlerin özelliklerini görüp ne olduğunu bilememek • Simetri • Eşkenar üçgen oluşturma etkinliği	• Görsel model • Görsel modele özellikler eklerken diğer özelliklerle birleştirememek • Yüz bütünlüğünü sağlayamamak • Gözleri yaparken merkeze doğru parçası koymak (düşünmek) • Görsel modelin gözleri • Noktaları, şekilleri birleştirmek ve sabitlemek • Görsel modelin dudakları • Eşkenar üçgen oluşturma etkinliği

Yukarıdaki tablo ve veriler incelendiğinde öğrencilerde yaygın olarak (11 öğrencide) geometrik yapılandırma aşamalarından kaynaklı kodlara rastlanırken, bu kodlardan da en çok görsel modelleme ile ilgili kodların yazıldığı tespit edilmiştir. Görsel modelleme sürecinde ise en çok gözleri, daha sonra dudakları oluşturma ve yüzdeki bütünlüğü koruma noktasında

zorlandıklarını belirten öğrenci ifadelerine yaygın olarak rastlanmıştır. Öğrencilerin tamamının modelleme sürecinde ilk olarak gözleri oluşturmaya çalıştığı görülmüştür. Bu nedenle de yaşadıkları zorluklara daha çok gözleri oluşturma yazdıkları düşünülmektedir. Gözlemlerde öğrencilerin hemen hemen tamamının, organlardaki genel şekilleri fark ettikleri ancak şeklin inşasına ait bağımlı nesneleri ilk başlarda anlamlandıramadıkları ve zamanla aldıkları dönütlerle farklı işlemler yapmayı denedikleri görülmüştür. Bu süreçte bazı öğrencilerin bağımlı nesneleri fark edip deneme yaptıkları ancak doğru bir şekilde uygulayamadıkları görülürken, bazı öğrencilerin de uğraşlar sonucunda ilerleme kat ettikleri gözlenmiştir. Ancak genel olarak öğrencilerin tamamı oluşturdukları organları kendi içinde yapılandırma ve yüz bütünlüğünü koruma noktasında zorlandıkları tespit edilmiştir. Geometrik bilgi yetersizliğine ait kodlara az sayıda öğrencide rastlanırken, yazılımın teknik boyutundaki zorluklardan ESC tuşuna basmayı unutma koduna beş öğrencide rastlanılmıştır. Yazılım ile ilk defa karşılaşmış olmaları bu duruma sebep olduğu düşünülürken, öğrencilerin yazılımın teknik boyutundan çok geometrik yapılandırma aşamalarından kaynaklı zorluklar yaşadığı görülmektedir.

4.3.3. "Cabri uygulamaları geometri dersine yönelik düşüncelerini etkiledi mi? Evet veya hayır cevaplarınızı nedenleriyle birlikte yazınız.". Sorusuna ait veriler incelendiğine öğrencilerin tamamı Cabri uygulamalarının geometriye ait düşüncelerini etkilediğini belirttiği görülmüştür. Öğrencilerden alınan yanıtlar analiz edildiğinde ortaya çıkan kodlar, üç kategori oluşturmuştur. Bu kategoriler aşağıdaki gibidir;

1. Yapı oluşturma
2. Geometrik tutum
3. Cabri yazılımının uygulama fonksiyonları şeklindedir.

Ortaya çıkan kodlar ile oluşan kategoriler çerçevesince aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

Tablo 10

Uygulamaların Öğrencilerin Düşüncelerine Etkisinin Kategorilere Göre Dağılımı

Yapı oluşturma	Geometrik tutum	Cabri yazılımının uygulama fonksiyonları
• Geometri ile bir şeyler oluşturabilmeyi öğretti. • Farklı yapılar ile ilgili yeni şeyler öğretti.	• Eğlenceli hale getirdi. • Geometriyi sevmemi sağladı. • Zor olmadığını gösterdi.	• Bilgisayar ile çizmek el ile çizmeye göre daha kolaydı.

Elde edilen bulgularda ve tablo incelendiğinde geometrik tutum kodlarının, "eğlenceli, zevkli" ifadeleri ile tüm öğrencilerde görüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca öğrenciler birden fazla cümle kurmuş ve bu öğrenci görüşlerinden bazıları şu şekildedir;

A2: "Evet yeni şeyler öğrendim. Bilgisayarda yapmak daha kolay ve eğlenceli. Doğru parçası çizimlerinde işimizi kolaylaştırdı. El çizimlerinde denk getirmek zordu. Ayrıca geometri sıkıcıydı eğlenceli hale geldi."

E1: "Geometri ile aram fazla iyi değildi. Cabri ile keşfettiğim bazı şeylerle geometriye daha yakın hissettim kendimi, eğlenceli buldum."

Bu ifadelerin yanı sıra iki öğrencinin bilgisayar ile geometrik çizimlerin daha kolay olduğunu belirten, üç öğrencinin ise yazılım ile ilk defa oluşturdukları geometrik yapılarla ilgili olumlu görüş belirttiği görülmüştür.

4.3.4. "Cabri uygulamalarının geometrik kavramlar, şekiller ve dönüşümler ile ilgili size eski bilgilerinizden farklı olarak kazandırdığı bir şey var mı? Varsa örnek vererek açıklayınız.". Sorusuna ait veriler incelendiğine öğrencilerin tamamı Cabri uygulamalarının kendilerine yeni şeyler öğrettiğini ve faydalı olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerden alınan yanıtlar analiz edildiğinde ortaya çıkan kodlar, dört kategori oluşturmuştur. Bu kategoriler aşağıdaki gibidir;

1. Geometrik Kavram ve Şekil
2. Geometrik Kavram ve Şekilleri kullanma ve birbiri ile ilişkilendirme
3. Geometrik Yapı
4. Geometrik Tutum şeklindedir.

Ortaya çıkan kodlar ile oluşan kategoriler çerçevesince aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

Tablo 11

Uygulamanın Öğrencilere Eski Bilgilerinden Farklı Olarak Kazandırdıklarının Kategoriler ile Gösterimi

Geometrik Kavram ve Şekil	**Geometrik Kavram, Şekilleri kullanma ve birbiri ile ilişkilendirme**	**Geometrik Yapı**	**Geometrik Tutum**
• Çember • Simetri • Orta nokta • Yamuk • Yay • Çokgenlerle ilgili bilgi	• Dikdörtgen için dik doğru kullanmak • Paralel doğru kullanmak • İç içe çember oluşturmak	• Şekil oluştururken kullanılan geometrik kavramları geometrik özellikler katarak birbirine bağlamak • İz aracı ile kavram oluşturma • Geometrik cismi incelemek ve çözmek • İstediğim şekilleri oluşturmak	• Geometriye ilgiyi arttırma • Bakış açısını değiştirme • Keşfetme isteği

Tablo ve veriler incelendiğinde öğrenci ifadelerinde yaygın olarak geometrik kavram ve şekiller kategorisine ait kodların yer aldığı görülmüştür. Bu kategoride ise en çok simetriyi kazandıklarını belirten ifadeler görülmüştür. Ancak bu öğrencilerden bazılarının simetriyi genel olarak bildiği fakat çeşitleri ile ilgili bilgi sahibi olmadıklarını yazdıkları tespit edilmiştir. Bu görüşlerden bazıları aşağıdaki gibidir;

B1: “Doğruya göre simetri ile noktaya göre simetrinin farklı şeyler olduğunu öğrendim.”

E1: “Simetriyi daha iyi kavradım. Noktaya göre ve doğruya göre simetrinin farkını anladım**.”**

Tablodaki ilk iki kategoriye bakıldığında öğrencilerin yazmış olduğu yay dışındaki kavram ve şekiller öğrencilerin geometri derslerinde daha önceden gördükleri konular olduğu bilinmektedir. Öğrencilerin bu kavram ve şekilleri yeni bilgiler olarak yazmaları; dinamik bir yazılım ile gerçek çizimler yapmanın öğrencilerin bu şekilleri daha iyi kavramasına olanak sağladığını gösterebilir. Geometrik kavram ve şekiller dışında öğrencilerin ifadelerinde geometrik tutuma ait kodlara da rastlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin bir kısmının geometrik yapı oluşturmanın temeli olan; şekilleri birbiri ile ilişkilendirmeyi, şekilleri oluştururken doğrulara geometrik özellikler katmayı, dik ve paralel doğruları kullanmayı, geometrik cismi incelemeyi öğrendiklerini dile getirdiği dikkat çekmektedir. Öğrencilerde geometrik yapı ile ilgili bir farkındalık oluştuğu söylenebilir.

Cabri uygulamaları ile ilgili öğrencilere yöneltilen sorulardan elde edilen bulgular genel olarak toparlandığında öğrencilerin en sevdikleri bölümün görsel modelleme etkinliği olduğu görülmüştür. Aynı zamanda en zorlandıkları bölümün de görsel modelleme etkinliği olduğunu belirten öğrencilerin bağımlı nesneler oluştururken sıkıntı yaşadıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Bu duruma öğrencilerin yazılım ile yeni tanışmış olmaları, geometrik inşa uygulamalarını daha önceden yapmamaları ve eksik geometri bilgilerinin neden olduğu düşünülebilir. Ayrıca yapılan uygulama ile öğrencilerin farklı bakış açıları geliştirdiklerini, geometrik kavramlarla ilgili yeni bilgiler elde ettiklerini, bağımlı nesneler ve geometrik yapı ile ilgili keşifler yaptıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Öğrencilerin görüşleri ve zorlanılmasına rağmen en sevilen etkinliğin modelleme çalışması olması da göz önüne alındığında öğrencilerle yapılan Cabri yazılımındaki modelleme ve uygulama etkinliklerinin

öğrencilerde olumlu görüş oluşturduğu, öğrencilerin motivasyonuna olumlu bir etkisinin olduğu, geometrik yapılarla ilgili farkındalık kazandırdığı ve geometrik bilgilerini geliştirdiği söylenebilir. Aynı zamanda öğrencilerin çoğunun simetri konusu ile ilgili görüşleri de çalışmanın anlamlı bir öğrenme ortamı oluşturduğunu gösterebilir.

4.3.5. "Uygulama sonrasında yazılımda oluşturmak isteyip de oluşturamadığınız bir yapı oldu mu? Olduysa yapıyı ve oluşturamama nedenlerinizi yazınız.". Sorusuna ait veriler incelenmiş ve 12 öğrenciden 9 tanesinin bir yapı oluşturmaya çalıştığı, kalan 3 öğrencinin (E2, F1, F2) ise herhangi bir yapı oluşturmadığı görülmüştür. 9 öğrencinin yapmayı denediği yapılar analiz edildiğinde ortaya çıkan kodlar 2 kategori oluşturmuş ve yapıları yapamama nedenleri de tabloda sunulmuştur.

Tablo 12

Uygulama Sonrasında Öğrencilerin Yazılımda Oluşturmak İstedikleri Yapıların Kategorilere Göre Dağılımı ve Oluşturamama Nedenleri

KATEGORİLER	ÖĞRENCİ KODU	GEOMETRİK YAPI KODU	OLUŞTURAMAMA NEDENİ
HAREKETLİ GEOMETRİK YAPILAR	A1	OYUN	_____
	B1	HURİYE ABLA	Program ve geometri bilgim yetersizdi. Çemberler oluşturdum ama hareket ettirdiğimde bozuldular.
	B2	GEMİ	Noktaları sabit tutamadım. Birlikte hareket etmediler.
	C2	ROBOT	Simetri bilmiyordum, yapamadım.
	D2	ANİMASYON ARACINI KULLANACAĞIM YAPILAR	Şekil sabit kalmadı.
	E1	UÇAK	Hareket etmedi.
	C1	HURİYE ABLA	_____
HAREKETSİZ GEOMETRİK YAPILAR	A2	EV	Çatısını yaparken zorlandım. Birbirine bağlamak için ne kullanacağımı bilmiyordum.
	D1	AĞAÇ	Alt kısmını yapıp üst kısmında hangi geometrik kavramı kullanacağımı bilemedim.
	C2	GÖKDELEN	Simetri bilmiyordum, yapamadım.

Tablo incelendiğinde öğrencilerin daha çok hareketli yapılar oluşturmak istedikleri görülürken, günlük yaşamdan modelleri oluşturmaya çalışmaları dikkat çekmiştir. Ayrıca yapılar oluşturamama nedenleri incelendiğinde öğrencilerin programla çalışırken yaşadıkları güçlükleri kısaca yansıttıkları fark edilmiştir.

4.3.6.“Programı ve matematiği yeterince bildiğinizi varsayarsak bu programda oluşturmak istediğiniz bir yapı olur mu?”. Sorusuna ait veriler incelenmiş ve oluşan kodların analizi ile bir önceki analizde ortaya çıkan hareketli geometrik yapılar ve hareketsiz geometrik yapılar kategorileri ortaya çıkmıştır. Bunlar tablo şeklinde aşağıda sunulmuştur;

Tablo 13

Öğrencilerin Yazılım İle Oluşturmak İstedikleri Yapıların Kategorilere Göre Dağılımı

KATEGORİLER	ÖĞRENCİ KODU	GEOMETRİK YAPI KODU
HAREKETLİ GEOMETRİK YAPILAR	A1	Oyun Kurmak, Çizgi Film
	A2	Tavşan, Kirpi
	B1	Oyun Kurmak, Çizgi Film
	D1	Zürafa
	D2	Çizgi Film
	E1	Oyun Kurmak, Robot, İş Makinesi, Arduino İle Cabri Geometriyi Kullanarak Robotları Kodlamak, Cabri Program İle Çizdiğim Şeyleri Gerçekte de Hareket Ettirmek
	E2	HURİYE ABLA
	F1	Uçak, Futbol Topu, Araba
HAREKETSİZ GEOMETRİK YAPILAR	B2	Ev
	C1	Sokak Lambası
	C2	Gökdelen
	D1	Resim
	F2	Çokgen

Tablo incelendiğinde öğrencilerin programda yapmak istedikleri yapıların genel olarak hareketli yapılar olduğu dikkat çekmektedir. Bu duruma yazılımın dinamikliğinin etki ettiği düşünülmektedir. Öğrencilerin seçtikleri yapıların günlük hayat ile geometriyi birleştirici yapılar olması öğrencilerin günlük hayattaki geometriyi fark etmeye başladıklarının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Bu noktada öğrenciler ile yapılan görsel modelleme çalışmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Süreç içerisinde öğrencilerin "Tahterevalli gibi hayal et", "Yay yapalım dalga olur dalga", "Ağzı açıp kapanıyor gibi", "Ayna gibi", "Salıncak gibi" benzetmeleri de günlük yaşam ile geometriyi ilişkilendirdiklerinin desteklemektedir. Bununla birlikte, E1 adlı öğrencinin yapmak istediği yapılar incelendiğinde Cabri Geometri programına farklı bir bakış açısı getirdiği düşünülürken, görsel modelleme etkinliğinin, öğrencileri zorlamış olsa da farklı bakış açısı kazandırdığı ve yeni yapılar için ilham verdiği söylenebilir.

5.Bölüm

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde çalışmadan elde edilen en önemli bulgular, ilgili literatür ile birlikte tartışılarak ortaya koyulmuştur. Çalışmanın sonuçları alt problemler doğrultusunda oluşturulan 3 başlık altında sunulmuştur;

5.1.1. Cabri yazılımı ile önceden hazır olarak verilen inşa uygulamaları sürecinde ve kendi görsel modellerini oluşturma süreçlerinde karşılaşılan güçlüklere ilişkin sonuçlar. Çalışma sürecinde öğrencilere Cabri yazılımını tanıtan ve uygulama yapabilecekleri çalışma kâğıtları ile etkinlikler yaptırılmıştır. Daha sonra araştırmacı tarafından hazırlanan, simetrik insan yüzü olarak tasarlanmış görsel modelin, öğrenciler tarafından incelenmesi sağlanmıştır. Ayrıca bu çalışmalar sonrasında öğrencilerin inceleyip yorumladıkları görsel model, öğrenciler tarafından oluşturulmaya çalışılmış ve bu çalışmalar ekran kayıtlarıyla ayrıntılı olarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular ile öğrencilerin bu süreçlerde karşılaştıkları güçlükleri ortaya koyan Tablo 3 ve Tablo 6 oluşturulmuş, bu tablolardan yola çıkarak aşağıda verilen bazı sonuçlara ulaşılmıştır;

Öğrencilerin kalem-kâğıt ortamlarına ait alışkanlıklarının Cabri Geometri yazılımında gerçekleştirilen çalışmalara yansıdığı ve süreçte güçlük oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin yazılımı kıllanırken cetvel ile çizim yapar gibi gözleriyle hizalayarak geometrik nesneleri oluşturdukları, nesnelerde önceden uygulanması gereken geometrik özellikleri çizimi yaptıktan sonra uygulamaya çalıştıkları ve bazı özellikleri araç kullanmadan kendilerinin çizerek yaptıkları görülmüştür. Elde edilen bu sonuç Laborde (1998) ve Tapan (2006) tarafından yapılan çalışma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Laborde (1998) tarafından Fransa'da ortaokul öğrencileri ile yapılan çalışmada "Ortaokul öğrencilerinin kâğıt-kalem ortamındaki yaşantılarını Cabri Geometri yazılımına aynı şekilde geçirmek istedikleri"

sonucuna ulaşmıştır. Tapan (2006) ise doktora çalışmasında öğretmen adayları ile çalışmış ve "Öğretmen adaylarının kâğıt-kalem ortamındaki alışkanlıklarını Cabri yazılımında sürdürme eğilimde oldukları" sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının bu ciddi eğiliminin yapılan derslerde düzeltilmesi gerektiğini aksi durumda kâğıt- kalem ortamındaki alışkanlıkların yerleşmiş alışkanlıklar haline geleceğini belirtmiştir. Tapan-Broutin (2014)'in sınıf öğretmeni adayları ile yaptığı çalışmada " Öğretmen adaylarının kâğıt-kalem ortamında kullandıkları görsel özellikleri dinamik geometri ortamında da çizimlerinde kullandıklarını göstermektedir." sonucunu elde etmiştir. Baltacı ve Baki (2017) tarafından GeoGebra yazılımı kullanılarak yapılan çalışma sonuçlarında, "Öğretmen adaylarının bir kısmının, etkinlikler sırasında elips örneğini kalem kâğıt ortamındaki gibi modellemeye çalıştığı için çok fazla nokta oluşturdukları" belirtilmiştir. Deniz (2016)'in 7. sınıf öğrencileriyle Sketchpad kullanarak yaptığı çalışmada ise kalem-kâğıt kalem ortamındaki alışkanlıklar bir güçlük olarak ifade edilmemiş; öğrencilerin kalem-kâğıt ortamında kullandıkları teknikleri yazılım ortamına aktararak farklı teknikler oluşturduklarından bahsetmiştir.

