T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

TEORİDEN UYGULAMAYA: İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİNİN ENTEGRASYONUNA YÖNELİK BİR MODEL

YUSUF ERKUŞ

İzmir
2023

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

TEORİDEN UYGULAMAYA: İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİNİN ENTEGRASYONUNA YÖNELİK BİR MODEL

YUSUF ERKUŞ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Cenk KEŞAN

İzmir

2023

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Doktora tezi olarak sunduğum “Teoriden Uygulamaya: İlköğretim Matematik Öğretmen Eğitiminde Teknolojinin Entegrasyonuna Yönelik Bir Model” adlı çalışmanın içerdiği fikri izinsiz başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında ve bölümlerinin yazımında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve *intihal içermediğini* beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

06/02/2023

YUSUF ERKUŞ

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORİJİNALLİK RAPORU

Tarih: 05/04/2023

Tez Başlığı:

Teoriden Uygulamaya: İlköğretim Matematik Öğretmen Eğitiminde Teknolojinin Entegrasyonuna Yönelik Bir Model

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 332 sayfalık kısmına ilişkin, 05/04/2023 tarihinde tez danışmanım tarafından Dokuz Eylül Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı'nın sağladığı İntihal Tespit Programından (Turnitin-Tez İntihal Analiz Programı) aşağıda belirtilen filtreleme tiplerinden biri uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 4' dür.

- http://www.kutuphane.deu.edu.tr/tr/turnitin-tez-intihal-analiz-programi/ adresindeki Tez İntihal Analiz Programı Kullanım Kılavuzunu okudum ☒

Filtreleme Tipi 1(Maksimum %15) ☒ **Filtreleme Tipi 2(Maksimum %30)** □

☒ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, ☒ Kaynakça hariç, ☒ Alıntılar dâhil, ☒ Alt (6) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.	□ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, □ Kaynakça dâhil, □ Alıntılar dâhil.
EK 1- İntihal Tespit Programı Raporu İLK SAYFA Çıktısı. ☒ **EK 2- İntihal Tespit Programı Raporu (Tümü) Cd İçinde.** ☒	

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve yukarıda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmasının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Adı Soyadı : Yusuf ERKUŞ
Öğrenci No : [redacted]
Anabilim Dalı : İlköğretim Anabilim Dalı
Programı : İlköğretim Matematik Öğretmenliği Doktora Programı
Statüsü : Yüksek Lisans □ Doktora ☒

ÖĞRENCİ **DANIŞMAN**

Yusuf Erkuş
05.04.2023

Prof. Dr. Cenk KEŞAN
05.04.2023

Açıklamalar

1: Bu formu teslim etmeden önce sizden istenen bilgileri uygun kutucuğu (□) işaretleyerek doldurunuz.

Kullanıcı şifre vb. konusunda sorun yaşanması durumunda Üniversitemiz Merkez Kütüphanesinde bulunan Turnitin yetkilisine (Ali Taş Tel: +9[redacted]6 veya [redacted]) başvurunuz.

2: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu' formu tezin ciltlenmiş ve elektronik nüshalarının içerisinde ekler kısmında yer alır.

3: Tez savunmasında düzeltme alınması durumunda bu form güncellenerek yeniden hazırlanır.

4: Turnitin-Tez İntihal Analiz Programına yükleme yapılırken Dosya Başlığı (document title) olarak tez başlığının tamamı, Yazar Adı (author's first name) olarak öğrencinin adı, Yazar Soyadı (author's last name) olarak öğrencinin soyadı bilgisini yazınız.

TEŞEKKÜR

Doktora tezimin her aşamasında katkıları ve yardımlarıyla bana destek olan değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Cenk KEŞAN'a minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında önerileri ve katkılarıyla doktora tezimi geliştirmemde yardımcı olan kıymetli hocalarım Sayın Sibel YEŞİLDERE İMRE'ye ve Sayın Doç. Dr. Kürşat ARSLAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimini beraber aldığım ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli arkadaşım Sayın Dr. Mehmet Çağlar COŞAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Beni bugünlere getiren ve hayatımın her aşamasında güzel izler bırakan anneme, babama ve kardeşlerime teşekkür ederim.

Her anımda ve halimde yanımda olan, doktora çalışmalarım sırasında desteğini hissettiren, hayatımı paylaşmaktan mutluluk duyduğum eşim Zeynep Aydın ERKUŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatıma girdiği anda yaşam enerjimi arttıran oğlum Metehan ERKUŞ'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET xii
BÖLÜM I 1
GİRİŞ 1
1.1 Problem Durumu 1
1.2 Amaç ve Önem 8
1.3 Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri 9
1.4 Sınırlılıklar 10
1.5 Varsayımlar 10
1.6 Tanımlar 10
BÖLÜM II 13
KURAMSAL ÇERÇEVE 13
2.1 Artefakt, Enstrüman ve Aracılık Kavramları 14
2.2 Enstrümantal Oluşum 16
2.3 Enstrümantal Orkestrasyon 28
2.4 Pedagojik Söylemler 39
2.5 Öğretmen Eğitiminde Teknoloji Entegrasyonu Modelleri 55
BÖLÜM III 66
YÖNTEM 66
3.1. Araştırmanın Modeli 66
3.2. Çalışma Grubu 70
3.3. Tasarım, Geliştirme, Uygulama Süreci 72
3.4. Veri Toplama Süreci ve Araçları 76
3.5. Verilerin Analizi 79
3.6. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği 83

3.7. Araştırmacının Rolü 84
BÖLÜM IV 86
BULGULAR 86
4.1 1. Döngü 86
4.1.1 Analiz Aşaması 86
4.1.2 Keşif Aşaması (D1-A2): 95
4.2 2. Döngü 102
4.2.1 İçeriğin Aktarılmasına Dair Bulgular 102
4.2.2 Video Simülasyon Görevlerinin Hazırlanması ve Uygulanmasına İlişkin Bulgular 106
4.2.3 Video Simülasyon Görevlerinin Enstrümantal Orkestrasyon ve Pedagojik Söylemler Kuramsal Çerçeveleri Açısından Değerlendirilmesi 113
A1: A Grubunun 1. Video Simülasyon Görevi 114
B1: B Grubunun 1. Video Simülasyon Görevi 121
C1: C Grubunun 1. Video Simülasyon Görevi 129
D1: D Grubunun 1. Video Simülasyon Görevi 135
E1: E Grubunun 1. Video Simülasyon Görevi 143
4.2.4 Birinci Video Simülasyon Görevlerinin Genel Değerlendirmesi 155
4.2.5 İkinci Video Simülasyon Görevlerinin EO ve PS Kuramsal Çerçeveleri Açısından İncelenmesi 156
A2: A Grubunun 2. Video Simülasyon Görevi 157
B2: B Grubunun 2. Video Simülasyon Görevi 162
C2: C Grubunun 2. Video Simülasyon Görevi 169
D2: D Grubunun 2. Video Simülasyon Görevi 174
E2: E Grubunun 2. Video Simülasyon Görevi 182

4.2.6 Öğretmen adaylarının Video Simülasyon Görevlerinin Genel Değerlendirmesi 194

4.2.7 Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Dersin Meslek Hayatlarına Katkısı Hakkındaki Görüşleri 197

4.2.8 Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Derse İlişkin Önerileri 199

4.2.9 2. Döngünün Değerlendirilmesi ve Modelin İşlerliği 202

4.3 3. Döngü 204

4.3.1 Video Simülasyon Görevlerinin Hazırlanması ve Uygulanmasına İlişkin Bulgular 205

4.3.2 VSG'lerin Kuramsal Çerçeveler Açısından Değerlendirilmesi 208

A Grubunun Video Simülasyonu 208

B Grubunun Video Simülasyonu 221

C Grubunun Video Simülasyonu 233

Makbule'nin Sınıf Uygulaması 243

Dilan'ın Sınıf Uygulaması 255

Büşra'nın Sınıf Uygulaması 266

4.3.3 Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Dersin Meslek Hayatlarına Katkısı Hakkındaki Görüşleri 274

4.3.4 Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Derse İlişkin Önerileri 276

4.3.5 3. Döngünün Değerlendirilmesi ve Modelin İşlerliği 279

BÖLÜM V 281

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER 281

5.1. Sonuç ve Tartışma 281

5.2. Öneriler 291

KAYNAKÇA 292

EK 1. ÖĞRENCİNİN AKADEMİK ÖZGEÇMİŞİ 309

EK 2. Uygulama İzni-1 310

EK 3. Uygulama İzni-2 311
EK 4. Araştırma İzni 312
EK 5. Uygulama İzni 313
EK 6. Uygulama İzni 314
EK 7. Odak Grup Görüşmelerinde Sorulan Sorular 315

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Teknoloji Entegrasyonunu Destekleyen Strateji ve Uygulamalar, Brenner ve Brill (2016) 5

Tablo 2: Tam sınıf orkestrasyon türleri ve tanımları (Drijvers vd., 2013) 33

Tablo 3: Küçük Gruplarda uygulanabilen orkestrasyon türleri, Drijvers ve diğerleri, (2013) 39

Tablo 4: Öğretmenin Pedagojik Söylemleri, Herbel-Eisenmann, Steele ve Cirillo (2013), Chapin, O'Connor ve Anderson (2009).....47

Tablo 5: 2. Döngüde yer alan çalışma grubunun oluşturduğu gruplar.....71

Tablo 6: 3. Döngüde yer alan çalışma grubunun oluşturduğu gruplar.....71

Tablo 7: Araştırma sürecinin döngüleri.....72

Tablo 8: İkinci Döngünün Aşamaları 74

Tablo 9: Üçüncü Döngünün Aşamaları 75

Tablo 10: Veri toplama süreci ve araçları.....76

Tablo 11: İkinci döngüde elde edilen bir video simülasyonun transkripti, kodlaması ve araştırmacı çıkarımları 80

Tablo 12: Öğretmen eğitiminde teknolojinin entegrasyonunu konu edinen akademik çalışmaları derleyen makale ve kitap bölümleri 86

Tablo 13: Yararlanılan çalışmalarda öne çıkan stratejiler ve aktiviteler 87

Tablo 14: Entegrasyon için tasarlanan ders süreci ve içeriği.....100

Tablo 15: Birinci Video Simülasyon Görevlerini Hazırlama Süreci 107

Tablo 16: Öğretmen adaylarının GeoGebra etkinliğini seçme nedenleri 108

Tablo 17: Grupların VSG'lerine İlişkin Özetleyici Bilgiler.....195

Tablo 18: Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Dersin Meslek Hayatlarına Katkısı Hakkındaki Görüşleri.....197

Tablo 19: Kod-Grup Matrisi 199

Tablo 20: Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Derse İlişkin Önerileri.....200

Tablo 21: Kod-Grup Matrisi 201

Tablo 22: 3. Döngüdeki Video Simülasyon Görevlerinin Hazırlanma Süreci 205

Tablo 23: 3. Döngüdeki Grupların VSG'leri Hazırlama Sürecine İlişkin Açıklamaları 205
Tablo 24: Öğretmen Adaylarının Görüşlerinden Ortaya Çıkan Temalar 274
Tablo 25: Kod-Grup Matrisi 275
Tablo 26: Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Derse İlişkin Önerileri 276
Tablo 27: Önerilere İlişkin Kod-Grup Matrisi 278

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Çalışmada yer alan kuramsal çerçevelerin görsel bir temsili.....13
Şekil 2: Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Modeli (Mishra ve Koehler , 2006) 24
Şekil 3: Enstrümantal Orkestrasyon Kavramsal Çerçevesi, Drijvers vd. (2010) 30
Şekil 4: Tam Sınıf Orkestrasyonları ve Bireysel Orkestrasyonlar, Drijvers vd., (2013).....31
Şekil 5: TPAB-ID Modeli (Lee ve Kim (2017).....57
Şekil 6: Du-TE Modeli (Hur, Cullen ve Brush, 2010) 59
Şekil 7: TPAB-KGUY Modeli (Jang ve Chen (2010)) 62
Şekil 8: TH Modeli (Angeli ve Valanides (2009)'den akt. Kaya ve Yılayaz (2013)).....63
Şekil 9: Eğitimde Tasarım Tabanlı Araştırmalar İçin Genel Model (McKenney ve Reeves, 2018).....68
Şekil 10: Micro, Mezo ve Makro Döngüler (McKenney ve Reeves, 2018)…69
Şekil 11: Araştırmacının geliştireceği ders tasarımı ve model ile ilgili görüşlerini yansıtan sorular ve yanıtları.....97
Şekil 12: 3. Döngüde İçeriğin Video Durumlar ile Aktarılışı.....98
Şekil 13: Geliştirilen Taslak Model.....101
Şekil 14: İkinci Döngüde içeriğin aktarılmasında kullanılmak üzere geliştirilen geçici yöntem.....103
Şekil 15: Derslerin işlendiği bilgisayar laboratuvarı.....103
Şekil 16: GeoGebra web arayüzü.....104
Şekil 17: GeoGebra ile geliştirilen bazı etkinlikler.....105
Şekil 18: GeoGebra uygulamasının arayüzü.....105
Şekil 19: A grubunun 1. video simülasyon görevinden bir kesit.....114
Şekil 20: A grubunun 1. video simülasyon görevinde kullandığı materyalin A, B, C, D durumlarındaki görüntüsü 115
Şekil 21: Daire dilimlerinin üst üste getirilerek karşılaştırılması.....118
Şekil 22: B grubunun 1. video simülasyon görevinden bir kesit 121

Şekil 23: B grubunun kullandığı GeoGebra materyali 122
Şekil 24: C grubunun kullandığı GeoGebra materyali 130
Şekil 25: C grubunun 1. video simülasyon görevinden bir kesit 131
Şekil 26: Burcu'nun verdiği örneklerden biri.....132
Şekil 27: Çarpma işleminin modellenmesinde bir örnek.....134
Şekil 28: D grubunun 1. video simülasyon görevinde kullandığı materyal .136
Şekil 29: D grubunun 1. video simülasyon görevinden bir kesit 136
Şekil 30: Denk kesirler için GeoGebra materyali 143
Şekil 31: Kesirlerde karşılaştırma kazanımı için kullanılan GeoGebra materyali 144
Şekil 32: E grubunun 1. video simülasyonundan bir kesit 144
Şekil 33: 1/3 ve 5/15 denk kesirlerine ait gösterim.....147
Şekil 34: B grubunun 2. Video Simülasyon Görevinden Bir Görüntü.....157
Şekil 35: A2 Simülasyonunda Kullanılan GeoGebra Materyali 157
Şekil 36: B Grubunun İkinci Video Simülasyon Görevinden Bir Kesit.....162
Şekil 37: B grubunun İkinci Simülasyonda Kullandığı GeoGebra Materyali 162
Şekil 38: Aracın n=4 Olduğu Durumdaki Görüntüsü 164
Şekil 39: C Grubunun 2. Simülasyonda Kullandığı GeoGebra Materyali ...169
Şekil 40: Sürgünün hareketiyle paralelkenarın dikdörtgene dönüşümü.....169
Şekil 41: D Grubunun 2. Simülasyonda Kullandığı GeoGebra Materyali ...175
Şekil 42: Yüksekliğin çizimine ait gösterimler.....179
Şekil 43: Paralel Kenara Ait Yükseklikler.....180
Şekil 44: E Grubunun 2. Simülasyonda Kullandığı GeoGebra Materyali....182
Şekil 45: E Grubunun 2. Simülasyonundan Bir Görüntü 183
Şekil 46: Özlem'in Kurmaya Çalıştığı Hiyerarşik İlişki.....192
Şekil 47: Kılavuz Model.....204
Şekil 48: A grubunun kullandığı GeoGebra aracı.....209
Şekil 49: A Grubunun Video Simülasyon Görevinden Bir Kesit 210
Şekil 50: A Grubunun Yazı Tahtasına Çizdiği Tablo 210
Şekil 51: B Grubunun Video Simülasyon Görevinden Bir Kesit 222
Şekil 52: B grubunun Kullandığı GeoGebra Aracı 223

Şekil 53: Beyza’nın Ekran-Tahta İlişkisini kurması 228
Şekil 54: C grubunun Video Simülasyon Görevinden Bir Kesit 234
Şekil 55: C Grubunun Kullandığı GeoGebra Aracı 235
Şekil 56: Öğrencilerin Tahtaya Çizdiği Silindir Açınımları 236
Şekil 57: Makbule'nin Sınıf Uygulamasından Bir Kesit 243
Şekil 58: Makbule'nin Kullandığı GeoGebra Aracı 244
Şekil 59: Dilan'ın sınıf Uygulamasından Bir Kesit 255
Şekil 60: Dilan'ın Kullandığı GeoGebra Aracı 256
Şekil 61: Dilan'ın Tahtaya Çizdiği Tablo 257
Şekil 62: Büşra'nın Sınıf Uygulamasından Bir Kesit 266
Şekil 63: Büşra'nın Kullandığı GeoGebra Aracı 267
Şekil 64: Dairenin çevresinin dikdörtgenin kenarına eşit olduğunun gösterimi 272
Şekil 65: Teknolojiyi Araçsallaştırma Modeli 290

ÖZET

TEORİDEN UYGULAMAYA: İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİNİN ENTEGRASYONUNA YÖNELİK BİR MODEL

Bu araştırmanın amacı ilköğretim matematik öğretmen eğitiminde teknolojinin entegrasyonuna yönelik bir model geliştirmektir. Teknolojinin entegrasyonunda faydalanılabilecek teorileri, modelleri ve diğer entegrasyon çalışmalarını inceleyerek uygulanabilir bir entegrasyon modelinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Modelin aşamalarının belirlenmesi, test edilerek revize edilmesi ve revize edilen modelin tekrar uygulanarak nihai modelin ortaya çıkarılması süreçlerini içermesinden dolayı tasarım tabanlı araştırma metodolojisi kullanılmıştır. Tasarım tabanlı araştırma metodolojisi taslak, kılavuz ve nihai modelin geliştirildiği üç döngüden oluşmaktadır. Birinci döngüde literatürde yer alan entegrasyon çalışmaları ve modellerinin analizi yapılmaktadır. Bu analiz ile teknoloji entegrasyonunda etkili faktörler, stratejiler, aktiviteler ve uygulamalar belirlendikten sonra taslak model ortaya konmuştur. İkinci ve üçüncü döngülerde geliştirilen modeller, bir devlet üniversitesinin İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 4. Sınıf öğretmen adayları ile uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler literatür taraması, araştırmacı günlükleri, odak grup görüşmelerinin ses kayıtları, öğretmen adaylarının teknoloji destekli öğretim yaptıkları sırada çekilen video kayıtlarından oluşmaktadır.

İlköğretim matematik öğretmen eğitiminde teknolojinin entegrasyonu için geliştirilen model Tasarla, Keşfet, Hazır ol ve Uygula adımlarından oluşmaktadır. Geliştirilen model etkinliklerin tasarlandığı, video durumlar ile çeşitli tekniklerin keşfedildiği, video simülasyon görevleri ile pratik yapılarak sınıf öğretimlerine hazırlanıldığı ve son olarak gerçek sınıf ortamında uygulamaların yapıldığı aşamalara sahiptir. Teknoloji entegrasyonunda videoların aktif bir biçimde kullanıldığı bir modeldir. Alan yazındaki diğer modeller ve entegrasyon çalışmalarında olduğu gibi öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonunda becerilerini, motivasyonlarını ve tutumlarını olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Teknoloji entegrasyonu, öğretmen eğitimi, matematik öğretimi, entegrasyon modeli.

ABSTRACT

FROM THEORY TO PRACTİCE: A MODEL FOR TECHNOLOGY INTEGRATION IN PRİMARY MATHEMATİCS TEACHER EDUCATİON

The aim of this research is to develop a model for integrating technology into elementary school mathematics teacher education. By examining theories, models, and other integration studies that can be utilized in technology integration, the goal is to develop an applicable integration model. A design-based research methodology was used due to its inclusion of determining the stages of the model, testing and revising it, and deriving the final model through the application of the revised model. The design-based research methodology consists of three cycles, in which a draft, a guide, and a final model are developed. The first cycle involves the analysis of integration studies and models in the literature. Following this analysis, effective factors, strategies, activities, and practices for technology integration are identified, and a draft model is proposed. The models developed in the second and third cycles are applied with 4th-year teacher candidates enrolled in the Elementary School Mathematics Teaching program of a state university. The data obtained from the research consist of literature review, research diaries, audio recordings of focus group interviews, and video recordings of teacher candidates conducting technology-supported teaching.

The model developed for the integration of technology in elementary school mathematics teacher education consists of four steps: Design, Explore, Prepare, and Apply. The developed model includes stages where activities are designed, various techniques are explored through video cases, practical experience is gained through video simulation tasks to prepare for classroom teaching, and finally, applications are made in a real classroom environment. It is a model where videos are actively used in technology integration. As with other models and integration studies in the literature, it is believed that it will positively affect the skills, motivation, and attitudes of teacher candidates towards technology integration.

Keywords: Technology integration, teacher education, mathematics teaching, integration model.

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1 Problem Durumu

Matematik öğretiminde ortaya çıkan teknolojik imkânlar matematiği keşfetmek, kavramak ve matematik problemlerini çözmek için yeni yollar ortaya koymaktadır. WEB 2.0 ve WEB 3.0 uygulamaları, GeoGebra ve Desmos gibi matematik öğretimi için etkinlik üretilen ve ücretsiz paylaşılan açık kaynak kodlu yazılımlar, uygulamalar, web siteleri ve benzeri birçok teknolojik imkânlar geleneksel şekilde öğretilen kavramların farklı temsillerini üretebilmekte ve matematiği öğrenme sürecine yeni bir soluk getirmektedir. Bu durumda, teknolojinin girdiği sınıflarda matematik öğretimi de etkilenmekte olup öğretmenler için teknolojiyi içeren matematiksel görevler tasarlamak daha fazla bilişsel talep gerektirmektedir (Bowers ve Stephens, 2011). Matematiksel görevleri tasarlamanın zorluğunun yanı sıra böyle bir görevi uygulamak da öğretmenlerin (ya da öğretmen adaylarının) farklı öğretim ya da iletişim becerilerini gerektirmektedir. Lagrange ve Monaghan (2009), teknolojinin mevcudiyetinin karmaşıklığı artırdığını ve sonuç olarak öğretim uygulamalarının istikrarına meydan okuduğunu öne sürerler. Öğretmenin geleneksel sınıflarda uyguladığı ve aşina olduğu teknikler, teknoloji kullanıldığında artık rutin bir şekilde uygulanamaz. Mevcut araçlarla donatılan yeni bir öğretim teknikleri repertuarı geliştirilmelidir. Pierce ve Ball'a (2009) göre bu yeni tekniklerin hâlihazırda mevcut olanlarla ve ayrıca öğretmenlerin matematik eğitimine ilişkin temel görüşleriyle ilgili olması muhtemeldir. Tüm bu araştırmalar ve gelişmeler "matematik öğretimine teknoloji entegrasyonu" kavramının ortaya çıkmasını sağlamıştır veya bir bakıma gerektirmiştir.

Bir beceri olarak düşünüldüğünde, teknolojiyi öğretime entegre edebilme becerisinin temelleri öğretmen yetiştiren kurumlar olan eğitim fakültelerinde atılmalı ve öğretmenlik tecrübesi ile gelişmelidir. Bu konu ile ilgili ilk çalışmalardan biri ABD'ye bağlı Ulusal Öğretmen Eğitimi Akreditasyon Konseyi (National Council for Accreditation of Teacher Education) tarafından 1997 yılında yapılmıştır. Öğretmenlerin 21. Yüzyıl sınıflarına hazır olması için ABD'de öğretmen yetiştiren

yükseköğretim kurumlarının gerekli dönüşümleri geçirmesi gerektiğini ifade etmesi ve teknolojinin entegrasyonu için politikaların üretildiği ilk yayın olması bakımından önemlidir. Bunun gibi birçok çalışmada, raporda ve eğitim reformu girişiminde öğretmenleri eğitimde teknoloji kullanabilmeleri için hazırlamak ana bileşen olarak karşımıza çıkmaktadır (NCATE, 1997; Thomas, 1999; International Society for Technology in Education, 2002; Dawson ve diğerleri, 2003)

Eğitimde teknoloji entegrasyonu ile ilgili araştırmalara ve raporlara bakıldığında entegrasyon sözcüğüne farklı anlamlar yüklendiği görülmektedir. NCES (2002) teknoloji entegrasyonunu "teknolojik kaynak ve uygulamaların okul yönetimine kaynaştırılması" olarak tanımlarken, Lim ve diğerleri (2003) "öğretmenlerin teknolojiyi düşünme becerilerini geliştirmek için kullanması" olarak tanımlamıştır. ISTE (2000) entegrasyonu, "öğrenmenin arttırılması için teknolojinin sürece dâhil edilmesi, öğretimle ilgili işlevlerin bir parçası haline getirilerek, diğer eğitsel araçlar gibi erişilebilir olması" olarak tanımlamıştır. Morton (1996) ve Fluck'ün (2003) tanımlarında da teknoloji entegrasyonu, teknolojinin sadece bir araç olarak değil, öğretim programını destekleyecek ve amaçlarının kapsamını genişletecek, öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini sağlayacak şekilde eğitim/öğretim bağlamına yerleşmesi şeklinde tanımlamıştır. Daha güncel olan teknoloji entegrasyonu tanımlarında, öğretmenlerin BİT'i öğrencilerin öğrenme sürecini desteklemede ve öğretimsel hedefleri gerçekleştirmede kullanabilmesinin ön plana çıktığı anlaşılmaktadır (Wang & Woo, 2007; Hew & Brush, 2007; Lim, 2007; Belland, 2009).

Bu tanımlar, teknoloji entegrasyonunda odak noktanın öğretmen mi yoksa eğitim kurumu ve müfredat gibi eğitim-öğretim sürecinin farklı bir bileşeni mi olduğu sorusunun cevabına göre değişmektedir. Bu yüzden bu çalışmada teknoloji entegrasyonu ile kastedilenin ne olduğunu belirtmekte fayda vardır. Bu çalışmada teknoloji entegrasyonu, öğretmen adaylarının öğrenme ve öğretme sürecinde teknolojiden etkili bir şekilde yararlanabilmesi için teknolojik araçların sınıfta sağladığı imkânların farkında olması ve bu imkânlardan faydalanabilmesi için sınıfı, öğretim yöntemlerini ve teknolojik araçları (Dinamik araçlar, WEB araçları vb.) öğretim içeriğine göre düzenleyebildiği öğrenci merkezli sınıf ortamı oluşturabilmesi kastedilmektedir.

ABD Teknoloji Değerlendirme Ofisi (1995)'de öğretmenlerin teknoloji konusundaki eğitimlerinin en kesin ve düşük maliyetli yolunun, hizmet öncesi öğretmen eğitimi ile olabileceğini belirtmiştir (Aktaran: Hur, Cullen ve Brush, 2010). Hizmet öncesi öğretmen eğitimi, öğretmenleri teknolojiyi sınıflarda etkili kullanabilmeleri için eğitmenin birinci aşamasıdır (Baturay, Gökçearslan, & Ke, 2017; Tondeur, Van Braak, Ertmer, & Ottenbreit-Leftwich, 2017). Öğretmen adaylarının lisans eğitimi sırasında aldıkları teknoloji entegrasyonu dersleri, öğretimde teknolojiden yararlanma hususunda olumlu tutum ve yeterlik geliştirmeleri açısından hizmet içi eğitim faaliyetlerine nazaran daha etkili sonuçlar verebilmektedir. Bu yüzden öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonu, karar verici konumundaki kurumlar ve politika yapıcıların teşviki ile sistematize edilmelidir. ABD ve Avrupa'daki yükseköğretim kurumlarında teknoloji entegrasyonuna yönelik dersler bu karar vericilerin (örneğin; ABD'de National Council for Accreditation of Teacher Education, 1997) teşvikinin sonucunda eklenmiştir. Gronseth ve diğ. (2010), çalışmalarında ankete katılan üniversitelerin %60'ının öğretmenlik lisans bölümü açabilmesi için bağımsız teknoloji entegrasyonu kurslarının gerekli olduğunu tespit etmiştir. Amerika Birleşik Devletlerinde öğretmen eğitimi programları, bağımsız dersler, ders serileri, mini çalıştaylar ve teknoloji gömülü öğretim yöntemleri dersleri dâhil olmak üzere teknoloji entegrasyonunu birçok şekilde ele almaktadır (Kay, 2006).