Öğrencilerin yazılım ile birden fazla nesne seçmeyi gerektiren araçların (dik doğru, paralel doğru, kesişim noktası, yay vb.) kullanımında talimatlar verilmesine rağmen güçlük yaşadığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin yaşadığı bu zorluk Deniz (2016)'in tez çalışmasında bahsettiği Enstrümantal Oluşum Teorisinde yer alan "araç-artefact" kavramı ve "genel kullanım şemaları" ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Artefact kavramı bir aracın kullanılmadan önceki bireye anlamsız gelen halidir (Deniz, 2016). Öğrencilerin ilk defa karşılaşmış oldukları dinamik geometri yazılımı bir bütün olarak veya yazılımdaki araçların her biri tek tek, mevcut tez çalışmasında, öğrenciler tarafından artefact örneği oluşturmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin araçlara ait genel kullanım şemalarının, yapılan çalışmada özellikle dik doğru, paralel doğru, kesişim noktası ve yay vb. araçlarının kullanımında zorluk yaşadığı düşünülmektedir. Teknik becerinin yanı sıra zihinsel beceri de

gerektiren dik doğru, paralel doğru gibi araçlarda yaşanan güçlüğün ilerleyen etkinliklerde devam etmesi öğrencilerin geometrik bilgilerinin de etkili olduğu sonucunu beraberinde getirmiştir. Drijvers ve Gravemeijer (2005) öğrencilerle bilgisayar cebir sistemlerini kullanarak yaptıkları çalışmada "Öğrencilerin cebir sitemleri ile olan çalışmalarında aldıkları yaklaşımın zihinsel anlayışlarıyla yakından ilgili olduğu, teknik işlemin mantığını, kavramsal temelleri olduğunda anlayabildiklerini ve teknik zorlukların kavramsal temellerin eksikliğinde yaşandığını" ifade etmiştir.

Cabri Geometri yazılımında gerçekleştirilen uygulama etkinliklerinde öğrencilerin eksik geometri bilgilerinin ve bu bilgileri uygulama deneyimlerinin etkinlikleri gerçekleştirirken güçlük oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bu sonuç Açıkgül ve Aslaner (2015)'in geometrik yer problemlerinin çözümünde Cabri yazılımı ile yaptığı çalışmada elde edilen "Öğretmen adaylarının en çok problem çözümünde kullanacakları bilgiyi tahmin etme ve bunu programa aktarmada zorlandıkları, bilgilerinin eksik olduğu ve bilgilerini kullanamadıkları" sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Cabri geometri yazılımının kullanımında yazılımdaki araç menüsü ile ilgili bilginin yanı sıra geometrik bilgi ve bu bilginin kullanımı oldukça önemlidir. Bu noktada öğrencinin geometri bilgisi önemli bir faktördür (Laborde, 2003). Süreçte diklik ve paralellik kavramlarını uygulama noktasında sıkıntı yaşayan öğrencilerin etkinliklere bu durumu yansıttıkları görülmüştür. Öğrencilerin diklik ve paralellik için gerekli olan şartları sağlayamadıkları tespit edilmiştir. Dörtgen çeşitlerini tanımakta zorlandıkları, özellikle paralelkenar ve eşkenar dörtgeni özellikleriyle tanıma konusunda eksik oldukları görülmüştür. Aynı şekilde dikdörtgende verilmeyen bir adımda diklik veya paralelliği kullanmayı düşünemedikleri fark edilmiştir. Öğrencilerin geometrik şekilleri tanımlarken geometrik özelliklerinden çok görsel olarak inceleme yaptıkları ve zihinlerindeki prototip örneklere benzetmeye çalışarak şekillerin ne olduğuna karar verdikleri görülmüştür. Dörtgenlerden yamuk şeklinin öğrenciler tarafından "Yamuk

çok yamuk.", " Kenarları her yere uzanıyor.", "Düzensiz şekil." şeklinde yorumlanmıştır. Bu durum Doğan, Özkan, Çakır, Baysal ve Gün (2012)'ün ortaokul öğrencileriyle yamuk kavramına yanılgılarıyla ilgili yaptıkları çalışmada elde ettiği "Geometrik kavramlarda şeklin özelliklerinden daha çok görüntüsüne göre yorum yapıldığı anlaşılmıştır." sonucu ile örtüşmektedir. Aynı zamanda Ergün (2010)'ün tez çalışmasında bulduğu "Öğrenciler yamuk kelimesinin Türkçedeki sözlük anlamından yola çıkarak geometrideki yamuk kavramını tanımladıkları belirlenmiştir." sonucuyla ve aynı bulguya ulaşan Ay ve Başbay (2017)'nin çalışma sonucuyla da örtüşmektedir. Ayrıca Tapan Broutin (2016)'nın ifade ettiği "Geometri öğretimde çizim-geometrik nesne ayrımı önemsenmeyerek kullanılan prototip çizimlerin öğrencilerin kavramları yapılandırmasında engellere yol açabilmekte ve yanlış genellemelere neden olabilmektedir." düşüncesiyle de ilişkili olduğu düşünülmektedir. Görsel modeli incelerken simetrik hareketi fark etme konusunda sıkıntı yaşamayan öğrencilerin görsel modelleme sürecinde simetriyi uygulama noktasında zorluk yaşadığı görülmüştür. Öğrencilerin bilgi ve uygulama anlamında eksik öğrenmelerinin, modeldeki simetri çeşidini belirleme ve simetri eksenlerini oluşturma süreçlerinde zorlanmalarına neden olduğu tespit edilmiştir. Modelleme sürecinde öğrencilerin ilk olarak dikey simetri eksenini fark ettiği görülürken yatay simetri eksenini bazı öğrencilerin daha sonra fark ettiği bazılarının ise hiç fark etmediği gözlenmiştir. Bu duruma görsel modelleme sürecindeki kat ettikleri ilerleme neden olduğu gibi öğrencilerin simetri konusundaki bilgi yetersizliğinin de etki ettiği düşünülmektedir. Bu anlamda Şahin (2019)'in DGY ile dönüşüm geometrisi konusunda yaptığı çalışmada bahsettiği "Öğrencilerin simetri eksenini genellikle dikey kabul etmesi" sonucuyla ve Y. Köse (2012)'nin yaptığı çalışma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin simetriyi öğrenirken yaşadıkları zorluk ve yanılgıları Aksoy ve Bayazit (2010), dört temel alanla ilişkili olduğunu belirtirken bu alanlardan birinin "Verilen şekillerin simetri ekseninin/eksenlerinin tespiti" olduğunu ifade etmiştir.

Cabri yazılımında gerçekleştirilen görsel modelleme sürecinde öğrencilerin geometrik bilgiyi kullanabilme düzeyinin görsel modelleme süreçlerini yani geometrik yapı oluşturmayı etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin model inceleme sürecinde geometrik inşadaki nesneleri fark ettikleri ancak uygulamada yapılandırma konusunda sıkıntı yaşadığı görülmüştür. Noktanın sınırlı hareket ettiğini fark eden öğrenciler modeli inceleme sürecinde noktanın doğru parçası üzerinde inşa edildiğini, daire şeklinde hareket eden noktanın ise çember üzerinde olduğunu ifade ettiği görülmüştür. Ancak görsel modelleme sürecinde öğrenciler yazdıklarını uygulayamamış veya belirli bir süre zorlandıktan sonra bazılarını yapabildikleri tespit edilmiştir. İnceleme sürecinde öğrencilerin göz, dudak gibi organların birbirlerine simetrik olduklarını ifade ettiği görülmüştür. Ancak yine burada da bir grup haricinde diğerlerinin simetriyi uygulayamadıkları veya zorlandıkları fark edilmiştir. Görsel modelin merkez noktasının (e) modelin tamamını bozulmadan ekranda hareket ettirdiğini gören öğrencilerin tamamının ise yapılandırmayı bu noktaya bağlı olarak yapamadığı yine sadece bir grubun bunu anlamaya yaklaştığı görülmüştür. Öçal ve Şimşek (2017), inşa süreçlerinin sıralı işlemler silsilesi olduğunu belirtmiştir. Çalışma sürecinde öğrencilerin inşa sürecinde sıraya uygun olarak yapılması gereken işlemlerde zorluklar yaşamış ve bunu görüşmelerde bazı öğrenciler dile getirmiştir. Öğrencilerin karşılaştığı bu işlem silsilesinin, uygulama noktasında güçlüklere neden olduğu düşünülebilir. Bu duruma etki eden tek etmen inşa süreçlerinin karmaşıklığı değildir. Öğrencilerin uygulamalı geometri ile yaşadıkları deneyimlerin ve kavrayış biçimlerinin inşa süreçlerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Duval (1995), geometrik şekillerin farklı yönlerinin kavranması ve matematiksel işlemlerin, inşaların yapılmasında farklı kavrama türlerinin etkili olduğundan bahsetmiştir. Bir inşanın doğru bir şekilde yapılabilmesi için öğrencinin sıralı kavrayışa sahip olması gerekmektedir. Sıralı kavrayış, adımların belirli bir sıra ile yapılmasını gerektirmektedir. Öğrencilerin çalışmada bu

noktada güçlük yaşamaları öğrencilerde sıralı kavrayışın gelişmemesinden kaynaklandığı da söylenebilir.

Öğrencilerin etkinlik sorularını yanıtlarken geometrik özellikler ile ifade etme konusunda da zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir. Uygulama etkinliklerinde yer alan yorum sorularında paralel, dik, eşit gibi matematiksel kavramlar kullanmak yerine "Birlikte hareket ediyor.", " Her yere uzanıyor.", "Geometrik özelliklerini kaybediyor.", "Düzensiz bir şekil!", "Küçülüp, büyüyor." şeklinde cevapladıkları görülmüştür. Elde edilen bu sonuç, Deniz (2016)'in tez çalışması sonuçlarından biri olan "Öğrencilerin matematiksel terimleri kullanarak anlatmak yerine günlük konuşma diliyle anlatmayı tercih ettikleri" sonucuyla örtüşmektedir. Aynı zamanda Ergün (2010)'un 7. sınıflarla çokgenler konusunda yaptığı tez çalışmasının "Öğrencilerin matematiksel dil kullanmada yetersiz oldukları ve bunun tanımlama becerilerini olumsuz etkilediği" sonucuyla örtüşmektedir. Grupların neredeyse tamamında özellikle geometrik şekillerle ilgili açı ve kenar sorularını yorumlarken zorluk yaşadıkları gözlenmiştir. Öğrenciler bu kavramlardan sadece birine odaklanma veya açı-kenar kavramlarını ayrı ayrı değerlendiremeyip ortak ilişkilendirme yapma eğiliminde oldukları görülmüştür. Açı ve kenar ile ilgili sorulara aynı cevapları verdikleri, kenara ait paralellik kavramını açılar için kullandıkları, uzunluk yerine dereceye ait olan ölçü kavramını kullandıkları ve dörtgen içerisindeki açı ve kenarların birbirine göre durumlarından ziyade değişimlerine odaklandıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerde oluşan bu davranışların temel kavramlar ve dörtgenler konularındaki eksik öğrenmeleri ile somutlaştırmadaki yetersizlikler sonucunda oluşan, açı ve kenar kavramlarına ait yanılgılardan kaynaklandığı düşünülebilir. Yapılan araştırmalar öğrencilerin hem temel geometrik kavramlara hem de çokgenlere (Doyuran, 2014; Parlak, 2019; Yılmaz, 2011; Yılmaz, 2019) ait birçok kavram yanılgısına sahip olduğunu göstermektedir. Ay ve Başbay (2017) tarafından çokgenlerle ilgili kavram yanılgıları ve nedenlerinin araştırıldığı çalışmada "Dörtgenler ve üçgenleri oluşturan açı,

kenar ve köşegen gibi temel kavramlara ait yanılgıların öğretim sırasında yeterli somutlaştırma yapılmaması, derslerde materyal kullanılmaması ve ezbere dayalı öğretimden kaynaklandığı" ifade edilmiştir. Bununla birlikte yazılımda oluşturdukları yapılara ait soruları yorumlarken öğrencilerin eski öğrenmelerinin muhakemelerini etkilediği görülmüştür. Grupların yarısının eşkenar üçgenin kenarların eşit olma nedenini yorumlarken inşada kullandıkları geometrik işlemlere odaklanmayıp, "Açıları eşit olduğu için.", "Eşkenar üçgen olduğu için." şeklinde yanıtlar verdiği saptanmıştır.

Cabri yazılımında gerçekleştirilen görsel modelleme sürecinde elde edilen önemli sonuçlardan biri de öğrencilerin birinci dereceden bağımlı ve iki veya üstü derecelerden bağımlı nesneleri oluşturma konusunda güçlük yaşadığıdır. Öğrenciler görsel modeldeki organların oluşumundaki görünen geometrik nesneleri fark etmiş ancak inşanın temellerini oluşturarak organların hareketini sağlayan, sınırlayan ve birbirine bağlayan bağımlı nesneleri fark edememiş veya uygulayamamışlardır. Geometrik yapıdaki nesnelerin bağımlılık derecesi arttıkça öğrencilerin bağımlı nesneleri fark etme ve uygulama düzeyleri de azalmıştır. Öğrencilerin sınıf düzeylerinin, uygulamalı geometri noktasında deneyimsizliklerinin ve öğrencinin sahip olduğu kavrama türünün (Duval, 1995) bu duruma etki ettiği düşünülebilir. Görsel modelde öğrencilerin, bir noktanın hareketini sınırlandırmak, başka bir noktaya bağlamak ve sabitlemek için hangi geometrik nesneyi kullanması gerektiğini bilmelerinin yanı sıra bu işlemleri uygulamak için bir inşa sırası oluşturmaları gerekmektedir. Çalışmadaki görsel modelleme sürecinde bir organdaki sabitleme, sınırlama olarak adlandırılan işlemlerin bir kısmını veya tamamını gerçekleştirebilen öğrenciler, ilerlemeyi yazılımın sağladığı dönütler ile gerçekleştirmiş ancak oldukça zaman harcadıkları görülmüştür. Bu noktada Marrades ve Gutierrez (2000)'in Cabri yazılımı ile ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışma sonuçlarından "Ortaokul öğrencilerinin Cabri ile yaptıkları çalışmalarda ilerlemeleri için önemli miktarda zamana ihtiyaçları vardır." sonucuyla örtüşmektedir. Ayrıca Marrades ve

Gutierrez (2000)'in çalışmasında "Cabri deneylerinde öğrencilerin bazen gerekli olan geometrik özelliği hatırlamadıkları için başarısız oldukları gözlenmiş, bu nedenle "kabul edilen sonuçların not defteri" çalışmalarda gerekli bir yardımcı olduğu ortaya çıkmıştır." sonucu da yer almaktadır. Bu bağlamda dinamik geometri ortamında çalışırken kâğıt-kalem ortamında alınan notların önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Mevcut tez çalışmasının modelleme süreçlerinde de inşa adımlarındaki sıralı işleyişin, öğrencileri oldukça uğraştırdığı görülmüştür. Bu nedenle bahsedilen not defterinin Cabri çalışmaları sırasında öğrencilere yol göstereceği ve gelecekteki çalışmalar için önemli bir öneri olduğu düşünülmektedir.

Görsel modelin inşa sürecinde öğrencilerin kat ettikleri ilerleme bulgularda Tablo 5 ile gösterilmiştir. Tablo 5 verileri ve öğrencilerin akademik seviyeleri birlikte değerlendirildiğinde, görsel modelleme sürecinde akademik olarak yüksek düzeyde olan bazı öğrencilerin ilerleme kat ettikleri görülürken, ilerleme kat edemeyen akademik düzeyi yüksek olan öğrenci olduğu da görülmüştür. Aynı zamanda akademik düzeyi düşük olan bazı öğrencilerin süreçte çok güzel keşifler yaptığı, bir öğrencinin de çok iyi bir şekilde ilerme kat ettiği ve geometrik yapıyı çok iyi yorumladığı görülmüştür. Bu durumda yazılımda yapılan görsel modellemede, öğrencilerin akademik farklılıklarının yanında bilgisayar destekli öğretimden kaynaklı bireysel farklılıkların da süreçte etkili olduğu söylenebilir. Günümüzde bir çok öğrenci bilgisayar ile oyunlar oynamakta, araştırma yapmakta ve sosyalleşme aracı olarak kullanmaktadır. Öğrencinin bilgisayara karşı tutumunun ve ne derece bilgisayar kullandığının da bu süreçte önemli olduğu, öğrenciyi motive ettiği düşünülmektedir. Yenice (2003)'nin, bilgisayar destekli öğretimin fen ve bilgisayar tutumlarına etkisini araştırdığı çalışmada "Araştırmaya katılan tüm öğrencilerin bilgisayar kullanma süresi ile bilgisayara yönelik tutumları arasında anlamlı bir ilişki olduğu" sonucunu elde etmiştir. Olkun ve Altun (2003)'un öğrencilerin bilgisayar deneyimleri ile ilgili yaptıkları çalışmada, öğrencilerin geometrik düşünme becerileri ile evde bilgisayar olup olmama durumları arasında ilişkiyi

incelemiş ve "Hem 4 hem de 5. sınıflar arası yapılan karşılaştırmalarda evinde bilgisayarı olanlar lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklar olduğu" sonucunu elde etmiştir. Bununla birlikte Olkun ve Altun, bu farklılığı sadece öğrencilerin bilgisayar sahibi olmalarına bağlamanın tam olarak doğru olmayacağını da ifade etmişlerdir. Zengin, Kağızmanlı, Tatar ve İşleyen (2013) tarafından öğretmen adayları ile yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımını kullanırken yaşadıkları zorluğu bilgisayar kullanma yetersizliği olarak belirttiği görülmüştür.

5.1.2. Cabri yazılımı ile önceden hazır olarak verilen inşa uygulamaları sürecinde ve kendi görsel modellerini oluşturma süreçlerinde karşılaşılan fırsatlara ilişkin sonuçlar. Cabri yazılımı ile gerçekleştirilen tanıtım, uygulama, inceleme ve görsel modelleme çalışmalarından elde edilen bulgulardan yola çıkılarak öğrencilerin bu süreçlerde karşılaştıkları fırsatları ortaya koyan Tablo 4 ve Tablo 7 oluşturulmuş, bu tablolardan yola çıkarak aşağıda verilen bazı sonuçlara ulaşılmıştır;

Cabri yazılımı ile gerçekleştirilen öğretim etkinlikleri, öğrencilere geometrik bilgilerini anlamlandırmaları imkânı sunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin etkinlikler sürecinde geometrik kavramları ve şekilleri daha iyi anladıkları, çalışma kâğıtlarındaki talimatlar ile bir yandan kendi kendilerine geometrik şekiller oluştururken bir yandan da geometrik kavramlar ve şekiller arasındaki ilişkileri keşfettikleri görülmüştür. Öğrencilere hazır verilen etkinlik kâğıtlarında, öğrenciler geometrik yapı oluşturma adımlarını gerçekleştirirken aynı zamanda oluşturdukları şekiller ve uyguladıkları dönüşümler ile ilgili keşifler yapma fırsatı yakalamışlardır. Bu keşifler sırasında öğrencilerde geometrik şekillerin özelliklerini keşfetme, dörtgenler arası ilişkileri fark etme, geometrik şekillerin oluşumundaki diğer şekilleri fark etme, köşe hareketleri ile şekillerdeki değişmezleri veya değişenleri fark etme ve bağımlılık oluşturan durumları fark etme şeklinde kazanımlar elde ettikleri görülmüştür. Bunlarla beraber kendi görsel modelleme etkinliğini gerçekleştiren öğrencilerin

keşfettikleri birçok kazanımı uygulama fırsatı yakaladığı ve bazı öğrencilerin keşfettikleri kazanımları ileriye götürerek uygulama aşamasına taşıdıkları hatta yaptıkları doğru ve yanlış adımlardan ders çıkararak görsel modele geometrik işlemlerle farklı görsel özellikler kattıkları görülmüştür. Bu nedenle Cabri geometri yazılımı ile gerçekleştirilen öğretim etkinliklerinde öğrenciler için anlamlı öğrenme ortamı oluştuğu düşünülmektedir. Çetin, Erdoğan ve Yazlık (2015)'ın dinamik yazılımın dönüşüm geometrisi konusundaki başarıya etkisini araştırmış ve "Öğrenciler kullanılan program sayesinde gördükleri şekillere müdahale etme, onları değiştirme ve test etme imkânını bularak anlamlı öğrenme gerçekleştirmektedir." sonucunu elde etmişlerdir. Aynı zamanda Vatansever (2007)'in DGY olan Geometer's Sketchpad ile gerçekleştirdiği öğretim çalışmasında yazılım ile yapılan öğretimle ilgili öğrencilerden "Geometrik şekillerin özelliklerini ve şekillerin arasındaki ilişkiyi keşfedebildikleri, daha iyi anladıkları" görüşleri çalışma sonucuyla örtüşmektedir.

Öğrenciler ile gerçekleştirilen DGY etkinliklerinin, öğrencilerin zihinlerinde soyut olan geometrik kavramları somutlaştırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler doğru, ışın gibi kavramların sonsuz hareketini keşfetmiş, aynı zamanda sınırlı uzunluğa sahip olan doğru parçasını keşfetmişlerdir. Bunların yanı sıra kâğıt- kalem ortamında gördükleri birçok geometrik şeklin, köşe hareketleriyle değişimini inceleme fırsatı bularak geometrik özellikleri keşfetme süreçleri yazılım ile desteklenmiştir. Bu durum Köse (2008) tarafından yapılan çalışmada elde edilen "Cabri Geometrinin dinamik yapısı ve görselleştirme sağlaması, öğrencilerde karşılaştırma, ilişkilendirme ve kavrama ilişkin özellikleri keşfetme becerilerinin gelişmesine yardımcı olmaktadır." sonucu ile örtüşmektedir. Aynı zamanda Güven (2012) tarafından yapılan çalışmada da "Dinamik geometri ortamının öğrencileri soyut matematiksel kavramları keşfetmeye yönlendirebildiğini; öğrencilerin geometrik deneyimlerini, düşüncelerini ve hayal güçlerini zenginleştirdiği ve geliştirdiği" sonucuna ulaşmıştır. Bayraktar, Tapan Broutin ve Güneş (2018)'in öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada

öğretmen adaylarının "DGY kullanımı ile soyut konuların somutlaşacağı" şeklinde görüşler bildirdikleri sonucu elde edilmiştir. Yine İlhan ve Arslaner (2020), Kaleli-Yılmaz, Ertem ve Güven (2010), Karataş ve Güven (2015), Tatar, Zengin ve Kağızmanlı (2013) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarında da DGY'nin somutlaştırmada etkili olduğu yönünde sonuçlara rastlanmıştır.

Yazılımın dinamikliğinin bir ürünü olan sürükleme aracının, öğrencilerin keşif süreçlerini desteklediği ve kendi modellerini oluşturma süreçlerinde öğrencilere anında dönütler vererek hatalarını fark etme ve düzeltme fırsatı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle kendi modellerini oluşturma süreçlerinde sürükleme aracının öğrencilere sağladığı dönütler, öğrencileri düşünmeye sevk etmiş, deneme-yanılma yöntemi ile birçok geometrik özelliğin keşfedilmesine ve uygulanmasına yardımcı olmuştur. Tapan Broutin (2010) "Bilgisayar etkileşimli ortamlarda öğrencilerin araştırmalarını kendi başlarına yaparken fikirlerinin doğruluğunu araştırabildiğini, çözüm yollarını kontrol edebildiğini ve tüm bu muhakemelerin doğruluğu ile ilgili dönütler alabildiğini" ifade etmiştir. Arzarello ve diğerleri (2002, s. 66) ise sürükleme aracının "Çizimleri hareket ettirerek değişenlerini ve değişmezlerini keşfetme imkânı sağladığını, tahminlerin oluşturulması desteklendiğini ve geribildirim sunduğunu" vurgulamışlardır. Marrades ve Gutierrez (2000), "Sürükleme özelliğinin DGY'nin benzersiz özelliği olduğunu, öğrencilere saniyeler içerisinde olabildiğince çok örnek görmesini, özellikleri keşfetmesine ve anında geribildirim sunduğunu" ifade etmiştir. Köse, Uygan ve Özen (2012) tarafından yapılan araştırmada dinamik yazılımlardaki sürükleme çeşitleri üzerinde durulmuş ve "Sürükleme altında geometrik yapının bozulup bozulmama durumu öğrenciler tarafından araştırılırken aynı zamanda onların geometrik yapıları, kavramları ve ilişkileri de anlamaları sağlanabilir. Böylelikle öğrenciler geometrik şekil üzerinde algısal düzeydeki düşünmelerini kuramsal düzeye doğru geliştirebilmektedirler." görüşü ile sürüklemenin öneminden bahsetmiş ve

çalışma sonunda sürükleme çeşitlerinin her birinin birçok keşfe destek olduğunu, algısal düşünmeden kuramsal düzeye geçişe imkân sağladığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonuç yapılan çalışma sonucuyla örtüşürken Baccaglini-Frank (2010, 2011), Baccaglini Frank ve Mariotti (2010), Köse, Tanışlı, Erdoğan ve Ada (2012) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Laborde (2000, 2001) çalışmalarında sürükleme aracının geometrik yapıları inceleme ve geometrik yapı içerisindeki nesneler arası ilişkileri keşfetmeye imkân verdiğini tespit etmiş ve bu sonuçlar paralelinde Bozjanov (2019) tarafından yapılan araştırma sonucunda ise sürüklemenin etkisi "Öğrenciler sürükleme aracıyla geometrik yapılar arasındaki bağımlı bağımsız durumları ya da ilişkileri daha net görebilmiştir. Sürükleme aracı, öğrencilere geribildirimler sağlamış ve öğrenciler tarafından alınan geribildirimlerin değerlendirilmesine yardımcı olmuştur." şeklinde açıklanmıştır.

Cabri Geometri yazılımı ile gerçekleştirilen öğretimin simetri konusunda öğrencilere simetrik hareketi fark etme ve uygulama noktasında anlamlı öğrenme ortamı oluşturabilmektedir sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç Köse ve Özdaş (2009) tarafından Cabri Geometri yazılımında simetri doğrularıyla ilgili yapılan çalışma da elde edilen "Simetri kavramının kazandırılması ve simetrinin temel özelliklerinin öğrenciler tarafından belirlenmesinde Cabri Geometri yazılımı güçlü bir araç olduğu" sonucuyla paralellik göstermektedir.

Cabri Geometri yazılımında öğrencilerin yaptıkları uygulama etkinlikleri ve kendi görsel modellerini oluşturma süreçlerinin, öğrencilere bağımlı nesneleri fark etme ve uygulama konusunda fırsatlar oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler tanıma, uygulama, inceleme çalışmalarından sonra görsel modelleme süreçlerinde, kendi bilgi yeterlilikleri ve keşifleri sonucunda, herhangi bir talimat olmadan yazılımın sağladığı imkânları kullanarak dik doğru, paralel doğru, nesne üzerine nokta yerleştirme, simetri uygulama gibi bağımlılık gerektiren geometrik işlemleri uygulama fırsatı yakalamıştır.

Öğrencilerin yaşadığı bu fırsat, Deniz (2016)'in Sketchpad yazılımı ile yaptığı tez çalışmasında "Öğrencilerin, Geometri Sketchpad 'in onlara sunduğu imkânları fark edip beklenenden farklı araçları kendi önbilgileri ve tercihleri doğrultusunda verilen görevleri yerine getirmek için kullandıkları görülmüştür." sonucu ile örtüşmektedir. Ayrıca Kutluca ve Zengin (2011), "DGY'nin, geometrik yapı içerisindeki bağımsız nesnelerin hareket ettirilmesiyle, bağımlı nesnelerin değişiminin gözlenebilme özelliğinden dolayı dikkat çektiğini" ifade etmiştir. Aynı şekilde Bozjanov (2019), yaptığı tez çalışmasının sonuçlarında DGY'nin sürükleme özelliği ile öğrencilerin geometrik yapılar arasındaki bağımlı- bağımsız ilişkileri daha net gördüğünü ifade etmiştir. Uygulama süreçlerinde yaptırılan iz etkinliği de öğrenciler tarafından oldukça ilgi görmüş ve bağımlı noktaların bulundukları yer ile ilgili öğrenci için güçlü bir ipucu olmuştur. Açıkgül ve Aslaner (2015)'in Cabri geometri ile geometrik yer problemleri üzerine yaptığı çalışmada elde ettikleri "İz aracının fonksiyonel bağımlılık kavramını destekleyerek adayların bağımlı-bağımsız değişkenler arasında ilişkiyi gözlemlemesine ve aradıkları geometrik yeri belirlemelerine imkân sağladığı" sonucu mevcut tez çalışması sonuyla örtüşmektedir.

Cabri Geometri yazılımında görsel modelleme süreçleri öğrencilerin, günlük yaşama ait olan modellerdeki geometrik nesneleri fark ederek, günlük yaşam ile geometri arasında ilişki oluşturmalarında etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin yazılım araçlarını kullanmayı öğrendikten sonra araçların kullanarak gemi, insan yüzü, uçak, robot, bayrak oluşturmak istedikleri, "Resim çizelim çokgenlerle.", "Yay yapalım dalga olur dalga." şeklinde ifadelerde bulunmuşlardır. Köşe hareketleri ile inceledikleri veya oluşturdukları geometrik yapıları hareketten etkilenerek günlük hayattan örneklere benzettikleri; paralelkenar ve eşkenar dörtgen için "Salıncak gibi.", "Ağız açıp kapanıyor gibi.", simetri için "Ayna gibi.", dikdörtgen inşa ederken "Tahterevalli gibi hayal et." şeklinde diyaloglara rastlanmıştır. Tüm bu sonuçlar, İlhan ve Aslaner (2020)'in çalışmasında elde ettiği "Öğretmen

adaylarının çoğu, dinamik geometri yazılımlarının matematik ile günlük yaşam arasında ilişki kurduğunu düşünmektedir.” sonucuyla paralellik göstermektedir. Aynı zamanda Topuz ve Birgin (2020)’nin GeoGebra ile 7. sınıflarla yaptıkları çalışmada sonuçlardan biri olan “ GeoGebra öğretim materyalindeki animasyonların ve görsellerin konunun günlük hayatla ilişkilendirilebilmesine yardımcı olduğunu” şeklindeki öğrenci görüşü ile örtüşmektedir.

Cabri Geometri yazılımında öğrencilerin kendi görsel modellerini oluşturma süreçlerinde yazılımdaki gizle-göster aracı kullanımı öğrencilerin geometrik nesneleri fark etmesine imkân sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Gizle-göster aracı Cabri yazılımında çizim alanında görünmesini istemediğimiz nesneleri silmeden gizleyen veya gizlenmiş olan nesneleri göstermeye yarayan araçtır (Tapan-Broutin, 2010). Çalışma kâğıtları ile bağımlı geometrik nesneler kullanarak dik üçgen, eşkenar üçgen ve dörtgen çeşitlerini oluşturan öğrenciler etkinliğin sonunda oluşturdukları şekli üçgen ve çokgen olarak tanımladıktan sonra gizle-göster aracını kullanarak şekil dışında kalan geometrik nesneleri gizlemişlerdir. Yapılan bu adımlar ile gizle-göster aracının öğrencileri, parçadan bütüne giderek geometrik inşa adımlarını bir sonuca ulaştırdığı, geometrik şekillere ve şeklin temelinde bulunan gizlenmiş geometrik nesnelere karşı bir farkındalık yaşattığı söylenebilir. Ayrıca görsel modelin inşa sürecinde öğrenciler, gizle-göster aracını geometrik işlemleri anlamak için kullanmış, gizlenen nesnelere bakarak daha önce düşünemedikleri geometrik adımları denemeye çalışmışlardır. Gizle-göster aracı, özellikle görsel modelleme çalışmalarında sürükleme aracından sonra öğrencilere ipucu sağlayan ve oldukça kullanılan bir araç haline gelmiştir. Bu sonuç Deniz (2016)’in “Öğrencilerin, Geometri Sketchpad ’in onlara sunduğu imkânları fark edip beklenenden farklı araçları kendi önbilgileri ve tercihleri doğrultusunda verilen görevleri yerine getirmek için kullandıkları görülmüştür.” sonucuyla paralellik göstermektedir. Tapan-Broutin (2010) yazılımın özelliklerinden bahsederken, gizle-göster aracının aksine gizlenmiş olan nesnelerin görünmesine engel olan makro yapıların üzerinde de durmuştur. Tapan

Broutin, makro yapılar sayesinde öğrencilerin kendi kendilerine keşifler yapabileceklerini ifade ederken, öğrencilerin şeklin nasıl oluşturduğunu gizlenen nesneleri ortaya çıkararak değil şeklin özellikleri üzerine yoğunlaşarak özgürce keşfedebileceklerini belirtmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin düzeyleri ve yazılım ile ilk deneyimleri olması nedeniyle makro yapılar kullanılmamış, gizle-göster aracının kullanımı öğrenci keşfine bağlı olarak serbest bırakılmıştır. Tüm öğrencilerin de gizle-göster aracını aktif kullandığı görülmüştür. Literatürde rastlanılan çalışmalarda, Cabri Geometri yazılımının en çok sürükleme özelliği üzerinde durulduğu, gizle-göster aracından bahsedilmediği fark edilmiştir. Ancak gizle-göster aracının özellikle ortaokul öğrenci gruplarında "geometrik inşa/yapı" kavramını somutlaştıracağı düşünülmektedir.

5.1.3. Ortaokul 7. sınıf öğrencilerine uygulanan Cabri geometri uygulamaları, öğrencilerin geometrik inşaya yönelik görüşlerine ilişkin sonuçlar. Uygulama sonrasında öğrencilere uygulanmış olan görüşme formuna verdikleri yazılı cevaplar içerik analizi ile incelenmiş ve aşağıda verilen bazı sonuçlara ulaşılmıştır;

Öğrencilere görüşme formunda yöneltilen Cabri etkinlikleri ile ilgili sorularda, öğrencilerin tamamının yapılan yazılım etkinlerini faydalı buldukları ve Cabri etkinliklerinin öğrencilerin geometrik inşaya yönelik olumlu görüş oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler bu etkinlikler ile geometriyi daha iyi anladıklarını, şekilleri daha iyi tanıdıklarını, geometriye karşı bakış açısı kazandıklarını ve ilgilerinin arttığını belirten görüşler yazmışlarıdır. 1 kişi hariç öğrencilerin tamamının Cabri yazılımındaki inşa etkinlikleri ile geometriye yönelik düşüncelerinin değiştiğini ifade etmiştir. Öğrenciler bu görüşlerini "Eğlenceli hale getirdi.", "Sevmemi sağladı", "Zor olmadığını gösterdi." şeklinde olumlu tutum oluşturduklarını belirten ifadelerle gösterirken, birkaç öğrencinin de bu görüşlerin yanında "Bilgisayarla çizmek daha kolay." ve "Geometri ile bir şeyler oluşturabilmeyi öğretti." şeklinde yazılımın faydalarıyla ilgili yorum yazmıştır. Ayrıca öğrencilerin yapılan

etkinliklerle eski bilgilerinden farklı olarak simetri ve çeşitlerini kazandıklarını, geometrik kavramlarla ilgili çeşitli kazanımlar elde ettiklerini yazdıkları görülmüştür. Peker (1985) teknolojinin yararlarından bahsederken öğrencilerde olumlu tutum oluşturduğundan, ilgiyi arttırıp öğrencilerdeki korku ve endişeyi azaltarak analitik düşünme alışkanlıklarını geliştirdiğinden söz etmiştir. Elde edilen sonuçlar Peker (1985)'in bu düşüncesiyle paralellik gösterirken Sümen(2013)'in çalışmasında elde ettiği "Öğrenciler GeoGebra ile işlenen derslerin diğer derslere göre daha kolay anlaşılır, faydalı, zevkli, ilgi çekici bulmuştur." sonucuyla da örtüşmektedir. Ayrıca teknoloji örneği dinamik geometri yazılımları ile yapılmış olan Akgül (2014), Bintaş ve Bağcıvan (2007), Borazan (2019), Delice ve Karaaslan (2015), Erdener ve Gür (2019), Gülburnu (2013), Güven (2002), Güven ve Karataş (2003), Hangül (2010), İlhan ve Arslaner (2020), Şahin ve Kabasakal (2018), Toptaş ve Karaca (2017), Topuz ve Birgin (2020), Vatansever (2007)'in yaptıkları çalışma sonuçlarıyla örtüşmektedir. Eryiğit (2010)'in 12. sınıflarla Cabri 3D kullanarak yaptığı çalışmada elde edilen "Deney ve kontrol gruplarının geometriye karşı tutumları arasında anlamlı bir fark olmadığı ancak her iki grupta da küçük de olsa deney öncesine göre tutum düzeylerinde artış olduğu" sonucu, mevcut tez çalışmasının sonucu ile tutum artışı yönünde kısmen örtüştüğü söylenebilir. Ancak, Barçın (2019) tarafından yapılan yarı deneysel çalışmada "Geogebra ile yapılan öğretimin öğrencilerin kaygısını düşürdüğü ancak derse olan tutumlarını değiştirmediği" sonucuna ulaşmıştır. Barçın bu durumu, "Kısa süreli bir çalışma ile tutumun değişiminin zor olacağı düşünülmektedir" şeklinde yorumlamıştır.