Hizmet öncesi eğitimde uygulamaya dayalı öğretmen eğitimi perspektifi birçok ülkede yaygınlaşmaktadır (Niess, 2012). Öğretmen adaylarının hizmet öncesi eğitim sırasında uygulamalı derslerin yanı sıra uygulama okullarında aday öğretmenlik yapma imkânlarının bulunması kendi öğretim anlayışlarını geliştirmeleri ve teknolojik pedagojik alan bilgilerinin gelişimi için önemli olduğu düşünülmektedir. Örneğin, Niess (2005, 2012) uygulamalı derslerin, öğretmen adaylarının teknoloji ile öğretim yapılan sınıflarda sürecin karmaşıklığını deneyimlemeleri ve teknolojik ve pedagojik bilgilerinin birlikte gelişmesini sağlayan tecrübeler sağladığını belirtmektedir.

Teknolojinin entegrasyonu ile ilgili yapılan çalışmaların, entegrasyona yönelik model geliştirmeyi (Örneğin, Jang ve Chen, 2010; Hur, Cullen ve Brush, 2010) veya model geliştirme amacından bağımsız olarak çeşitli uygulamalara, teorilere ve eğitimlere dayanan sonuçları (Bowers ve Stephens, 2011; Lagrange ve Özdemir

Erdogan, 2009; Bozkurt ve Koyunkaya, 2022) paylaştığı görülmektedir. Her çalışma dikkatlice incelendiğinde kiminin önemli bir teori ya da öğretim tekniğine odaklanırken kiminin de bir uygulamaya odaklandığı görülmektedir. Bütün bu ve benzeri çalışmaların ortak yanı ise (bazılarında kısmen de olsa) hizmet öncesi öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonu için uygulamaya dayalı bir ders tasarımının sonuçlarını yansıtmasıdır. Özel olarak bir öğretmen eğitimcisinin amacı teknoloji entegrasyonuna yönelik bir ders tasarım modeli geliştirmek olduğunda ilk akla gelen içeriğin, uygulamaların ve sürecin planlanıp öğretmen adaylarına aktarılması olduğu sanılabilir. Ancak gerçeklik çoğu zaman sanılandan daha çarpıcı ve derindir. Buna dair bir örneği TPAB (Mishra ve Koehler, 2006) çerçevesi ile verebiliriz. Bir kişide teknolojik bilgi, pedagojik bilgi ve alan bilgisi kavramlarının var olması durumunda bu üç bilgi türünün kesişimi olan TPAB'ın da olacağı varsayılmaktadır. Sanılanın aksine Bowers ve Stephens (2011), üç bilgi türünün kesişimlerinin boş küme olabileceği sonucuna varmıştır. Başka bir deyişle, öğretmen adaylarının öğretimde teknolojiden yararlanmalarını sağlayabilmek için onlara öğretebileceğimiz bir bilgi türünün veya beceri kümesinin olmadığını iddia etmişlerdir. Bunun yerine öğretmen eğitimcilerinin amacı, öğretmen adaylarının teknolojiyi matematiksel ilişkileri belirlemede kritik bir araç olarak gören bir yönelim geliştirmelerini desteklemek olmalıdır. Ertmer ve diğerleri (2012), teknoloji entegrasyonuna güçlü inançları ve güvenleri olan öğretmenlerin, erişim ve kaynak engelleri yaşamalarına rağmen, vazgeçmek yerine, bu engelleri aşmanın yollarını bulmaya çalıştıklarını belirtmiştir.

Öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna dair güçlü inançlar geliştirmesi, teknolojinin matematiksel ilişkileri ortaya çıkarmada kritik bir araç olarak görebilmesine bağlıdır. Bu çalışmaların bir sonucu olarak, teknoloji entegrasyonu için tasarlanan bir dersin (ya da modelin) çeşitli etmenleri bir arada bulundurması gerekir. Bu etmenleri yine Bowers ve Stephens (2011)'ın çalışmasının sonuçlarıyla açıklamak gerekirse, öğretmen adaylarının uygulamaya dayalı etkinliklerini sınıfta *yansıtma* ve teknoloji entegrasyonu ile ilgili yapılar hakkında düşüncelerini sınıfta *tartışma* imkânına sahip olması teknolojiyi matematik öğretiminde kritik bir araç olarak görmelerini sağlayabilmektedir. Bu imkânlara (yansıtma, tartışma), teknoloji

entegrasyonu için tasarlanan bir dersin ya da modelin sahip olması gereken özellikler ya da stratejiler nazarıyla bakabiliriz. Bu açıdan baktığımızda bazı araştırmacıların bu özelliklerin neler olduğunu daha derinlemesine araştırarak literatürden derlediğini görmekteyiz.

Brenner ve Brill (2016), hizmet öncesi öğretmen eğitimindeki öğretim teknolojisi entegrasyon stratejilerini ve uygulamalarını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada aşağıdaki tablo oluşmuştur.

Tablo 1: Teknoloji Entegrasyonunu Destekleyen Strateji ve Uygulamalar, Brenner ve Brill (2016)

Teknoloji Entegrasyonunu Destekleyen Strateji ve Uygulamalar	**Kaynak**
Anlamlı Aktiviteler	(Howard 2002; Kumar ve Vigil 2011; Ottenbreit-Leftwich vd., 2011; Polly vd. 2010)
Uzman Rehberliği	Howard 2002; Williams vd. 2009
Özgün, Uygulamalı alıştırmalar	Kumar and Vigil, 2011; Ottenbreit-Leftwich vd. 2011; Polly vd. 2010; West ve Graham 2007
Özgün içerik	Brown and Warschauer 2006; Brush et al. 2003; Howard 2002; Royer and Richards 2009; West and Graham 2007
Konu alanlarına özgü etkili teknoloji kullanımını modelleme	Brush and Saye 2009; Gronseth et al. 2010; Hofer 2005; Keeler 2008; Polly et al. 2010; Strudler and Wetzel 1999; West and Graham 2007; Williams et al. 2009

Öğretmen adaylarının iş birliği yapmasına imkân tanıyan etkinlikler, aktiviteler	Brush et al. 2003; Brush and Saye 2009; Polly et al. 2010; Seels et al. 2003; Williams et al. 2009; Wright et al. 2002
Teknoloji ile pratik yapılması ve deneyim kazanılması	Brush et al. 2003; Keeler 2008; Kumar and Vigil 2011; Ottenbreit-Leftwich et al. 2011; Polly et al. 2010; Williams et al. 2009; Wright et al. 2002
Teknoloji kullanılarak yapılan öğrenme etkinliklerini yansıtma	Brush et al. 2003; Brush and Saye 2009; Howard 2002; Keeler 2008
Bilginin inşasında rehberlik etme	Howard 2002; Kumar and Vigil 2011; Ottenbreit-Leftwich et al. 2011; Royer and Richards 2009; West and Graham 2007

Yukarıda da bahsedildiği üzere bu dokuz maddede belirtilen strateji ve uygulamalara sahip teknoloji entegrasyonu dersleri ya da modelleri öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna yönelik olumlu inanç geliştirmelerini ve teknolojiyi öğretimlerine entegre edebilmelerini sağlayabilir. Ancak yukarıdaki maddelere literatürde belirli arama terimleri ile ulaşıldığı için daha özgün uygulamaları içeren çalışmalar tablo dışında kalmış olabilir. Örneğin, öğretmen eğitiminde video temelli uygulamalar bunlardan biri olabilir. Santagata ve Taylor (2018), video temelli matematik metotları dersini alan bir grup öğretmen adayının katıldığı boylamsal bir araştırmanın sonuçlarını açıklamıştır. Öğretmen adayları, video temelli matematik metotları dersinde uzman öğretmenlerin sınıf içi derslerini içeren video klipleri izleyip analiz etmiştir. Kontrol grubundaki öğretmen adayları ise geleneksel matematik metotları dersini almıştır. Video temelli matematik yöntemleri kursuna katılan öğretmen adayları, tam zamanlı öğretmenliklerinin ilk yılının sonunda kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır. Öğretmenlerden, az önce öğrettikleri dersin öğrenme hedeflerini tanımlamaları ve dersin etkililiğini derecelendirip değerlendirmeleri

istenmiştir. Video temelli derse katılan öğretmenler açıklamalarında yararlandıkları kanıtların kalitesi, derse ve öğrenci alt gruplarına olan ilgileri açısından kontrol grubundan daha iyi performans göstermiştir. Bu çalışma, öğretmen adaylarının öğrenme süreçlerinde (özellikle bir teorik çerçeve ya da öğretim yöntem ve tekniklerinin öğretiminde) video temelli stratejilerden yararlanmanın önemini göstermektedir. Ayrıca Tablo 1'de yer alan *konu alanlarına özgü etkili teknoloji kullanımını modelleme* ve *teknoloji kullanılarak yapılan öğrenme etkinliklerini yansıtma* stratejilerini birlikte kullanmanın uygun bir yolu olabilir. Videoyu bu amaçla kullanabilmek için öğretmen eğitimcisinin, hâlihazırda sınıfta teknoloji kullanarak öğretim yapan öğretmenlerin videolarına sahip olması gerekmektedir.

Öğretmen eğitimcileri, teknoloji entegrasyonu ile ilgili derslerinde mikro öğretim tekniğini kullanarak, öğretmen adaylarının hem kendi teknoloji destekli ders tasarımlarını yapmalarını hem bu tasarımları uygulamalarını hem de uygulamanın videosunu sınıf ortamında yansıtıp tartışılmasını sağlayabilmektedir. Böylece Tablo 1'deki birçok maddeyi mikro öğretim tekniği ile tek seferde kullanabilmektedir. Ancak mikro öğretim tekniği öğretmen adaylarının bireysel olarak ders tasarımını ve uygulamasını gerektirmektedir. Ayrıca literatürdeki çalışmalar dikkatlice incelendiğinde tekniğin uygulandığı sırada öğretmen adaylarının çeşitli sorunlar yaşadığı anlaşılmaktadır. Örneğin, Bozkurt ve Koyunkaya (2022), her ne kadar çalışmasında mikro öğretimden iyi bir şekilde faydalansa da katılımcılardan bir öğretmen adayının zorlandığını şöyle ifade etmiştir: …ÖA2 ilk mikro öğretimde planını uygulayamadı ve oturumu sonlandırdı (S. 11). Görüldüğü üzere öğretmen adayının mikro öğretimi eğitimci ya da sınıfta akranlarının karşısında uyguladığı sırada bir sorunla karılaşması durumunda tekrar öğretimi başa alması mümkün olamamaktadır. Bir diğer sorunsal, sınıf ortamında yapılan mikro öğretimde sınıfın geri kalanının plansız ve koordinasyonsuz bir şekilde davranmasıdır. Dolayısıyla akranlarla iş birliği fırsatı sunan bir uygulama da değildir. Mikro öğretim yerine *video simülasyon görevlerinin* (Amador, 2017) kullanılması hem işbirlikçi çalışmaya hem de ders saati dışında video kaydının alınmasına olanak sağlayarak öğretmen adaylarının en iyi video kaydını çekene kadar çekime devam etmelerine olanak

tanımaktadır. Ayrıca öğretmen adaylarının araştırmacı tarafından *uzman rehberliği* almasını da sağlamaktadır.

Teknoloji entegrasyonu ile ilgili çalışmalarda çeşitli kuramsal çerçevelerden yararlanıldığı görülmektedir (Örneğin TPAB: Jang ve Chen, 2010; Koh ve Divaharan, 2011, Enstrümantal Orkestrasyon: Erfjord, 2011; Drijvers ve diğerleri, 2010; McMullen, Oates ve Thomas, 2015). Enstrümantal orkestrasyon teorisi teknoloji entegrasyonu için bir kuramsal çerçeve olarak ele alınmaktadır (Örneğin, Hoyles, Noss ve Kent 2004; Drijvers ve diğerleri, 2010; Ruthven, 2014). Bu çerçeve ile çeşitli enstrümanlı (teknolojik araç) tekniklerin matematik sınıflarında tam sınıf öğretimi, bireysel ve grup çalışmalarında nasıl kullanılabileceği tanımlanmaktadır. Öğretmenler (ve öğretmen adayları) bu çerçevenin teknikleri sayesinde teknolojinin kullanımına ilişkin bilgi sahibi olabilirler.

Tüm bu araştırma sonuçlarıyla sunulan teknoloji entegrasyonu dersleri ve modelleri incelendiğinde *video simülasyon görevlerinin* ve öğretmen adaylarının teknoloji kullanılan gerçek sınıf ortamındaki matematik öğretimi videolarının kullanıldığı bir örneğe rastlanılmamıştır. Ayrıca matematik öğretimine özgü olan enstrümantal orkestrasyon çerçevesinin bu stratejiler ile kullanıldığı bir ders tasarım modelinin beklenen faydayı gösterip göstermediği araştırmaya değer bir konudur.

1.2 Amaç ve Önem

Teknolojinin entegrasyonu ile ilgili geliştirilen modeller incelendiğinde bazı modellerin teknolojinin ne düzeyde entegre edildiğini belirlemeye yönelik olduğu (Örneğin, Rieber ve Welliver, 1989) bazı modellerin ise hizmet öncesi öğretmen eğitiminde teknolojinin entegrasyonu ile ilgili olduğu görülmektedir. Örneğin, Jang ve Chen (2010), TPAB-KGUY (Kavrama, Gözleme, Uygulama ve Yansıtma) modelinde fen öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonunu sağlamayı amaçlamıştır. Modelde öğretmen adaylarının çeşitli teknolojik imkânları öğrenmesinden sonra teknoloji kullanılan gerçek sınıf ortamlarını gözleme, grup çalışması ile ders tasarımı, mikro öğretim uygulaması, uygulamaları sınıfta yansıtma gibi adımlar mevcuttur.

Hur, Cullen ve Brush (2010) tarafından geliştirilen Durumlu Teknoloji Modelinde (SiTI) ise öğretmen adayları hazırlık, keşif ve uygulama isimli üç aşamada çeşitli beceriler kazandırılmaya çalışılmaktadır. Hazırlık aşamasında öğretmen adaylarına çeşitli teknolojik bilgiler kazandırılmaya çalışılmaktadır. Keşif aşamasında dersin öğreticisi konu alanlarına özgü kullanılabilecek teknolojileri örnek gösterimlerle modellemektedir. Her derste farklı konu alanı ve uygun bir teknoloji seçilerek farklı teknolojilerin farklı konularda nasıl kullanılabileceğine yönelik bilgi sahibi olmaları amaçlanmaktadır. Bu aşamada öğretmen adayları teknolojinin kullanıldığı bir ders planı da hazırlarlar. Son olarak uygulama aşamasında bir mikro öğretim videosu izleme, mikro öğretim uygulamalarına katılma ve son olarak uygulama okullarında teknoloji kullanarak bir ders anlatma aşamalarından geçerler. Bu modelde öğretmen adaylarının benzer model ve ders tasarımlarından farklı olarak gerçek sınıf ortamlarında uygulama yapmaları dikkat çekmektedir. Böylece öğretmen adayları hizmet öncesi eğitimde önemli bir deneyime erişmiş olurlar.

Yukarıdaki model ve ders tasarımları incelendiğinde öğretmen adayları için video temelli öğretmen yetiştirme perspektifinin ve enstrümantal teorilerin kullanıldığı bir entegrasyon sürecinden söz edilememektedir. Bu bağlamda çalışmanın amacı matematik öğretmen adayları için enstrümantal orkestrasyon teorisine dayalı ve video temelli öğretmen eğitimi perspektifinden yararlanan bir teknoloji entegrasyon modeli geliştirmektir.

1.3 Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri

Matematik öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyon becerilerini geliştirmek için bir model tasarlarken, geliştirirken ve uygularken göz önüne alınması gereken öğrenci, içerik ve öğretim ile ilgili durumlar nelerdir?

1. Mevcut modeller ve uygulamalar göz önüne alındığında yeni bir modele ihtiyaç duyulmasının sebepleri nelerdir? Belirlenen ihtiyaçların giderilmesi için neler önerilmektedir? Belirlenen ihtiyaçlara göre önerilen taslak model nedir?
2. Pilot çalışma için oluşturulan taslak modelin matematik öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyon becerilerini geliştirmedeki rolü

nedir? Geliştirilen modelde ne tür değişiklikler/iyileştirmeler yapılmalıdır?

3. Asıl uygulamada iyileştirilen modelin matematik öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyon becerilerini geliştirmedeki rolü nedir? Asıl uygulama neticesinde önerilen nihai model nedir?

1.4 Sınırlılıklar

Bu araştırmadaki katılımcılar Türkiye'deki bir devlet üniversitesinin ilköğretim matematik öğretmenliği programında 4. sınıf seviyesinde öğrenim gören (ikinci döngüde 30 ve üçüncü döngüde 25 öğretmen adayı olmak üzere) 55 öğretmen adayı ile sınırlıdır. Araştırma, taslak modelin geliştirildiği 1. Döngü, modelin uygulanıp revize edildiği 2. Döngü ve revize edilen modelin yeniden uygulandığı 3. Döngü ile sınırlıdır. Bu araştırmada öğretmen adaylarına matematik öğretiminde kullanılabilen birçok farklı uygulama ve araç öğretilmesine karşın öğretmen adayları uygulamalarda GeoGebra materyallerini kullanmayı tercih etmiştir. Bu nedenle öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna ilişkin deneyimleri GeoGebra ile sınırlıdır. Araştırmada elde edilen veriler öğretmen adayları ile yapılan odak grup görüşmeleri, teknoloji kullanarak gerçekleştirilen sınıf öğretimleri ve video simülasyon görevleri ve araştırmacı günlükleriyle sınırlıdır.

1.5 Varsayımlar

Araştırma boyunca katılımcı öğretmen adaylarının bilgi, deneyim ve düşüncelerini net ve samimiyetle yansıttıkları varsayılmaktadır. Odak grup görüşmelerinde katılımcıların sorulan sorulara samimiyetle cevap verdikleri varsayılmaktadır.

1.6 Tanımlar

Artefakt: Kullanıcının faaliyetini ve düşüncesini etkileyen herhangi bir fiziksel, elektronik veya sembolik araç veya teknoloji olabilir. Matematik eğitimi literatüründe sıklıkla kullanıldığı şekliyle, artefakt kavramı ile bilgisayar cebir

sistemleri, grafik hesap makineleri, elektronik tablo yazılımları, akıllı el cihazları veya benzeri yazılım ve uygulamalar kastedilebilmektedir. Dick ve Hollebrands (2011)'a göre artefaktlar "matematiksel görevleri yerine getirebilen ve/veya kullanıcının eylemlerine matematiksel olarak tanımlanmış şekillerde yanıt verebilen" (s. xii) matematiksel eylem teknolojileridir.

Enstrüman: Literatürdeki yaygın tanımıyla Enstrüman= Artefakt + Bilişsel şemalar olarak tanımlanır. Yani kullanıcının bilişsel şemaları olmadan bir artefakt enstrümana dönüşemez.

Enstrümantal Oluşum: Kullanıcı bir Artefaktı kullanmak için bilgiyi uyguladığı anda, bu artefakt en azından bir düzeyde bir enstrüman haline gelir. Artefaktlar, kullanıcıların faaliyetlerine aracılık etme yeteneği sunar. Ancak kullanıcılar, etkinlik sırasında artefakta da aracılık eder. Bu arabuluculuklar, kullanıcılar artefakt (artık enstrüman diyebiliriz) ile etkileşimlerine yanıt olarak aktivitelerini iyileştirdikçe yinelemeli dalgalar halinde gerçekleşir. Genel anlamda, enstrümantal oluşum bu tür kullanıcı etkinlikleri sırasında gerçekleşir; enstrümantal oluşum, kullanıcı ile artefakt arasında gelişen bir ilişkiyi yansıtır

Enstrümantal Orkestrasyon (EO): Öğretmenler, öğrencilerin hangi artefaktlara erişebileceğini ve bu artefaktları nasıl kullanabileceklerini etkileme gücüne sahiptirler. Öğretmenlerin enstrümantal orkestrasyonları, öğrencilerin enstrümantal oluşumunu yönlendirme çabalarıdır. Öğretmenler, enstrümantal orkestrasyonlarını, öğrencilerden aldıkları geri bildirime yanıt olarak uyarlayabilirler. Enstrümantal orkestrasyonlar üç bileşene sahiptir. Bunlar didaktik yapılandırma, faydalanma modu ve didaktik performans olarak adlandırılmıştır.

IRE (Initiation-Response-Evaluation): Başlatma-yanıtlama-değerlendirme şeklinde Türkçeye çevrilebilen IRE, öğretmenin bir öğrenciyle etkileşimi başlattığı (genellikle öğrenciye bir soru sorarak), öğrencinin soruyu yanıtladığı ve öğretmenin öğrencinin yanıtını değerlendirdiği üç bölümden oluşan bir dizidir.

ISTE: International Society for Technology in Education, Uluslararası eğitimde Teknoloji Topluluğu

NCES: National Center for Education Statistics, ABD Ulusal Eğitim İstatistikleri Merkezi

Pedagojik Söylem (PS): Öğretmenlerin öğrencilerin matematiksel tartışmalara katılımını teşvik etmek için kullanabilecekleri öğrenci merkezli pedagojik eylemlerdir.

Teknolojiyi Araçsallaştırma Modeli (TAM): Araştırma sonucunda geliştirilip uygulanan ve bulgulara göre revize edilerek nihai halini alan teknoloji entegrasyonu modeli.

TTA: Tasarım Tabanlı Araştırma

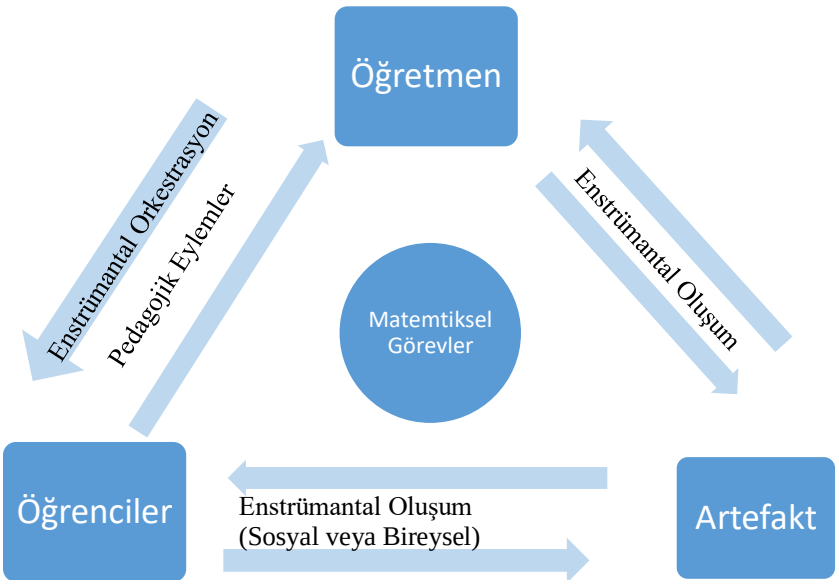
Video Simülasyon Görevi (VSG): Öğretmen adaylarının 8-10 kişilik bir grup çalışması ile bir araya gelip araştırmacı tarafından belirtilen görevleri içerecek şekilde bir ders anlatımının senaryosunu hazırlayıp uygulayarak videoya çektiği ve bu ders anlatımının sınıfta yansıtılarak değerlendirildiği bir uygulamadır. Öğretmen adaylarından biri öğretmen diğerleri ise öğrenci rolünde olur ve sınıf uygulamasının bir temsili canlandırılarak videoya kaydedilir.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde, matematik öğretiminde teknoloji kullanımının hangi kuramsal çerçevelere dayandırıldığı açıklanmıştır. Teknolojiyi matematik öğretiminde kullanılan bir araç olarak düşündüğümüzde literatürde *artefakt* ve *enstrüman* kavramları; öğrenci ile kendisi (teknoloji) arasında gelişen süreçleri göz önüne aldığımızda ise *aracılık*/*arabuluculuk* kavramı öne çıkmaktadır. Bu kavramlar ve bu kavramları dikkate alarak geliştirilen teorilerin neler olduğu bu bölümde ele alınmıştır.

Literatürün tartışılmasına artefakt ve aracılık kavramları incelenerek başlandıktan sonra *enstrümantal oluşum* ve *enstrümantal orkestrasyon* kuramsal çerçevelerinin bu kavramlarla olan ilişkilerinin açıklanmasına ve içeriklerinin detaylı bir şekilde tartışılmasına kronolojik bir sıralama ile devam edilmiştir. Bölümün sonuna doğru, Pedagojik eylemler çerçevesinin sözü edilen diğer kuramsal çerçevelerle nasıl ilişkilendirildiği ve neden kullanıldığı açıklanmıştır. Tüm bu kavram ve teorilerin matematik sınıflarında, bir matematiksel görev etrafında nasıl bir yapı oluşturduğunu görselleştirmek için Şekil 1'den faydalanılmıştır. Şekil 1'e bu bölümün yapısının görsel bir temsili olması bakımından sıklıkla başvurulacaktır.



Şekil 1: Çalışmada yer alan kuramsal çerçevelerin görsel bir temsili

2.1 Artefakt, Enstrüman ve Aracılık Kavramları

Artefakt terimi, Verillon ve Rabardel'in (1995) çalışmasından alındığı şekliyle, kullanıcının faaliyetini ve düşüncesini etkileyen herhangi bir fiziksel, elektronik veya sembolik araç veya teknoloji olabilir. Matematik eğitimi literatüründe sıklıkla kullanıldığı şekliyle, artefakt kavramı ile bilgisayar cebir sistemleri (ör. Drijvers, 2003; Guin & Trouche, 1998), grafik hesap makineleri (örneğin, Hollebrands, Laborde ve Straßer, 2008; Cayton, 2012), elektronik tablo yazılımları (örneğin, Haspekian, 2005), akıllı el cihazları (Trouche & Drijvers, 2010) veya benzeri yazılım ve uygulamalar kastedilebilmektedir. Dick ve Hollebrands (2011)'a göre artefaktlar "matematiksel görevleri yerine getirebilen ve/veya kullanıcının eylemlerine matematiksel olarak tanımlanmış şekillerde yanıt verebilen" (s. xii) matematiksel eylem teknolojileridir. Bu yazıda artefakt terimi kullanıldığında, matematiksel eylem teknolojisi kavramı ima edilmektedir. Drijvers ve Trouche'nin (2008) argümanı uyarlanarak, bir artefakt şu şekilde kavramsallaştırılabilir: Artefakt = Enstrüman – Şema (Bir artefaktın kullanıcının bilişinden ve aktivitesinden ayrı kabul edildiğini belirleyen Şema).

Genel olarak ele alındığında artefaktlar, insan etkinliğine ve öğrenimine aracılık eden veya bunları etkileyen araçlar olarak işlev görür (Vygotsky, 1978). Zbiek ve ark. (2007), "Bilgisayar araçlarını Vygotsky'nin 'psikolojik araçlarından' veya 'işaretlerinden' biri ve dolayısıyla bir arabuluculuk aracı olarak görüyoruz" (s. 1193) ifadelerinde Vygotsky'nin çalışmasıyla olan bağlantıya dikkat çekmiştir. Başka bir deyişle, bilgisayar araçlarıyla gerçekleşen öğrenme, araçların öğrenen üzerindeki bu tür etkisinden dolayı bu araçlar olmadan yapılan öğrenmeden farklıdır (Pea, 1985). Pek çok araştırmacı aracılık kavramını bu anlamda sınıftaki artefaktlara referans olarak kullanır (örneğin, Lagrange, 1999; Ruthven, 2002; Bussi & Mariotti, 2008; Aldon, 2010;). Şekil 1'de, artefaktın arabulucu etkisi, artefakttan kullanıcıya (öğrenci veya öğretmen gibi) doğru okla temsil edilmiştir.

Matematikte artefaktlar üzerine yukarıda verilen literatür, Artefaktların matematik sınıfında oynadığı önemli rolü vurgulamaktadır. Bu nedenle, matematik eğitiminde teknoloji üzerine yapılan araştırmalarda, farklı artefaktlar sınıf etkinliğini farklı şekillerde etkileyebileceğinden veya aracılık edebileceğinden dolayı, sınıftaki

artefaktların belirli yapılandırmalarına, sağlamalarına ve kısıtlamalarına dikkat edilmelidir.

Artefaktın yapısı, birbiriyle ilişkili iki araştırma alanı olan semiyotik aracılık ve enstrümantal oluşum çerçevelerini etkilemiştir. Bu ikisi arasındaki benzerlikler ve farklılıklar ilerleyen bölümlerde sunulmaktadır.

Artefakt ve Semiyotik Aracılık

Vygotsky (1978), içselleştirmenin ya da "dış bir işlemin içsel olarak yeniden inşa edilmesinin" (s. 56), insan zihninin içsel işleyişinden ziyade kişinin zihninin dışındaki güçlerle ilişkisinin daha yüksek öneme sahip olduğu görüşünü vurgulamaktadır. Başka bir deyişle, önce dışsal (dolayısıyla toplumsal) bir işlem olmaksızın içselleştirme olmaz. Bu dış etkiler, kelimeler, dil, jestler, araçlar, çizimler, özel semboller ve diğer insan yapımı nesneler gibi işaretlerin üretilmesini ve yorumlanmasını içeren iletişim modlarını dâhil eden semiyotik süreçler olarak tanımlanır. Arabuluculuk teriminin kullanımında zımnen, bir kişinin veya kişilerin arabulucu olarak hareket edebileceği, bir şeye aracılık edildiği, birisinin aracılık edilene maruz kaldığı veya aldığı ve arabuluculuğu çevreleyen bağlamın da bir rol oynadığı ifade edilmektedir (Hasan, 2002).

Bussi ve Mariotti (2008), Vygotskici teoriyi, artefakt ve öğrenenler arasındaki ilişkiyi dikkate almak için eğitimsel bir bakış açısı ilave ederek semiyotik arabuluculuğun özel durumuna genişletti. Bussi ve Mariotti (2008) çalışmalarındaki didaktik döngülerinde üç aşama tasarladılar. İlk olarak, öğrenciler artefaktlar ile faaliyetlerde bulunurlar. Daha sonra, öğrenciler bireysel olarak çalışırlar ve çalışmaları veya düşünceleri ile ilgili işaretleri veya kayıtları üretirler. Ardından, öğrenciler sosyal bir bağlamda hareket ederek artefaktın kullanımıyla ilgili kolektif bir işaret üretimi sürecine geçerler. Bu sosyal odaklı teoride toplu tartışmalara önem verilir. Bu bakış açısına göre, "matematiksel bir tartışmada bir öğretmenin eyleminin temel amacı, bireysel katkıları dikkate alarak ve belirli artefaktların kullanımından kaynaklanan semiyotik potansiyellerden yararlanarak matematiksel işaretlere doğru hareketi teşvik etmektir" (Bussi & Mariotti, 2008, s.755). Bu bakış açısına göre, öğretmen, öğrencilerin matematiksel işaretleri yorumlamalarında ve üretmelerinde gelişmelerine

öncülük etmek amacıyla matematiksel etkinlikleri tasarlar ve düzenler; öğretmen arabulucu olarak hareket eder ve öğrenciler artefakt etkinlikleri aracılığıyla arabuluculuğa tabi tutulur. Semiyotik aracılık teorisi, artefaktın kullanıcı üzerindeki etkisine, tersinden daha fazla odaklandığından, artefaktın kullanıcının etkinliği üzerindeki aracılık rolü, Şekil 1'de artefakttan kullanıcıyı gösteren okla temsil edilir. Buna karşılık, enstrümantal oluşum teorisinde, artefakt ve kullanıcılar arasında karşılıklı oklarla gösterilen çift yönlü etkileşim söz konusudur.

Artefakt ve Enstrümantal Oluşum

Semiyotik arabuluculuk, artefaktın öğrenenler üzerindeki etkisine ve onların yarattığı işaretlere odaklanırken, teori öğrenicinin artefaktı adapte edebileceği veya değiştirebileceği yolları dikkate almaz. Enstrümantal oluşum teorisi ise Rabardel'in (2002) öğrencilerin kendi "araçlarını" geliştirdikleri iddiasını takip eder. Bu görüşe göre, öğrenciler artefakt ile aktiviteye girdiklerinde sürekli olarak artefaktı dönüştürürler - kullanıcı ve artefakt arasında bir tür karşılıklı arabuluculuk gerçekleşir.

Sonuç olarak, artefakt ile çalışmalarında öğrencilerin bireysel ve sosyal olarak oluşturulmuş şemalarına, arabuluculuk teorilerinden daha yüksek bir statü verilir. Artefakt ve öğrenenler arasındaki çift yönlü ilişki, öğrencilerin kavramsal gelişimi düşünüldüğünde daha önemli hale gelmektedir. Örneğin, Artigue (2002) teknik ve kavramsal çalışma arasında bir kesişimi oluşturmak için bu teoriye ihtiyaç duyulduğunu savunmuştur ve Drijvers (2003) öğrencilerin kavramsal ve teknik (ya da artefakta yönelik) gelişiminin birbiriyle yakın bir ilişki gösterdiğini doğrulamıştır. Takip eden bölümde, enstrümantal oluşumun yapısı daha da detaylandırılmıştır.

2.2 Enstrümantal Oluşum

Teknoloji, bir enstrümana dönüştürülecek bir Artefakt olarak görüldüğünde (Guin & Trouche, 1998), öğrencilerin bilişsel süreçleri, Artefaktların olduğu bir sınıfta öğrenmeleri için hayati derecede önemli kabul edilir. Bu süreçler bireysel veya sosyal biçimler alabilir ve yapılandırmacı teoriler, öğrenenlerin kendi anlayışlarını inşa etme yollarını dikkate alır. Daha önce belirtildiği gibi, kullanıcının zihinsel şemaları olmadan bir enstrüman var olamaz. Bu noktaya kadar, Rabardel (2002), kullanıcıların

artefaktlarla ile etkileşime girerken kullandıkları ve geliştirdikleri şemaları tartışırken Piaget'in şema teorisinden açıkça etkilenmiştir.

Bir artefakt ile etkileşime giren herhangi bir kullanıcı, enstrümantal oluşuma dâhil olabilir. Şekil 1'de öğretmen ve öğrencilerin artefaktlar olan etkileşimleri çift yönlü oklarla gösterilmiştir. Öğrenciler ile artefakt arasındaki etkileşim bireysel olabileceği gibi öğrencilerin topluca (tam sınıf), ikili gruplar ya da küçük gruplar halinde olduğu sosyal bir bağlamda da olabilir.

Kullanıcı bir Artefaktı kullanmak için bilgiyi uyguladığı anda, bu artefakt en azından bir düzeyde bir enstrüman haline gelir. Yukarıda tartışıldığı gibi, Artefaktlar, kullanıcıların faaliyetlerine aracılık etme yeteneği sunar. Ancak kullanıcılar, etkinlik sırasında artefakta da aracılık eder. Bu arabuluculuklar, kullanıcılar artefakt (artık enstrüman diyebiliriz) ile etkileşimlerine yanıt olarak aktivitelerini iyileştirdikçe yinelemeli dalgalar halinde gerçekleşir. Genel anlamda, enstrümantal oluşum bu tür kullanıcı etkinlikleri sırasında gerçekleşir; enstrümantal oluşum, kullanıcı ile artefakt arasında gelişen bir ilişkiyi yansıtır (Artigue, 2002; Guin & Trouche, 1998; Verillon & Rabardel, 1995). Bu yapıda ima edilen şey, öğrencilerin sınıfta bu tür Artefaktlarla etkileşimde bulunmak, bunları kullanmak, üzerinde düşünmek ve kullanarak öğrenmek için zamana ihtiyaç duymalarıdır. Ravitz ve diğerleri (2000), araçsal oluşumda kullanıcının şemalarının hayati role sahip olduğunu ve bu rolün, yapılandırmacı anlayışı benimseyen öğretim biçimlerinde öğrencilerin artefaktlarla araçsal oluşuma katılımını desteklemek için yararlı olabileceğini ifade eder.

Enstrümantasyon ve Enstrümantalizasyon

Enstrümantal oluşumun çift yönlü ilişkisi, onu oluşturan parçalara bölünebilir. Enstrümantalizasyon (araçsallaştırma-enstrümanlaştırma), kullanıcı artefaktın kullanımını şekillendirdiğinde ortaya çıkar ve enstrümantasyon (araçsallaşma-enstrümanlaşma), artefakt kullanıcıyı şekillendirdiğinde ortaya çıkar (Guin & Trouche, 1998; Zbiek ve diğerleri, 2007). Yukarıdaki Şekil 1'de, öğrencilerden artefaktları gösteren ok birinciyi temsil ederken, artefaktlardan öğrencileri gösteren ok ikincisini temsil eder.

Verillon ve Rabardel (1995), kullanıcı ve artefakt arasındaki ilişkiyi detaylandırmak için kaşık kullanmayı öğrenen küçük bir çocuk örneğini kullanır. Bir yandan, çocuk bir kaşığı kavramak ve manipüle etmek için çeşitli zihinsel şemaları harekete geçirebilir (Enstrümantalizasyon, araçsallaştırma). Bununla birlikte, çocuk kaşığı patates püresi gibi bir yemeği yemeye yardımcı olacak bir araç olarak kullanmaya çalıştığında, çocuk kaşığın kullanımından bazı eylemlerin diğerlerinden daha iyi sonuçlanabileceğini öğrenir (enstrümantasyon). Böylece artefakt, çocuğa etkili bir şekilde bir şeyler öğretir. Daha sonra, kaşık kullanımıyla toplanan bilgileri alarak, çocuk kaşıkla etkileşimi yönetmek için kullanılan zihinsel şemalarını gözden geçirir (araçsallaştırma). Bu durumda çocuk yemek yemek için kaşığı kullanarak yüksek düzeyde bir kesinlik elde ettiğinde, kaşık çocuğun zihninde bu tür bir kullanım için sabit bir araç haline gelmiştir. Aslında, daha büyük çocuklar ve yetişkinler, neredeyse hiçbir bilinçli düşünce olmadan kaşık kullanırlar. Bu noktada, kullanıcı (ister çocuk ister yetişkin olsun), bir kaşığı yeni amaçlar için kullanmak veya kaşıklar hakkında bildiklerini diğer "artefaktları" kullanma şeklini değiştirmek için enstrümantal oluşuma girebilir.

Drijvers ve Gravemeijer (2005), kullanıcıların matematiksel aktivite sırasında teknolojinin gücüyle uyandırabilecekleri zihinsel şemaları (Vergnaud, 1996), *kullanım şemaları* ve *enstrümanlı eylem şemaları* olarak iki farklı şekilde ele almışlardır. Her iki şema da enstrümantal oluşumda rol oynar (Drijvers & Gravemeijer, 2005). Şemalar arasındaki farkları ortaya koymak, araştırmacıların ve öğretmenlerin potansiyel öğrenci ihtiyaçlarını gidermelerinde ve öğrencilerin artefaktları kullanmada ilerlemelerine yardımcı olacaktır.

Kullanım şemaları (Drijvers & Gravemeijer, 2005), gücü açma, artefaktta gezinme ve artefaktın içerdiği farklı özelliklere erişim gibi bir artefaktın çalışmasıyla ilgili şemalardır. Drijvers ve Gravemeijer (2005), birçok bilgisayar uygulamasında ortak olan kes-yapıştır şemasının bazı bilgisayar cebir sistemlerinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Bu nedenle, kullanım şemaları, kullanıcıların artefaktlar ile etkileşime girmesi için gerekli şemaları temsil eder. Bununla birlikte, bu tür şemaların daha temel ve

artefakta özgü olduğu ve belirli bir etkinliğe (örneğin, belirli matematiksel nesneleri temsil etme veya bunlarla hesaplama) daha az özgül olduğu düşünülmektedir. Orkestra metaforu açısından, bir müzisyen, bir müzik aletini müzik çalmadan önce hazırlarken kullanım şemalarını çağrıştırabilir.

Enstrümanlı eylem şemaları, kullanım şemalarının aksine, kullanıcının enstrümantasyon ve araçsallaştırmaya (Enstrümantalizasyon) dâhil olması sırasında veya sonrasında uyandırdığı veya değiştirdiği şemalardır. Başka bir deyişle, bir öğrenci bir artefakt kullanarak matematiksel aktiviteye katılmaya başladığında ve artefakt ile etkileşim kurduğunda, o kullanıcı enstrümantal oluşuma girişir ve enstrümanlı eylem şemalarını geliştirir. Bir öğrenci enstrümanlı eylem şemalarını çağrıştırdığında veya değiştirdiğinde, alternatif olarak öğrencinin enstrümanlı aktiviteyle meşgul olduğunu söyleyebiliriz. Drijvers (2003), Drijvers ve Gravemeijer (2005) ve Guin ve Trouche (1998) tarafından önerildiği gibi, araçlı eylem şemalarının yönleri, kullanıcı Artefakt ile etkileşime girdikçe gözlemlenebilir ve inceleme nesneleri olarak hizmet eder. Bununla birlikte, şemalar kullanıcının zihninde yer aldığından, enstrümanlı şemalar doğrudan incelenemez, yalnızca kullanıcının gözlemlenebilir eylemleri ve iletişimi aracılığıyla incelenebilir.

Sosyal olarak inşa edilen şemalar

Enstrümantal yaklaşımlar, Vygotsky'nin teorilerinden etkilenerek artefaktların kullanıcının matematiksel etkinliğine aracılık ettiği fikrindedir (Verillon ve Rabardel, 1995). Ek olarak, bu yaklaşımlar, kullanıcının bilişsel şemaları çağrıştırdığını ve bu şemaları Piaget'nin şema teorisinden yararlanarak iyileştirdiğini savunur (Verillon ve Rabardel, 1995). Ancak, Trouche (2004) enstrümantal oluşumun her artefaktın sosyal bir yönü olmasından dolayı veya şemaların bir uygulama topluluğu içinde detaylandırılması nedeniyle her zaman hem bireysel hem de sosyal yönleri içerdiğini öne sürmüştür. Böylece, öğrenciler artefaktı kullanarak işbirlikçi problem çözme etkinliğine katıldıkça, bu tür iş birlikleri enstrümantal oluşumun kolektif şekilde meydana gelebileceğini gösterir. Birden fazla öğrenci grubuyla, her grup ders saatinin farklı anlarında sosyal enstrümantal oluşum biçimleriyle meşgul olabilir. Ek olarak, tüm sınıf kolektif bir enstrümantal oluşuma dâhil olabilir. Enstrümantal

yaklaşımlardan yola çıkan çalışmalar, enstrümantal oluşumun bireysel-toplumsal boyutunu dikkate almalıdır.

Orkestra Metaforu

Enstrümantal orkestrasyon çerçevesi müzikal bir metaforu (Caz orkestrası) yansıtır. Enstrüman, müzikal bir aleti ifade ederken; orkestra, çeşitli müzik aletlerini kullanan kişileri ifade eder. Orkestra şefi ise orkestrayı yönetir. Bu metafor sınıfa uyarlandığında enstrüman derste kullanılan aracı; orkestra sınıftaki öğrencileri; şef ise öğretmeni temsil eder. Orkestrasyon terimi ise tıpkı bir şefin orkestrayı düzenlemesi ve hangi aşamada hangi enstrümanın devreye gireceğini yönetmesi gibi öğretmenin sınıfı düzenlemesi (bireysel çalışma, grup çalışması ya da tam sınıf öğretimi gibi düzenlemeler) , kullanılacak teknolojik araçları seçimi ve bunları kullanış biçimlerini ifade eder. Öğrenciler bireysel olarak çalışabilecekleri gibi sınıf topluluğunun bir parçası olarak küçük gruplar halinde birbirleriyle ve öğretmenle etkileşime girebilirler. Öğrenciler bazen bireysel olarak (solist bakış açısı—bkz Drijvers & Trouche, 2008) yada 2'li 3'lü gruplar yada farklı gruplarla çalışabilir. Öğrenciler iş birliği içinde enstrümanlı eylemlerde bulunduklarında, herhangi bir anda aynı küçük gruptaki öğrenciler matematik orkestrasının bir bölümü olarak görülebilir. Başka bir deyişle, belirli bir paylaşılan enstrümanlı eylem planı için öğrenciler aynı (veya çok benzer) araçları kullanabilir. Ancak, öğrenciler matematik teknolojisinin diğer kullanımları için farklı şemalar uyandırabileceklerinden, enstrümanlı etkinliklerin tamamı için aynı enstrümanı "çalamayabilirler".

Caz orkestrası metaforu (Drijvers & Trouche, 2008), öğrencilerin matematiksel enstrümanlarıyla oluşturdukları matematiksel etkinlikte (veya melodilerde) yapılandırma süreçlerinin oynadığı rolü belirler. Öğrenciler enstrümantal oluşumla uğraşırken ve artefaktları bireysel ve grup olarak kendilerine ait enstrümanlara dönüştürürken, öğretmen aktiviteye rehberlik eder ve öğrencilerin eldeki aktiviteye katkılarına, uyarlamalarına ve doğaçlamalarına izin verir. Öğrencilerin kendi bilgi ve deneyimlerine özel bir ilgi ile çerçevelenen caz metaforu, çağdaş reform çabalarında somutlaşan okul matematiği için öğrenci merkezli vizyonlarla paralellikler gösterir.

Enstrümantal yaklaşımlardan yararlanan ve orkestra metaforunu kullanan araştırmacılar, sınıftaki öğrencilere, onların bakış açılarına, üretebilecekleri temsillere ve enstrümanların kullanımına ilişkin eylem şemalarının ortaya çıkışına da dikkat etmelidir. Şekil 1, öğrencilerden öğretmene işaret eden ok aracılığıyla enstrümantal orkestrasyonların bu yönünü göstermektedir. Başka bir deyişle, öğretmen öğrencilerin deneyimleri ve anlayışları ile ilgili bilgileri toplar ve ardından bu bilgileri öğrencilerinin ihtiyaçlarını daha iyi karşılamak için enstrümantal orkestrasyonlarını özelleştirmek için kullanır. Bu, öğretmenlerin çağdaş reform çabalarının ilkeleriyle uyumlu, öğrenci merkezli öğrenme ortamları yaratmaya çalıştıkları sınıflarda özellikle önemlidir.

Enstrümantal Oluşumla İlgili Araştırmalar

Guin ve Trouche (1998), öğrencilerin TI-92 hesap makinesiyle matematik çalıştıkları bir sınıfta bir yıl boyunca toplanan verileri temel alarak, öğrencilerin artefakt ile yaptıkları etkinlikler sırasında sergiledikleri beş çalışma yöntemini rapor ettiler. Rastgele çalışma yönteminde öğrenciler, artefaktı kasıtlı olarak kullanmak için önceden çok fazla düşünmeden tahmin et ve kontrol et dizisinde Artefakt ile eylemleri alelacele yürüttüler. Mekanik çalışma yönteminde, öğrenciler artefaktta basit ayarlamalar yaptılar ve artefaktı kullanmadan önce çok fazla matematiksel düşünce göstermeden artefakt tarafından verilen sonuçlardaki kalıpları gözlemleyebildiler. Becerikli çalışma yönteminde, öğrenciler tüm bilgileri (örneğin, Eser, kâğıt/kalem çalışması vb.) değerlendirerek muhakeme göstermiş ve bazen çok çeşitli çözüm stratejileri üretmiştir. Rasyonel çalışma yönteminde öğrenciler, artefakt ile çoğunlukla sistematik ve matematiksel bir şekilde çalıştılar. Son olarak, teorik çalışma yönteminde, öğrenciler ağırlıklı olarak matematiksel referanslara ve analojiler ile akıl yürütmeye ve Artefaktın çıktılarının yorumlanmasına yöneldiler. Guin ve Trouche (1998), öğrencilerin teorik çalışma yöntemi örnekleriyle karşılaştırıldığında mekanik veya rasyonel çalışma yöntemi örnekleri sırasında daha az zaman harcadıklarını bulmuşlardır. Ayrıca, daha derin matematiksel anlayışa sahip öğrencilerin artefakt ile devam etme ve artefakt ile matematiksel çalışmaya uyum sağlama olasılıklarının daha yüksek olduğunu; daha düşük düzeyde matematiksel anlayışa sahip öğrencilerin ise

pes etme ve artefaktları kullanma yollarında ilerleyememe olasılıklarının daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Drijvers (2003) tez çalışmasında öğrencilerin enstrümanlı aktivitelerini parametre kavramı ile incelemiştir. Öğrencilerin enstrümanlı tekniklerinin, öğrencilerin parametre kavramına ilişkin kavramsal anlayışları ile ilgili gördükleriyle yakın bir ilişki gösterdiğini buldu. Bu ilişki nedeniyle Drijvers, öğrencilerin matematiksel görevler üzerindeki çalışmalarıyla ilgili hem teknik hem de kavramsal yönleri aynı anda dikkate almaları gerektiğinden, enstrümantal oluşumun karmaşık bir süreç olduğunu keşfetti. Ayrıca, öğrencilerin karmaşık artefaktı kullanmayı öğrenmelerine yardımcı olmak için önemli miktarda zaman harcamasına karşın öğrenciler tarafından karşılaştırılabilir düzeyde bir cebirsel kavrayış gözlemlemediğini belirtti. Drijvers'ın bunu ifade ederken ki amacı, teknolojiden kaçınılması gerektiği değil, öğrencilerin hem teknik hem de kavramsal gelişimini desteklemek için teknolojiyi matematik sınıflarına entegre ederken dikkat edilmesi gereken noktaların arttığıydı.

Lise öğrencileriyle yapılan bir çalışmada, bilgisayar cebir sistemleriyle enstrümantal oluşumun yönlerini daha fazla araştırmak için tasarlanan bir dizi öğretim deneyinden sonra, Drijvers ve Gravemeijer (2005) üç enstrümanlı eylem şemasını ortaya çıkardı: biri parametreli denklemleri çözmek için, biri ifadeleri ikame etmek için ve diğeri denklem sistemlerini çözmek için. Her durumda, öğrencinin şemayı sabitlemek için kavramsal bir giriş noktasına ihtiyacı olduğunu, öğrencinin artefakt ile başarılı bir şekilde etkileşim kurmak için yeterli teknik bilgiye sahip olması gerektiğini ve öğrencinin artefakt tarafından verilen sonuçları yorumlarken hem kavramsal hem de teknik anlayışını güçlendirmesi gerektiğini öne sürerler.

Enstrümantal oluşum alanındaki araştırmadan elde edilen bulgular, sınıfta kullanılan artefaktların karmaşıklığının ve öğrenci(ler) ile artefaktlar arasındaki buna tekabül eden karmaşık etkileşimlerin altını çizmektedir. Buradan hareketle, öğrencilerin sınıftaki teknik ve kavramsal gelişimlerini tanımanın ve bunlarla ilgilenmenin önemini ve öğretmenlerin, öğrencilerin enstrümantal oluşumla meşgul olmaları için fırsatlar tanınması gerektiği (enstrümantal orkestrasyonları yoluyla)

önerilir (Drijvers ve diğerleri, 2010; Trouche, 2005; Zbiek ve diğerleri, 2007). Bir başka deyişle, bir öğretmen öğrencilerin teknik gelişimini kolaylaştırmak için bazı enstrümantal orkestrasyonları uygulamayı seçebilirken, diğer enstrümantal orkestrasyonların kavramsal gelişime veya ikisi arasında bir miktar dengeye odaklanmak için kullanabilir. Her durumda, enstrümantal oluşum teknik anlayışa, kavramsal anlayışa ve gelişmeye (büyümeye) bağlı olduğunu göstermektedir.

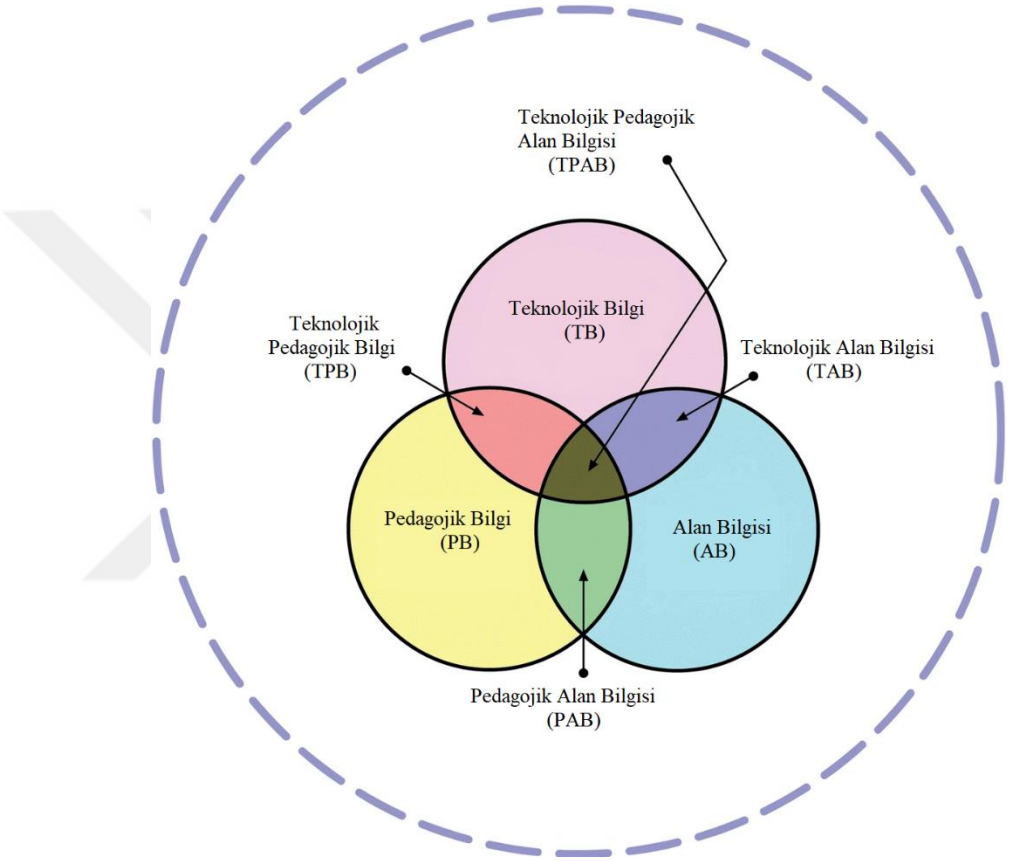
Teknoloji, Öğretmen ve Öğretmenin Rolü

Artefaktların bir kullanıcısı olarak, öğretmenler de enstrümantal oluşumla meşgul olur. Bu durum, Şekil 1'de öğretmen ve artefaktlar arasındaki oklarla gösterilmiştir. Tahmin edilebileceği üzere, öğretmenin artefaktlar ile ilgili deneyimlere sahip olması ya da olmaması, öğrencilerin artefaktlar ile olan aktivitelerini nasıl desteklediğini ya da kısıtladığını göstermektedir. Öğretmenlerin enstrümantal oluşumla uğraşırken hem teknik hem de kavramsal olarak gelişmeye ihtiyaç duydukları varsayılmaktadır. Bir başka deyişle, öğrencilerin artefaktlar ile kavramsal ve teknik gelişimini başarılı bir şekilde desteklemek için öğretmenlerin belirli bir matematiksel ve teknolojik bilgiye sahip olması gerekiyor gibi görünmektedir.

Mishra ve Koehler (2006), öğretmenlerin teknolojiyi eğitim ortamlarında uygularken ihtiyaç duyabilecekleri birçok farklı matematiksel bilgi türünü temsil etmek için Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) kavramsal çerçevesini ortaya çıkarmıştır.

Mishra ve Koehler TPAB kuramsal çerçevesini, öğretmenlerin ihtiyaç duyabileceği teknik bilgi biçimlerini dahil etmek için Shulman'ın (1986) Pedagojik İçerik Bilgisi çerçevesini genişleterek oluşturmuşlardır. TPAB çerçevesinde dikkate alınan üç temel öğretmen bilgisi türü vardır: Eğitim amaçlı teknolojilerin kullanımına özgü Teknolojik Bilgi, belirli öğrencilerle belirli bir sınıfta öğretime ilişkin Pedagojik Bilgi ve belirli bir konuyla ilgili İçerik (Alan) Bilgisi. Ayrıca, Mishra ve Koehler, bu tür bilgiler arasındaki kesişmelerin, bir öğretmenin sınıfta teknoloji kullanımını başarılı bir şekilde uygulama ve destekleme konusunda daha büyük potansiyeli yansıttığını belirtmiştir. TPAB veya üç farklı bilgi türünün örtüşmesi, iyi öğretimin temeli olarak görülür.