Öğrencilerin görüşlerinden Cabri geometri yazılımında yapılan görsel modelleme etkinliğinin, öğrencilerde olumlu tutum oluşturarak motivasyonu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilere sorulan görüşme sorularında, etkinlikler içerisinde en beğendikleri ve etkinliğin görsel modelleme etkinliği olduğu görülmüştür. Görsel modelleme çalışmasının teknolojik bir etkinlik olması ve geometriyi bir oyun gibi kullanarak günlük yaşamdan bir

modeli ekrana yansıtmaya çalışmaları öğrencilerin beğenmelerine neden olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte yazılım ile yeni tanışmış olmaları, günlük yaşam nesneleri ile geometriye yönelik uygulamaları daha önceden yapmamaları, geometri bilgilerinin yeterli düzeyde olmaması da öğrencilerin zorlanmalarına neden olduğu düşünülebilir. Bu nedenle de bu çalışmayı zorlandıkları etkinlikler arasına yazmalarına sebep olmuştur. Çalışma sürecinde ve sonunda öğrencilerin çoğunda günlük yaşama dair modelleri yazılımda oluşturma isteği olduğu ve bunu ifade ettikleri görülmüştür. Bu nedenle öğrenciler tarafından görsel modelleme etkinliğinin, zorlanılan bölüm olarak ifade edildiği halde beğenilen bölümler arasında da yer vermeleri, ayrıca yazılımda oluşturmak istedikleri örnekler düşünüldüğünde; Cabri geometri yazılımı ile gerçekleştirilen görsel modelleme çalışmalarının, öğrencilerin motivasyonunu olumlu olarak etkilediği düşüncesini oluşturmuştur. Elde edilen bu sonuç, Borazan (2019) tarafından yapılmış olan tez çalışmasında elde ettiği "Öğrenci merkezli DGY kullanımının öğrencinin derse olan motivasyonunu arttırdığı" sonucuyla örtüşmektedir. Ayrıca DGY ile yapılmış olan Helvacı (2010) ve Vatansever (2007)'in çalışma sonuçlarıyla paralellik gösterirken, Önal ve Demir (2013)'in 7.sınıflara yaptığı çalışmada elde edilen "BDÖ öğrencilere görselleştirme ve uygulama imkânı vererek öğrenci motivasyonunu arttırmıştır." sonucuyla da örtüşmektedir.

Görüşme formundan elde edilen bir diğer sonuç ise Cabri geometri etkinliklerinin öğrencilerin günlük hayat ile geometri arasında ilişki kurmasına etki ettiğidir. Bu noktada öğrencilerin kendi görsel modellerini oluşturma sürecinde, örnek olarak öğrencilere sunulan günlük yaşama ait modelin etkisinin büyük olduğu düşünülmektedir. Öğrenciler etkinlikler sonrasında yazılımda oyun, ev, simetrik insan yüzü, gemi, gökdelen, robot, ağaç ve uçak gibi şekiller oluşturmayı denedikleri ancak çeşitli nedenlerle yapmadıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra oluşturmak istedikleri yapılara da oyun kurmak, çizgi film oluşturmak, çeşitli hayvanlar çizmek, ev, araba, sokak lambası, gökdelen, robot, iş makinası, simetrik insan yüzü,

uçak, futbol topu gibi günlük yaşamdan örnekler yazmışlardır. Etkinlikler sırasında ekran kayıtlarında ve çalışma kâğıtlarında ise " Tahterevalli gibi hayal et", " Yay yapalım dalga olur dalga", "Salıncak gibi" ve "Bir çubuk koy, ip bağlıyorsun, orayı geçmeyecek sınır var" gibi günlük yaşamdan benzetmeler kullandıkları görülmüştür. Öğrencilerin bu görüşleri onların günlük yaşamdaki nesneler ile geometri arasında bir bağ kurduğunu gösterdiği düşünülmektedir. Ayrıca öğrencilerin daha çok hareketli günlük yaşam örnekleri vermelerine de yazılımın dinamikliğinin etki ettiği söylenebilir. Topuz ve Birgin (2020)'in GeoGebra ile 7. sınıflarla yaptıkları çalışmada sonuçlardan biri olan "GeoGebra öğretim materyalindeki animasyonların ve görsellerin konunun günlük hayatla ilişkilendirilebilmesine yardımcı olduğunu" şeklindeki öğrenci görüşü ile örtüşmektedir. İlhan ve Arslaner (2020) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının çoğunun dinamik geometri yazılımlarının matematik ile günlük yaşam arasında ilişki kurduğunu düşündüklerini ortaya koymuştur.

5.2.Öneriler

Yapılan çalışmanın sonuçları bağlamında oluşturulan öneriler 2 alt başlık altında aşağıda sunulmuştur.

5.2.1. Alana yönelik öneriler. Bu bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak alanda görev yapan tüm eğitimcilere önerilerde bulunulmuştur.

- Bu araştırmanın sonucunda dinamik geometri yazılımı ile görsel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin öğrenme ve motivasyonlarına katkı sağladığı sonucu ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda tüm okul seviyelerindeki matematik öğretmenlerine, derslerinde dinamik geometri yazılımları kullanarak öğrencilerin kendilerini bir matematikçi, bir mimar ve mühendis gibi hissedebilecekleri görsel modelleme çalışmaları yapmaları önerilmektedir.
- Bu tezin sonuçlarından bir tanesi, öğrencilere yeterli zaman verildiğinde seviyelerine uygun modelleme çalışmalarını yapabilecekleri yönündedir. Bu nedenle okul

müfredatlarında yer alan veya öğretmenlerin öngördüğü DGY çalışmaları için müfredat yoğunluğu gözden geçirilerek öğrencilere kendi zihinsel yapılarını kurmak için zaman öngörülmelidir.

- Çalışmada, ortaokul öğrencilerinin DGY ortamında gerçekleştirdikleri etkinlik süreçlerinde, bu ortamdan elde ettikleri sonuçların kâğıt-kalem ortamında yazılmasının gerekli olduğu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle dinamik geometri ortamında çalışmalar yapan öğretmenlere, sadece yazılım ortamını kullanmak yerine dinamik geometri ve kâğıt-kalem ortamının eş zamanlı olarak derslerde kullanılması önerilmektedir.

5.2.2. Akademik Çalışmalara Yönelik Öneriler. Bu bölümde ise çalışmadan elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak araştırmacı ve akademisyenlere önerilerde bulunulmuştur.

- Literatürde rastlanan birçok DGY çalışması daha çok öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda yapılan çalışmaların genelinin nicel olduğu ve DGY ile öğretimin ayrıntılarına inen nitel çalışmaların az olduğu fark edilmiştir. Bu nedenle DGY ile yapılabilecek etkinliklerde karşılaşılan her türlü fırsatın değerlendirilmesi ve yaşanabilecek güçlüklerin azaltılması için bu alandaki nitel çalışmaların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte matematik eğitiminde öğrencilerin temelinin önemli olduğu düşünüldüğünde anaokulu, ilkokul ve ortaokul seviyesindeki öğrenciler ile DGY çalışmalarını içeren daha çok araştırmanın yapılması önerilmektedir.
- Uygulama etkinlikleri sürecinde, ilk çalışmalarda öğrencilerin çalışma kâğıtlarında bulunan soruları yorumlarken ipuçlarına ihtiyaç duyduğu görülmüştür. Bu nedenle dinamik geometri yazılımda çalışma kâğıtları ile gerçekleştirilecek olan araştırmalarda, ilk çalışma kâğıtlarında öğrencilere sunulan soruların seçenekli olarak düzenlenmesi önerilmektedir.

- Bu çalışma geometri müfredatındaki bazı konuların yanında günlük yaşamdan esinlenerek oluşturulmuş geometrik işlemler içeren görsel modelin, öğrenciler tarafından yazılımda modelleme çalışmalarını içermektedir. Bu açıdan diğer çalışmalardan farklı olduğu ve katılımcı sayısının sınırlı olduğu düşünüldüğünde; dinamik geometri yazılımlarında sınıf seviyesine göre belirlenmiş günlük hayatla iç içe olan görsel modelleme etkinliklerinin yer aldığı başka çalışmaların yapılması önerilmektedir.
- Gizle-göster aracının görsel modelleme sürecinde, öğrenciler tarafından çok fazla kullanıldığı sonucu bağlamında, bu aracın kullanımı ile ilgili öğretim ortamlarının düzenlenmesi ve bunun test edilmesi, ilerde yapılacak bir çalışma olarak önerilebilir.
- Çalışmada gerçekleştirilen görsel modelleme süreçlerinde, inşa adımlarındaki sıralı işlemlerin öğrencileri zorladığı görülmüştür. Bu nedenle yazılımın yanında elde edilen sonuçlara ait "not defterinin" kullanıldığı araştırma sonuçları merak edilmekte ve alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
- Çalışmada öğrencilerin eksik ön bilgilerinin inşa süreçlerinde güçlük oluşturduğu sonucu elde edilmiştir. Bu nedenle aynı tarz etkinliklerin, tamamı akademik düzeyi yüksek olan öğrencilerden oluşturulmuş veya her düzeyden eşit sayıda öğrencinin bulunduğu çalışma grubu ile yapıldığında elde edilecek sonuçlar merak edilmekte ve ilerde yapılacak bir çalışma olarak önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Abdullah, M. Y. , Bakar, N. R. A. , & Mahbob, M. H. (2012). The Dynamics of student participation in classroom: Observation on level and forms of participation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* 59, 61-70.https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.246

Açıkgül, K. (2012). *Öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı kullanarak geometrik yer problemlerini çözüm süreçlerinin ve bu süreçlere ilişkin görüşlerinin incelenmesi* (Tez no. 314195) [Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Açıkgül, K. , & Aslaner, R. (2015). Öğretmen adaylarının kâğıt-kalem ve dinamik geometri yazılımı kullanarak geometrik yer problemlerini çözüm süreçlerinin incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (20), 468-512. https://doi.org/10.14520/adyusbd.96576

Akgül, M. B. (2014). *The effect of using dynamic geometry software on eight grade students' achievement in transformation geometry, geometric thinking and attitudes toward mathematics and Technology* (Tez no. 377889) [Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Aksoy, N. (2003). Eylem araştırması: Eğitimsel uygulamaları iyileştirme ve değiştirmede kullanılacak bir yöntem. *Kuram ve uygulamada eğitim yönetimi*, *36*(36), 474-489. https://dergipark.org.tr/en/pub/kuey/issue/10361/126837

Aksoy, Y. , & Bayazit, İ., (2009). Simetri Kavramının Öğrenim ve Öğretiminde Karşılaşılan Zorlukların Analitik Bir Yaklaşımla İncelenmesi. İçinde E. Bingölbali ve M. F. Özmantar (Eds.), *İlköğretimde Karşılaşılan Matematiksel Zorluklar ve Çözüm Önerileri* (pp. 187-215), Pegem Akademi.

Alakoç, Z. (2003). Matematik öğretiminde teknolojik modern öğretim yaklaşımları. *Turkish Online Journal of Educational Technology, 2*(1), 43-49.

Altun, M. (2002*). İlköğretim ikinci kademede (6. , 7. ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi*. Erkam Matbaacılık

Arzarello, F. , Olivera, F. , Paola, D. , & Robutti, O. (2002). A cognitive analysis of dragging practices in Cabri environments, *The international journal on mathematics education, 34*(3), 66 -72.

Arslan, B. (2003). Bilgisayar destekli eğitime tabi tutulan ortaöğretim öğrencileriyle bu süreçte eğitici olarak rol alan öğretmenlerin BDE' e ilişkin görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 2*(4), 67-75.

Arslan, S. (2006). Matematik Öğretiminde Teknoloji Kullanımı, H. Gür (Ed.), *Matematik Öğretimi* (ss.347-380). Lisans Yayıncılık.

Aslan, A., & Arnas, P. (2007). Okul Öncesi Eğitim Materyallerinde Geometrik Şekillerin Sunuluşuna İlişkin İçerik Analizi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16*(1), 69-80. https://dergipark.org.tr/tr/pub/cusosbil/issue/4376/59936

Ay, Y., & Başbay, A. (2017). Çokgenlerle ilgili kavram yanılgıları ve olası nedenler. *Ege Eğitim Dergisi, 18*(1) , 83-104. https://doi.org/10.12984/egeefd.328377

Aydoğan, A. (2007). *The effect of dynamic geometry use together with open-ended explorations in sixth grade students' performances in polygons and similarity and congruency of polygons* (Tez no. 177582) [Yüksek lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Aydoğmuş, B. S. (2010), *Matematik Öğretmenlerinin Öğretim Yazılımlarından Yararlanma Konusundaki Görüşleri* (Tez no. 250864) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi].

https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Baccaglini-Frank, A. (2010). *Conjecturing in dynamic geometry: A model for conjecture-generation through maintaining dragging* (Tez no. 529) [Doktora Tezi, University of New Hampshire]. University of New Hampshire. https://scholars.unh.edu/dissertation/529

Baccaglini-Frank, A. E. (2011). Abduction in generating conjectures in dynamic geometry through maintaining dragging. In M. Pytlak, T. Rowland, E. Swoboda (eds.), *7th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 110-119). Unıv Rzeszow Publıshıng House.

Baccaglini-Frank, A., & Mariotti, M. A. (2010). Generating conjectures in dynamic geometry: The maintaining dragging model. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, *15*(3), 225-253.

Baki, A. (1996). Matematik Öğretiminde Bilgisayar Her Şey Midir? , *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12*(12), 135-143. https://dergipark.org.tr/tr/pub/hunefd/issue/7825/102864

Baki, A. (2000). Bilgisayar Donanımlı Ortamda Matematik Öğrenme, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19*(19), 186- 193. https://dergipark.org.tr/tr/pub/hunefd/issue/7819/102757

Baki, A. (2001). Bilişim teknolojisi ışığı altında matematik eğitiminin değerlendirilmesi. *Milli eğitim dergisi*, *149*(1), 26- 31.

Baki, A. (2002). *Öğrenen ve öğretenler için bilgisayar destekli matematik*. Ceren Yayınları.

Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi (4. Baskı)*. Harf Eğitim Yayıncılık.

Baki, A. , Güven, B. , & Karataş, İ. (2002, 17 Eylül). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile keşfederek öğrenme. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

https://docplayer.biz.tr/35788599-Dinamik-geometri-yazilimi-cabri-ile-kesfederek-ogrenme.html

Balkan, İ. (2013). *Bilgisayar destekli öğretimin, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersi "Tablo ve grafikler" alt öğrenme alanındaki akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi* (Tez no. 333540) [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Baltacı, S., & Baki, A. (2017). Bağlamsal Öğrenme Ortamı Oluşturmada Geogebra Yazılımının Rolü: Elips Örneği. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, *18*(1), 429- 449.

Barçın, H. (2019). *Matematik dersi dönüşüm geometrisi konusunun Geogebra yazılımı ile anlatımının öğrencilerin matematik başarısına, kaygısına ve tutumuna etkisi* (Tez no. 553159) [Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Başaran-Şimşek, E. (2012). *Dinamik Geometri Yazılımı Kullanmanın İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Dersindeki Akademik Başarılarına ve Uzamsal Yeteneklerine Etkisi* (Tez no. 328912) [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Battista, M. T. (2001). Shape makers: A computer environment that engenders students' construction of geometric ideas and reasoning. *Computers in the Schools*, *17*(1-2), 105-120. https://doi.org/10.1300/J025v17n01_09

Baykul, Y. 1999. *İlköğretimde matematik öğretimi*. Anı Yayıncılık.

Baykul, Y. 2002. *İlköğretimde matematik öğretimi,* Pegem A Yayıncılık.

Baykul, Y. (2004). *6.-8. Sınıflar için ilköğretimde matematik öğretimi*. Pegem A Yayıncılık.

Bayraktar, B. ,Tapan Broutin, M., & Güneş, H. (2018). Cabri 3D Kullanımının Öğretmen Adaylarının Analitik Geometri Başarılarına Etkisinin İncelenmesi. *Academy Journal of Educational Sciences, 2* (2), 172- 192. https://doi.org/10.31805/acjes.460636

Bintaş, J. & Açıkgöz, U. (2006, 4- 5 Mayıs). Dinamik Geometri Programları ile Etkili Öğrenme.*3rd International Teacher Education Symposium.* Çanakkale.

Bintaş, J., & Bağcıvan, B. (2007). İlköğretim yedinci sınıfta bilgisayar destekli geometri öğretimi, *Hasan Ali Yücel Eğilim Fakültesi Dergisi, 1*(7), 33- 45. https://dergipark.org.tr/tr/pub/iuhayefd/issue/8786/109854

Bogdan, R., & Biklen, S. (2003). *Qualitative research for education.*(4. Ed.). A And B Publisher.

Borazan, A. (2019). *11. sınıf dönüşümler konusunun öğretiminde dinamik geometri yazılımlarının öğretmen ve öğrenci merkezli kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve motivasyonlarına etkisi* (Tez no. 545312) [Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi).YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Bozjanov, T. (2019). *Öğrencilerin dinamik geometri ortamında varsayımda bulunma süreci* (Tez no. 582169) [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi).YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Bruni, J., & Siedenstein, R. 1993. Geometric Concept and Spatial Sense. In J.N. Payne (Ed). *Mathematics for the Young Children* (ss.203-227), 2. Priting. The National Council of Teacher of Mathematics.