Spesifik olarak, iyi öğretim teknolojiyi içerir ve öğretmenlerin teknolojiden yararlanmak için belirli pedagojik teknikleri anlamasını gerektirir (Mishra & Koehler, 2006). Şekil 2, TPAB çerçevesini göstermektedir (Koehler, 2016).



Şekil 2: Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Modeli (Mishra ve Koehler , 2006)

Zbiek ve Hollebrands (2008), matematik öğretmenlerinin öğretim sırasında teknolojiyle etkileşime girme ve teknolojiyi teşvik etme yollarını yorumlarken, Beaudin ve Bowers'ın (1997) PURIA (Play, Use, Recommend, Incorporate, Assess) isimli modelini detaylandırdılar. Öğretmenin sınıf içinde teknolojiyi kullanma yollarını beş düzeyde ifade eden modelin ilk düzeyinde *Oynat*, öğretmenin teknolojiyi net bir matematiksel amaç olmadan kullanması anlamına gelir. Bu nedenle, bu düzeydeki işlemlerde öğretmenin bir artefaktı kullanmak için çok fazla TPAB bilgisine sahip olmasına gerek olmadığı söylenebilir. Bir öğretmen ilerlediğinde ve

teknolojiyi kullandığında (*Kullan*), öğretmen artefaktı kendi matematiksel amaçları için kullanır. Örneğin, bir öğretmen, öğrencilerin artefakt ile etkileşime girmesine veya öğretmenin artefakt ile ne oluşturduğunu görmesine izin vermeden çeşitli istatistikleri hesaplamak ve öğrenci notlarını oluşturmak için elektronik tablo uygulaması gibi bir artefakt kullanabilir. PURIA modelindeki oynat ve kullan kavramları, enstrümantal oluşum teorilerinin öğrenciler kadar öğretmen için de geçerli olduğu fikrini yansıtır. Bu nedenle, öğretmenin kendi matematiksel anlayışı ve etkinliği, artefaktları kullanımından etkilenir. Öğretmen, öğrencilere teknolojiyi kullanmalarını tavsiye eder etmez, en azından bir düzeyde, öğrencilerin enstrümantal oluşuma katılımını desteklemeye başlar. Birçok durumda bu, öğretmenin teknolojinin kullanımına izin verdiği, ancak kullanılmasını gerektirmediği anlamına gelir. Bu bazen öğretmenler, öğrencilerin el ile tamamladıkları işi kontrol etmek için teknolojiyi kullanmalarına (grafik hesap makinesi ile sonucun doğruluğunu kontrol etme gibi) izin verdiğinde ortaya çıkar. Öğretmen daha sonra, sınıfta eğitim sürecine teknolojiyi *dâhil* edebilir ve öğretmen, teknolojinin öğretmen merkezli veya öğrenci merkezli kullanımını içeren enstrümantal orkestrasyonları uygulayabilir (Drijvers ve diğerleri, 2010; Drijvers ve diğerleri, 2013). PURIA modelinin son aşamasında öğretmen, öğrencilerin enstrümanlı matematiksel aktivitelerini değerlendirerek matematiksel teknolojinin kullanımına yüksek önem verir. Öğretmenlerin yalnızca küçük bir azınlığı öğrenciler artefaktları kullandıklarında değerlendirme düzeyinde teknolojiyi entegre etmiştir (Örneğin ABD'de Zbiek ve diğerleri, 2007; Fransa'da Trouche, 2003). PURIA modeli, öğretmenlerin sınıfta artefaktların kullanımını desteklemek ve teşvik etmek için sahip oldukları katılım düzeyini göstermeye yardımcı olur.

Kendal ve Stacey (1999), diferansiyel kalkülüs dersinin üç öğretmeniyle yaptıkları çalışmada, öğretmen ayrıcalığı kavramını tanımladılar. Buna göre, öğretmenler, artefaktların bazı yönlerinden kaçınırken veya önemsiz gösterirken, belirli yönlerini veya yeteneklerini teşvik edebilmektedirler. Ayrıca, öğretmenlerin kişisel öğretim stillerinin ve tutumlarının öğrencilerin öğrenmesini etkilediğini savunmuşlardır. Bu ayrıcalıklı kararlar, hem öğrencilerin artefaktların farklı özelliklerine erişimini hem de artefaktlarla etkileşimlerini etkilemiştir.

Drijvers vd. (2013), matematik öğretimine yönelik enstrümantal yaklaşımlarla ilgili olarak TPAB yapısını kullandılar. Artefaktlar ile öğretim konusunda önceden deneyime sahip 12 lise öğretmeniyle yaptıkları çalışmada, öğretmenlerin TPAB bilgisi ile öğretmenlerin artefakt kullanarak öğrenci aktivitelerini yönlendirme ve yapılandırma yolları arasında korelasyonlar buldular. Örneğin, daha az pedagojik bilgiye sahip gibi görünen öğretmenlerin, artefaktların teknik ve matematiksel yönlerine daha fazla odaklandığını ve artefaktlarla yapılan etkinliklerde öğrencilerin kavramsal gelişimine daha az odaklandığını bulmuşlardır. Sonuç olarak, Drijvers ve arkadaşları, TPAB'nin ve enstrümantal yaklaşımın, öğretmen bilgisi ve öğretmen uygulamasını dikkate almak için birlikte kullanılabileceğini destekleyen sonuçlar elde etmiştir.

Zbiek ve Hollebrands (2008), araştırma literatüründe ortaya çıkan teknoloji ile ilgili farklı öğretmen rollerini gözden geçirdiler ve 11 farklı öğretmen rolü sundular. Bu roller:

1. Sınıf etkinlikleri için zaman ayırmak
2. Öğrenci çalışmaları için yeni problemler ortaya koymak ve kolaylaştırmak
3. Öğrencilerle işbirlikçi çalışmak
4. Yardıma ihtiyaç duyduklarında öğrenci çalışmalarına yardım etmek ve rehberlik etmek
5. Öğrenci ilerlemesini değerlendirmek
6. Mevcut problemlerle ilgili fikirleri göstermek
7. Sınıf etkinliğini ve zamanını yönetmek
8. Faaliyetleri uygulamak
9. Bir bilgi kaynağı olarak hizmet etmek
10. Teşhir için örnekler ve stratejiler seçmek
11. Artefaktlar konusunda teknik asistan veya uzman olarak hizmet etmektir.

Bu 11 rol, öğrencilerin sınıfta artefaktlara erişimleri olduğunda öğretmenlerin öğrenci çalışmalarını yapılandırma ve destekleme yöntemlerine özeldir. Caz orkestrası

metaforunda, Drijvers ve Trouche (2008) bu öğretmen rollerini doğrudan enstrümantal orkestrasyon yapısına bağladılar çünkü bu yapı, öğretmenin artefakt kullanılırken öğrencinin öğrenmesini desteklemek için önlemleri yapılandırabileceği ve uygulayabileceği belirli yolları dikkate almaktadır.

Drijvers vd. (2010), farklı enstrümantal orkestrasyon türlerinin farklı öğretmen rollerini desteklediğini göstermiştir. Örneğin Öğretmen A, çalışmalarında, matematik etkinlikleri sırasında öğrenci iş birliğini teşvik etmeyi tercih ettiğini bildirdi ve birçok öğrenci merkezli enstrümantal orkestrasyon uygulamıştır. Buna karşılık, Drijvers ve meslektaşları, Öğretmen B'nin etkinliğin akışını doğrudan kontrol etmesine izin veren enstrümantal orkestrasyonlar (daha öğretmen merkezli enstrümantal orkestrasyonlar) kullanarak öğretmen merkezli ders yapılarına daha fazla odaklandığını ve uyguladığını bildirmiştir. Sonuç olarak, bu iki öğretmen enstrümantal orkestrasyonlarında farklı roller üstlendiler. Öğretmen A daha kolaylaştırıcı odaklı roller üstlenirken, Öğretmen B daha otoriter odaklı roller üstlendi. Çalışmadaki bu sonuçlara göre, öğretim türü (öğretmen merkezli ya da öğrenci merkezli öğretim) ile kullanılan enstrümantal orkestrasyon türleri arasında bir ilişki olduğu öne sürüldü.

Araştırmalar ayrıca, öğretmenler sınıfta Eserleri kullanmaya karar verdiğinde ortaya çıkan ve üstesinden gelinmesi gereken sorunları da belgelemiştir. Örneğin, Zbiek ve Hollebrands (2008), teknolojiyi kullanırken öğretmenlerin yaşadığı endişeleri araştıran çalışmaları gözden geçirmiştir. Bu endişelerden birincisi, öğretmenlerin teknolojinin öğretim uygulamalarını nasıl etkileyeceği konusundaki kişisel kaygılarıdır. Bazı öğretmenler, teknoloji kullanımının sınıfta öğrencilerin öğrenmesi için olumsuz sonuçlar doğuracağından korkmaktadır. İkincisi, öğretmenlerin, artefaktların kullanımını içeren problem çözme etkinlikleri sırasında ortaya çıkabilecek sınıf yönetimi sorunları ile ilgili kaygılarıdır. Son olarak, öğretmenlerin teknik anlayış ve güven eksikliği nedeniyle sıklıkla sahip oldukları teknolojiye dönük endişelerdir. Bu nokta TPAB modelinde yeniden teyit edilmektedir (Mishra & Koehler, 2006). Başka bir deyişle, öğretmenlerin sınıfta kullanılan belirli artefaktlar hakkında yeterli bilgiye (Teknolojik Bilgi), matematik öğretmek için yöntemler bilgisine (Pedagojik Bilgi), matematik bilgisine (İçerik Bilgisi) ve bu üç alanın kesişme noktalarına ilişkin bilgiye ihtiyacı vardır. TPAB'nin herhangi bir

alanındaki eksikliği, bir öğretmenin teknolojiyi sınıfta uygularken karşılaşabileceği ilgili zorluklarla ilişkili olabilir. Ayrıca, daha yüksek düzeyde TPAB bilgisine sahip öğretmenler, teknolojiyi öğrenci merkezli yollarla başarılı bir şekilde uygulamak için daha hazır olabilir (Drijvers vd., 2013).

2.3 Enstrümantal Orkestrasyon

Öğrencilerin matematiksel çalışmaları ile artefaktlar arasındaki sürecin yöneticisi olarak öğretmenler, öğrencilerin hangi artefaktlara erişebileceğini ve bu artefaktları nasıl kullanabileceklerini etkileme gücüne sahiptirler. Öğretmenlerin enstrümantal orkestrasyonları, öğrencilerin enstrümantal oluşumunu yönlendirme çabalarıdır. Öğretmenler, enstrümantal orkestrasyonlarını, öğrencilerden aldıkları geri bildirime yanıt olarak uyarlayabilirler.

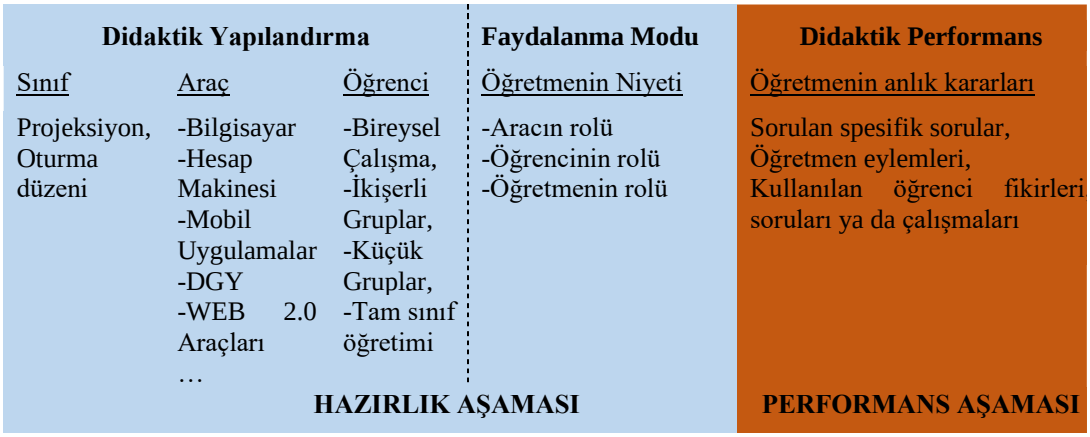
Öğretmen öğrencilerle etkileşime geçtiğinde pedagojik eylemler kullanır ki (Şekil 1'de öğretmenden öğrencilere işaret eden okla gösterilmiştir) bu eylemler öğretmenlerin enstrümantal orkestrasyonlarının bir bileşenidir. Şekil 1'deki oklar geri bildirim döngülerini temsil eder, çünkü öğretmen sürekli olarak öğrencilerden bilgi toplar ve matematiksel görevleri merkeze alan etkinlik sırasında artefaktı kullanır ve bu bilgilerden yararlanarak öğretimi yönlendirir. Caz orkestrası metaforunda, öğretmen ve artefakt, öğrenciler ve artefakt ve öğretmen ve öğrenciler arasındaki ilişkiler, orkestra şefinin müzisyenlerin enstrümanlarını kullanmalarına rehberlik etme ve şekillendirme çabalarına benzer.

Zbiek ve Hollebrands'ın (2008) belirttiği gibi, öğretmen tam sınıf öğretimi, küçük gruplarla öğretim veya bireysel çalışmalarda tıpkı bir orkestra şefinin müzisyenleri yönettiği gibi öğrencilerle çalışmalıdır.

Bundan sonraki bölümlerde, tam sınıf veya küçük gruplarla çalışmalarda meydana gelebilecek enstrümantal orkestrasyon tipolojilerini geliştiren son çalışmalara dikkat çekilmektedir. Bu ortamlarda bireysel öğrenciler yerine enstrümantal orkestrasyonlara odaklanmanın nedeni, öğrencilerin tek kişilik bir grubun değil, bir orkestranın üyeleri olarak görülmesidir (Drijvers & Trouche, 2008).

Trouche (2004), iki tanımlayıcı bileşene atıfta bulunarak enstrümantal orkestrasyon kavramını ortaya atmıştır. Bunlar didaktik yapılandırma ve kullanım (Ya da faydalanma) modlarıdır. Didaktik yapılandırmayı planlamak için öğretmen, öğrencilerin kullanacakları artefaktları seçer ve bunları sınıfta düzenler (veya düzenlemelerini planlar). Bu artefaktlar, öğrencilerin kendi başlarına veya gruplar halinde kullanacakları artefaktları, öğretmenin kullanacağı artefaktları ve etkinlik sırasında kullanılabilecek artefaktları veya sunum teknolojilerini (projektör gibi) içerir. Öğretmen, didaktik yapılandırmayı tasarlarken aynı zamanda öğrencilerin düzenini de planlar (gruplar halinde, bireysel olarak veya tam sınıf ortamında). Faydalanma modu bileşeninde öğretmen, orkestrasyon hedeflerine göre didaktik yapılandırmadan nasıl yararlanacağına karar verir. Belirli bir artefakt tekniğini gösterebilir, artefakt ile yapılan çalışma ile kâğıt-kalemle yapılan çalışma arasında bir bağlantı kurabilir, bir öğrencinin artefakt ile çalışmasını sunmasını sağlayabilir veya artefakt tarafından oluşturulan bir temsille ilgili bir tartışma başlatabilir. Bu örneklerin her biri, öğretmenin kullanabileceği farklı kullanım modlarını temsil eder.

Drijvers ve ark. (2010), Trouche'un (2004) enstrümantal orkestrasyon bileşenlerini tanımlamasını iki yolla genişletmiştir (bkz. Şekil 3). İlk olarak, faydalanma moduna, matematiksel görevin önemine ilişkin açıklamalar ve Simon'ın (1995) varsayımsal öğrenme yörüngesi ile ilgili eklemeler yapmıştır. Yazarlar, varsayımsal öğrenme yörüngesi kavramını detaylandırmasalar da öğretmenin etkinliği planladığını ve öğrencilerin öğretmen tarafından seçilen görevleri yerine getirirken artefaktlarla nasıl etkileşim kuracaklarını tahmin ettiğini belirtmişlerdir. İkinci olarak, Trouche'un enstrümantal orkestrasyon tanımına, öğretmenin enstrümantal orkestrasyonun ortasında yaptığı anlık eylemleri ifade eden didaktik performans bileşenini dâhil etmişlerdir.



Şekil 3: Enstrümantal Orkestrasyon Kavramsal Çerçevesi, Drijvers vd. (2010)

Öğretmen, belirli enstrümantal orkestrasyonlar için didaktik yapılandırma ve faydalanma modlarını planlayabilir ve tasarlayabilirken, öğrencilere yanıt olarak yaptığı eylemleri ve kendi didaktik performansını tam olarak planlayamaz. Daha spesifik olarak, bir öğretmen artefaktları matematik problemlerini çözmek için kullanırken öğrencilerin deneyimlerini, mücadelelerini ve başarılarını tam olarak tahmin edemez. Bu nedenle, öğretmenler ders sırasında didaktik performanslarını oluşturan anlık kararlar verirler. Hem Cayton (2012) hem de Drijvers vd. (2010) öğretmenlerin didaktik performansları sırasında sıklıkla birden fazla pedagojik eylemi nasıl kullandıklarına dikkat çekti, bu da pedagojik eylemlerin öğretmenlerin didaktik performanslarının önemli unsurları olduğunu göstermektedir. Didaktik performans terimi, bir enstrümantal orkestrasyon sırasında öğretmenin/şefin öğrencilerden/müzisyenlerden o anda geri bildirim alabileceği bir caz orkestrası metaforuyla özel bir bağlantı kurar (Drijvers & Trouche, 2008).

Drijvers vd. (2010) ve Drijvers vd. (2013), teknolojik bir öğrenme ortamında sekizinci sınıflarda fonksiyon kavramına odaklanan bir projenin parçası olarak farklı enstrümantal orkestrasyon türlerini ortaya çıkarmıştır. Aşağıda verilen Şekil 4, Drijvers vd. (2013)'ın, Drijvers vd. (2010) tarafından açıklanan farklı enstrümantal orkestrasyon türlerine modifiye edilmiş genel bakışını göstermektedir.

Bu enstrümantal düzenlemelerin açıklamaları daha sonra Tablo 2 ve Tablo 3'te verilmektedir. Araştırmacıların tipolojisi kapsamlı olmasa da oluşturdukları

kategoriler literatürde öğretmenlerin kullandıkları enstrümantal orkestrasyon türleriyle ilgili öğretmen profilleri oluşturmak için referans işlevi görmüştür (Cayton, 2012; Erfjord, 2011; Kratky, 2013). Takip eden bölümde, Drijvers vd. (2013)'nin tanımladığı enstrümantal orkestrasyon türleri sırasıyla tam sınıf ve küçük grup ortamlarına göre açıklanmaktadır.

Tam Sınıf Öğretiminde Kullanılan Orkestrasyonlar

Bu bölümde, öğretmenlerin tam sınıf ortamında enstrümantal orkestrasyonlarına ilişkin çalışmalardan elde edilen sonuçlar kronolojik olarak sunulmaktadır. Çalışmalardaki ana temalardan biri, öğretmen eğitiminin bir parçası olarak öğretmen merkezli ve öğrenci merkezli enstrümantal orkestrasyon türleri arasındaki ayrımdır. Bu ayrım, geleneksel öğretim ve yapılandırmacı öğretim modelleri arasındaki ayrımla ilgilidir (Ravitz vd., 2000).



Şekil 4: Tam Sınıf Orkestrasyonları ve Bireysel Orkestrasyonlar, Drijvers vd., (2013)

Drijvers (2011), birçok tam sınıf enstrümantal orkestrasyondan önemli biri olan Çalış ve Yürü (Work-and-walk-by)'nün öğretim uygulamasını tanımlamıştır. Temel olarak, öğrenciler matematiksel problem çözme ile uğraşırken, öğretmen öğrencilerin enstrümanlı aktivitelerini gözlemlemek için sınıfta dolaşabilir. Böylece,

öğretmen, öğrencilerin göreve yaklaşımları hakkında bilgi toplayabilir. Öğretmen sınıfta dolaşırken öğrencilerin problem çözme çabalarında ilerlemelerine engel olabilecek olası teknik ve matematiksel engeller ve ilginç, benzersiz veya gelişmiş enstrümanlı aktiviteyi arar. Bulduğunda ise bunu bütün sınıfla paylaşarak diğer öğrencileri bu konuda bilgilendirmiş olur ya da bir tam sınıf tartışması başlatabilir.

Guin ve Trouche (2002), çalışmasında sözde bir Sherpa öğrencisinden yararlandığı tam sınıf enstrümantal orkestrasyonunun bir örneğini sunmuştur. Bu enstrümantal orkestrasyonda öğrenciler hem artefaktı hem de kâğıt-kalemle tamamlanan çalışmayı içerebilen enstrümanlı aktiviteye katılırlar. Özellikle bilgili bir öğrenci (Sherpa), Eseri herkesin görebileceği şekilde çalıştırır (ekranda ya da projeksiyonda yansıtarak). Öğretmen doğrudan Sherpa ile etkileşime girerek öğrenciden belirli işlemleri gerçekleştirmesini ister. Guin ve Trouche'a göre amaç, öğrencilerin geri kalanını Sherpa öğrencisinin liderliğini takip etmeye teşvik ederek, enstrümantal oluşumun kolektif yönetimini sağlamaktır. Trouche (2004), Sherpa terimini, öğrenci sunum sırasında rehberlik yaptığı ve bilişsel yükü taşıdığı için seçmiştir. Sherpa öğrencisi kavramı diğer araştırmacılar tarafından da benimsenmiştir (Örneğin Drijvers vd., 2010, 2013).

Drijvers vd. (2010), Belçika'da 29 ve Hollanda'da dokuz sınıfta ortaklaşa yürütülen bir proje kapsamında öğretmenlerin fonksiyon kavramı öğretiminde bir jawa uygulaması kullanımını gözlemledi. Araştırma ekibi gözlemledikleri altı farklı enstrümantal orkestrasyonu, gözlemlenen didaktik yapılandırmalar ve kullanım modları açısından kategorize etti. Tablo 2, Drijvers vd. (2013) tarafından kategorize edilen enstrümantal orkestrasyonları özetlemektedir.

Tablo 2’de orkestrasyon isimlerinin altında Öğrenci Merkezli ve Öğretmen Merkezli ifadeleri yazmaktadır. Buradan anlaşılacağı üzere bazı orkestrasyon türleri daha öğretmen merkezli olacak şekilde kurulurken, diğerleri daha öğrenci merkezli olacak şekilde ayarlanmıştır.

Tablo 2: Tam sınıf orkestrasyon türleri ve tanımları (Drijvers vd., 2013)

Orkestrasyon türü	**Tanımı**
Ekranı tartış *Öğrenci Merkezli*	Ekranda meydana gelen durumlarla ilgili tam sınıf tartışmasının yapılmasıdır. Didaktik yapılandırması ekranın sınıfın önünde olmasını ya da projeksiyon ile sınıfa yansıtılmasını gerektirir. Faydalanma modu bir problem, görev ya da öğrenci çalışmasından yola çıkılarak ekranda olup bitenin sınıfça tartışılmasıdır.
Öğrenci iş başında *Öğrenci Merkezli*	Bu öğretim biçiminde öğretmen ekranı öğrencinin kontrolüne bırakır ve ona sorular sorarak dersi işler. "Ekranı tartış" öğretim biçiminden tek farkı teknolojinin bir öğrencinin kontrolünde olmasıdır. Öğretmen kavrayış olarak önde gelen öğrencilerden birini tüm sınıfın önüne çağırarak ekranın kontrolünü kendisine bırakır. Didaktik yapılandırma ekranın tüm sınıfa yansıtıldığı bir ortamı gerektirir. Faydalanma modu olarak öğrenci kendi hazırladığı matematiksel görevi ya da öğretmenin hazırladığı etkinliği sunar. Bunun yanı sıra öğretmen "Peki her durum için böyle olur mu?", "Böyle olunca sonuç nasıl değişir?", "Burada bir kurala göre mi sonuç değişiyor?" vb. soruları sorarak öğrencinin aracı kullanarak cevap vermesini isteyebilir.
Bul ve Göster *Öğrenci Merkezli*	İlginç öğrenci çalışmalarının tespit edildikten sonra öğrencinin çalışmasının ve muhakemesinin gözler önüne serilerek sınıfça tartışılmasına dayanır. Didaktik yapılandırma, ders hazırlığı sırasında öğrencilerin teknolojik ortamda çalışmalarına erişimi içerir. Faydalanma modu olarak, öğretmen, çalışmaları gösterilen öğrencilere gerekçelerini açıklatabilir ve diğer öğrencilerden tepkilerini isteyebilir veya öğrenci çalışmaları hakkında geri bildirim verebilir.
Ekranı açıkla *Öğretmen Merkezli*	Ekranda meydana gelen durumlarla öğretmenin sınıfa açıklamalar yapması ve matematiksel çıkarımlarda bulunmasını ifade etmektedir. Didaktik yapılandırma teknik-demo ile aynıdır. Faydalanma modu

	öğretmenin bir probleme ilişkin kendi çözümünü ya da öğrenci çalışmalarını ekranda açıklamayı içerir.
Ekran-Tahta İlişkisi *Öğretmen Merkezli*	Öğretmenin teknolojik ortamda oluşan durumlar ile ilgili çıkarımlarda bulunarak yazı tahtasını kullanması durumudur. Didaktik yapılandırması ekranın ve tahtanın birlikte sınıfın önünde olmasını gerektirir. Faydalanma modu bir problem, görev ya da öğrenci çalışmasından yola çıkılarak ekran ve tahta ilişkisinin kurulmasıdır.
Teknik-Demo *Öğretmen Merkezli*	Araç tekniklerinin öğretmen tarafından gösterimini ifade etmektedir. Bu orkestrasyonun didaktik yapılandırması teknolojinin tüm öğrencilerin göreceği şekilde konumlandırılmasını gerektirmektedir. Projeksiyon cihazından yararlanarak öğretmen ekranını sınıfa yansıtabilir ya da etkileşimli akıllı tahta kullanılır. Faydalanma modunda öğretmen bir durum, görev ya da öğrenci çalışmasından yararlanarak bir tekniğin gösterimini yapar.
Rehberlik et ve açıkla	Bu orkestrasyon, ekranı açıkla ve ekranı tartış orkestrasyonları ile aynı didaktik yapılandırmayı içerir. Ancak Faydalanma modunda ekranı açıkla ile ekranı tartış orkestrasyonlarının arasında kalmaktadır. Bir yandan, öğretmen ekranda ne olup bitenle ilgili kapalı bir açıklama yapar. Diğer yandan, öğrenciler için genellikle kapalı bazı sorular sorar, ancak bu etkileşim o kadar sınırlıdır ki, açık bir tartışma olarak kabul edilemez.
Tahtada öğretim *Öğretmen Merkezli*	Geleneksel tam sınıf öğretimini ifade eder. Burada tahta ifadesi beyaz tahta ya da etkileşimli akıllı tahta olabilir. Ancak her iki durumda da yazı ve çizim için beyaz tahta gibi kullanılır. Herhangi bir teknoloji kullanmadan öğretim yapıldığı durumları belirtmek için çalışmaya eklenmiştir.

Kapsamlı bir çalışmada Drijvers ve diğerleri (2010), öğretmen merkezli ve öğrenci merkezli enstrümantal orkestrasyonları birbirinden ayırmanın bir yolu olarak öğretmen merkezli başlama-yanıtlama-değerlendirme etkileşim modeline (IRE; Mehan, 1979) atıfta bulunmuştur:

> Bu altı enstrümantal orkestrasyon tipolojisi, bir öğretmen-öğrenci boyutunun ayrımına yol açtı. Teknik demo, Ekranı Açıkla ve Ekran Tahta Bağlantısı enstrümantal orkestrasyonlarında öğretmen iletişimi domine eder. Öğrenci katılımı sınırlıdır ve öğretmen etkileşimleri doğrudan yönlendirir. Bu orkestrasyonlar öğretmen merkezli olarak görülebilir.
>
> Ekranı tartış, Bul ve göster ve Öğrenci iş başında enstrümantal orkestrasyonlarında öğrenciler daha fazla katılım fırsatına sahip olur. Orkestrasyonu öğretmen yönetse de ilk üç orkestrasyon türüne göre daha fazla etkileşim vardır ve öğrenciler daha fazla söz sahibidir. Bu nedenle bunlar öğrenci merkezli orkestrasyonlar olarak görülebilir (s.220).