Budak, S. (2010). *Çokgenler konusunun bilgisayar destekli öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve bilgisayar destekli geometri öğretimine yönelik tutumlarına*

etkisi (Tez no. 256472) [Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Bulut, M. (2009). *İşbirliğine dayalı yapılandırmacı öğrenme ortamlarında kullanılan bilgisayar cebir sistemlerinin matematiksel düşünme, öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi* (Tez no. 229327) [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Büyüköztürk, Ş. Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri.* Pegem A Yayıncılık.

Can, R. (2010). *Cabri geometri ile hazırlanan bir ders tasarımının öğretmen adaylarının gelişimine etkisinin incelenmesi* (Tez no. 264121) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Clarou, P., Laborde, C., & Capponi, B. (2001). *Géométrie avec Cabri: Scénarios pour le lycée.* CRDP

Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (ss. 420-464). Macmillana.

Clements, D. H. (1998). Geometric and Spatial Thinking in Young Children. In Copley, J. V. (Ed.), *Mathematics in Early Years* (ss. 66-79). NCTM.

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6. Ed.). Routledge.

Çalışkan Dedeoğlu, N. (2007, 15-17 Kasım). *Dinamik Geometri Yazılımlarının Etkin Bir Şekilde Kullanılması: Aksiyonlar ve Temel Beceriler* [Konferans sunum özeti]. I. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

https://www.pegem.net/Akademi/kongrebildiri_detay.aspx?id=5435

Çetin, İ. , Erdoğan, A., & Yazlık, D. (2015). Geogebra ile öğretimin sekizinci sınıf öğrencilerinin dönüşüm geometrisi konusundaki başarılarına etkisi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 2015* (4), 84-92. https://dergipark.org.tr/tr/pub/goputeb/issue/34518/381200

Çepni, S. (2014). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş* (Genişletilmiş 7. Baskı). Celepler Matbaacılık.

De Villiers, M. (2003). *Rethinking Proof with Geometer's Sketchpad 4*. Key Curriculum Press.

De Villiers, M. (2004). The role and function of quasi-empirical methods in mathematics, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 4* (3), 397–418. https://doi.org/10.1080/14926150409556621

Delice, A., & Karaaslan, G. (2015). Dinamik geometri yazılımları ile çokgenler konusunda hazırlanan etkinliklerin öğrenci performansı ve öğretmen görüşlerine yansıması. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi, 3*(2), 133-148.

Demir, V. (2010). *Cabri 3D dinamik geometri yazılımının, geometrik düşünme ve akademik başarı üzerine etkisi* (Tez no. 264093) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Demirel, Ö. (2005). *Eğitim Sözlüğü*. Pegem A Yayıncılık.

Demirel, Ö., Seferoğlu, S. & Yağcı, E. (2001). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Pegem A Yayıncılık.

Deniz, S. (2016). *Doğrusal denklemlerin 7. sınıflarda öğretiminde geometri sketchpad kullanımının çoklu temsil ve enstrümantal yaklaşım boyutundan incelenmesi* (Tez no: 425491) [Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (1998).*The landscape of qualitative research: Theories and issues*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Doğan, A. , Özkan, K. , Çakır, N. K. , Baysal, D. & Gün, P. (2012). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin yamuk kavramına ait yanılgıları ve bu yanılgıların sınıf seviyelerine göre değişimi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *5*(1), 103-115. https://dergipark.org.tr/tr/pub/usaksosbil/issue/21647/232721

Doyuran, G. (2014). *Ortaokul öğrencilerinin temel geometri konularında sahip oldukları kavram yanılgıları* (Tez no. 381134) [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Drijvers, P., & Gravemeijer, K. (2005). Computer algebra as an instrument: Examples of algebraic schemes. In D. Guin, K. Ruthven & L. Trouche (Eds.), *The didactical challenge of symbolic calculators* (ss. 163-196). Springer.

Duman, B. (2019). Öğretim ilke ve yöntemleri. İçinde T. Duman, D. Peker Ünal (Eds.) *Temel Kavramlar* (s. 2- 26), Pegem Akademi.

Duval, R. (1995). Geometrical pictures: Kinds of representation and specific processings. In R. Sutherland & J. Mason (Eds.), *Exploiting mental imagery with computers in mathematics education* (pp. 142-157). Springer.

Egelioğlu, H. C. (2008). *Dönüşüm geometrisi ve dörtgensel bölgelerin alanlarının alt öğrenme alanının öğretilmesinde bilgisayar destekli öğretimin başarıya ve epistemolojik inanca etkisi* (Tez no. 226378) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Ekiz, D. (2004). Eğitim paradigmasının nitel araştırma paradigmasıyla incelenmesi: Doğal ya da yapay. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 2*(4), 415-439. https://dergipark.org.tr/tr/pub/tebd/issue/26126/275205

Erdener, K., & Hülya, G. Ü. R. (2019). Ortaokul matematik derslerinde dinamik geometri yazılımı Geometer's Sketchpad kullanımı ile ilgili öğrenci görüşleri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *21*(1), 364-377. https://doi.org/10.25092/baunfbed.548536

Ergün, S. (2010). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin çokgenleri algılama, tanımlama ve sınıflama biçimleri* (Tez no. 265518) [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Ersoy, Y. (2003). Teknoloji Destekli Matematik Eğitimi-1: Gelişmeler, Politikalar Ve Stratejiler. *İlköğretim- online*, *2*(1), sayfa 18-27. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ilkonline/issue/8613/107274

Eryiğit, P. (2010). *Üç Boyutlu Dinamik Geometri Yazılımı Kullanımının 12. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarıları ve Geometri Dersine Yönelik Tutumlarına Etkileri* (Tez no. 265508) [Yüksek lisans tezi, Dokuz eylül üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Falcade, R., Laborde, C., & Mariotti, M. A. (2007). Approaching functions: Cabri tools as instruments of semiotic mediation. *Educational Studies in Mathematics*, *66*(3), 317-333.

Filiz, M. (2009). *Geogebra ve Cabri geometri II dinamik geometri yazılımlarının web destekli ortamlarda kullanılmasının öğrenci başarısına etkisi* (Tez no. 244535) [Yüksek lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi].YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Flores, J. V., Malaspina, U., Gaita, C., & Ugarte, F. (2012). *Three-Dımensıonal Geometrıc Transformatıons Usıng Dynamıc Geometry: A Vıew From The Instrumental Genesıs.* 12. International Congress on Mathematical Education (ICME 12), (1), 2435-2443.

Genç, G. & Öksüz, C. (2016). Dinamik Geometri Yazılımı ile 5. Sınıf Çokgenler ve Dörtgenler Konularının Kavratılması. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 24* (3), 1551-1566. https://dergipark.org.tr/tr/pub/kefdergi/issue/22607/241656

Gül Toker, Z. (2008). *The effect of using dynamic geometry software whileteaching by guided discovery on students' geometric thinking levels and achievement* (Tez no. 228644) [Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi].YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Gülbağcı, H. (2009*). İlköğretim 7. sınıf dörtgenler konusunun öğretiminde dinamik geometri yazılımlarının etkisi* (Tez no. 324826) [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi].YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Gülburnu, M. (2013). *8. sınıf geometri öğretiminde kullanılan Cabri 3D'nin akademik başarıya etkisi ve öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi* (Tez no. 334707) [Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi].YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Gürbüz, R. (2008). Olasılık konusunun öğretiminde kullanılabilecek bilgisayar destekli bir materyal. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 0*(15), 41 - 52.

Güven, B. (2002). *Dinamik geometri yazılımı Cabri ile keşfederek geometri öğrenme* (Tez no. 127496) [Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Güven, B. (2012). Using Dynamic Geometry Software to Improve Eight Grade Students' Understanding of Transformation Geometry. *Australasian Journal of Educational Technology*, *28*(2), 364- 382. https://doi.org/10.14742/ajet.878

Güven, B. & Karataş, İ. (2003). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri ile Geometri Öğrenme: Öğrenci Görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET), 2*(2), 10- 18.

Güven, B. & Yılmaz, G. K. (2012). Dinamik Geometri Yazılımı Kullanımının Sınıf Öğretmeni Adaylarının Dönüşümler Konusundaki Akademik Başarılarına Etkisi. *Education Sciences, 7*(1), 442- 452. https://dergipark.org.tr/tr/pub/nwsaedu/issue/19817/212014

Hangül, T. (2010). *Bilgisayar destekli öğretimin (BDÖ) 8. sınıf matematik öğretiminde öğrenci tutumuna etkisi ve BDÖ hakkında öğrenci görüşler* (Tez no. 275264) [Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Helvacı, B. T. (2010). *Bilgisayar destekli öğretimin, ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin matematik dersi "çokgenler" konusundaki akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi* (Tez no. 278055) [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Hölzl, R. (2001). Using dynamic geometry software to add contrast to geometric situations- A case study. *International Journal of Computers for Mathematical Learning, 6* (1), 63- 68.

Işık, A. , Çiltaş, A. , & Bekdemir, M. (2008). Matematik eğitiminin gerekliliği ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, *0*(17), 174- 184. https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunikkefd/issue/2770/37025

İbrahimoğlu, Z. (2011). Değişen paradigmalar dünyasından nitel ve nicel araştırmalara bakmak: Felsefi yaklaşımlardaki dönüşümü anlamak. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *1*(40), 44- 52.

İçel, R. (2011). *Bilgisayar destekli öğretimin matematik başarısına etkisi: GEOGEBRA örneği* (Tez no. 280697) [Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

İlhan, A. & 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. https://doi.org/10.33907/turkjes.713606

İşman, A. (2005). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme.* Pegem A Yayıncılık

Johnson, A. P. (2002). *A short guide to action research*. Allyn&Bacon

Jones, K. (1997), Children Learning to Specify Geometrical Relationships Using a Dynamic Geometry Package. In E. Pehkonen (Ed), Proceedings of the 21st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education: Vol 3 (ss. 121-128). University of Helsinki. PME.

Kabaca, T. (2006). *Limit kavramının öğretiminde bilgisayar cebiri sistemlerinin etkisi* (Tez no: 191125) [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Kacar, A. Ö. & Doğan, N. (2007). Okul öncesi eğitimde bilgisayar destekli eğitimin rolü. *Akademik Bilişim*, *31*, 1-11. https://ab.org.tr/ab07/bildiri/43.pdf

Kaleli Yılmaz, G., Ertem, E. & Güven, B. (2010). Dinamik geometri yazılımı Cabri' nin 11.sınıf öğrencilerinin trigonometri konusundaki öğrenmelerine etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT),1*(2), 200-216.

Karaaslan, G. (2013). *Geometri dersine yönelik dinamik geometri yazılımlarıyla hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin akademik başarısı ve uzamsal yetenekleri bağlamında incelenmesi* (Tez no. 350013) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Karataş, İ. & Güven, B. (2008, 6-9 Mayıs). Bilgisayar Donanımlı Ortamlarda Matematik Öğrenme: Öğretmen Adaylarının Kazanımları. In 8th International Educational Technology Conference (ss. 604- 609), Anadolu Üniversitesi. http://www.iet-c.net/publication_folder/ietc/ietc2008.pdf

Karataş, İ., & Güven, B. (2015). Dinamik geometri yazılımı Cabri' nin matematik eğitiminde kullanımı: Pisagor bağıntısı ve çokgenlerin dış açıları. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, *1*(1), 15-28. https://dergipark.org.tr/tr/pub/gebd/issue/35201/390638

Kiriş, B. (2008). *İlköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin" nokta, doğru, doğru parçası, ışın ve düzlem" konularında sahip oldukları kavram yanılgıları ve bu yanılgı nedenlerinin belirlenmesi* (Tez no. 227600) [Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Koyuncu, İ. (2013).*Investigating the use of technology on pre-service elementary mathematics teachers' plane geometry problem solving strategies* (Tez no. 345134) [Yüksek Lisans Tezi, Middle East Technical University]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Köklü, N. (2001). Eğitim eylem araştırması-öğretmen araştırması. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, *34*(1), 35-43.

Köksal, A. (1981). *Bilişim Terimleri Sözlüğü*. Türk Dil Kurumu Yayınları.

Köse, N. (2008). *İlköğretim 5. sınıf Öğrencilerinin Dinamik Geometri Yazılımı Cabri Geometriyle Simetriyi Anlamlandırmalarının Belirlenmesi: Bir Eylem Araştırması* (Tez no. 229177) [Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Köse, N. Y. , & A. Özdaş (2009). İlköğretim 5. sınıf öğrencileri geometrik şekillerdeki simetri doğrularını cabri geometri yazılımı yardımıyla nasıl belirliyorlar? İlköğretim-Online, 8(1), 159-175.

Köse, N. Y. (2012). İlköğretim öğrencilerinin doğruya göre simetri bilgileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 42*(42). https://dergipark.org.tr/tr/pub/hunefd/issue/7794/101990

Köse, N., Uygan, C., & Özen, D. (2012). Dinamik geometri yazılımlarındaki sürükleme ve çeşitlerinin geometri öğretimindeki rolü. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *3*(1). https://dergipark.org.tr/tr/pub/turkbilmat/issue/21566/231488

Köse, N. , Tanışlı, D. , Özdemir Erdoğan, E. & Yüzügüllü Ada, T. (2013). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının teknoloji destekli geometri dersindeki geometrik oluşum edinimleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 8*(3), 102-121. https://dergipark.org.tr/en/pub/mersinefd/issue/17381/181516

Kutluca, T., & Zengin, Y. (2011). Matematik öğretiminde GeoGebra kullanımı hakkında öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi, *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 17*,160-172.

Kuzu, A. (2009). Öğretmen yetiştirme ve mesleki gelişimde eylem araştırması. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2*(6), 425-433.

Laborde, C. (1998). Visual Phenomena in the Teaching/Learning of Geometry in a Computer-Based Environment. In C. Mammana, & V. *Villani, Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century* (pp. 113-121). Kluwer Academic Publishers.

https://doi.org/10.1007/978-94-011-5226-6

Laborde, C. (2000). Dynamic Geometry Environments as a Source of Rich Learning Contexts for the Complex Activity of Proving. *Educational Studies in Mathematics*, *44*(1-3), 151-161.

Laborde, C. (2001). Integration of Technology in the Design of Geometry Tasks with Cabri-Geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, *6*(3), 283-317.

Laborde C. (2003) Technology used as a tool for mediating knowledge in the teaching of mathematics: The case of Cabri-geometry. In W. Yang, S. C. Chu, T. de Alwis & M. G. Lee (Eds.), Proceedings of the 8th Asian Technology Conference in Mathematics: Vol.1 (ss. 23-38), Chung Hua University.

Marrades, R. ve Gutierrez, A.(2000). Proofs Producted by Secondary School Students Learning Geometry in A Dynamic Computer Environment, *Educational Studies in Mathematics, 44* (1), 87- 125

Mckay, J. A. (1992). Professional development through action research. *Journal of Staff Development, 13* (1), 18- 21.

McMillan, J. H. (2000). *Educational research fundamentals for the consumer* (3. Ed.). Longman.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2009). *İlköğretim matematik dersi (1- 5. sınıflar) öğretim programı*. MEB

Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Ortaokul Matematik dersi 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar Öğretim Programı*. MEB.

Mills, G. E. (2003). *Action research: A guide fort he teacher researcher*. Merrill- Pretice Hall.

Moss, L. J. (2000). *The use of dynamic geometry software as a cognitive tool* (pp. 1-184). The University of Texas at Austin.

National Council of Teachers of Mathematics (1989). Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). Principles and Standards for School Mathematics. NCTM.

Olkun, S., & Altun, A. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 2*(4), 86- 91.

Olkun, S. & Toluk, Z. (2003).*Matematik öğretimi*, Anı Yayıncılık.

Öçal, M. F. , & Şimşek, M. (2017). Pergel-çizgeç ve Geogebra inşaları üzerine: Öğretmenlerin geometrik inşa süreçleri ve görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 37*(1).

Öksüz, C. (2010). İlköğretim yedinci sınıf üstün yetenekli öğrencilerin "nokta, doğru ve düzlem" konularındaki kavram yanılgıları. *İlköğretim Online (elektronik), 9*(2), 508-525.

Önal, N., & Demir, C. G. (2013). İlköğretim yedinci sınıfta bilgisayar destekli geometri öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. *Turkish Journal of Education, 2*(1), 19- 28. DOI: 10.19128/turje.181051

Özçakır Sümen, Ö. (2013). *Geogebra yazılımı ile simetri konusunun öğretiminin matematik başarısı ve kaygısına etkisi* (Tez no. 345613) [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Pandiscio, E. A. (2002). Exploring the link between preservice teachers‟ conception of prof and the use of dynamic geometry software. *School Science and Mathematics. 102* (5). 216–221.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers and powerful ıdeas.* Basic Books.

Parlak, Ö.İ. (2019). *9. Sınıf Öğrencilerinin Üçgenlerde Temel Kavramlara İlişkin Kavram Yanılgılarının İncelenmesi* (Tez no.606526) [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Peker, Ö. (1985). Ortaöğretim kurumlarında matematik öğretiminin sorunları. *Ortaöğretim kurumlarında matematik öğretimi ve sorunları* (ss.41-54). TED Yayınları.

Pratt, D., & Ainley, J.E. (1997). The Construction Meanings For Geometric Construction: Two Constructing Cases. *International Journal of Computers For Mathematical Learning*,1,293-322. https://doi.org/10.1007/BF00182619

Reason, P. (2001). Learning and change through action research. In J. Henry (Ed.). *Creative Management.* Sage Publications.

Rieber, L. P. (2005). Multimedia Learning in Games, Simulations, and Microworlds. In R. E. M. (Ed). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. (pp. 549- 567). Cambridge University Press.

Schattschneider, D., & King, J. (1997). *Geometry Turned On: Dynamic Software in Learning, Teaching and Research*. The Mathematical Association of America.

Schwarz, B. B., & Hershkowitz, R. (1999). Prototypes: Brakes or levers in learning the function concept? The role of computer tools. *Journal for Research in Mathematics Education*, *30*(4), 362- 389.

Şahin, G. (2019). *Dönüşüm geometrisi konularının dinamik geometri yazılımı programıyla öğretiminin öğrencilerin öğrenme süreçlerine etkisi* (Tez no. 601744) [Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Şengün, K. Ç. (2017). *Ortaokul öğrencilerinin kâğıt-kalem ve dinamik geometri ortamında üçgen inşa etme süreçlerinin incelenmesi* (Tez no. 481785) [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Şimşek, A. (1999) *Yeni öğrenme modeli ve eğitimde bilişim teknolojileri*. Bilgisayar destekli eğitim raporu (syf: 1-19), Koç Üniversitesi.

Tapan, M. S. (2006). *Différents types de savoirs mis en œuvre dans la formation initiale d'enseignants de mathématiques à l'intégration de technologies de géométrie dynamique* [Doctoral dissertation, Université Joseph-Fourier-Grenoble I]. TEL. https://tel. archives-ouvertes.fr/tel-00133569

Tapan-Broutin, M. S. (2010). *Bilgisayar etkileşimli geometri öğretimi: Cabri geometri ile dinamik geometri etkinlikleri.* Ezgi Kitabevi.

Tapan-Broutin, M. (2014). Matematiksel Nesnelerin Yapısı ve Temsiller: Klasik Semiyotik Üçgenin Geometri Öğretimine Yansımalarının Analizi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27* (1) , 255- 282.

Tapan-Broutin, M. S. (2016). Çizim-geometrik şekil-geometrik nesne kavramları ışığında çizimlerin yorumlanmasını etkileyen faktörler. İçinde E. Bingölbali, S. Arslan, İ. Ö. Zembat (Eds.) *Matematik Eğitiminde Teoriler* (s. 307- 323), Pegem Akademi.

Topaloğlu, İ. (2011). *Cabri 3d ile yapılan ders tasarımlarının öğrencilerin uzamsal görselleme ve başarılarına etkisinin incelenmesi* (Tez no. 320412) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Topuz, F. (2017). *Çember ve daire konusunun öğretiminde dinamik geometri yazılımı Geogebra kullanımının yedinci sınıf öğrencilerinin başarılarına, geometriye yönelik*

tutumlarına ve öğrenmedeki kalıcılık düzeylerine etkisi (Tez no. 467848) [Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Topuz, F. & Birgin, O. (2020). Yedinci Sınıf "Çember ve Daire" Konusunda Geliştirilen GeoGebra Destekli Öğretim Materyaline ve Öğrenme Ortamına İlişkin Öğrenci Görüşleri. *Journal of Computer and Education Research, 8*(15) , 1- 27. DOI: 10.18009/jcer.638142

Toptaş, V. & Karaca, E. T. (2017). Geometri Öğretiminde Uzamsal Düşünme Becerisini Geliştirmeye Yönelik Bilgisayar Yazılımlarına Genel Bir Bakış, İçinde K. Ulusoy & B. Tay (Eds.) International Journal Of Eurasia Social Sciences, Vol: 8, Issue: 28, (ss. DCV-DCXVII).

Tutak, T., Türkdogan, A. & Birgin, O . (2009). The effect of geometry teachıng wıth cabrı to learnıng levels of forth grade students. *e-Journal of New World Sciences Academy Physical Sciences, 4* (2) , 26- 35. https://dergipark.org.tr/en/pub/nwsaphysic/issue/20038/213551

Tutkun, Ö. F., Öztürk, B. & Demirtaş, Z. (2011, 27-29 Mart). Matematik öğretiminde bilgisayar yazılımları ve etkililiği.*2 nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications* (ss. 261- 298). Siyasal Kitapevi.

Twine, J. & Martinek, T. J.(1992). Teachers as researchers- an application of a collaborative action research model. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance, 63*(9), 22- 25.

Uşun, S. (2000). *Dünyada ve Türkiye'de Bilgisayar Destekli Öğretim*. Pegem A Yayıncılık.

Uzun, N. (2013). *Dinamik geometri yazılımlarının bilgisayar destekli öğretim ve akıllı tahta ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında kullanımının öğrencilerin akademik başarısına, uzamsal görselleştirme becerisine ve uzamsal düşünme becerisine ilişkin*

tutumlarına etkisi (Tez no. 349060) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi). YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Vatansever, S. (2007). *İlköğretim 7. sınıf geometri konularını dinamik geometri yazılımı geometers sketchpad ile öğrenmenin başarıya, kalıcılığa etkisi ve öğrenci görüşleri* (Tez no. 215762) [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi). YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Yanık, A. (2013). *Cabri yazılımı ile 7. sınıf öğrencilerinin çokgenleri tanımlama, oluşturma ve sınıflama becerilerinin gelişiminin incelenmesi* (Tez no. 322038) [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi). YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Yazlık, D. Ö. (2011). *İlköğretim 7. Sınıflarda Cabri Geometri Plus II ile dönüşüm geometrisi öğretimi* (Tez no. 280637) [Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Yenice, N. (2003). Bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminin öğrencilerin fen ve bilgisayar tutumlarına etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, *2*(4),79-85.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (6. Baskı). Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri.* (9. Baskı). Seçkin Yayıncılık.

Yılmaz, S. (2011). *7.sınıf öğrencilerinin doğrular ve açılar konusundaki hata ve kavram yanılgılarının Van Hiele geometri anlama düzeyleri açısından analizi* (Tez no. 284173) [Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Yılmaz, H. Z. (2019). *Altıncı sınıf öğrencilerinin çokgenler ve dörtgenler konusundaki kavram yanılgılarının Geogebra ile bilişsel çelişki oluşturarak giderilme sürecinin incelenmesi* (Tez no. 589602) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Zengin, Y. , Kağızmanlı, T. B. , Tatar, E. & İşleyen, T. (2013). Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Dersinde Dinamik Matematik Yazılımının Kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *10*(23), 167- 180.

Ekler

Ek 1: Cabri Araçları Tanıtım Çalışma Kâğıdı

CABRİ GEOMETRİ' Yİ TANIYORUM

- **Nokta oluşturalım.**

İşaretçi ile 2. araç kutusundan ''nokta'' aracını seçiniz. Nokta aracı ekrana her tıkladığınızda bir nokta oluşacaktır. Bunu 2. araç kutusundaki kesişim noktası ya da nesne üzerinde nokta araçlarını seçerek kesişim noktalarında veya nesne üzerinde de nokta oluşturabilirsiniz.

Noktaya isim vermek istiyorsanız nokta için tıkladıktan sonra başka bir yere basmadan noktaya A,B,C gibi harfler vererek isimlendiriniz. Yaptığınız bu işlem sonrasında birinci araç kutusuna veya ESC (vazgeç) tuşuna basarak oku işaretçi haline getirmeyi unutmayınız.

Eğer isimlendirmeyi o anda yapmadıysanız ok işaretçi halinde iken noktaya bir kez tıklayınız. Noktanın yanıp söndüğünü göreceksiniz. Şimdi A,B,C gibi harfler ile isimlendirebilirsiniz.

Bu bilgileri kullanarak A,E ve K noktalarını siz oluşturun.

- **Doğru oluşturalım.**

İşaretçi ile 3. araç kutusundaki ''doğru'' aracını seçiniz. Doğru aracı bir noktasını ve yönünü belirttiğiniz ya da iki noktayı belirttiğimiz doğruyu oluştur.

Doğru aracı seçili durumda iken ekrana ilk tıkladığınızda bir nokta ve 2. tıkladığında da doğrunun yönü belirlenmiş olur ve böylece doğrunuz ekranda oluşacaktır.

Diğer bir yöntem ise ekranda iki nokta varsa bu iki noktayı seçerek doğru oluşturmaktır. Daha sonra Oku işaretçi haline getiriniz.

Bu bilgiler ile siz de 2 yöntemi kullanarak 2 doğru oluşturunuz. Bu doğruları işaretçi ile üzerine tıklayarak noktayı isimlendirdiğiniz gibi isimlendirebilirsiniz.

- **Doğru parçası oluşturalım.**

İşaretçi ile 3. araç kutusundaki ''doğru parçası'' aracını seçiniz. Doğru parçası aracı iki uç noktasını seçtiğiniz doğru parçasını oluşturur.

Doğru parçası aracı seçili durumda iken ekrana ilk tıkladığınızda doğru parçasının ilk uç noktası ve 2. Tıkladığınızda da doğru parçasının ikinci uç noktası belirlenmiş olur ve böylece doğru parçanız ekranda oluşacaktır. Oku işaretçi haline getiriniz. Uç noktaları ok ile seçerek isimlendirdiğinizde doğru parçasını da isimlendirmiş olursunuz.(AB doğru parçası gibi)

Bu bilgiler ile siz de doğru parçası oluşturunuz.

- **Işın oluşturalım.**

İşaretçi ile 3. araç kutusundaki ‘’ışın’’ aracı seçilerek bir noktası ve yönü ya da iki noktası belirtilen ışın oluşur.

Siz de bir ışın oluşturunuz.

- **Üçgen oluşturalım.**

İşaretçi ile 3. araç kutusundaki ‘’Üçgen’’ aracı seçilerek üç noktası belirlenen üçgen oluşur. Üçgenin noktaları o anda da oluşturulabilir veya ekranda önceden oluşturulan noktalardan 3 tanesi seçilerek de oluşturulabilir.

Oku işaretçi haline getiriniz. Eğer noktalarınızın isimleri yoksa işaretçi ile noktalara tıklayarak isimlendiriniz. Böylece üçgeninizin ismi de oluşmuş olur.(ABC üçgeni gibi)

Siz de bir üçgen oluşturunuz.

- **Çokgen oluşturalım.**

İşaretçi ile 3. araç kutusundaki ‘’Çokgen’’ aracını seçiniz. 3 veya daha fazla kenara sahip olan şekiller çokgen olarak adlandırıldığı için kaç kenarlı çokgen oluşturacaksanız o kadar nokta seçilerek çokgen oluşturulur.

Örneğin; Bir beşgen oluşturulacaksa 5 nokta seçilmelidir. Çokgeni tamamlamak için ilk seçilen(oluşturulan) noktaya tekrar tıklanmalıdır. Çokgenin noktaları o anda da oluşturulabilir veya ekranda önceden oluşturulan noktalardan 5 tanesi seçilerek de oluşturulabilir.

Oku işaretçi haline getiriniz. Eğer noktalarınızın isimleri yoksa işaretçi ile noktalara tıklayarak isimlendiriniz. Böylece çokgeninizin ismi de oluşmuş olur.(ABCDE beşgeni gibi)

Siz de bir dörtgen ve altıgen oluşturunuz.

- **Çember oluşturalım.**

İşaretçi ile 4. araç kutusundaki ‘’Çember’’ aracı seçilerek bir merkez noktası ve yarıçapı veren bir nokta ile bir çember oluşturulur. Önce çemberin merkezi için bir nokta daha sonra istenen uzunlukta yarıçap belirleyen bir nokta seçilir.

Siz de bir çember oluşturunuz.

- **Yay oluşturalım.**

İşaretçi ile 4. araç kutusundaki ‘’Yay ‘’ aracını seçiniz. Yay aracı bir başlangıç noktası, yay üzerinde bir nokta ve bir bitiş noktası yani 3 nokta seçilerek bir çember yayı oluşturur.
Siz de bir yay oluşturunuz.

- **Dik doğru oluşturalım.**

İşaretçi ile 5. araç kutusundaki ‘’dik doğru’’ aracı ile bir noktadan geçen ve doğrusal bir nesneye dik olan doğru oluşturulur.
Örneğin; doğru çizip üzerinde ‘’Nesne üzerinde nokta’’ aracı ile doğru üzerinde bir K noktası oluşturulur. ESC ile ok işaretçi haline gelir. Daha sonra ‘’dik doğru aracı’’ seçilerek K noktasına ve doğruya tıklayarak dik doğru oluşturulur.
Siz de bir nesneye dik doğru oluşturunuz.

- **Paralel doğru oluşturalım.**

İşaretçi ile 5. araç kutusundaki ‘’paralel doğru’’ aracı ile bir noktadan geçen ve doğrusal bir nesneye paralel olan doğru oluşturulur.
Örneğin; doğru çizip üzerinde ‘’Nesne üzerinde nokta’’ aracı ile doğru üzerinde bir D noktası oluşturulur. ESC ile ok işaretçi haline gelir. Daha sonra ‘’paralel doğru aracı’’ seçilerek K noktasına ve doğruya tıklayarak paralel doğru oluşturulur.
Siz de bir nesneye paralel doğru oluşturunuz.

- **Orta nokta oluşturalım.**

İşaretçi ile 5. araç kutusundaki ‘’orta nokta’’ aracı ile seçilen iki noktanın, bir doğru parçasının ya da çokgenin bir kenarının orta noktasını oluşturabiliriz. Orta noktasını bulmak istediğimiz nesnenin 2 uç noktası seçilebileceği gibi araç aktif iken orta noktası istenen o
İki nokta da oluşturulabilir.

Siz de AB doğru parçası oluşturarak doğru parçasının orta noktasını veya iki nokta (D ve E noktaları gibi) oluşturarak bu noktaların orta noktasını oluşturunuz.

Not: Yapılan tüm bu etkinliklerde atacağınız her farklı adımda aktif olan OK ’u ESC ile İŞARETÇİ haline getirmeyi unutmayınız.

- Cabri geometri tanıtımı ile ilgili yapılan yukarıdaki çalışma için yorumlarınızı yazınız.

……
……
…….....
.....

EK 2: Dik Üçgen Çalışma Kâğıdı

ETKİNLİK: DİK ÜÇGEN

- Bir AB doğru parçası oluşturun.
- A noktasından geçen, AB doğru parçasına dik doğruyu oluşturun.
- ‘’ Nesne Üzerinde Nokta ‘’ aracını kullanarak, bu dik doğru üzerine bir C noktası yerleştirin.
- ABC üçgenini oluşturun.
- A, B ve C noktalarını sırasıyla hareket ettirin.
- Bu üç noktanın hareketi ile ilgili gözlemlerinizi yazın.

……
……
……
……

Nesnelerin Gizlenmesi

Dik üçgeni oluşturduğumuza göre çizmiş olduğumuz dik doğrunun ekranda görüntülenmesini artık istemiyoruz.

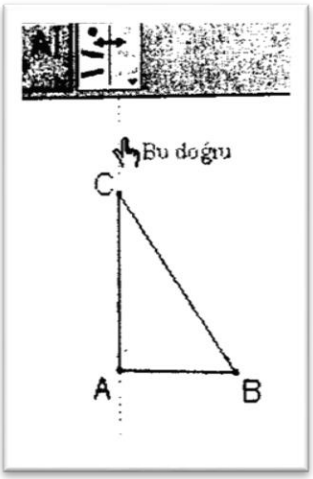
- Bunun için bu doğruyu seçelim ve klavyeden silme tuşuna basarak silelim.

Dik doğrunun silinmesi ile birlikte AB doğru parçası haricinde bütün nesneler de bu doğru ile silindi. Yapmak istediğimiz bu değildi.

- Hemen son gerçekleştirdiğimiz eylemi iptal edelim (Düzen menüsünden Geri Al komutu veya klavyeden Ctrl + Z).

Çizimi gerçekleştirmek için kullandığınız ve ekranda görüntülenmesini istemediğimiz nesneleri gizlemek için ‘’Gizle/ Göster‘’ aracı kullanılır.

- ‘’Gizle/ Göster‘’ aracını aktif hale getirin ve gizlemek istediğimiz doğruyu seçin.
- ‘’ İşaretçi‘’ aracını kullanarak aktif hale getirdiğimizde artık doğru ekranda görünmeyecek.



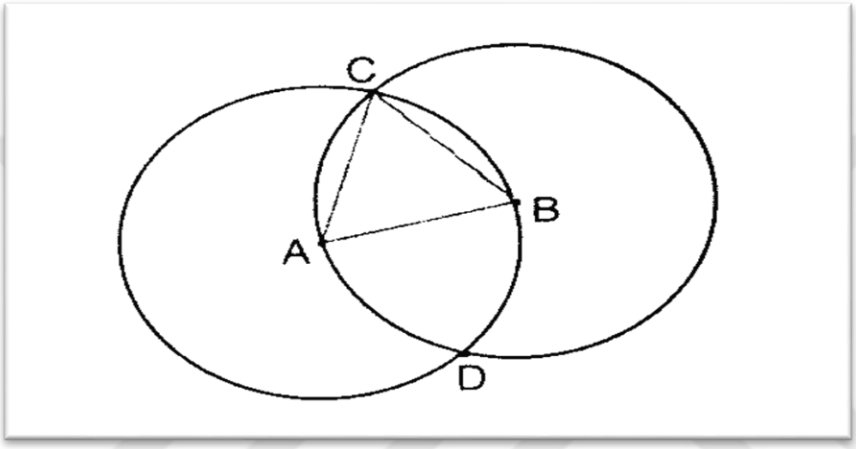
(Doğruyu tekrar göstermek için aynı yol izlenmelidir.)

EK 3: Eşkenar Üçgen Çalışma Kâğıdı

ETKİNLİK: EŞKENAR ÜÇGEN

- İki nokta oluşturun; noktaları A ve B olarak isimlendirin.
- Merkezi A noktası olan ve B noktasında geçen çemberi oluşturun.
- Merkezi B noktası olan ve A noktasından geçen çemberi oluşturun.
- Çemberler iki noktada kesişiyorlar. Çemberlerin kesişim noktalarını C ve D olarak isimlendirin.
- ABC üçgenini oluşturun.

  Aşağıdaki şekil elde etmiş olmalısınız.



- Üçgenin kenar uzunluklarını ölçün.A ve B noktalarını hareket ettirin.

  Ne gözlemliyorsunuz?

  ……
  ……
  ……

- AB = AC olmasının nedenlerini tartışın açıklayın.

  ……
  ……
  ……

- AB = BC olmasının nedenlerini tartışın açıklayın.

  ……
  ……
  ……

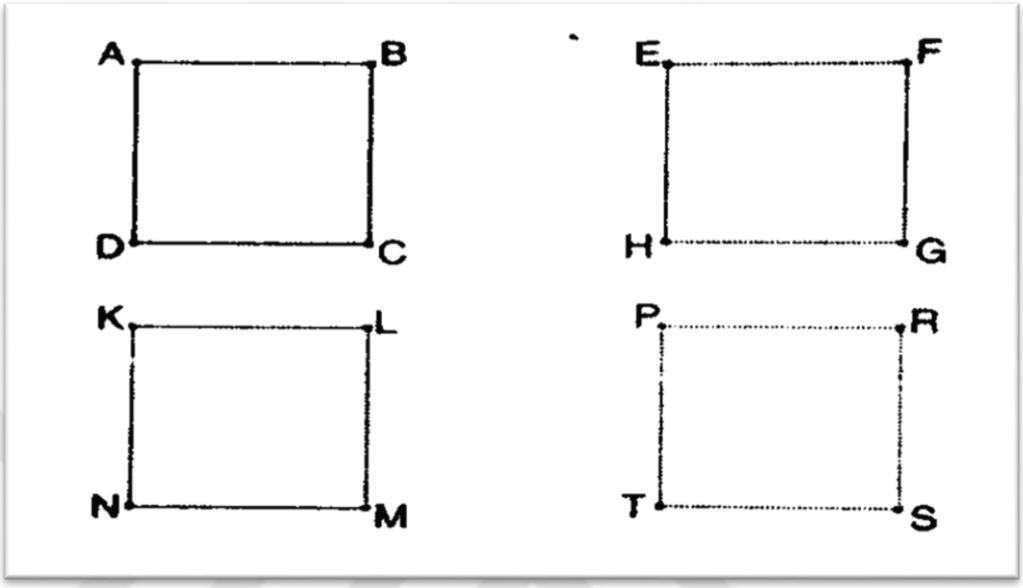
- ABC üçgeninin eşkenar üçgen olmasının nedenlerini açıklayın.