Tipolojileri belirli enstrümantal orkestrasyonlara açıkça dikkat çekmesine rağmen, Drijvers ve diğerleri (2010) ayrıca enstrümantal orkestrasyonların izole olmadığını, bunun yerine öğrencilerin görevler üzerinde bireysel veya çiftler halinde çalışması gibi daha geniş sınıf aktiviteleri içinde yer aldıklarını belirtmişlerdir.

Drijvers ve diğerleri (2013), Drijvers ve diğerleri (2010)'nin enstrümantal orkestrasyon tipolojisini Rehberlik Et ve Açıkla ve Tahtada Öğretim orkestrasyonlarını içerecek şekilde genişletmiştir (Bkz. Tablo 2). Araştırmacılar, rehberlik et ve açıkla enstrümantal orkestrasyonunu, öğretmen merkezli Teknik demo enstrümantal orkestrasyonu ile öğrenci merkezli Ekranı tartış enstrümantal orkestrasyon türü arasında bir orta yol olarak tanımladılar. Çünkü öğretmenlerin bazı öğrenci geri bildirimlerini dâhil ettiklerini gözlemlediler:

> Bir yandan, öğretmen tarafından ekrandakilere dayalı olarak biraz kapalı bir açıklama yapılır. Öte yandan, öğrenciler için genellikle kapalı uçlu bazı sorular sorulur, ancak bu etkileşim o kadar sınırlı ve yönlendiricidir ki, açık bir tartışma olarak değerlendirilemez (s. 999).

Bu bulgu iki nedenden dolayı önemlidir: İlk olarak, bu yeni enstrümantal orkestrasyon türü, öğretmen merkezli ve öğrenci merkezli enstrümantal

orkestrasyonlar arasındaki ayrımların bir ikilik yerine bir spektrum oluşturabileceği argümanını desteklemektedir. İkinci olarak ve birinci noktayla bağlantılı olarak, araştırmacılar, çalışmadaki öğretmenlerin birbirleriyle yaptıkları iş birliklerinin bir sonucu olarak vurgularını teknik-demo enstrümantal orkestrasyonundan rehberlik et-ve-açıkla enstrümantal orkestrasyon türüne kaydırdıklarını savundular. Diğer yeni eklenen orkestrasyon türü olan tahtada öğretim orkestrasyonu, o anda kullanımda veya referansta bulunulan herhangi bir artefakt olmaksızın, sınıfta öğretmenin geleneksel öğretimine atıfta bulunmak için kullanıldı. Öğretmen tipik bir şekilde ders anlatarak bu didaktik yapılandırmadan yararlanır, ancak olası öğrenci katılımı ve etkileşiminin farklı dereceleri vardır (Drijvers ve diğerleri, 2013). Drijvers ve diğerleri, bu orkestrasyonun öğretmen merkezli olduğunu ve enstrümantal oluşumu destekleyecek herhangi bir kanıt bulunmadığını belirttiler. Ancak yine de bunu bir orkestrasyon türü olarak dâhil ettiler çünkü normal öğretimi de analize dâhil etme ihtiyacı hissettiler.

Drijvers vd. (2010), Erfjord (2011), “Austpark” ve “Fjellet” isimli iki farklı okulda sekizinci sınıf matematik öğretmenlerinin katıldığı bir vaka çalışmasıyla benzer sonuçlar bildirmiştir. Erfjord, öğretmenlerin özellikle dinamik geometri yazılım aracı Cabri (www.cabri.com) ile olan enstrümantal düzenlemelerini araştırmıştır.

Çalışmaya katılan öğretmenlerin, sınıfta sorgulamaya ve öğrenci merkezli öğretime odaklanmayı teşvik etmek için tasarlanmış profesyonel gelişim projelerine de dâhil oldukları belirtilmiştir. Ayrıca, okullardan üç öğretmen Cabriyi sınıflarına dâhil etmiştir. Öğrencilerin geometrik yapılarla ilgili matematiksel etkinliklere katılımı için sağlanan fırsatlara odaklanan Erfjord, çalışmada “Austpark” okulundaki iki öğretmen ile “Fjellet” okulundaki bir öğretmen arasındaki farklara dikkat çekmiştir. Erfjord (2011), Austpark'taki öğretmenlerin, öğrencilerin artefaktları kullanmaları veya matematik öğrenmeleri için öğretimlerinde sorgulamayı veya öğrenci merkezli enstrümantal orkestrasyonları kullanmayı çabalamadıklarını belirtmiştir. Bununla birlikte, Fjellet'teki öğretmenin, öğrencilerin Cabri'yi kullanmaları sırasında sorgulamayı bir dereceye kadar desteklediğini belirtmiştir.

Cayton (2012), öğrenci merkezli, teknoloji açısından zengin sınıflarda yüksek bilişsel talep gerektiren görevlerin ve zengin matematiksel tartışmaların yapılabileceğini gösteren bir çalışmada, Geometer's Sketchpad (http://www.dynamicgeometry.com/) ile yapılan öğrenci etkinliklerinde üç lise matematik öğretmeninin sınıftaki söylemlerini araştırmıştır. Katılımcı üç öğretmenin de daha büyük bir mesleki gelişim projesine katıldığı ve bilişsel olarak zorlu görevlerle ilgili eğitim aldığı belirtilmiştir. Bu öğretmenler, araştırmacının gözlem yaptığı ve veri topladığı günlerde, yüksek bilişsel gereksinime sahip, önceden oluşturulmuş geometri matematik görevlerini uygulamıştır. Cayton, çalışmasında tam sınıf ortamında gerçekleşen enstrümantal orkestrasyonları inceledi. Öğretmenlerden Bayan Lewis'in Ekranda Tartış enstrümantal orkestrasyonunun kullanılmasını desteklediğini ve çalışma sırasında kullanılan görevlerin bilişsel talebini sürdürebildiğini buldu. Bayan Lewis, artefakt ile öğrencinin düşüncelerini irdelemek ve öğrenci keşfini desteklemek için sorular kullandığında öğrenci merkezli öğretimi modelledi. Cayton ayrıca Bayan Lewis'in sorgulama stratejilerini kullandığı (enstrümantal orkestrasyonlar sırasındaki didaktik performansının bir parçası olarak) ve çalışmada gözlemlenen doğrularda eğim-kesişim etkinliğinin bilişsel talebini arttırdığı bir örnek bildirmiştir.

Cayton'ın (2012) çalışmasındaki diğer iki öğretmen, Bayan Patterson ve Bay Phelps, sıklıkla Ekranı Tartış ve Ekranı Açıkla enstrümantal orkestrasyon türlerini uygulamıştır. Araştırmacı, öğretmenlerin öğretmen merkezli Ekranı Açıkla enstrümantal düzenlemelerini kullanmalarıyla bağlantılı olarak, bu etkinlikler sırasında bilişsel talebin azaldığını bulmuştur. Bu, Drijvers ve diğerlerinin (2010) Ekranı Açıkla enstrümantal orkestrasyonu için verdiği öğretmen merkezli tanımla eşleşmektedir. Bayan Patterson ve Bay Phelps, öğrenci merkezli Ekranda tartışın enstrümantal düzenlemelerini uyguladığında, ilgili görevler için bilişsel talep yüksektir. Ancak Cayton, Bayan Patterson'ın öğrenci merkezli Ekranı tartış enstrümantal orkestrasyonunu uygulamaya başladığını, ancak öğrencilerin tartışmalara katılımını desteklemekte zorlandığını belirtmiştir. Bu durumdan sonra, Bayan Patterson Ekranı Açıkla enstrümantal orkestrasyonuna geçmiş ve görevler için bilişsel talep azalmıştır.

Tam sınıf enstrümantal orkestrasyonlarına ilişkin çalışmalardan bildirilen sonuçlar, Drijvers'ın ve meslektaşlarının (2010) öğretmen merkezli, öğrenci merkezli boyut kavramını desteklemiştir. Bu sonuçlarda ortaya çıkan şey, öğretmen merkezli enstrümantal orkestrasyonların enstrümantal oluşumun teknik yönlerini (bir Artefakt ile bir komut dizisini takip edebilmek ve anlayabilmek gibi) destekleme eğiliminde olduğudur. Öğrenci merkezli enstrümantal orkestrasyonlarda ise enstrümantal oluşumun kavramsal yönlerinin (öğrencilerin araçlı etkinliklerini paylaşmalarına güvenme ve öğrencilerin artefaktlar ile problem çözme çabalarında iş birliği yapma fırsatları nedeniyle) desteklenme eğiliminde olduğu düşünülebilir. Bu durum, yapılandırmacı öğretim tartışmasıyla ilgilidir. Çünkü yapılandırmacı öğretim, geleneksel öğretimin aksine öğretmenin öğrencilerin ilgilerini, deneyimlerini ve anlayışlarını dikkate almasını gerektirir (Ravitz ve diğerleri, 2000, s. 4).

Küçük Gruplarla Enstrümantal Orkestrasyon

Bir önceki bölümde, tam sınıf ortamlarında kullanılan enstrümantal orkestrasyonlar anlatılmıştı. Bu bölümde, öğrenciler küçük gruplarla veya bireysel şekilde çalıştığında öğretmenlerin kullandığı enstrümantal orkestrasyonlar açıklanacaktır. Tam sınıf enstrümantal orkestrasyonlarında olduğu gibi, öğretmen merkezli, öğrenci merkezli boyuta dikkat çekilmektedir.

Drijvers (2011), Çalış ve Yürü orkestrasyonunu tam sınıf enstrümantal orkestrasyonlarıyla birlikte ansa da küçük gruplarla enstrümantal orkestrasyonlarda da kullanılabilmektedir (Drijvers vd., 2013). Drijvers ve diğerleri (2013)'nin bireysel enstrümantal orkestrasyonlar olarak adlandırdığı orkestrasyonlar küçük gruplar için de uygundur. Bu orkestrasyonların tanımı mevcut tam sınıf orkestrasyonların tanımının üzerine inşa edilmiştir. Hatta bazılarının isimleri de aynıdır (Bkz. Şekil 4).

Erfjord (2011), tam sınıf enstrümantal orkestrasyonlarını içeren çalışmasında, Fjellet'teki öğretmenin küçük gruplarla uyguladığı bir enstrümantal orkestrasyon gözlemlemiştir. Erfjord bu tür bir enstrümantal düzenlemeyi etiketlemese de gruptaki zeki öğrencileri (teknik ve kavramsal anlayış sergileyen) akranlarının Cabri ile etkinliklerini düzenlemeye yardım eden biri olarak tanımlamıştır. Buna göre tam sınıf ortamındaki Öğrenci iş başında enstrümantal orkestrasyonuyla benzer biçimde öğrenci

grupları içinde bir Sherpa öğrencisi bulunmaktadır. Dolayısıyla bu orkestrasyon küçük grup ortamındaki Öğrenci iş başında enstrümantal orkestrasyonu olarak düşünebilir. Aşağıdaki tabloda küçük gruplarla uygulanabilen bazı orkestrasyon türleri ve tanımları verilmiştir.

Tablo 3: Küçük Gruplarda uygulanabilen orkestrasyon türleri, Drijvers ve diğerleri, (2013)

Orkestrasyon	**Tanımı**
Ekranı Tartış (*Öğrenci Merkezli*)	Öğretmen (dijital) artefakt üzerinde tartışılmaya değer bir şey fark eder ve öğrencileri ekranda gördüklerini düşünmeye, açıklamaya veya tartışmaya teşvik etmek için bir tartışma başlatır. Alternatif olarak, bir öğrenci öğretmenin tartışma için öğrencilere yönelttiği bir soru sorabilir. Öğretmen, öğrencilere sohbete girmeleri için zaman ve yer verir ve öğrenciler (kavramları ve paylaştıklarıyla ilgili olarak) konuşmanın yönünü etkileme becerisine sahiptir.
Rehberlik Et ve Açıkla (*Öğretmen Merkezli*)	Öğretmen, bir gruptaki öğrencileri artefakt ile birlikte yönlendirmek için rehberlik eder. Öğretmen, ekranda olup bitenlere dayalı olarak kavramları veya yöntemleri açıklar. Öğretmen, öğrencilerin anlayıp anlamadığını kontrol etmek için sorular sorabilir.
Ekran Defter Bağlantısı (*Öğretmen Merkezli*)	Öğretmen, artefakt tarafından temsil edilen ile belirli bir görev için kâğıt-kalem ile temsil edilenler arasındaki bağlantıları belirginleştirir. Küçük grup ortamında, öğretmen artefakttan kâğıt-kaleme (veya diğer el yazısıyla yazılmış ortamlara) kolayca geçiş yapmak için alana sahip olmalıdır.
Teknik Destek (*Öğretmen Merkezli*)	Öğretmen gruptaki öğrencilere teknik problemlerin (bağlantı, kaydolma, açma-kapama) üstesinden gelmeleri için yardımcı olur.
Teknik Demo (*Öğretmen Merkezli*)	Öğretmen, öğrencilerin karşılaşabileceği engellerden kaçınmak için artefaktı kullanırken net ve adım adım olacak şekilde bir öğretim yapar. Gruplardaki öğrenciler de onu takip eder.

2.4 Pedagojik Söylemler

Enstrümantal orkestrasyonlarla ilgili literatür incelendiğinde, enstrümantal orkestrasyonların öğretmen merkezli ve öğrenci merkezli örneklerinin, didaktik yapılandırma ve faydalanma modları ile tanımlanan (Şekil 3'te gösterildiği gibi) ayrımları belirlenmeye çalışıldığı görülmektedir. Örneğin, Drijvers (2011), Teknik-

demo ve Ekranı Açıkla enstrümantal orkestrasyonlarının güçlü bir şekilde öğretmen merkezli olduğunu, Ekranı Tartış ve Öğrenci iş başında enstrümantal orkestrasyonlarının (Bkz. Tablo 2) daha çok öğrenci-merkezli olduğunu belirtir. Ancak bundan önceki araştırmalarda, öğretmenlerin didaktik performansına (bir öğretmenin enstrümantal orkestrasyonu canlandırması sırasında aldığı anlık kararlara) dikkat edilmemiştir (Drijvers ve diğerleri, 2013).

Cayton'ın (2012) çalışması, öğretmenlerin didaktik performanslarına ilişkin bazı bulgular ortaya koymuştur. Cayton'ın ulaştığı sonuçlara göre, özellikle Ekranı Tartış ve Ekranı Açıkla enstrümantal orkestrasyonları olmak üzere, farklı enstrümantal orkestrasyon türleri arasındaki etkileşim modellerinde tanımlanabilir bir fark bulunmuştur. Ekranı Tartış orkestrasyonunda, öğretmenlerin tartışmaya öğrenci katılımını teşvik ettiği ve böylece ilgili görevlerin bilişsel talebini sürdürdüğü gözlemlenmiştir. Ancak Ekranı Açıkla orkestrasyonunda, öğretmenlerin daha fazla konuştuğu ve öğrencilerin tartışmalara daha az katıldığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, ilgili görevlerin bilişsel talebi azalmıştır. Cayton, öğretmenin öğrencilerden düşüncelerini daha fazla paylaşmalarını istediği *irdeleme* yöntemini, enstrümantal bir orkestrasyon sırasında öğrencilerin söylediklerini başka kelimelerle ifade ettikleri *tekrarlamayı* ve son olarak öğretmenlerin *bekleme süresini* kullanmalarından bahsetmiştir. Bu üç pedagojik eylemin her biri, Herbel-Eisenmann vd. (2013)'nin *öğretmenin pedagojik söylemleri* setine dâhil edilmiştir. *Öğretmenin pedagojik söylemleri*, öğrencilerin birbirleriyle doğrudan iletişime geçtiği ve yanıtların öğretmen aracılığıyla yönlendirilmediği yıldız etkileşim modelini izleyenler de dâhil olmak üzere, öğretmenlerin öğrencilerin matematiksel tartışmalara katılımını teşvik etmek için kullanabilecekleri öğrenci merkezli pedagojik eylemler olarak tanımlanır. (Nathan ve Knuth, 2003).

Drijvers vd. (2010), teknolojiyi okul matematiğinde başarılı bir şekilde uygulamak için öğretmenlerin yeni öğretim teknikleri repertuarları geliştirmeleri gerektiğini, ancak bu yeni öğretim tekniklerinin "mevcut [tekniklerle] ilgili olma olasılığının yüksek olduğunu" savunmuştur (s. 214). Benzer şekilde, Drijvers vd. (2013), "didaktik performansın bir parçası olarak değerlendirilebilecek orkestrasyonlar içindeki etkileşimlerin kalitesine daha iyi odaklanmanın gerekli

olduğunu" (s. 997) belirterek bu alanda daha fazla araştırma yapılması çağrısında bulunmuştur. Enstrümantal orkestrasyon sırasında ortaya çıkan *öğretmenin pedagojik söylemleri*nin ilk kanıtları göz önüne alındığında, *öğretmenin pedagojik söylemleri*nin öğretmenlerin didaktik performanslarını incelemek için yararlı bir mercek ve öğretmenlerin yeni öğretim teknikleri repertuarları geliştirmelerine yardımcı olacak bir araç olarak hizmet edebileceği görülmektedir.

IRE Dizisi

Bu başlık altında, okul matematiğindeki çağdaş reformla anılan pedagojik hamlelerle ilgili literatür gözden geçirilmektedir. Yukarıda belirtildiği gibi, önceki araştırmalar öğretmenlerin didaktik performansları sırasında kullanılan bazı öğrenci merkezli pedagojik eylemleri ortaya çıkarmıştır (Cayton, 2012). Ne yazık ki, IRE dizisi (Mehan, 1979) hem matematik eğitiminde baskın söylem yapısı olarak hem de matematik eğitimi reformunu gerçekleştirmek için yetersiz olarak not edilmiştir (Cazden, 2001; Herbel-Eisenmann ve diğerleri, 2013; Wood, 1998). Sonuç olarak, araştırmacılar, öğrencilerin ders sırasında matematiksel söyleme daha derin katılımını desteklemek için *öğretmenin pedagojik söylemleri* (Herbel-Eisenmann ve diğerleri, 2013) gibi IRE'ye alternatifler aradılar. Teknoloji kullanımı çağdaş reformun önemli bir bileşeni olarak görüldüğünden, IRE'ye alternatifler teknolojiyle zenginleştirilmiş sınıflarda da yararlı olabilir. IRE'ye alternatifleri tartışmadan önce, IRE ve tipik matematik öğretim teknikleri detaylandırılmalıdır.

Mehan'ın (1979) başlatma-yanıtlama-değerlendirme (IRE) dizisine ilişkin ayrıntılı açıklaması, eğitim literatüründe yoğun bir şekilde referans alınmıştır. Bu durum, öğretmenlerin eğitiminde IRE dizisini sıklıkla kullanması nedeniyle şaşırtıcı değildir (örneğin, Black & Wiliam, 2009; Cazden, 2001; Wagner, Herbel-Eisenmann ve Choppin, 2012). Kısacası, IRE, öğretmenin bir öğrenciyle etkileşimi başlattığı (genellikle öğrenciye bir soru sorarak), öğrencinin soruyu yanıtlayarak yanıt verdiği ve öğretmenin öğrencinin yanıtını değerlendirdiği üç bölümden oluşan bir dizidir. Nitel bir çalışmada Mehan (1979), öncelikle öğretmen tarafından kullanılan kelimelere odaklanarak, öğretmen-öğrenci etkileşim dizilerinin transkript verilerinden çok sayıda örnek sağlamıştır. Pek çok örnek aracılığıyla Mehan, hem IRE etkileşim modelinin

yaygınlığını hem de öğretmenler tarafından hangi varyasyonla kullanıldığını göstermiştir. IRE dizisinin kullanılmasındaki farklılıklara rağmen Mehan, bu tür sınıfların öğretmenin öğrencilere doğrudan içerik bilgisini aktarmaya odaklandığı bir sınıf etkileşimi modelinde birleştiğini söylüyordu. Öğretmen, öğrencilerin yanıtlarını değerlendirdiğinde, öğrencilerin öğretmen tarafından sunulan bilgileri doğru bir şekilde alıp almadıklarını ve anlayıp anlamadıklarını değerlendirmektedir. Daha sonra öğretmen, öğretim sırasında söylediklerini anlayıp anlamadıklarını onaylamak veya reddetmek için bu değerlendirmeyi öğrencilere geri bildirim olarak iletmektedir. Bu tür bir iletişim, öğrencilerin bir tür sohbete katılımını içermesine rağmen, öğrencilerin cevaplarını savunmalarına, başkalarının düşünceleriyle meşgul olmalarına, (matematiksel) fikirler arasında bağlantılar kurmalarına veya bunlarla meşgul olmalarına izin verilen veya beklenilen bir tartışma teşkil etmemektedir.

Cazden (2001), sınıf söylemi üzerine yaptığı yorumda IRE'yi geleneksel (veya daha öğretmen merkezli) öğretimin merkezi bir bileşeni olarak nitelendirmiştir. IRE, öğretmenlerin sınıfta kullandıkları tek hareket dizisi olmasa da, öğrencilerin matematikteki kavramları anlamalarını desteklemekle ilgili birçok konuşmanın bir yönü olarak hizmet etmiştir (örneğin, Cazden, 2001; Herbel-Eisenmann vd., 2013).

En baskın öğretim biçimleriyle ilgili öğretmen bilgisi ve uygulaması dikkate alındığında, IRE enstrümantal orkestrasyon çalışmalarında önemli hale gelir. Bu noktaya kadar, Drijvers ve arkadaşları (2010) şunları belirtmiştir:

> Lagrange ve Monaghan (2009), teknolojinin mevcudiyetinin karmaşıklığı artırdığını ve sonuç olarak öğretim uygulamalarının istikrarına meydan okuduğunu öne sürerler: "geleneksel" ortamlarda kullanılan teknikler, teknoloji kullanıldığında artık rutin bir şekilde uygulanamaz. Mevcut araçlarla donatılan yeni bir öğretim teknikleri repertuarı geliştirilmelidir. Bu yeni tekniklerin hâlihazırda mevcut olanlarla ve ayrıca öğretmenlerin matematik eğitimine ilişkin temel görüşleriyle ilgili olması muhtemeldir (Pierce & Ball, 2009).
>
> Bu nedenle, öğretmenlerin günlük matematik öğretiminde teknolojiden yararlanmalarına yardımcı olmak için, teknoloji açısından

> zengin sınıflarda ortaya çıkan yeni öğretim teknikleri hakkında daha fazla bilgiye sahip olmak önemlidir. . . (s. 214).

IRE'ye Alternatifler

Cazden (2001), IRE'ye alternatif kullanmanın daha öğrenci merkezli öğrenme ortamları yaratabileceğini savunmuştur. Cazden daha sonra, geleneksel olmayan (veya daha öğrenci merkezli) öğretimin kilit unsurunun, öğretmenin IRE varyasyonlarını, özellikle de değerlendirme adımını kullanması ile ilgili olabileceğini belirtti. Bazı araştırmacılar, IRE'deki küçük değişikliklerle, öğrencilerin diyaloglara daha zengin bir biçimde katılabileceklerini göstermek için başlatma-yanıtlama-takip (IRF) dizisine atıfta bulundular. Örneğin, Hall ve Walsh (2002), dil öğrenme sınıflarındaki öğretmenlerin öğrencilerin yanıtlarını doğrudan değerlendirmekten nasıl kaçındıklarını gösterdiler. Öğretmenler, öğrencilerden düşüncelerini genişletmelerini, fikirlerini gerekçelendirmelerini veya netleştirmelerini veya kendi deneyimleriyle bağlantı kurmalarını istiyorlardı. Hall ve Walsh ayrıca IRE ve IRF'nin aynı sınıflarda meydana geldiğine dikkat çekmiştir. Başka bir deyişle, IRE, birden fazla öğrencinin sohbete dâhil olduğu ve verimli tartışmaların sergilendiği sınıflarda bile mevcuttu. Aradaki fark, öğretmenlerin IRE'ye ek olarak alternatifleri kullanmasıyla ortaya çıkıyordu.

Herbel-Eisenmann ve ark. (2013), IRE'nin sınıftan çıkarılması gerekmediği fikrinin altını çizmiştir. Bunun yerine, öğretmenlerin öğrencileri matematiksel tartışmalara dâhil etmelerine yardımcı olmak için tasarlanmış profesyonel gelişim programlarının geliştirilmesinde, öğretmenleri IRE'nin ne zaman yararlı olabileceğini ve daha zengin öğrenci katılımı için diğer etkileşim dizilerinin ne zaman uygulanabileceğini düşünmeye teşvik ettiler. IRE'ye tamamen güvenmek, öğrencilere zengin sınıf tartışmalarında aktif işbirlikçiler olarak katılma fırsatı vermese de, yine de yararlı olabileceği zamanların olabileceği görüşünü desteklemektedir.

Enstrümantal orkestrasyonlar açısından, IRE kullanımı bağlama bağlı olarak kötü veya iyi olarak görülebilir. Bir yandan, öğretmenler enstrümantal orkestrasyonlarını sahnelerken didaktik performanslarının bir parçası olarak IRE'ye çok fazla güvenirlerse, öğrenci merkezli enstrümantal orkestrasyonlar öğrenci

merkezliliklerini kaybedecek gibi görünmektedir. Öte yandan, Yönlendir ve açıkla enstrümantal orkestrasyonda olduğu gibi (Drijvers ve diğerleri, 2013), IRE veya kapalı soruların kullanılması öğretmenlerin didaktik performansının doğal bir bileşeni olabilir. Böylece, Herbel-Eisenmann vd. (2013)'nin de belirttiği üzere, yararlı olabileceği zamanlar olabileceğinden, matematik sınıfında IRE'nin rolü ve kullanımı tartışılırken dikkatli olunmalıdır. IRE'nin kullanımına ilişkin bu önerinin ışığında, eğitimciler ve araştırmacılar enstrümantal orkestrasyon türlerini kötü veya iyi olarak etiketlemek yerine, her birinin faydalarını ve eksikliklerini bir öğretmenin içinde bulunduğu belirli durumlarla ilgili olarak değerlendirebilirler.

Merkez-Konuş ve Yıldız Modeli

Nathan ve Knuth (2003), bir ortaokul öğretmeninin (Öğretmen Ann) matematiksel tartışmaları düzenlemeye ilişkin mesleki gelişimini bildiren bir çalışmada, sınıftaki matematiksel tartışmalar sırasında meydana gelebilecek iki farklı tam sınıf etkileşim modelini göstermiştir. Ann, matematik eğitimi ile ilgili son reformlarla (örneğin, NCTM, 2000, 2014) uyumlu bir öğretim inanışına sahip öğretmendir. Projeye katıldığı ilk yıl boyunca Ann, merkez-konuş (hub and spoke) adı verilen bir etkileşim modelinde tartışmalarda merkez rolünü almıştır (Nathan & Knuth, 2003). Bu role göre tartışmalardaki öğrenci katılımının büyük çoğunluğu ya ona yönlendirilmiştir ya da onunla yönlendirilmiştir. Yani sınıf içi matematiksel tartışmalar öğrenci a-öğretmen-öğrenci b sıralamasında ilerlemiştir. IRE'de olduğu gibi, genellikle bir öğretmen-konuşma, öğrenci-konuşma, öğretmen-konuşma sekansı gerçekleşmiştir. Nathan ve Knuth (2003), öğrencilerin bu tür tartışmalar sırasında nadiren birbirlerinin düşüncelerine dâhil olduklarını belirtmek için bu diyagrama merkez-konuş ismini vermişlerdir. Öğretmen Ann, bunun matematik öğretimi hakkındaki inançlarıyla tutarsız olduğunu fark etmiştir. Projenin ikinci yılında, matematiksel tartışmaları düzenlerken farklı bir etkileşim modeli sergiledi. Öğretmen Ann, projenin 1. yılı ile 2. yılı arasındaki uygulamalarını düşünüp ve öğrencilerin birbirleriyle konuşmalarına izin veren matematiksel tartışmaları planlamıştır. Ann'in bir merkez olarak hizmet etmek yerine öğrencileri tartışmaya ve birbirlerinin fikirlerine katılmaya davet ettiği ve desteklediği gözlemlenmiştir. Nathan ve Knuth (2003), Ann'in sınıfın merkezinden fiziksel olarak uzaklaştığı ve matematiksel

tartışmalar sırasında kasıtlı olarak merkezi rolünden geri adım attığı çalışmanın 2. yılında meydana gelen etkileşim modellerini temsil eden bir yıldız modeli diyagramını oluşturdu. Öğrenciler birbirlerinin (matematiksel) düşünceleriyle etkileşime girdi ve ortaya çıkan konuşmalardan argümanlar oluşturuldu. Ann'in öğretiminde yaptığı ayarlamalar, öğrencilerin diyaloğa/tartışmaya katılımını artırmıştır. Ancak Ann, öğrencilerinin dersler sırasında matematiksel kavramları ne ölçüde anladıkları konusunda kendinden daha az emindi; hâlâ bir şeylerin eksik olduğunu düşünüyordu.