  ……
  ……
  ……

EK 4: Dörtgenler Çalışma Kâğıdı

ETKİNLİK: DÖRTGENLER

- Dörtgenler isimli belgeyi açın.
  Sayfadaki dörtgenlerin hepsi kare gibi görünüyor.



- Hangi noktaları hareket ettirebildiğinizi bulun ve yazın.
  ……
  ……

- Noktaları hareket ettirerek bu şekillerin çizimleri esnasında kullanılan geometrik özellikleri araştırın (Bu geometrik özellikler, nesnelerin hareket ettirilmesine rağmen geçerliliğini koruyan özellikler olmalı).

- Ulaştığınız geometrik özelliklere dayanarak her bir dörtgenin çeşidini belirleyin ve boşluklara yazın.

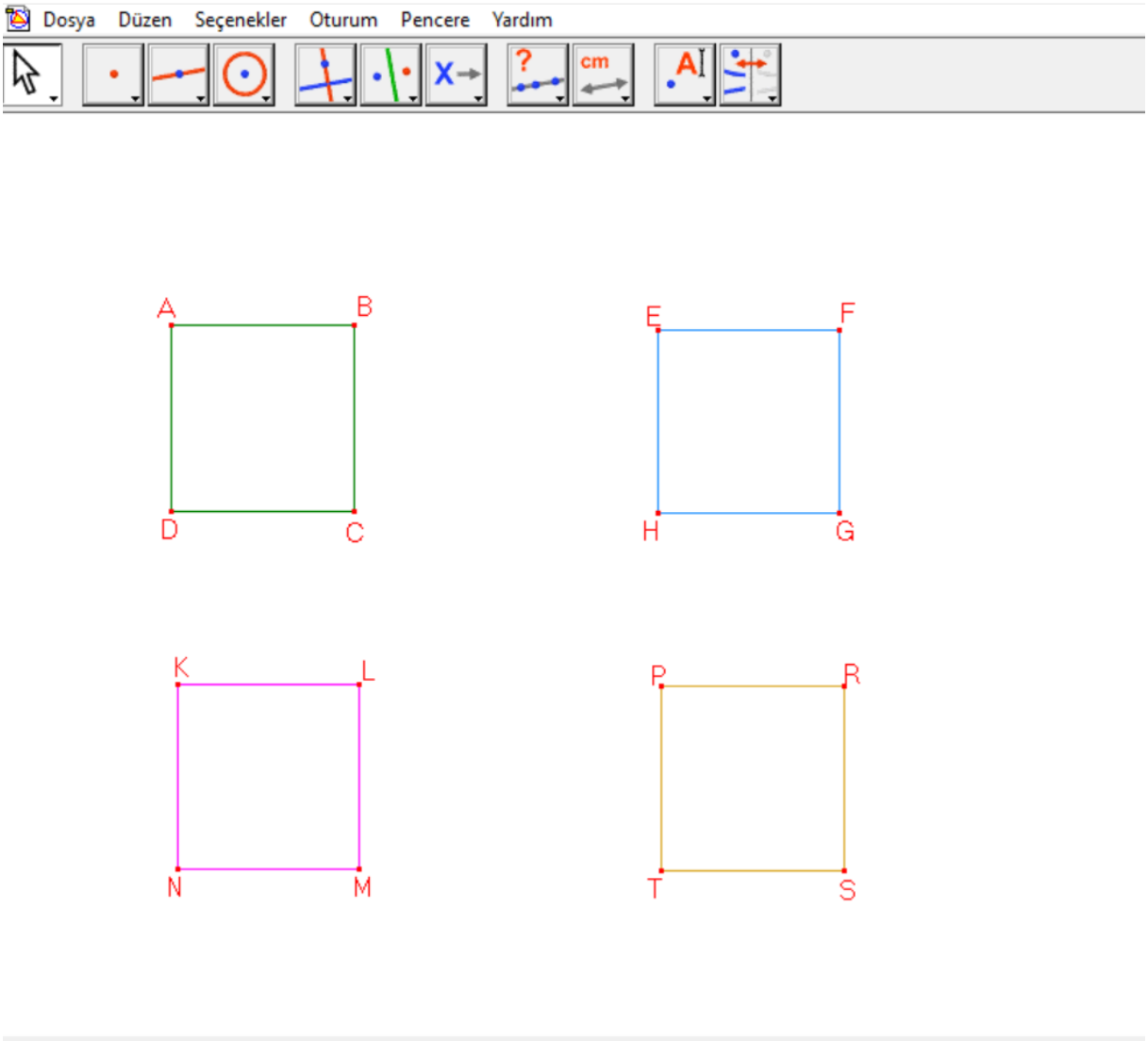
  ABCD dörtgeni bir ……dir.
  Çünkü……

  EFGH dörtgeni bir ……dir.
  Çünkü……

  KLMN dörtgeni bir ……dir.
  Çünkü……

  PRST dörtgeni bir ……dir.
  Çünkü……

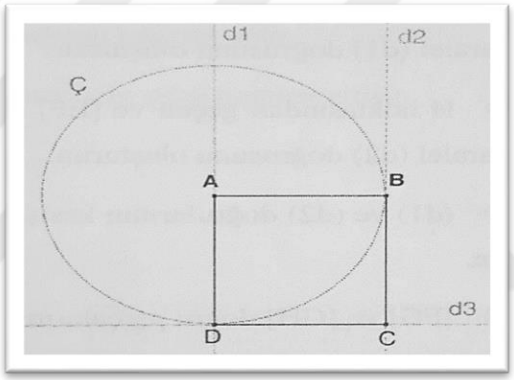
EK 5: Dörtgenler Etkinliğine ait Cabri dosyası



EK 6: Kare Çalışma Kâğıdı

ETKİNLİK: KARE OLUŞTURMA

- Bir doğru parçası oluşturun. Doğru parçasının uçlarını A ve B olarak isimlendirin.
- Merkezi A olan ve B noktasından geçen Ç çemberini çizin.
- A noktasından geçen ve AB doğru parçasına dik (d1) doğrusu oluşturun.
- Ç çemberi ile (d1) doğrusunun kesişim noktalarından birini oluşturun ve D olarak isimlendirin.
- B noktasından geçen ve AB doğru parçasına dik (d2) doğrusunu çizin.
- D noktasından geçen ve (d1) doğrusuna dik (d3) doğrusu çizin.
- (d2) ve (d3) doğrularının kesim noktasını oluşturun ve C noktası olarak isimlendirin.
- BC, CD ve DA doğru parçalarını oluşturun.
- Şekli hareket ettirin ve çizdiğiniz karenin hareket ettirildikten sonra da kare kalıp kalmadığını kontrol edin.



- (d1),(d2),(d3) doğrularını ve çemberi gizleyin.
- Karenin köşelerini hareket ettirdiğinizde kenarlar ve açılar ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?

……

……

……

……

Bu etkinlik hakkındaki görüşlerinizi ve etkinliğin size ne kazandırdığını (varsa) yazınız.

……

……

……

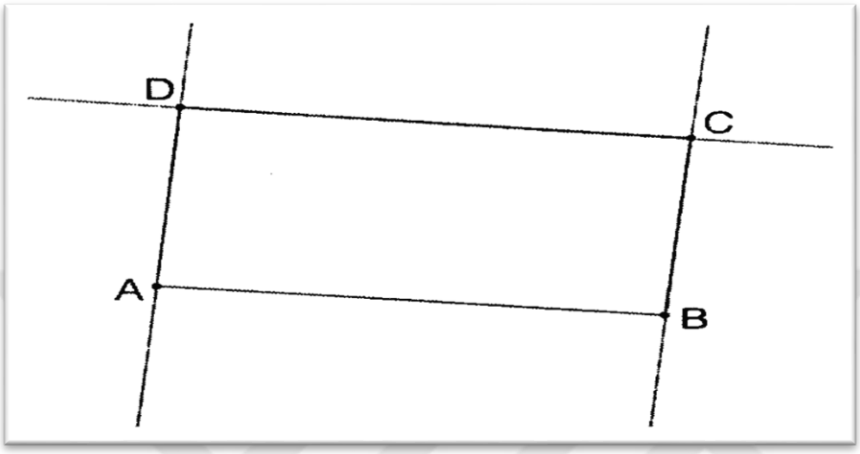
……

……

EK 7: Dikdörtgen Çalışma Kâğıdı

ETKİNLİK: DİKDÖRTGEN

- Bir AB doğru parçası oluşturun.
- B noktasından geçen, AB doğru parçasına dik doğruyu oluşturun.
- Bu dik doğru üzerine bir C noktası yerleştirin.
- ABCD dikdörtgenini oluşturun.



- A, B ve C noktalarını hareket ettirin.
- C ve D noktalarının hareketi ile ilgili ne söylenebilir? Nedenlerini tartışın.

……
……
……
……
……
……..

- Çizimi gerçekleştirmek için oluşturduğunuz doğruları gizleyin.
- Dikdörtgenin köşelerini hareket ettiriniz. Şeklin kenarları ve açıları ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?

.....
.....
.....
.....

EK 8: Paralelkenar Çalışma Kâğıdı

ETKİNLİK: PARALELKENAR

- Bir doğru parçası oluşturun. Uç noktalarını A ve B olarak isimlendirin.
- Bir noktası A olan başka bir doğru parçası oluşturun ve isimsiz olan uç noktayı D olarak isimlendirin. Böylece AB ve AD doğru parçalarını oluşturmuş oldunuz.

- B noktasından geçen ve AD doğru parçasına paralel olan d1 doğrusunu oluşturun.
- D noktasından geçen ve AB doğru parçasına paralel olan d2 doğrusunu oluşturun.
- d1 ve d2 doğrularının kesim noktasını oluşturun ve C olarak isimlendirin.
- DC ve BC doğru parçalarını oluşturun.
- Çokgen aracına tıklayarak ABCD paralelkenarı oluşturun.

  Oluşturduğunuz paralelkenarın köşe noktalarını hareket ettirdiğinizde hala paralelkenar olarak kalıp kalmadığını kontrol edin.

  ……
  …….
- Çiziminiz esnasında kullandığınız ve artık ekranda görünmesini istemediğiniz nesneleri gizleyin.
- Paralelkenarın köşe noktalarını hareket ettirin. Bütün köşe noktalarını hareket ettirebiliyor musunuz?

  ……
  ……
  ……
  ……
- Köşe noktalarından hareket ettirilemeyen varsa bunun nedenlerini tartışarak yazınız.

  ……
  ……
  ……
  ……
- Paralelkenarı köşe noktalarından hareket ettirdiğinizde kenarları ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?

  ……
  ……
  ……
- Paralelkenarı köşe noktalarından hareket ettirdiğinizde açıları ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?

  ……
  ……

EK 9: Eşkenar Dörtgen Çalışma Kâğıdı

ETKİNLİK: EŞKENAR DÖRTGEN

- Bir doğru parçası oluşturun. Uç noktaları A ve B olarak isimlendirin.
- Çember aracına tıklayarak merkezi B olan ve A noktasından geçen bir çember oluşturun.
- Çemberin üzerinde bir C noktası oluşturun.
- A ve C noktalarının orta noktasını 'orta nokta' aracını kullanarak oluşturun ve O olarak isimlendirin.
- B noktasının, O noktasına göre simetriğini oluşturun ve D olarak isimlendirin.
- BC, CD ve DA doğru parçalarını oluşturunuz.
- 'Çokgen' aracını seçerek ABCD eşkenar dörtgeni oluşturun.
- O noktasını ve çemberi gizleyiniz.
- ABCD eşkenar dörtgenini köşelerinden hareket ettiriniz ve çizimin doğruluğunu kontrol ediniz.

  Ne gözlemliyorsunuz?

  ……
  ……
  ……
- ABCD eşkenar dörtgeninin köşelerini hareket ettirdiğinizde kenarlar ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?
- ……
  ……
  ……
  ……
  …….
- ABCD eşkenar dörtgeninin köşelerini hareket ettirdiğinizde açılar ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?

  ……
  ……
  ……
  ……
  …….

EK 10: Yamuk Oluşturma Çalışma Kâğıdı

ETKİNLİK: YAMUK

- Bir AB doğru parçası oluşturun.
- AB doğru parçasına ait olmayan bir C noktası oluşturun.
- C noktasından geçen ve AB doğru parçasına paralel d1 doğrusu çizin.
- d1 doğrusu üzerinde bir D noktası oluşturun.
- BC, CD ve DA doğru parçalarını oluşturun.
- Çokgen aracını seçerek ABCD yamuğunu oluşturun.

- d1 doğrusunu gizleyin. Şekli köşelerinden hareket ettirerek çizimin doğruluğunu kontrol ediniz.
  Ne gözlemliyorsunuz?
  ……
  ……
  ……
- ABCD yamuğunun köşelerini hareket ettirdiğinizde kenarlar ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?
  ……
  ……
  ……
  ……
  …….

- ABCD yamuğunun köşelerini hareket ettirdiğinizde açılar ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?
  ……
  ……
  ……
  ……
  …….

EK 11: Simetri Çalışma Kâğıdı

ETKİNLİK: SİMETRİ

- Bir d doğrusu ve doğrunun üzerinde olmayan bir A noktası oluşturun.

- "Doğruya göre simetri" aracını aktif hale getirin.

- Önce A noktasının daha sonra d doğrusunun üzerine tıklayın.

- Bir nokta elde ettiniz. Bu noktayı B olarak isimlendirin. Elde ettiğiniz görüntüyü aşağıya çizin.

- A noktasını ve d doğrusunu hareket ettirin.
- B noktasını hareket ettirebiliyor musunuz?

  ……
  ……
  ……...
- A ve B den noktalarından geçen AB doğrusunu oluşturun.
- AB doğrusu ile d doğrusu için ne söylenebilir?

  ……
  ……
  ……
- ''Orta Nokta'' aracını kullanarak A ve B noktalarının orta noktasını oluşturun. Ne gözlemliyorsunuz?

  ……
  ……
  ……
  ……

EK 12: İz Çalışma Kâğıdı

ETKİNLİK: İZ

- İZ isimli Cabri dosyasını açın.
- Sayfadaki A, B, C ve D noktalarını hareket ettirin. Noktaların hareketi ile ilgili ne gözlemliyorsunuz?

  Her nokta için ayrı ayrı gözlemlerinizi yazınız.

  ……
  ……
  ……
  ……
  ……
  ……
  ……
  ……
  ……

- Cabri' de '' İZ '' aracını aktif hale getirin.
- A noktasına tıklayınız. A noktasının yanıp söndüğünü gördükten sonra bu noktayı tutup yavaşça hareket ettiriniz. Ne gözlemliyorsunuz?

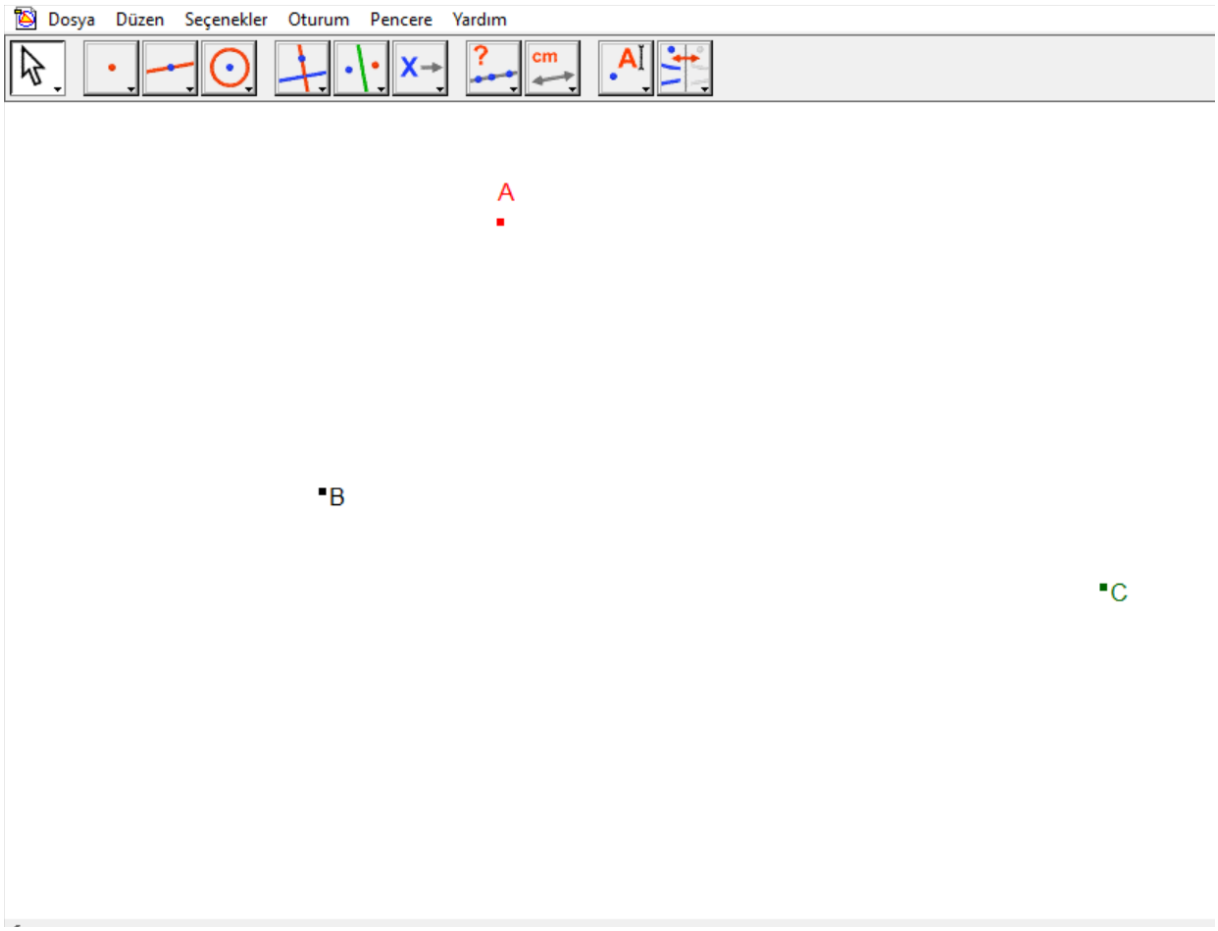
  Bu işlemi sırayla diğer noktalara da uygulayınız. Gözlemlerinizi her nokta için ayrı ayrı yazınız.

  ……
  ……
  ……
  ……
  ……
  ……

- Şimdi A, B, C ve D noktalarının konumları ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?

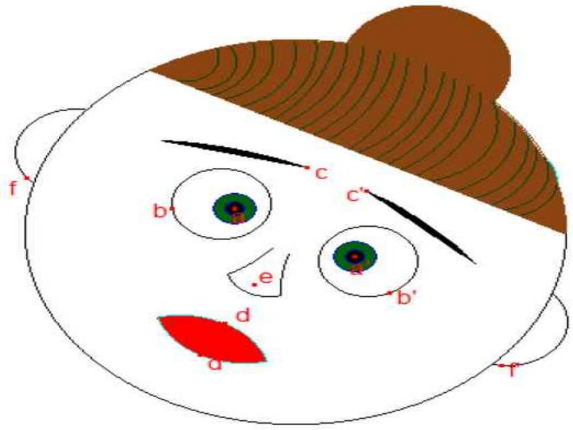
  ……
  ……
  ……
  ……
  ……
  ……
  ……

EK 13: İz Etkinliği Cabri Dosyası



Ek 14: Görsel Model İnceleme Çalışma Kâğıdı

HURİYE ABLA ETKİNLİĞİ



HURİYE ABLA isimli Cabri dosyasını açıp aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1) A) a noktasını hareket ettirebiliyorsanız hareket ettiriniz ve gözlemlerinizi yazınız.

……

……

……

……

B) a' noktasını hareket ettirebiliyorsanız hareket ettiriniz ve gözlemlerinizi yazınız.

……

……

…….....

……

…….

2) A) b noktasını hareket ettirebiliyorsanız hareket ettiriniz ve gözlemlerinizi yazınız.

……

……

……

……

B) b' noktasını hareket ettirebiliyorsanız hareket ettiriniz ve gözlemlerinizi yazınız.

……

……

…….....

3) A) c noktasını hareket ettirebiliyorsanız hareket ettiriniz ve gözlemlerinizi yazınız.

……
……
……
……

B) c’ noktasını hareket ettirebiliyorsanız hareket ettiriniz ve gözlemlerinizi yazınız.

……
……
…….....
.....

4) A) d noktasını hareket ettirebiliyorsanız hareket ettiriniz ve gözlemlerinizi yazınız.

……
……
……
……

B) d’ noktasını hareket ettirebiliyorsanız hareket ettiriniz ve gözlemlerinizi yazınız.

……
……
…….....

5) ‘’e’’ noktasını hareket ettirebiliyorsanız hareket ettiriniz ve gözlemlerinizi yazınız.

……
……
……
……
……
……

6) A) f noktasını hareket ettirebiliyorsanız hareket ettiriniz ve gözlemlerinizi yazınız.

……
……
……

B) f’ noktasını hareket ettirebiliyorsanız hareket ettiriniz ve gözlemlerinizi yazınız.

……
……
…….....

7) ‘’b’’ noktasına ait gözlemlerinize göre eğer b noktası hareket ettirilebiliyorsa;

A) b noktası hareketini tarif ediniz?

……

……

……

B) b noktası ekranda nerelere taşınabilmektedir?

……

……

……

C) b noktası ile ilgili gözlemlerinizi ve tüm cevaplarınızı düşündüğünüzde sizce b noktası hangi geometrik kavram üzerine inşa edilmiştir?

……

……

……

(b noktası hareket etmiyorsa yukarıdaki soruları cevaplamadan geçiniz.)

8) ‘’a’’, ‘’b’’, ‘’c’’, ‘’d’’ , ‘’e’’ ve ‘’f ‘’ noktalarının hareketlerine ait gözlemlerinizi genel olarak düşündüğünüzde; ortak veya farklı yönleri var mıdır? Verdiğiniz cevabı nedeniyle birlikte yazınız.

……

……

……

……

……

……

……

……

9) ‘’a’’ noktasının hareketini düşündüğümüzde Huriye Abla’nın sol göz bebeği için sağ göz bebeğine ne diyebiliriz?

……

……

……

……

10) “b” noktasının hareketini düşündüğümüzde Huriye Abla’nın sol gözü üzerindeki b lekesi için b’ lekesine ne diyebiliriz?

……

……

……

……
……
……

11) ‘’c’’ noktasının hareketini düşündüğümüzde Huriye Abla’nın sol kaşı için sağ kaşına ne diyebiliriz?

……
……
……
……
……
……

12) ‘’d’’ noktasının hareketini düşündüğümüzde Huriye Abla’nın üst dudağı için alt dudağına ne diyebiliriz?

……
……
……
……
……
……

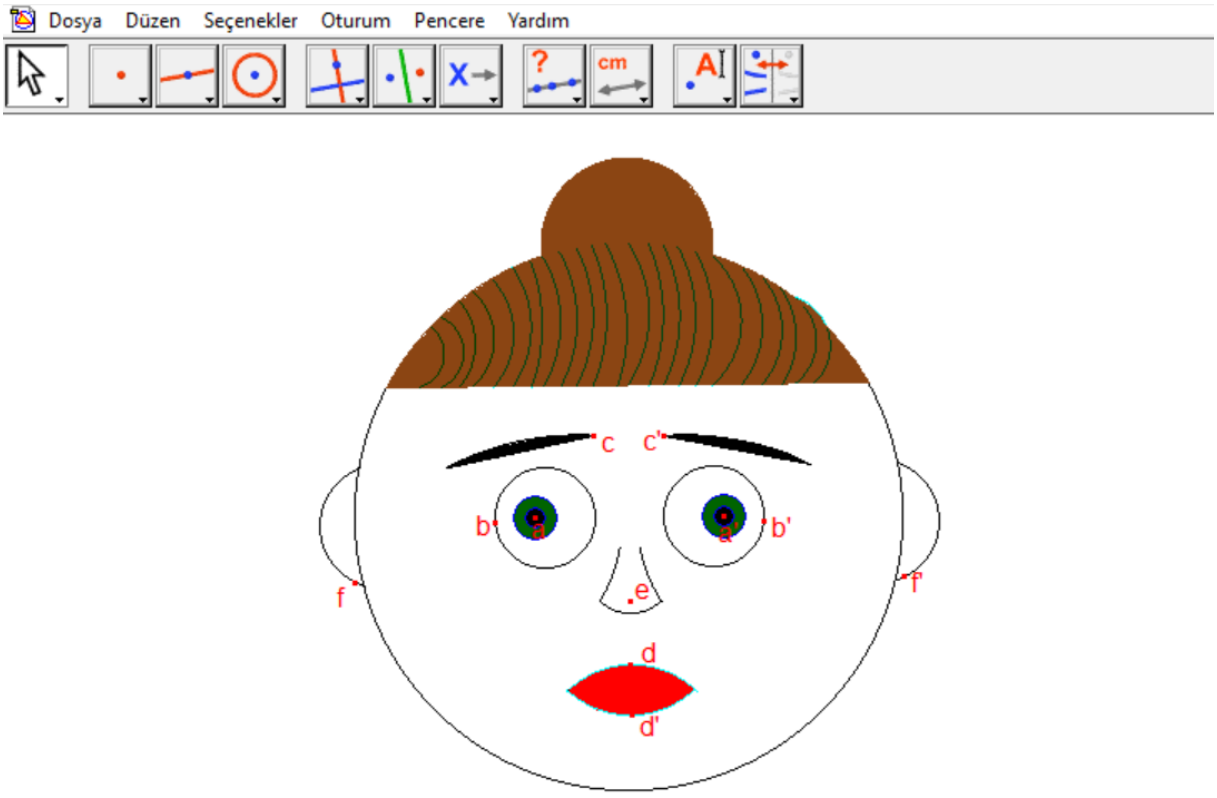
13) ‘’f’’ noktasının hareketini düşündüğümüzde Huriye Abla’nın sol kulağındaki küpe için sağ kulağındaki küpeye ne diyebiliriz?

……
……
……
……
……
……..

14) Huriye Abla’nın burnundaki <u>beni</u> (e) hareket ettiriniz. Gözlemlerinize göre ben ile ilgili ne diyebiliriz?

……
……
……
……

EK 15: Görsel Model Cabri Dosyası



Ek 16: Görüşme Formu Soruları

GÖRÜŞME FORMU

Öğrencinin Grup numarası:

1. Cabri ile yapıtlığınız çalışmayı beğendiniz mi?

En beğendiğiniz kısmı örnek vererek yazınız.

2. Cabri çalışmaları sırasında karşılaştığınız zorluklar oldu mu? Evet veya hayır cevaplarınızın nedenlerini örnek (veya örnekler) vererek yazınız.

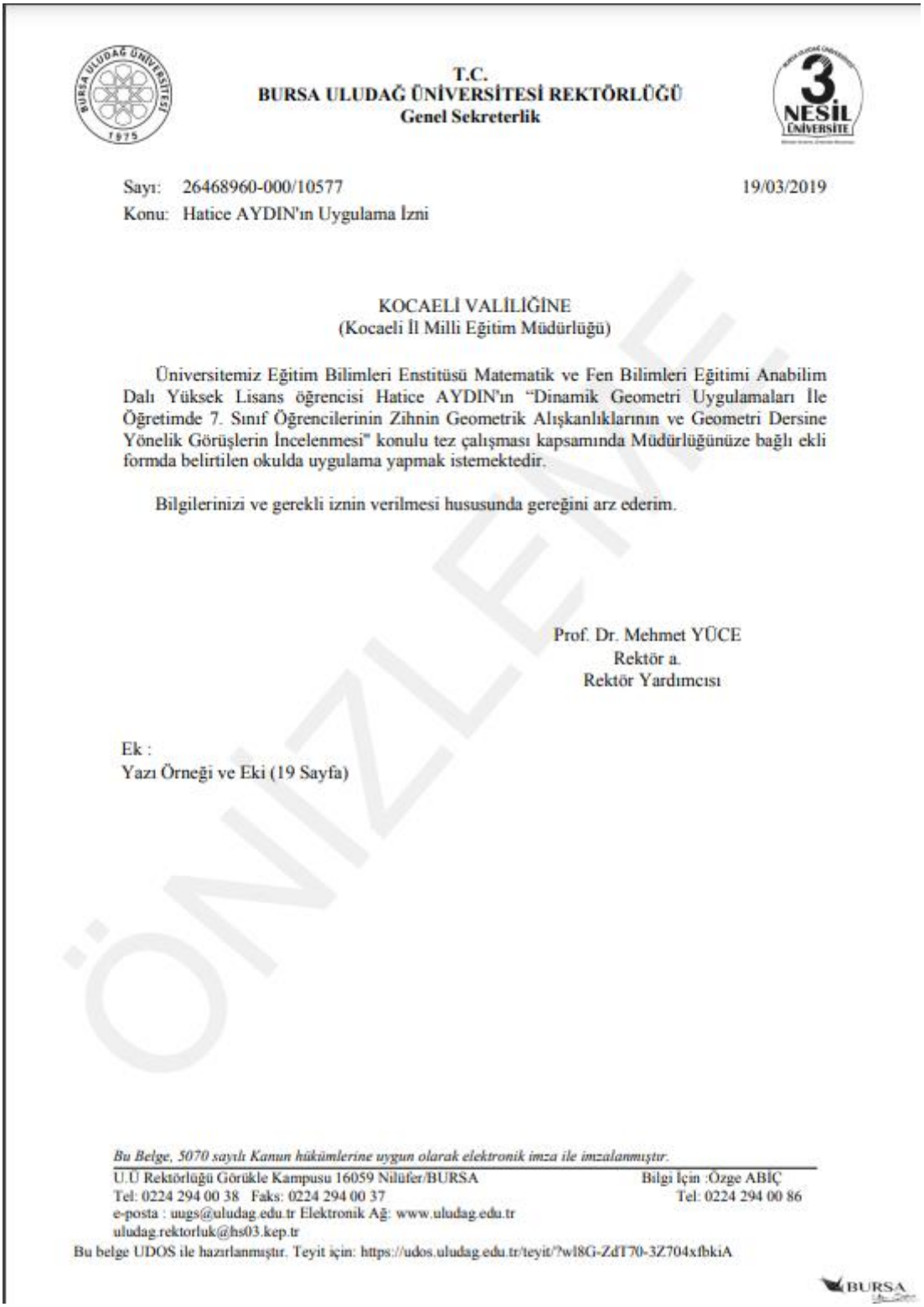
3. Cabri uygulamaları geometri dersine yönelik düşüncelerini etkiledi mi? Evet veya hayır cevaplarınızı nedenleriyle birlikte yazınız.

4. Cabri uygulamalarının geometrik kavramlar ve şekiller ile ilgili size eski bilgilerinizden farklı olarak kazandırdığı bir şey var mı? Varsa örnek vererek açıklayınız.

5. Uygulama sonrasında Cabri programında oluşturmak isteyip de oluşturamadığınız bir yapı oldu mu? Olduysa oluşturamama sebeplerini yazınız.

6. Programı ve matematiği tam bildiğinizi varsayarsak, bu programda oluşturmak istediğiniz bir yapı olur mu?

EK 17: Uygulama İzni



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Genel Sekreterlik

Sayı: 26468960-000/10577 19/03/2019
Konu: Hatice AYDIN'ın Uygulama İzni

KOCAELİ VALİLİĞİNE
(Kocaeli İl Milli Eğitim Müdürlüğü)

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Hatice AYDIN'ın "Dinamik Geometri Uygulamaları İle Öğretimde 7. Sınıf Öğrencilerinin Zihnin Geometrik Alışkanlıklarının ve Geometri Dersine Yönelik Görüşlerin İncelenmesi" konulu tez çalışması kapsamında Müdürlüğünüze bağlı ekli formda belirtilen okulda uygulama yapmak istemektedir.

Bilgilerinizi ve gerekli iznin verilmesi hususunda gereğini arz ederim.

Prof. Dr. Mehmet YÜCE
Rektör a.
Rektör Yardımcısı

Ek :
Yazı Örneği ve Eki (19 Sayfa)

ÖNİZLEME

Bu Belge, 5070 sayılı Kanun hükümlerine uygun olarak elektronik imza ile imzalanmıştır.
U.Ü Rektörlüğü Görükle Kampusu 16059 Nilüfer/BURSA Bilgi İçin :Özge ABİÇ
Tel: 0224 294 00 38 Faks: 0224 294 00 37 Tel: 0224 294 00 86
e-posta : uugs@uludag.edu.tr Elektronik Ağ: www.uludag.edu.tr
uludag.rektorluk@hs03.kep.tr
Bu belge UDOS ile hazırlanmıştır. Teyit için: https://udos.uludag.edu.tr/teyit/?wl8G-ZdT70-3Z704xfbkiA

BURSA

Ek 18: Araştırma İzni

T.C.
KOCAELİ VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 99332089/605.01/6646925 02/04/2019
Konu: Araştırma İzni
(Hatice AYDIN)

VALİLİK MAKAMINA

İlgi: Bursa Uludağ Üniversitesi 19/03/2019 tarih ve 10577 sayılı yazısı.

Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Hatice AYDIN'ın " Dinamik Geometri Uygulamaları İle Öğretimde 7. Sınıf Öğrencilerinin Zihnin Geometrik Alışkanlıklarının ve Geometri Dersine Yönelik Görüşlerin İncelenmesi" konulu araştırma çalışmasını İlimiz Çayırova Yenimahallle Ortaokulunda uygulama talebi, Üniversitenin ilgi yazıları ile bildirilmektedir.

Adı geçenin söz konusu çalışmasına esas olmak üzere, ekte sunulan çalışmayı İlimiz Çayırova Yenimahallle Ortaokulunda uygulama talebi komisyonumuzca uygun görülmüş olup, İlçe Milli Eğitim Müdürlükleri ve okul müdürlüklerinin denetim ve gözetiminde gönüllülük esasına dayalı olarak çalışmayı yapmaları Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Fehmi Rasim ÇELİK
Millî Eğitim Müdürü

OLUR
..../04/2019

Osman EKŞİ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Körfez Mah. Ankara Karayolu Cad.No:129 Valilik Binası B Blok Kat:3 KOCAELİ
Elektronik Ağ: www..kocaelimem.meb.gov.tr
E-posta: stratejigelistirme41@meb.gov.tr

Bilgi için: E. SAĞLAM YAVUZ
Tel:(0262) 3005871

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden 599d-04c3-3037-8407-6b98 kodu ile teyit edilebilir.

Öz Geçmiş

Doğum Yeri ve Yılı **:**

Öğrenim Gördüğü Kurumlar	**: Başlama ve Bitirme Yılı**	**Kurum**
Lise	**:** 2006- 2008	Hasanoğlan Atatürk Fen Lisesi (Eski AÖL)
Lise	**:** 2008- 2010	Muammer Dereli Fen Lisesi (Eski AÖL)
Lisans	**:** 2010- 2014	Gazi Üniversitesi
Yüksek Lisans	**:** 2016- 2021	Uludağ Üniversitesi

Bildiği Yabancı Diller ve Düzeyi **:** İngilizce- Orta

Çalıştığı Kurumlar	**: Başlama ve Ayrılma**	**Kurum**
	2014- 2018	Çayırova İstiklal Ortaokulu
	2018-	Çayırova Yenimahalle İmam Hatip Ortaokulu

Yayınlanan Çalışmalar:

Aydın, H. & Tapan Broutin, M. S. (2020). Dinamik geometri uygulamaları ile öğretimde 7. sınıf öğrencilerinin Van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin ve geometri dersine yönelik görüşlerinin incelenmesi. *2. Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi Tam Metin Kitabı* (ss.308- 318). OrEgDa Yayıncılık.