Araştırmacılar, öğrencilerin istemsiz konuşmalarını izlemenin öğretmenin öğrenci bilgisini değerlendirmesini zorlaştırabileceğinden dolayı, Ann'in öğrencilerin konuşmalara katılımını desteklemesinin öğretimine yeni karmaşıklıklar getirdiğini tahmin ettiler. Ann'in öğretim dönüşümünün hala devam ettiği sonucuna vardılar ve öğretimi bu tür reform vizyonlarına doğru değiştirme sürecinin, öğrencilerin matematiği öğrenmesi üzerindeki etkilerinin açıkça görünür hale gelmesinin yıllar alabileceği fikrine vardılar. Bu nedenle, yıldız modeli, IRE söylem kalıplarının zıttı olarak dursa da, son reform çabalarını ve çağdaş matematik eğitimi vizyonunu desteklemeye yönelik atılan adımlardan sadece biridir. Öğretmenler, öğrenci merkezli sınıfları desteklemek için öğretim uygulamalarını geliştirirken onlara yardımcı olacak ek çerçevelere hâlâ ihtiyaç duymaktadır.

Merkez-konuş ve yıldız söylem modeli, farklı enstrümantal orkestrasyon türlerindeki bazı ayrımları netleştirmeye yardımcı oluyor gibi görünmektedir. Örneğin, Rehberlik et ve açıkla enstrümantal orkestrasyonunda açıklanan etkileşim modeli, merkez-konuş etkileşim modeline çok benzemektedir. Ekranı tartış enstrümantal orkestrasyonunda açıklanan etkileşim modeli, etkileşimin yıldız modeline daha çok benzemektedir. Bunlar, Drijvers ve ekibinin (2010) önerdiği öğretmen merkezli ve öğrenci merkezli tanımlamalarla tutarlıdır.

Takip eden bölümde bahsedilecek olan *öğretmenin pedagojik söylemleri* (Herbel-Eisenmann ve diğerleri, 2013), Nathan ve Knuth (2003) tarafından tartışılan yıldız örüntüsü diyagramına benzeyen sınıf etkileşim örüntülerini destekleyen IRE dizisine öğrenci merkezli alternatifler olarak görünmektedir. Öğretmenlerin didaktik performanslarıyla ilgili yeni öğretim teknikleri repertuarı (Lagrange & Monaghan,

2009) açısından, öğretmenlerin bu pedagojik eylemleri bilmesi yararlı görünmektedir. Böylece öğretmenler öğrencileri derse dâhil etmek için gerektiğinde bunları seçip uygulayabilirler. Drijvers ve diğerleri (2010) ve Cayton (2012), öğretmenlerin didaktik performansları sırasında kullanılan öğretim teknikleri olarak *pedagojik söylemleri* nasıl kullandıklarını göstermiştir.

Öğretmenin Pedagojik Söylemleri

Herbel-Eisenmann vd. (2013), sınıfta öğrencilerin matematiksel tartışmalarını yönetmek için kullanılabilen, *öğretmenin pedagojik söylemleri* olarak adlandırılan altı pedagojik eylem seti geliştirdi. Şekil 1'de, bu ve diğer pedagojik eylemler, öğretmenden öğrencileri gösteren ok içinde temsil edilmektedir. Araştırmacılar, matematik öğretmenlerinin öğretiminde, IRE'nin yaygınlığına dikkat çekmiştir. *Öğretmenin pedagojik söylemleri* seti, Chapin, O'Connor ve Anderson'ın (2003) "konuşma hareketleri"nin bir uzantısıdır ve IRE dizisine alternatif olarak geliştirilmiştir. Bu tür pedagojik eylemleri dâhil etmenin bir amacı, Nathan ve Knuth (2003) tarafından açıklanan yıldız modeline daha çok benzeyen etkileşim modellerini teşvik etmektir. Bu bölümde netleşeceği gibi, pedagojik söylemler, öğretmenlerin repertuarlarında sahip olabilecekleri, öğrencilerin sınıf içi tartışmalara ve diyaloglara katılımını yönetirken öğretim sırasında mantıklı bir şekilde seçebilecekleri belirli eylemleri temsil etmektedir. Bu bakış açısı, enstrümantal orkestrasyonlar için caz metaforunda vücut bulan doğaçlamaya uygundur (Drijvers & Trouche, 2008).

Takip eden bölümde, Herbel-Eisenmann ve diğerleri (2013)'nin *öğretmenin pedagojik söylemlerinden* her biri açıklanmaktadır. Öğretmenin pedagojik söylemleri, IRE etkileşim modeline, özellikle de son basamağı olan değerlendirme hareketine alternatif olarak durmaktadır. Tablo 4, aşağıda daha ayrıntılı tartışılacak olan *öğretmenin pedagojik söylemlerinin* listesini göstermektedir. Bu *öğretmenin pedagojik söylemleri*, daha önceki çalışmalardan ortaya çıkan sonuçların da gösterdiği gibi (Cayton, 2012; Drijvers ve diğerleri, 2010) öğretmenlerin öğrenci merkezli enstrümantal orkestrasyonları canlandırdığı durumlarda (Bkz. Tablo 2) özellikle yararlı görünmektedir.

Tablo 4: Öğretmenin Pedagojik Söylemleri, Herbel-Eisenmann, Steele ve Cirillo (2013), Chapin, O'Connor ve Anderson (2009)

Kaynak	**Öğretmenin Pedagojik Söylemleri**	**Örnek**
Chapin, O' Connor ve Anderson (2009)	Daha fazlasını söyle	"Eş üçgenler hakkında daha fazla bilgi verebilir misin?" ya da "Başka ne söyleyebiliriz?"
	Yeniden ifade etme	"Ali, hipotenüsün A ve B noktaları arasındaki mesafeden daha uzun olduğunu mu söylüyorsun?"
	Tekrarlama	"Ayşe toplamların 5'e eşit olacağını söylüyor"
	Muhakemeye zorlama	"İki üçgenin eş olduğunu söyleyebilir miyiz?" ya da "Doğruların paralel olduğunu söyleyebilir miyiz?"
	Katıl ya da katılma	"Ayşe, Ali'nin söylediklerine katılıyor musun?"
Herbel-Eisenmann, Steele ve Cirillo (2013)	Bekleme	Öğrenciye cevap hakkı verildiğinde düşüncelerini toparlaması için birkaç saniye süre vermek.
	Öğrenciyi katılıma davet	"Aysel sen ne düşünüyorsun bu konu hakkında?" ya da "Ahmet senin cevabın nedir?"
	Yeniden ifade etme	"Ali, hipotenüsün A ve B noktaları arasındaki mesafeden daha uzun olduğunu mu söylüyorsun?"
	Öğrenciye yeniden ifade ettirme	"Ali, Ayşe'nin verdiği cevabı söyleyebilir misin?"

	Öğrencinin Fikirlerini Sondalama	"Fatma, tahtaya gelip çözümünün detaylarını paylaşabilir misin?" ya da "Kemal, bu sonuca nasıl vardın açıklar mısın?"
	Birbirlerinin muhakemesinden faydalanma	"Kemal, Ayşe'nin çözüm yöntemini doğru buluyor musun?" ya da "Ayşe'nin cevabı için eklemek istedikleriniz ya da düzeltmek istedikleriniz var mı?"

Bekleme: Bekleme kavramı, bekleme süresi (Tobin, 1986), düşünme süresi (Stahl, 1994) ve öğretmenin öğretim sırasında konuşmaya devam etmek yerine bir an duraklama kararını yansıtan diğer kavramlarla ilişkilendirilebilir. Tobin (1986), araştırmacıların 10 matematik öğretmenini rastgele bir deney grubuna atadığı ve ortalama bekleme süresi uygulamalarının 3 ila 5 saniye sürmesi için rehberlik ve geri bildirim aldıkları nicel bir çalışma yürütmüştür. Kontrol (plasebo) grubuna atanan 10 matematik öğretmeni, en az 3 saniyelik bekleme süresinin uygulanmasına ilişkin eğitim veya geri bildirim almamıştır. Varyans analizini kullanan Tobin, deney grubundaki öğretmenlerin öğrencilerle daha kaliteli konuşmalar gerçekleştirdiğini ve öğrencilerin daha yüksek matematik başarısı gösterdiğini bulmuştur. Bu bulgular, Tobin çalışmayı dil sanatları öğretmenleriyle tekrarladığında daha da desteklenmiştir.

Herbel-Eisenmann ve ark. (2013), bekleme eylemini öğretmenlerin planlayabilecekleri ve üzerinde derinlemesine düşünebilecekleri bir öğretmen eylemi olarak bahsetmiştir. Bu öğretmen söylemi hareketinde, öğretmen, öğrencilerin sorulan bir soruyla meşgul olmalarına veya düşüncelerini geliştirmelerine izin vermek için açıkça bir zaman alanı sağlamaktadır. Öğretmen, bekleme eylemini öğrencilerin tartışmaya katılımını teşvik etmek veya öğrencilerin daha karmaşık ifadeleri veya temsilleri düşünmeleri veya fikirlerdeki matematiksel farklılıkları düşünmeleri için alan sağlamak için kullanabilir. Öğretmen, belirli bir matematiksel terim veya simgeye ilişkin bir soru sorarak (ve öğrencinin düşünmesi için zaman vererek), matematiksel bir durum üzerinde düşünmeye sevk edebilir veya öğrencilerin sofistike bir

matematiksel ifadede ilerlemesini isteyebilir. Her durumda da Herbel-Eisenmann vd. bir öğrenci yanıtını vermeden önce ve bir öğrenci matematiksel düşüncesini paylaştıktan sonra beklemenin önemli olduğunu vurgulamıştır.

Stahl (1994), bekleme süresini kullanıldığında ortaya çıkan öğrenci katılımı ve görevlerdeki öğrenci performansı ile ilgili olumlu bulguları vurgulamıştır ve bekleme süresi yerine düşünme süresi kavramını teşvik etmiştir. Burada düşünme süresi, öğrencilerin sessizliği dikkatlice düşünmek için bir fırsat olarak görmelerini sağlamakta ve muhtemelen düşüncelerini tartışmaya dâhil etmek için hazırlamalarına yol açmaktadır. Stahl, düşünme süresinin ve sınıfta oluşturduğu sessizliğin farklı işlevlerini tanımlamak için sekiz kategori oluşturmuştur. Bunlar sırasıyla şöyledir:

1. Öğretmen öğrencilere soru sorduktan sonra, öğrencilerin yanıt vermeden önce düşünebilmesi için bekler,

2. Öğrenci düşüncesini paylaşırken beklediğinde veya tereddüt ettiğinde öğretmen sessiz kalır,

3. Öğretmen, bir öğrenci düşüncelerini paylaşmayı bitirdikten sonra sessiz kalır,

4. Öğrenci bir soru sorduktan sonra bir öğretmen sessiz kalır,

5. Öğretmen, sınıfta az önce meydana gelen bir şey hakkında düşünmek için sessiz kalır,

6. Öğretmen uzun bir sunum sırasında öğrencilerin yeni sunulan bilgileri işlemesine izin vermek için bekler,

7. Öğretmen öğrencilerin belirli bir görevi tamamlayabilmesi için sessiz kalır,

8. Öğretmen, bir gerilim duygusu yaratmak veya önemi artırmak için dramatik bir etki bekler.

Enstrümantal oluşumun hem teknik hem de kavramsal yönleri olduğundan, bu bekleme eylemi teknolojik olarak geliştirilmiş matematik sınıflarında çok önemli

olabilir (Drijvers ve diğerleri, 2010). Cayton (2012), enstrümantal orkestrasyonlar sırasında öğretmenin bekleme süresini kullandığını bildirmiştir. Öğretmenin bekleme süresini makul bir şekilde kullanması öğrencileri duraklatmaya, düşünmeye ve/veya matematiksel etkinlikler üzerinde düşünmeye teşvik eder. Teknolojiyle zenginleştirilmiş sınıfta öğrenciler artefaktlar ile olan etkileşimleri üzerinde düşünebilirler.

Öğretmenler, teknolojiyle geliştirilmiş belirli bir ders için belirli istemleri planlarken ve sorulara odaklanırken bekleme eylemini kullanmayı planlayabilirler. Ayrıca, öğretmenin didaktik performansının bir parçası olarak öğrencilerin enstrümantal orkestrasyona katılımına yanıt olarak bu eylemi daha doğaçlama bir şekilde uygulayabilirler.

Öğrenciyi Katılıma Davet: Katılıma davet eylemi, öğrencilerin tartışmaya ya da söyleme katılımını çeşitli şekillerde teşvik etmek için kullanılabilir. Örneğin, Herbel-Eisenmann vd. (2013), öğretmenin öğrenciler tarafından kullanılan çoklu çözüm yollarını ortaya çıkarmaya çalışabileceğini veya öğrencilerin kendi bireysel çözüm yolları aracılığıyla akıl yürütmelerini açıklamalarını isteyebileceğini belirtmiştir. Öğretmen, çoklu çözüm stratejilerini ve çözüm yollarını açıklamaya davet ederek öğrencilerin çalışmalarında ortaya çıkan matematiksel farklılıkları veya matematiksel olarak gelişmiş yaklaşımları veya temsilleri tartışmaları için öğrencilere fırsat verebilir. Açıklandığı gibi, bu öğretmen söylemi hareketi, tartışmayı açmaya ve tek bir öğrenciden gelen kısa bir yanıttan fazlasını istemeye yöneliktir; öğretmenin tek bir öğrenciden kısa bir yanıt talep ettiği IRE'nin başlatma bileşeniyle birbirinden ayrılmaktadır.

Öğretmen, öğrencilerin düşüncelerini ve muhakemelerini açıklamaya davet ederek veya öğrencilere daha açık uçlu bir matematik sorusu sorarak öğrenciyi katılıma davet eylemini kullanabilir. Şekil 3'te gösterildiği gibi, Drijvers ve ekibi (2010) açıkça şunu belirtmişlerdir: “Öğretmen, didaktik performansının bir parçası olarak, açık uçlu sorular sorma ve öğrencilerin muhakemelerini açıklamaya davet etme gibi yöntemlerle matematiksel bilgiyi ortaya çıkarmaya çalışır”.

Öğretmen bekleme eylemini öğrenci katılımını davet eylemi ile birlikte kullanabilir. Örneğin, öğretmen belirli bir öğrenciyi düşüncelerini paylaşmaya davet etmek isteyebilir, aynı zamanda öğrencinin yanıt vermeden önce düşüncelerini toplaması için zaman tanıyabilir. İkinci bir örnek olarak, öğretmen öğrencilere bir soru sorabilir ve öğrencileri düşüncelerini paylaşmaya davet etmeden önce bekleme süresini kullanabilir.

Tekrarlama: Öğrenciler matematiksel düşüncelerini öğretmenle veya sınıfın geri kalanıyla paylaştıklarında, öğretmen öğrencilerin söylediklerini birçok amaçla başka kelimelerle ifade etmeyi seçebilir. O'Connor ve Michaels (1993), öğretmenlerin, öğrencilerin sözlü ifadelerine yanıt olarak *tekrarlama* eylemini kullanabileceklerini belirtmiştir. O'Connor ve Michaels (1993)'e göre öğretmen bu eylemi kullandığında (1) öğrencilerin matematik topluluğunda kendi kimliklerini oluşturmada aktif bir rol almaya; (2) öğrencilerin düşüncelerini, öğrenciler tarafından açıkça iletilemeyen matematiksel fikirlerle ilişkilendirmeye; (3) sınıfta yerel dili kullanmakta zorlanabilecek öğrencileri (anadili farklı olan öğrenciler gibi) desteklemeye yol açar. Öğretmen, öğrencinin söylediklerini doğru ve tam bir şekilde tekrar ettiğinde ve/veya tekrarladıklarının doğru olup olmadığını sorduğunda buna *tam tekrarlama* denir (O'Connor & Michaels, 1993). Herbel-Eisenmann vd. (2013), *tekrarlama* eyleminin çok sık kullanıldığında öğrencileri birbirleriyle iletişim kurmaktan caydırabileceği konusunda yaygın bir öğretmen endişesi olduğunu da belirtmiştir.

Öğretmen *tekrarlama* eylemini enstrümantal orkestrasyonların didaktik performansının bir parçası olarak kullanabilir. Kimin *tekrarlanacağına*, hangi katkının *tekrarlanacağına* ve bu eylemin zamanlamasına öğretmen karar verir.

Bir öğretmenin enstrümantal orkestrasyonları düşünüldüğünde, öğrenci iş başında, bul ve göster ve ekranı tartış enstrümantal orkestrasyonları, öğretmenlerin pedagojik söylemleri arasından *tekrarlama* eylemi için uygun görünmektedir. Öğretmen, sunum yapan öğrenciler tarafından paylaşılan enstrümanlı çalışmanın belirli yönlerini dolaylı veya açık bir şekilde onaylayarak öğrencilerin sözlerini netleştirmeye çalışabilir veya açıklamayı teknik öğelere (kullanılan artefaktlara özgü) ve/veya matematiksel kavramlara odaklayabilir.

Cayton (2012), öğretmenlerin önceden yapılandırılmış dinamik geometri görevleri kullanmasına ilişkin çalışmasında, katılan öğretmenlerin öğrencilerin matematiksel yorumlarını yeniden ifade etmek için *tekrarlama* eylemini kullandıkları örnekleri kodladı. Araştırmadaki öğretmenler bu hareketi sıklıkla, öğrencilerden daha derin yanıtlar almak için araştırma soruları sormadan önce veya diğer öğrencinin paylaştığı şeye yanıt olarak diğer öğrencileri sohbete katılmaya davet etmeden önce, enstrümantal orkestrasyonlarında sıklıkla uyguladılar. Cayton, bu öğretmen söylem hareketinin öğrenciler için olumlu bir öğrenme ortamına katkıda bulunduğunu gözlemledi.

Öğrencilerden tekrarlamalarını istemek (Öğrenciye Tekrarlatma): Öğretmenin tekrarlamasına bir alternatif olarak, öğretmen bir öğrenciden başka bir öğrencinin söylediklerini başka sözcüklerle ifade etmesini isteyebilir. Öğretmen tarafından yapılan *tekrarlama* eyleminde olduğu gibi, bir öğrenci bir akranının söylediklerini doğru bir şekilde açıklayabilir veya açıklayamayabilir. Bu nedenle, öğretmen veya öğrenci, fikirlerin yeniden ifade edilmesinin öğrencinin orijinal olarak söylediklerini yansıtıp yansıtmadığına dair onay isteyebilir. Öğretmen, öğrencilerin birbirlerinin fikirlerine katılımını ve anlayışlarını değerlendirmek için bu pedagojik söylemi uygulayabilir.

Enstrümantal orkestrasyonlar arasından Öğrenci İş Başında veya Ekranı Tartış enstrümantal orkestrasyonları gibi daha öğrenci merkezli enstrümantal orkestrasyonlar sırasında öğrencilerden tekrarlamalarını istemek daha olası görünmektedir. Matematik sınıfındaki artefaktlar zengin ve bazen karmaşık temsiller sağladığından, öğrencilerden tekrarlamaları istenmesi, öğrencilere paylaşılanlar hakkında sorular sormaları, matematiksel fikirleri sorgulamaları ve birbirlerinin düşüncelerini zorlamaları için ek fırsatlar sağlayabilir. Bir öğretmen bu fırsatlardan yararlandığında, öğrenci merkezli bir matematik uygulama topluluğu yaratabilir. Bu öğretmen söylemi hareketi uygulanırken öğretmenlerin, hangi ifadenin seslendirilmesi gerektiğine, hangi öğrencinin/öğrencilerin başka bir öğrencinin ifadesini yeniden seslendirerek meşgul olması gerektiğine ve zamanlamaya karar vermesi gerektiğinden, didaktik performans bileşenine uygun görünmektedir.

Öğrencinin fikrini sondalama (Sondalama): Herbel-Eisenmann vd. (2013), sondalama terimini Moyer ve Milewicz (2002) ile tutarlı olacak şekilde "öğretmenin, bir öğrencinin düşüncelerini daha fazla açmasını sağlamaya çalışma" manasında kullanmıştır. Bir öğrencinin düşünmesini sondalama eylemi, öğretmenin, öğrencinin düşünmesini ve bilgisini biçimlendirici bir şekilde değerlendirmesine yardımcı olmak için kullanılabilir (Black & William, 1998).

Black ve William (1998), biçimlendirici değerlendirme ile ilgili yaptıkları çalışmalarında, sınıf diyaloğunun öğrenci düşünmesinin derinlemesine keşfedilmesine yol açması gerektiğini ve öğrencilerin düşünmelerine ve topluluk içinde fikirlerini paylaşmalarına izin vermesi gerektiğini savunmuştur. Bir öğrencinin fikrini sondalama eyleminin etkisini artırmak için öğretmen, öğrencinin paylaştığı fikirleri tekrarlayarak diğer öğrencilerin matematiksel gelişimini ilerletmeye çalışabilir.

Cayton (2012), çalışmaya katılan öğretmenlerin enstrümantal orkestrasyonları sırasında sondalama eylemini kullandıkları örnekleri kodlamıştır. Öğretmenlerin, özellikle öğrenci merkezli Ekranı tartış enstrümantal orkestrasyonlarında daha yüksek düzeyli sorular kullandığını gözlemledi. Araştırmacı, *öğretmenin pedagojik söylemleri* ile matematiksel görevlerdeki bilişsel talebin sürdürülmesi arasındaki korelasyona dikkat çekti.

Bul ve göster, ekranı tartış ve öğrenci iş başında enstrümantal orkestrasyonları, öğretmenin enstrümanlı matematiksel etkinlik yoluyla bir öğrencinin fikirlerini sondalamaya daha fazla fırsat verebilir.

Birbirlerinin muhakemesinden faydalanma: Daha önce belirtildiği gibi, bir öğretmen öğrencilerden başka bir öğrencinin söylediklerini tekrarlamalarını isteyebilir; bu, öğrencilerin soru sormaları ve birbirlerinin matematiksel düşüncelerini tartışmaları için bir alan açabilir. Birbirlerinin muhakemesinden yararlanmaya yönelik bu katılım, öğretmenin açık yönlendirmesi olmadan gerçekleşebilir ya da öğretmen, öğrencilerden birbirlerinin matematiksel muhakemelerine yanıt vermelerini isteyerek öğrenci-öğrenci etkileşim fırsatları yaratmak için kasıtlı olarak da kullanabilir. Ayrıca, bu pedagojik söylemin bir parçası olarak, öğretmen, tartışmanın matematiksel olarak üretken olması için belli öğrencilerden kasıtlı bir sıralamayla fikirlerini paylaşmalarını

isteyebilir (Stein & Smith, 2011). Öğretmen, düşüncelerini kimin ne zaman paylaşacağını bilerek seçerek, hem öğrencilerin fikirlerine hem de eldeki görevi çevreleyen matematiğe statü katabilir. Herbel-Eisenmann ve diğerleri (2013)'ne göre, bu eylemin etkili kullanımı, diğer eylemleri etkili kullanma önkoşulu ile geliştirilebilir ve öğrenciler birbirlerini aktif olarak dinlerken en iyi sonucu verir.

Diğer pedagojik söylemlerde olduğu gibi, birbirlerinin muhakemesinden faydalanma eylemi de çoğunlukla Öğrenci iş başında ve Ekranı tartış gibi öğrenci merkezli enstrümantal orkestrasyonlara uygulanabilir görünmektedir.

Öğretmenler, enstrümantal bir orkestrasyon sırasında birbirlerinin muhakemesinden faydalanma eyleminin ne zaman uygulanacağına ve hangi öğrenci fikirlerinin arasındaki bağlantıların dikkate alınacağına karar verir.

Daha Fazlasını Söyle: Bu eylem, bir öğrencinin fikrini açıklamasından sonra cevabını ya da açıklamasını genişletmesini istemek amacıyla kullanılmaktadır. Katıl ya da katılma, öğrenciyi katılama davet ve öğrencinin fikirlerini sondalama eylemlerinden sonra kullanılabileceği düşünülmektedir. Bu eylem öğrencinin fikrini sondalama ile birbirine benzemektedir. *Daha fazlasını söyle* eylemi ile öğrencinin verilen örnekleri arttırması, çeşitli matematiksel yapıların özellikleri hakkında daha fazla bilgi vermesi istenebilir. Bunlara ilave olarak bir öğrencinin yaptığı açıklamalara ek olarak bir başka öğrenciden daha fazlasını söylemesi talep edilebilir. Ancak *öğrencinin düşüncelerini sondalama* eyleminde öğrencinin matematiksel çıkarımları incelenmek istenmektedir. "Bu fikre/sonuca nasıl vardın?", gibi sondalama soruları *öğrencinin fikirlerini sondalama* eylemini başlatan sorulardır. Buna karşın "Başka ne söyleyebiliriz?" sorusu ise *daha fazlasını söyle* eyleminin anlaşılmasında etkili bir soru tipidir.

Muhakemeye Zorlama: Bir tartışma esnasında öğrencilerin dikkatini matematiksel bir ilişkiye, yapıya ya da özelliğe çekmek amacıyla öğretmenin soru ya da bir açıklama ile yaptığı müdahaledir. Bu müdahale ile öğrencilerin kritik bir aşamada genellemeye ulaşması veya bazı özellikleri keşfetmesi beklenir.

Katıl ya da Katılma: Bu eylem ile öğretmen bir öğrenciye bir başka öğrencinin açıkladığı fikirlere, sonuçlara, çıkarımlara katılıp katılmadığını sorar. Ders esnasındaki matematiksel tartışmaları farklı yöne çekebilecek açıklamaları bulmak için öğretmen, öğrencilerin birbirlerinin fikrine katılıp katılmadıklarını sorgular. Bu tür sorulardan sonra öğretmen, neden katıldığını ya da katılmadığını sorarak diyaloğa devam eder. Öğretmenin amacı tartışmaya mümkün olduğunca daha çok sayıda farklı öğrenciyi ve fikirleri eklemek olabilir. Bunun yanı sıra öğretmen, tartışmayı başka bir noktaya taşımak için katıl ya da katılma eylemini kullanabilir. Tartışmanın istediği noktaya gelebilmesi için başka bir öğrencinin fikrinden yola çıkmak isteyen öğretmen, öğrencilerin çeşitli açıklamalarından sonra başka öğrencilere neden bu fikre katıldıklarını ya da katılmadıklarını sorar ve dikkat çekmek istediği düşünceye sahip öğrenciyi bularak tartışmaları bu noktada yoğunlaştırır. Görüldüğü üzere bu eylem diğer eylemlerle birlikte kullanıldığında daha etkili olabilecek bir eylemdir.

Öğretmenler dersleri hazırlarken, enstrümantal orkestrasyonları sırasında pedagojik söylemlerden veya diğer pedagojik eylemlerden hangilerini kullanacaklarını tahmin edebilirler, ancak bunun ne zaman ve nasıl kullanılacağı, öğretmenlerin didaktik performansı sırasında o anda gerçekleşir (Bkz. Şekil 3). Bu nedenle, öğretmenlerin olası pedagojik eylem repertuarlarında *öğretmenin pedagojik söylemleri* olabilir, ancak bunların uygulanması anlık kararlara bağlıdır.

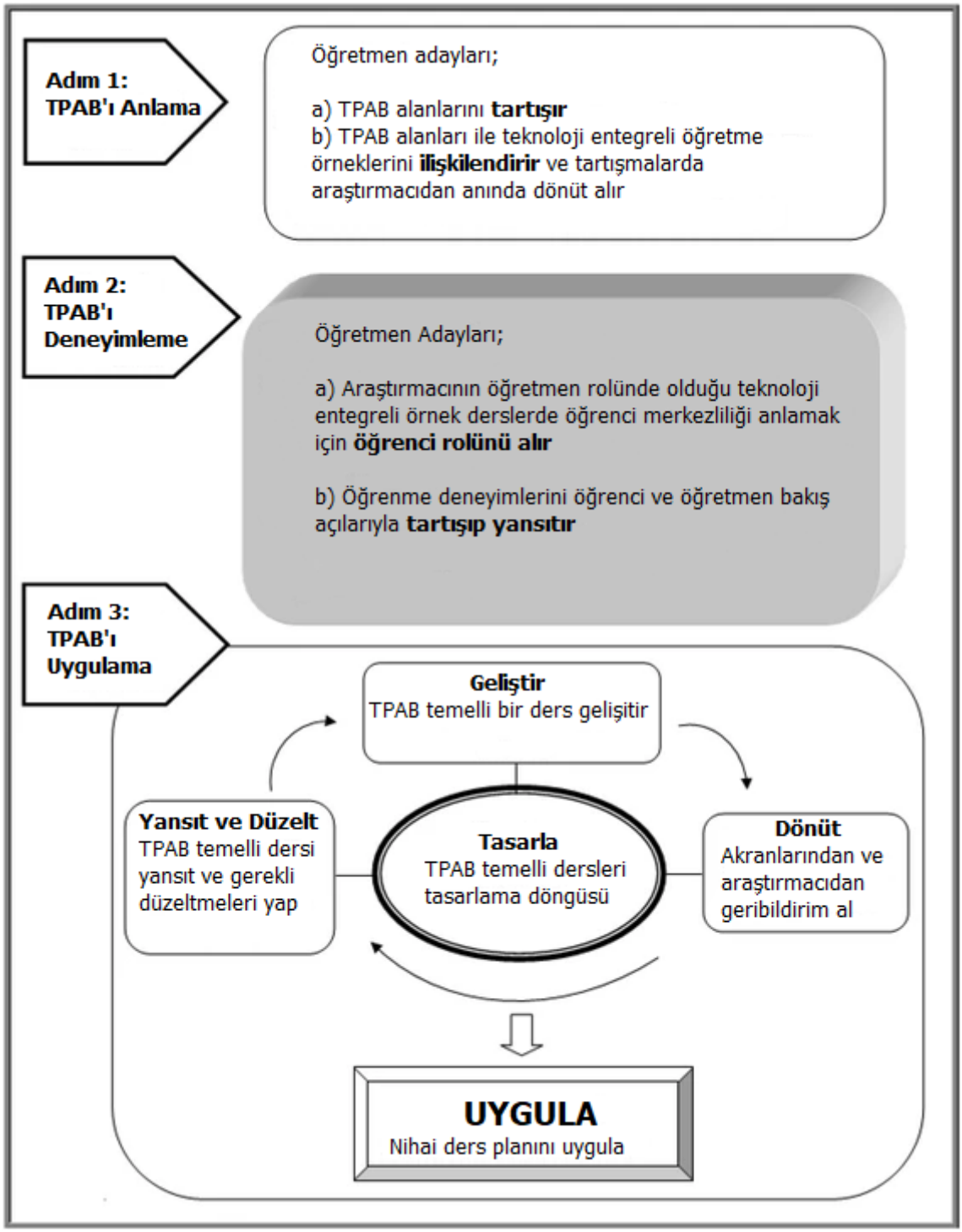
2.5 Öğretmen Eğitiminde Teknoloji Entegrasyonu Modelleri

Öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonu ile ilgili yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu bir model geliştirme amacıyla yapılmamıştır. Birçok çalışmada araştırmacı bir ders tasarımı yapmakta ve geliştirdiği yöntem, strateji ve etkinlikleri bu ders tasarımında kullanmaktadır. Araştırmacıların geliştirdiği ders tasarımlarında, ilgili literatürden yararlanmadaki kişisel yaklaşımları ve kullandıkları etkinliklerin yapısı etkili olabilmektedir. Ayrıca araştırmacıların teknolojinin entegrasyonuna yönelik bilgi, inanç ve düşünceleri de entegrasyonu nasıl ele aldıklarını dolayısıyla tasarladıkları dersi şekillendirebilmektedir. Bu yüzden geliştirilen az sayıda modele ilave olarak öğretmen eğitiminde teknolojinin entegrasyonunu amaçlayan bazı

çalışmalara da burada yer verilecektir. Bozkurt ve Koyunkaya (2020)'nın çalışması bu amaçla ele alınabilecek çalışmalardan birisidir.

Bozkurt ve Koyunkaya (2020), ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının tasarladıkları teknoloji destekli etkinlikleri öğretme süreçlerindeki değişim ve gelişimlerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada üç döngüden oluşan bir ders tasarımı geliştirmiştir. Birinci döngü sırasıyla öğretmen adaylarına teknoloji destekli etkinlikleri tasarlama hakkında bir semineri, öğretmen adaylarının teknoloji destekli ders planı tasarımlarını ve yazarların bu tasarımlara verdikleri geri bildirimleri içermektedir. İkinci döngü ise öğretmen adaylarının hazırladıkları etkinlikleri revize etmelerini, mikro-öğretim ile uygulamalarını ve sınıfta bu süreçlerin tartışılmasını içermektedir. Son olarak üçüncü döngüde, öğretmen adayları etkinlikleri tekrar revize ettikten sonra sınıf öğretiminde (stajyer olarak atandıkları sınıflardaki öğretimleri) teknoloji destekli etkinlikleri uygulamışlardır. Bozkurt ve Koyunkaya (2020)'nın entegrasyon için geliştirdikleri ders tasarımı özetle, öğretmen adaylarının teknoloji destekli etkinlik tasarlamalarını, mikro öğretim ile etkinlikleri uygulamalarını ve revize etmelerini içermektedir. Son olarak revize edilen etkinlikler sahada sınıf öğretiminde uygulanmaktadır. Geliştirilen etkinliklerin mikro öğretim tekniği ile uygulanması, öğretmen adaylarını sahada yapacakları uygulamaya hazırlayan bir role sahiptir.

TPAB-Öğretimin Tasarımı Modeli (TPAB-Instructional Design Model (TPACK-ID Model)): Lee ve Kim (2017) tarafından 3. sürümü tanıtılan ve öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonunu sağlayan bir ders tasarımı modelidir. Bu model öğretmen adaylarının TPAB'sini geliştirmek için pratik ve öğretilebilir prosedürleri içeren eyleme geçirilebilir bir çerçeve sağlamak için sunulmuştur. Geliştirilen çerçeveye göre TPAB'nin üç temel alanı ve bu alanların etkileşimi ile oluşan alanları (TB, PB, AB, TPB, TAB, PAB ve TPAB) ayırt etmek, bütünleştirmek ve dönüştürmek amaçlanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının öğrenci merkezli öğretimi deneyimlemelerini, tasarlamalarını ve geliştirmelerini sağlayan etkinliklere yer verilmektedir. Modelin ana hatları Şekil 5'te görülebilmektedir.



Şekil 5: TPAB-ID Modeli (Lee ve Kim (2017)

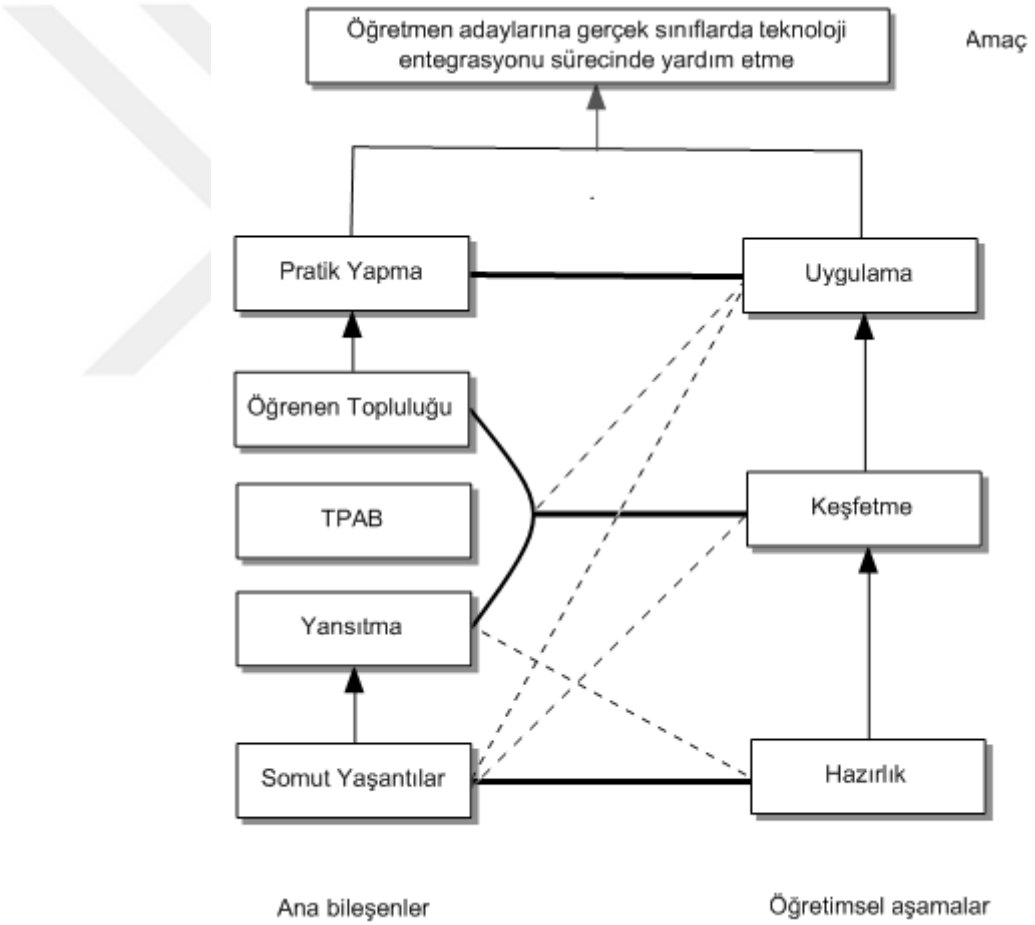
TPAB-ID Modeli 3 adımdan oluşmaktadır. Adım 1, öğretmen adaylarının TPAB alanlarını anlamalarına yardımcı olmaktır. Bu adımda iki ana faaliyet yer

almaktadır. İlk olarak, öğretmen adayları, kavramın temel bir anlayışını edinmek için TPAB alanlarını tartışırlar. Daha sonra, entegre alanların (yani, TPB, TAB, PAB ve TPAB) anlaşılmasını sağlamak için, öğretmen adayları eğitmen tarafından verilen özgün teknoloji destekli öğretim örnekleri ile TPAB'nin entegre alanlarını ilişkilendirirler. Sınıf tartışmalarında eğitmenden anında geri bildirim alırlar. 2. Adımda, öğretmen adayları teknoloji destekli bir derste öğrenci rolünü oynarlar. Rol yapma etkinliğinden sonra teknoloji destekli ders ve öğrenci merkezlilik anlayışını derinleştirmek için işlev gören üst düzey düşünme sorularını çözerler. Daha sonra, öğretmen adayları, öğrenme deneyimini hem öğretmen hem de öğrenci perspektiflerinden tartışır ve yansıtırlar. Adım 3'te, öğretmen adayları teknoloji ile entegre dersler geliştirir ve Adım 1 ve 2'den öğrendiklerini kullanarak dersleri uygularlar. Derslerin uygulanması öğretmen adaylarından birinin öğretmen diğerlerinin öğrenci olduğu bir sınıf düzeninde gerçekleşir. Her öğretmen adayı tasarladığı dersi uygulayana kadar bu uygulama süreci devam eder.

Lee ve Kim (2017)'in aktardığı sonuçlara göre Adım 1'de eğitmenin desteğiyle TPAP etki alanlarını öğretim örneklerine bağlamak katılımcıların TPAB'yi anlamalarına yardımcı olmuştur. Adım 2'de, öğretmen adaylarının deneyimledikleri öğrenci merkezli ve teknoloji entegreli etkinlikleri değerlendirmede geliştikleri ve yapıcı öneriler sunabildikleri gözlenmiştir. Son olarak, Adım 3'te gruplar öğrenci merkezli stratejileri veya üst düzey düşünme etkinliklerini içeren TPAB dersleri geliştirmiş ve uygulamıştır.

Durumlu Teknoloji Entegrasyonu (Du-TE) Modeli (Situated Technology Integration (SiTI) Model): Bu model Hur, Cullen ve Brush (2010) tarafından geliştirilmiştir. Hur ve arkadaşları modeli geliştirirken Durumlu (yerleşik) Öğrenme Teorisinden (Brown, Collins ve Duguid (1989)) etkilendiklerini aktarmaktadır. Bu teoride, öğrenmenin genellikle gerçek dünyadan ayrılmış yapay bir ortamda (sınıf) gerçekleştiği ve bu nedenle öğrencilerin bilgiyi gerçek durumlara uygulama konusunda hazırlıksız olduğu belirtilmektedir. Yerleşik öğrenme kuramı, öğrenmenin etkinlik, bağlam ve kültürü içermesi gerektiğini vurgular. Bilginin gerçek hayat durumlarına uygulandığında öğrencinin uygulama yeteneğinin artacağı ifade edilir. Ancak öğrencilerin sıklıkla soyut kavramları gerçek durumlardan ayrı olarak

öğrendikleri için, bu kavramları gerçek hayatta kullanma yeteneklerini kaybettikleri belirtilmektedir. Hur ve arkadaşları teknoloji entegrasyonu perspektifinden bu teoriye bakar ve öğretmen adaylarının teknoloji ile gerçek öğretim durumlarında çalışmalarının önemli olduğunu ifade eder. Onlara göre teknolojiyi kullanma konusunda öğretmen adaylarına gözlemleme ve öğrenme fırsatları verilmeli ve uygun araçlarla bir sınıfa öğretmeleri sağlanmalıdır. Bu deneyimler, öğretmen adaylarını gelecekteki kariyerlerine hazırlayarak, bağımsız olarak teknoloji entegrasyonu yapmaları beklenen öğretmenler haline getirebilir.



Şekil 6: Du-TE Modeli (Hur, Cullen ve Brush, 2010)

Öğretmen adaylarının bilgi ve becerilerini gelecekteki sınıf içi uygulamalarına aktarabilmeleri için, gerçek sınıf ortamında bilginin uygulanması şarttır. Bu süreçte, teknolojilerin uygunluğu ve verimliliğiyle ilgili tartışmalar, yansıtmalar ve akran dönütleri önemlidir. Öğretmen adayları, alan ve pedagojik bilgilerini teknolojiyi

anlamlı ve yenilikçi yollarla uygulamaları konusunda birbirlerinden destek alarak öğrenme topluluğu oluşturmalıdır. Şekil 6'da gösterildiği üzere teknoloji entegrasyonu Du-TE modelinde hazırlık, keşfetme ve uygulama aşamalarına ayrılmıştır.

Hazırlık Aşaması: Bu aşamada, öğretmen adaylarına farklı teknolojileri keşfetme ve gereksinim duydukları teknik bilgi ve becerileri geliştirme fırsatı verilerek, sınıfta teknoloji kullanımına uygun hale gelebilmeleri amaçlanır. Örneğin, öğretmen adayları bir elektronik tablo programını öğrendikten sonra, bu programı ortaöğretim sınıflarında kullanabilecekleri bir etkinlik geliştirirler.

Keşfetme aşaması: Bu evrede, öğretmen adayları farklı konu alanlarına (fen, matematik, sosyal bilgiler vb.) ve çeşitli sınıf seviyelerine uygun teknolojilerin nasıl kullanılabileceğini anlamak için çalışır. Öğretmen adaylarının bu aşamada öğrendiklerini sürekli olarak yansıtmaları, akranları ve öğretmen eğitimcileriyle tartışmalar yapmaları TPAB'lerinin gelişimine katkı sağlar. Bu aşamada öğretmen eğitimcileri her dersin başında, teknolojiyi içeren model bir ders sunarlar. Her model ders belirli bir konuya ve farklı teknoloji türlerine odaklanır. Daha sonra her öğretmen adayı spesifik bir konu ve teknoloji kullanarak bir ders planı hazırlar. Ayrıca, hazırladıkları ders planlarında kullandıkları teknolojinin öğrenme sürecinde nasıl etki edeceğini de açıklamaları istenmektedir. Bu aşamada son olarak öğretmen adaylarından öğretmenlik uygulaması için yerleştirildikleri okula özgü bir teknoloji envanteri hazırlaması istenmektedir. Bu envanter okulun teknolojik alt yapısını ve sınıftaki teknolojik imkânları değerlendirmesi istenmektedir. Ayrıca okuldaki öğretmen ve teknoloji uzmanları ile görüşerek okulun teknoloji konusundaki bariyerlerinin neler olduğu ve teknolojiden nasıl yararlanılabileceği hakkında raporlarını bu envantere eklemeleri istenmektedir. Bu envanterler ve geliştirilen ders planları her öğretmen adayı tarafından bir portfolyoda kaydedilmektedir.

Uygulama Aşaması: Bu aşamada öğretmen adayları, gerçek sınıf ortamında edindikleri bilgi ve becerileri uygulamaya geçirirler. Bu süreçte teknolojinin kullanımı konusunda inançlarını gözden geçirmeleri önemlidir. Bu aşamadaki çalışmalar bir video kritiği ile başlar. Öğretmen adayları teknolojinin entegre edildiği bir sınıf öğretimi videosunu izler ve analiz ederler. Bu videoda kullanılan teknolojiler,

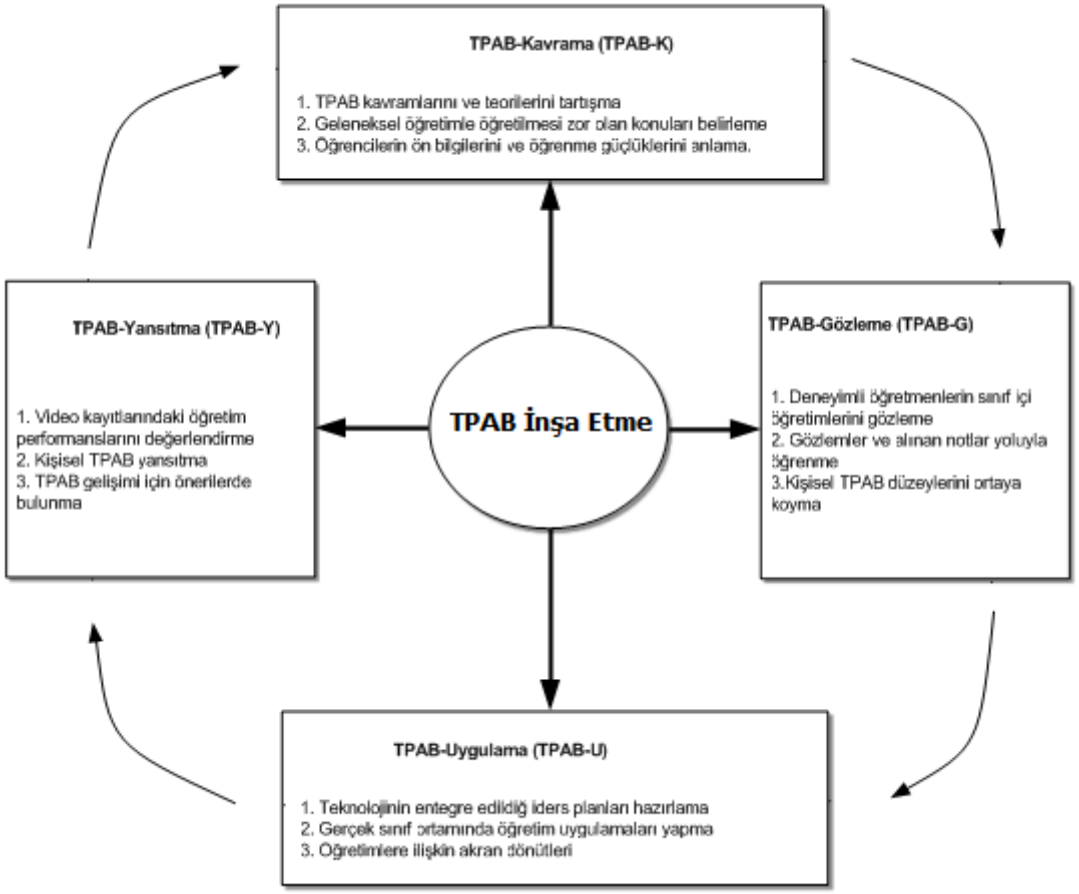
stratejiler için alternatifler de dâhil olmak üzere düşüncelerini yazarlar. Sınıf yönetimi hakkındaki görüşlerini paylaşırlar. Bu değerlendirmeler yukarıda da değinildiği gibi portfolyoya eklenmektedir. Bu aşamadaki diğer etkinlik mikro öğretim etkinliğidir. Öğretmen adayları 4-5 kişilik gruplara ayrılarak 20 dk. Süren bir ders anlatmaktadır. Daha sonra akran değerlendirmesi ve sınıf tartışması ile süreç son bulmaktadır. Bu aşamadaki son uygulama çalışması ise öğretmenlik uygulaması yapılan okulda bir sınıf uygulaması yapmaktır. Öğretmen adayları gerçek bir sınıf ortamında teknoloji kullanarak bir ders anlatmaktadır. Öğretmen adaylarının sınıf uygulaması ile ilgili deneyimlerini ve öz-değerlendirmelerini rapor etmeleriyle birlikte süreç tamamlanmaktadır.

Hur, Cullen ve Brush (2010) SiTI modelinin uygulanması sonucunda edindikleri bulgulara göre öğretmen adayları teknolojiyi kullanmakta rahat hissetmiştir. Tüm katılımcıların teknolojiyi entegre etmek için ders planı oluşturma konusunda kendilerine güven duyduğu ortaya çıkmıştır. Hur ve arkadaşları, modelin etkililiğinin kanıtlanabilmesi için boylamsal bir çalışmayla katılımcı öğretmen adaylarının meslek hayatlarında teknolojiden nasıl yararlandığının incelenmesi gerektiğini belirtmiştir. Ancak katılımcılar uygulanan modelin, gelecekteki sınıflarında teknolojiyi kullanmak için ihtiyaç duydukları deneyim ve bilgiyi sağladığını ifade etmişlerdir.

TPAB-Kavrama, Gözlem, Uygulama ve Yansıtma (TPAB-KGUY) Modeli: Öğretmen adaylarının TPAB'lerinin geliştirilmesi için dönüşümsel bir model olan TPAB-KGUY (orijinali, TPACK-Comprehension, Observation, Practice and Reflection), teknolojinin entegre edildiği ve akran koçluğu yaklaşımının benimsendiği bir yöntemdir. Bu modelin dört ana aşaması şunlardır: TPAB-Kavrama, TPAB-Gözlem, TPAB-Uygulama ve TPAB-Yansıtma.

Öğretmen adayları TPAB-KGUY modeline dayalı yapılan çalışmanın ilk dört haftalık *Kavrama* aşamasında, makalelerle ilgili tartışmalar yaparak TPAB ile ilgili kavramlar ve teorileri incelediler. Ayrıca kendi lise dönemlerinde zorlandıkları konuları açıklamaları ve dijital öğrenme araçlarını keşfetmeleri istendi. Bu aşamada, öğretim yöntemleri, değerlendirme yaklaşımı ve teknolojilerin özellikleri ve faydaları

da sunuldu. Öğretmen adaylarının ilk haftadan itibaren yapılan çalışmalar ile ilgili günlük tuttukları da belirtilmelidir. Şekil 7, modelin ana hatlarını göstermektedir.

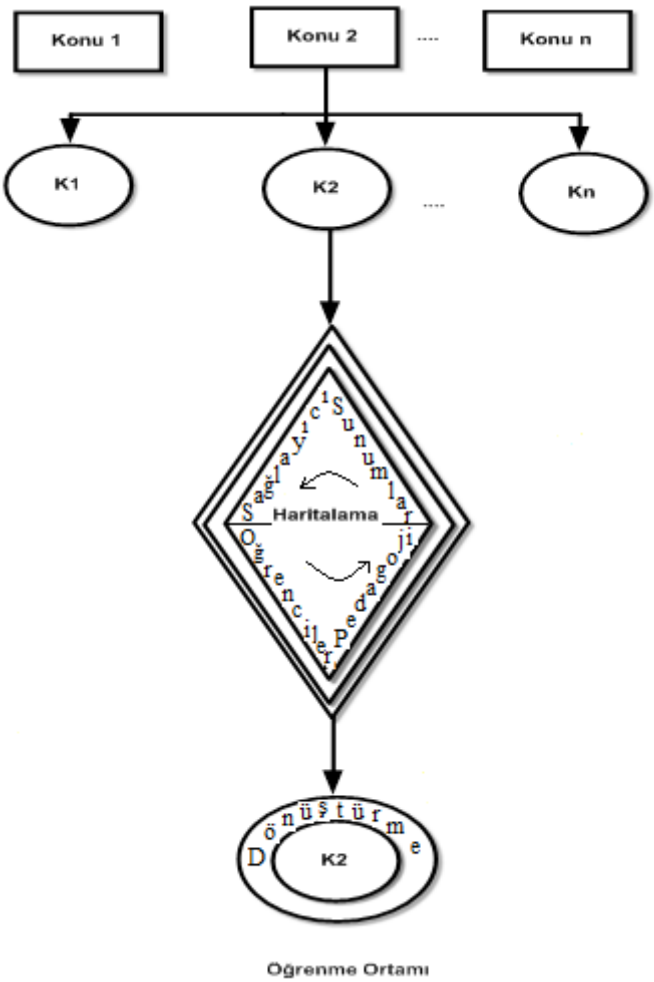


Şekil 7: TPAB-KGUY Modeli (Jang ve Chen (2010))

Çalışmanın 5 ve 6. haftalarında *Gözlem* aşamasında, deneyimli öğretmenlerin sınıf içi öğretimlerini gözlemleyen öğretmen adayları, TPAB teori ve stratejilerine göre notlar alarak kendi beceri düzeylerini ortaya koyan düşüncelerini ve yorumlarını paylaştı. 7-15. Haftalar arasında yapılan *Uygulama* aşamasında, öğretmen adayları belirledikleri konuların öğretiminde teknolojiyi kullanarak ders planları hazırladılar ve sınıf içi öğretimler gerçekleştirdiler. Çalışmada 12 öğretmen adayı 4 kişilik 3 gruba ayrıldı. Her gruptaki öğretmen adayı tüm sınıfa öğretimini yaptı ve video kaydına aldı. Bu süreçte, grup içindeki katılımcıların birbirlerine yardım ettiği akran koçluğu yaklaşımı öne çıktı. Ayrıca sınıf içi öğretimlere ilişkin akran değerlendirme süreci de

tamamlandı. Çalışmanın son 3 haftasında *Yansıtma* aşaması gerçekleşti. Öğretmen adayları, kaydettikleri sınıf içi ders videolarını sunarak öğretim performanslarını değerlendirdiler. Akranlarının yorumlarına göre öz-yansıtma yaptılar ve öğretim elemanı dönütlerde bulundu. Ayrıca, öğretmen adayları TPAB gelişimlerini günlüklerinde tanımladılar. Bu modelde, çevrim içi bir öğrenme ortamı aktif bir şekilde kullanıldı.

Teknoloji Haritalama (TH) Modeli: Angeli ve Valanides (2009) tarafından tasarım temelli araştırmalar sonucunda geliştirilen TH modeli, durumlu öğrenme kuramına dayalıdır ve öğretmen adaylarına teknoloji kullanarak öğretim yapma becerilerini öğretmen eğitimi programlarında ve hizmet içi eğitimlerde sunmaktadır.



Şekil 8: TH Modeli (Angeli ve Valanides (2009)'den akt. Kaya ve Yılayaz (2013))

TH modeli, öğretmen adaylarının öğrencilerin öğrenme güçlüklerini ve kendi öğrencilik zamanlarındaki öğrenme zorluklarını düşünerek özel bir öğrenme ortamına özgü öğrenmeyi kolaylaştırmayı amaçlar. Modelde öğretmen eğitimcileri, öğrencilerin kavram yanılgıları ve kavramsal değişim süreci hakkında literatürden kaynaklar sunarak öğretmen adaylarının deneyim eksikliklerini gidermelerine yardımcı olurlar. Öğretmen adayları, zorluklar içeren çeşitli konuları belirleyerek, öğrencilerin kavram yanılgılarını dikkate alarak geçici öğrenme çıktılarını veya kazanımlarını belirlerler. Bu sayede öğretmen adayları, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde daha etkili bir şekilde teknolojiyi entegre ederek öğretim yapabilirler. Belirlenen her konu için, Şekil 8'de gösterilen konu içeriğini ve öğrencilerin kavram yanılgılarını göz önünde bulundurarak geçici öğrenme çıktılarını veya kazanımlarını belirlerler. TH modelindeki iç içe geçmiş elmas şekli, öğretmenlerin öğrencilerinin alan bilgisini en iyi şekilde anlayabilecekleri öğretim sürecini simgeler. Bu süreçte, öğretmenler konu alanını güçlü sunumlara dönüştürürken teknolojik araçların kullanımına karar verirler. Ayrıca, öğretmenler sunumları öğrencilerinin ilgi ve ihtiyaçlarına göre uyarlayarak, sınıflarında çeşitli pedagojik stratejiler kullanarak öğrenmeyi optimize etmeye çalışırlar.

TH modelinde, teknolojik araçların sağlayıcılıkları ile alan ve pedagoji arasındaki ilişkiler haritalanır. Bu haritalama süreci, araçların sahip olduğu işlevler ve özelliklerin fiziksel çevrelerini dikkate alarak belirlenir. Araçların sağlayıcılığı, bu işlev ve özelliklerin birleşimiyle oluşur ve modelin doğru anlaşılması için önemlidir. TH modelinde öğretmen adayları, özel yazılımların sağlayıcılıklarını öğrenmek ve alan bilgisini öğrenci merkezli pedagojiye dönüştürmek için çalıştaylarda eğitilirler. Çalıştaylar sonrasında, öğretmen adaylarından özel yazılımların sağlayıcılıklarını belirleyerek, pedagoji ve alan bilgisi arasındaki ilişkileri ortaya koymaları istenir.

TH modeline göre, öğretmen eğitimcileri, teknolojilerin sağlayıcılıklarının öğretmen adayları için net bir şekilde sunulması gerektiğini belirtmektedir. Bu karmaşık öğretimsel tasarım sürecinin sonucu, güçlü pedagojik dönüşümlerdir. Öğretmenler/Öğretmen adayları, teknolojinin öğrenme ve öğretme sürecine yapacağı katkıları değerlendirmede deneyim kazanarak, teknolojiyi sınıflarına entegre etmek konusunda daha rahat hissedeceklerdir. Bu süreç devam ettikçe, teknolojinin öğretime

entegrasyonu öğrenci merkezli bir anlayışa doğru kayacaktır (Angeli ve Valanides, 2009).

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, matematik öğretmen eğitiminde teknolojinin entegrasyonunu sağlamak için bir modelin geliştirilmesine yönelik yapılan araştırmanın yöntemi ile ilgili ayrıntılı bilgiler verilecektir. Ayrıca araştırmanın modeli, örneklemi, veri toplama süreci ve araçları ile verilerin nasıl analiz edildiğine ilişkin açıklamalar yapılacaktır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Matematik öğretmen adaylarının teknoloji destekli matematik öğretiminde bilgi ve becerilerini geliştirmeyi ve matematik öğretimlerine teknolojiyi entegre etmelerini sağlayacak faydalı bir model geliştirmeyi amaçlayan bu araştırmada, tasarım temelli araştırma (TTA) modelinden yararlanılmıştır. Eğitim araştırmaları için bulunduğumuz yüzyılın başlarında ortaya çıkan (Anderson ve Shattuck, 2012) tasarım temelli araştırma metodolojisi gittikçe daha popüler olmaya devam etmektedir (Barab & Squire, 2004). TTA, eğitim araştırmalarının etkisini arttırmayı, aktarımını sağlamayı ve iyileştirilmiş uygulamaya dönüştürülmesini amaçlayan, eğitimciler tarafından ve eğitimciler için tasarlanmış bir metodolojidir (Anderson, T. ve Shattuck, J., 2012). TTA, karmaşık bir eğitim problemine çözüm olarak bir müdahaleyi (program, müfredat, öğrenme-öğretme stratejisi veya materyali, ürün, sistem vb.) tasarlama ve geliştirme, bu müdahalelerin özellikleri ve bunları tasarlama ve geliştirme süreçleri hakkındaki bilgimizi arttırma ve teoriler geliştirip doğrulama maksadıyla kullanılmaktadır (Design-Based Research Collective, 2003; Plomp, 2013).

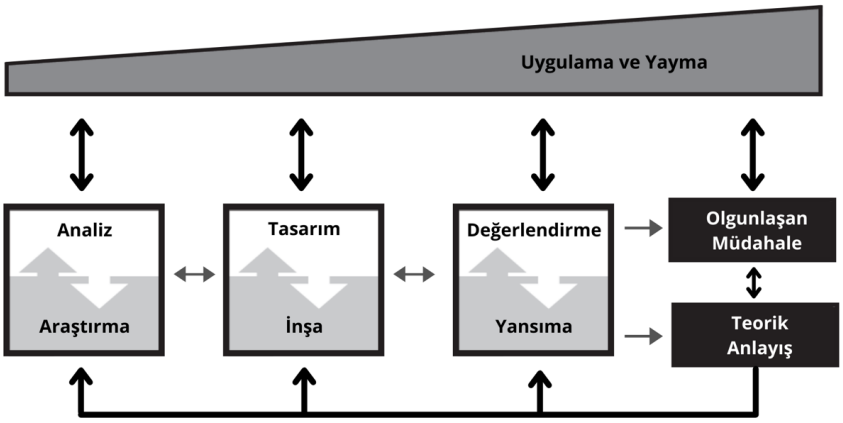
Tasarım tabanlı araştırmanın uygulama basamakları nicel araştırmalarda olduğu gibi katı ve net değildir. İçeriğine bağlı olarak araştırma süreçleri büyük farklılıklar gösterilebilmektedir. Ancak genel olarak izlenecek yol şöyledir: ilk olarak tasarımcı, tasarımının birinci sürümünü geliştirir ve uygulamaya koyar. Uygulamada tasarımın nasıl çalıştığına bakar. Uygulamadan elde edilen deneyimler sonucu tasarımcı, düzenli biçimde tasarımını gözden geçirerek düzeltmeler yapar. Zamanla yapılan tasarım; sağlam, hataları giderilmiş ve verimli bir hale dönüşür. Son olarak tasarıma nihai şekli verilir (Kuzu, Çankaya ve Mısırlı, 2011). Buraya kadar anlatılanlar TTA'nın genel bir çerçevesi olup araştırma süreci aşağıda ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

İyi bir tasarım tabanlı araştırmanın aşağıdaki beş özelliği (Plomp, 2013) sergilemesi beklenmektedir:

1. Müdahaleci: Araştırma, gerçek dünya ortamında kullanılabilen ve bir sorunun çözümüne yönelik müdahale tasarlamayı amaçlamaktadır.
2. Süreç Odaklı: Odak noktası müdahaleyi anlamak ve geliştirmektir. Sonuç odaklı değildir.
3. Fayda Odaklı: Tasarımın değeri, gerçek yaşamda kullanıcılar için ne kadar pratik olduğu ile ölçülür.
4. Teori Odaklı: Tasarım kuramsal çerçeveye dayanır veya tasarımın ardışık prototipleri teori oluşturmaya katkıda bulunur.
5. Uygulayıcının Katılımı: Araştırma, araştırmanın çeşitli aşamalarında ve etkinliklerinde uygulayıcılarla aktif katılımı veya iş birliğini içerir. Bu da geliştirilen müdahalenin eğitim bağlamında uygulanabilir, alakalı ve faydalı olma ihtimalini arttırır.

TTA, bu sahip olduğu özelliklerle teori ve pratik arasında güçlü bir bağ kurulmasını sağlamakla birlikte (McKenney ve Reeves, 2018; Van den Akker vd., 2006), eğitim ortamında öğretmen ve öğrencilerin karşılaştıkları problemler için çözüm sağlayan tasarımların geliştirilmesine ve bu tasarımların sınıfa aktarılmasını kolaylaştıran tasarım ilkelerinin netleşmesine yol açar (Linn, Davis ve Bell, 2004; Reeves, 2006; Van den Akker, 1999).

Bu çalışmada mevcut teorilerden yola çıkılarak matematik öğretmen eğitiminde teknolojinin entegrasyonuna yönelik gerçek yaşamda uygulanabilir faydalı bir modelin tasarlanması ve modelin ilkelerinin belirlenmesi amaçlanmış ve tasarım tabanlı araştırmanın özellikleri bu amaca ulaşmak için uygun bir metodoloji olduğunu göstermiştir. Bu bakımdan McKenney ve Reeves'ın (2018) eğitimde tasarım araştırmaları için oluşturmuş olduğu model (Bkz. Şekil 9) kullanılmıştır.

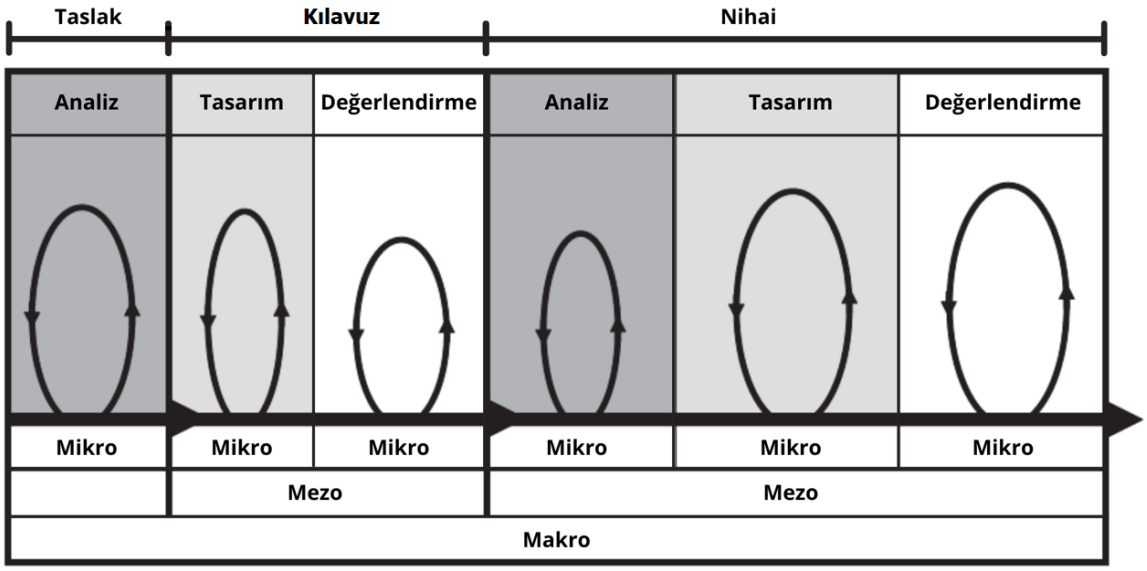


Şekil 9: Eğitimde Tasarım Tabanlı Araştırmalar İçin Genel Model (McKenney ve Reeves, 2018)

Şekil 9'da gösterilen genel modelde kareler üç ana aşamayı temsil etmektedir. Kareler arasındaki oklar çift yönlüdür ve sürecin yinelemeli ve esnek olduğunu gösterir. Yinelemelidir, çünkü bazı unsurlardan elde edilen sonuçlar diğerlerini tekrar tekrar besler. Esnektir, çünkü araştırmanın genel akışında takip edilebilecek farklı yollar mevcuttur. Dikdörtgenler, teori ve pratiğe yönelik ikili odağı gösterir ve sırasıyla bilimsel ve pratik çıktıları temsil eder. Model, tek bir entegre araştırma ve tasarım sürecini gösterir. Son olarak yamuk, uygulama ve yayılmayı temsil eder ve uygulama ile etkileşimin baştan beri var olduğunu ve bu etkileşimin araştırma akışıyla beraber giderek arttığını gösterir. Çift yönlü oklar, uygulamanın temel süreci ve nihai çıktıları değiştirebileceğini ve bunun tersinin de mümkün olabileceğini göstermektedir (McKenney ve Reeves, 2018).

McKenney ve Reeves (2018)'in genel modeli Şekil 9'da görüleceği üzere üç çekirdek adımdan (Şekil 9'daki kareler) oluşmaktadır. Bu çekirdek adımlar kendi içlerinde mantıksal (aşağıda bahsedileceği üzere) bir süreci ifade eden mikro döngülerden (Bkz. Şekil 10) oluşmaktadır. Birden fazla mikro döngü araştırma

sürecinde bir araya gelerek Şekil 10'daki gibi araştırmadaki yinelemeleri ifade eden mezo döngüleri oluşturur.



Şekil 10: Micro, Mezo ve Makro Döngüler (McKenney ve Reeves, 2018).

Mezo döngüler tasarım tabanlı araştırmanın ihtiyacına göre birden fazla sayıda olabilir. Mezo döngülerin ve ilk mikro döngünün bir araya gelmesi ile araştırma sürecinin tamamını içeren makro döngü oluşur.

Analiz ve Keşif: Analiz sırasında, kurum içi uzmanlık aranır ve problemin, bağlamın ve diğer ilgili konuların anlaşılmasını ve tanımlanmasını sağlayacak olan teorileri elde etmek için bir literatür taraması yapılır. Ele alınacak eğitim sorununun, daha iyi anlaşılmasını şekillendirmek için uygulayıcılarla iş birliği aranır. Problemin belirlenmeye başlanması ile birlikte çözümlerin geliştirildiği açık uçlu bir keşif süreci başlamış olur. Keşif sürecinde problem çözümü için geliştirilen taslak tasarım ortaya çıkar.

Tasarım ve İnşa: Tasarım ve inşa döngüsünde *Tasarım* ifadesi geliştirilen birincil tasarımın test edildiği aşamayı ifade ederken *İnşa* ifadesi tasarımın test edilmesi sonrasında yeni prototiplerin üretilmesini ifade etmektedir.

Değerlendirme ve Yansıma: Değerlendirme aşamasında problem için ortaya konan çözümün sağlamlığı incelenir. Yansıma aşaması ise elde edilen veriler ile çözümün/tasarımın/müdahalenin kabul edilmesi, geliştirilmesi ve ya çürütülüp yeniden inşa edilmesi için kanıtların araştırılmasını ifade eder.

3.2. Çalışma Grubu

Çalışma grubu, İzmir ilindeki bir devlet üniversitesinde İlköğretim matematik öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğrencilerden oluşmaktadır. Çalışmada iki farklı grup yer almaktadır. Bunlardan ilki 2016-2017 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde 4. Sınıf dersi olan "teknoloji destekli matematik öğretimi" dersini alan öğrenciler iken, ikincisi aynı dersi 2017-2018 eğitim-öğretim yılında alan öğrencilerdir. İlk grup çalışmanın 2. Döngüsünde araştırmacı tarafından geliştirilen taslak modelin test edilip değerlendirilmesi için seçilmişken, ikinci grup 3. Döngüde ortaya konan nihai modelin test edilip değerlendirilmesi sürecinde kullanılmıştır.

2. Döngünün Çalışma Grubu: Çalışma grubu araştırmanın amacı doğrultusunda 2017-2018 eğitim-öğretim yılında teknoloji destekli matematik öğretimi dersini alan 4. Sınıf öğrencilerinden oluşmuştur. Bu ders hem teknoloji entegrasyonuna yönelik model geliştirilmesi, test edilmesi ve değerlendirilmesine uygun olması hem de 4. Sınıf dersi olması sayesinde öğretmen adaylarının edindikleri bilgileri stajyer oldukları okullarda gerçek sınıf ortamında test edebilmeleri bakımından seçilmiştir. Öğretmen adayları çalışmanın çeşitli aşamalarında 5-7 kişilik gruplara ayrılıp çeşitli çalışmaları yürütmüştür. Çalışma grubunun oluşturduğu gruplar aşağıda Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: 2. Döngüde yer alan çalışma grubunun oluşturduğu gruplar

Gruplar	**Kişi Sayısı**
Grup-1	5
Grup-2	7
Grup-3	6
Grup-4	6
Grup-5	6

3. Döngünün çalışma Grubu: Revize edilen modelin uygulanması amacıyla 2018-2019 eğitim öğretim yılında 4. Sınıf seviyesinde olup teknoloji destekli matematik öğretimi dersini alan öğretmen adayları kullanılmıştır. 2. Döngüde olduğu gibi bu döngüde de öğretmen adayları çalışmanın belli süreçlerinde gruplara ayrılmıştır. Aşağıda Tablo 6'da öğretmen adaylarının oluşturduğu gruplar yer almaktadır.

Tablo 6: 3. Döngüde yer alan çalışma grubunun oluşturduğu gruplar

Gruplar	**Kişi Sayısı**
Grup-1	7
Grup-2	8
Grup-3	10

Çalışma gruplarının kendi içlerinde gruplara ayrılması için araştırmacı bir grubun en az 7 kişi- en çok 10 kişi olma şartını getirmiştir. Öğretmen adaylarının, video simülasyon görevlerini verimli bir şekilde uygulayabilmeleri için grupların 7-10 kişilik olmasına çalışmanın 2. Döngüsünden sonra karar verilmiştir. Böylece grup içindeki öğrenci rolündeki katılımcıların sayısı artmakta ve gerçek bir sınıftakine

benzer durumların ve diyalogların oluşturulabilmesi hedeflenmiştir. Gruplardaki kişi sayısı artınca grup sayısı azalmıştır.

3.3. Tasarım, Geliştirme, Uygulama Süreci

McKenney ve Reeves'ın (2012) tasarım tabanlı araştırmalarda genel modeline göre desenlenen bu çalışma üç döngüde tamamlanmıştır (B). Her döngü kendi içinde analiz-keşif, tasarım-inşa ve değerlendirme-yansıma mikro döngülerinin tamamı ya da bir kısmını içerecek şekilde aşamalara ayrılmıştır (Döngü: D, Aşama: A). Birinci döngü (D1), çalışmada Analiz-Keşif döngüsüdür. Kendi içinde analiz ve keşif aşamalarını içermektedir. İkinci döngü (D2), tasarım-inşa ve değerlendirme-yansıma mikro döngülerinin birleşimi ile oluşan bir mezo döngüden oluşmakta ve kendi içinde 4 aşamadan oluşmaktadır. Üçüncü döngü (D3) ise her üç mikro döngüyü de içermekte ve 4 aşamadan oluşmaktadır. Tablo 7 ile çalışmadaki döngüler, mikro döngüler ve ilgili açıklamaları birlikte görülebilir.

Tablo 7: Araştırma sürecinin döngüleri

Döngüler	**Mikro Döngüler**	**Açıklama**
1. Döngü	Analiz	Tasarlanacak modele ilişkin literatürün araştırılması ve ihtiyaç analizinin ortaya konması
	Keşif	İhtiyaç analizine göre taslak ders tasarımının ortaya konması
2. Döngü	Uygulama	Ders tasarımının uygulanması
	Değerlendirme	Tasarımın değerlendirilmesi

	Revizyon	Tasarımın revizyonu ve modelin ortaya konması
3. Döngü	Uygulama	Revize edilen tasarımın uygulanması
	Değerlendirme	Uygulanan tasarımın değerlendirilmesi
	Revizyon	Tasarımın revizyonu ve nihai modelin ortaya konması

Birinci Döngü (D1): Bu döngü çalışmanın yapılmasının gerekçelerini ortaya koyan problemin belirlendiği, bu problemin çözümü için araştırmaların yapıldığı ve nihayetinde bir çözüm önerisinin sunulduğu bölümdür. Analiz aşamasında (D1-A1) araştırmanın gerekçeleri ortaya konur ve araştırma problemi belirlenir. Literatür taraması yapılarak matematik öğretiminde teknoloji entegrasyonuna yönelik teoriler, modeller, ders tasarımları, sınıf içi pratikler, teknoloji entegrasyonu için ortaya çıkan ilkeler ortaya konur. Daha sonra keşif aşamasında (D1-A2), araştırmacı hem kendi saha deneyimi hem de araştırmalardan ortaya çıkan veriler neticesinde uygun olan teorileri, pratikleri ve diğer modeller ve entegrasyon ilkelerinden yola çıkarak gereklilikleri belirler ve kendi taslak modelini ortaya koyar. Araştırmacı teknoloji entegrasyonu için hazırlanan taslak modeline uygun bir ders tasarımını da beraberinde hazırlar.

İkinci Döngü (D2): Bu döngü, birinci döngüde ortaya çıkan modelin test edildiği ve değerlendirildiği döngüdür. 2016-2017 eğitim-öğretim yılının bahar yarıyılında bilgisayar destekli matematik öğretimi dersini alan 4. Sınıf öğretmen adayları ile 14 haftada yürütülmüştür. İkinci döngü 4 aşamadan oluşmaktadır. Aşağıda Tablo 8'de bu döngü ve aşamalarının içeriği paylaşılmıştır.

Tablo 8: İkinci Döngünün Aşamaları

İkinci Döngünün Aşamaları	Süre	İçeriği	Mikro Döngü
Aşama-1 (A1): Matematik Öğretiminde uygun teknolojiler	4 hafta	GeoGebra ve WEB uygulamaları, kazanımlara özel etkinliklerin belirlenmesi	Uygulama
Aşama-2 (A2): Teorik çerçevelerin öğretimi	4 hafta	Belirlenen teorik çerçevelerinin çeşitli yöntemlerle aktarılması	Uygulama
Aşama-3 (A3): Yansıtma	6 Hafta	Videoların sınıfta yansıtılması, değerlendirilmesi ve geri bildirimlerin verilmesi	Uygulama
Aşama-4 (A4): Değerlendirme	---	Çalışmada elde edilen verilerin analizinin yapılarak modelin işlerliğinin değerlendirilmesi	Değerlendirme
Aşama-5 (A5): Revizyon	---	Modele ilişkin revizyonların yapılması	Revizyon

Üçüncü Döngü (D3): Bu döngü, ikinci döngüde geliştirilen taslak modelin değerlendirilmesi ve revize edilmesi sonrasında oluşturulan modelin yeniden uygulandığı ve değerlendirildiği döngüdür. Üçüncü döngünün sonuçlarına göre nihai modele karar verilmiştir. 2017-2018 eğitim-öğretim yılının bahar yarıyılında bilgisayar destekli matematik öğretimi dersini alan 4. Sınıf öğretmen adayları ile 14 haftada yürütülmüştür. Üçüncü döngü 5 aşamadan oluşmaktadır. Aşağıda Tablo 9'da bu döngü ve aşamalarının içeriği paylaşılmıştır.

Tablo 9: Üçüncü Döngünün Aşamaları

Üçüncü Döngünün Aşamaları	Süre	İçeriği	Mikro Döngü
Aşama-1 (A1): Matematik Öğretiminde uygun teknolojiler	4 hafta	GeoGebra ve WEB uygulamaları, kazanımlara özel etkinliklerin belirlenmesi	Uygulama
Aşama-2 (A2): Teorik çerçevelerin öğretimi	4 hafta	Belirlenen teorik çerçevelerinin çeşitli yöntemlerle aktarılması	Uygulama
Aşama-3 (A3): Yansıtma	6 Hafta	Videoların sınıfta yansıtılması, değerlendirilmesi ve geri bildirimlerin verilmesi	Uygulama
Aşama-4 (A4): Değerlendirme	---	Çalışmada elde edilen verilerin analizinin yapılarak modelin	Değerlendirme

		işlerliğinin değerlendirilmesi	
Aşama-5 (A5): Revizyon	---	Modele ilişkin revizyonların yapılması ve nihai modelin ortaya konması	Revizyon

3.4. Veri Toplama Süreci ve Araçları

Tasarım tabanlı araştırmalar, içerisinde farklı aşamaların yer aldığı birden fazla döngü içermesi ve her döngünün uygulama ve değerlendirme gibi aşamalarında tasarımın çok yönlü bir şekilde test edilmesi gerektiği için çok sayıda veri toplama aracı içerebilmektedir. Collins ve diğerleri (2004), hem veri çeşitliliğinin çokluğu hem de uzun soluklu veri toplama sürecinin olması bakımından tasarım tabanlı araştırmaların zorluğuna işaret etmektedir. Bu zorluk sistemli ve iyi planlanmış bir veri toplama süreci ile kolaylaşabilmektedir. Aşağıdaki tabloda veri toplama sürecine ilişkin detaylar verilmiştir. Tasarım tabanlı araştırmalar genellikle taslak bir tasarımın inşası için gerekli olan literatür taraması ile birlikte başlar. Ardından geliştirilen tasarımların test edilip sınanması gerekmektedir. Bu sınama ise nitel ya da nicel verilerle olabilmektedir. Bu araştırma sürecinde literatür taraması, video kayıtları, araştırmacı günlükleri, yansıtıcı günlükler ve odak grup görüşmeleri veri toplama araçlarını oluşturmaktadır.

Tablo 10: Veri toplama süreci ve araçları

Araştırma Döngüleri	Veri Kaynakları	Veri Toplama Araçları
1. Döngü	Literatürdeki akademik çalışmalar	Makaleler ve kitap bölümleri
2. Döngü	Öğretmen Adayları	Video kayıtları, odak grup görüşmeleri (Ses kayıtları), araştırma günlüğü
3. Döngü	Öğretmen Adayları	Video kayıtları, odak grup görüşmeleri (Ses kayıtları), araştırma günlüğü

Literatür taraması: Bütün disiplinlerde ve araştırmalarda önceki literatürün dikkate alınması esastır. Yazar, hangi disiplinden olursa olsun çalışmanın amacı ve gerekçesi ile ilgili motivasyonunu açıklarken, araştırma sorusu ya da hipotezleri açıklarken önceki araştırmaların genel bir haritasını okuyucuya sunar. Literatür taraması, teorik çerçeveler oluşturmanın ve kavramsal modeller oluşturmanın kritik bir bileşeni olan meta düzeyde kanıt göstermek ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulan alanları ortaya çıkarmak için araştırma bulgularını sentezlemenin mükemmel bir yoludur (Snyder, 2019). Bu araştırmanın birinci döngüsünün analiz ve keşif aşamasında (D1-A1 ve D1-A2), çalışmanın gerekçelerinin ortaya konarak bir ihtiyaç analizinin yapıldığı ve bu analizin neticesinde matematik öğretiminde teknolojinin entegrasyonuna yönelik modeller, pratikler, teoriler ve ilkelerin belirlendiği daha önce ifade edilmiştir. Bu amaçları gerçekleştirmek için literatür taraması yapılmıştır. Araştırmacı, literatür taraması yoluyla ortaya çıkan mevcut model ve teorilerin teknoloji entegrasyonundaki rolünü inceleyerek matematik öğretmen eğitiminde teknolojinin entegrasyonu için uygun teorileri ve pratikleri içeren bir taslak model oluşturmuştur.

Odak grup görüşmesi: Odak grup görüşmesi küçük bir grupla yüz-yüze yapılan ve katılımcıların nötr bir ortamda grup etkileşiminden faydalanarak belirli bir konu hakkındaki bilgilerini almayı amaçlayan veri toplama tekniğidir (Wilson, 1997). Araştırmacı odak grup görüşmesi yaparak bir dizi soruya cevap arayabilir. Odak grup görüşmesinin avantajlardan biri, katılımcıların, araştırmacı tarafından önceden belirlenen konular hakkındaki görüşlerini ortaya çıkarmasının yanı sıra kendi sorunlarını ya da çözüm önerilerini dile getirebilmesidir (Varga-Atkins, McIsaac, and Willis 2017). Odak grup görüşmelerinde, kısa sürede büyük miktarda nitel veri üretilir (Parker ve Tritter, 2006). Anketlerin aksine, Odak grup görüşmeleri, araştırmacının daha detaylı bilgi toplaması ve derinlemesine anlamlar edinmesine izin verir (Wilson, 1997). Bu çalışmada ikinci ve üçüncü döngüde yapılan video simülasyon çalışmalarının ardından odak grup görüşmeleri yapılmıştır. Katılımcılar, çeşitli aşamalarda araştırmacının ders içerisinde verdiği bilgileri uygulamalı olarak matematik öğretiminde kullanabilmek için video simülasyon grupları

oluşturmuşlardır. Bu gruplar simülasyonun video kayıtlarını teslim ettikten sonra odak grup görüşmelerine katılmıştır. Odak grup görüşmelerinde katılımcılardan video simülasyon süreci hakkında düşüncelerini açıklamaları, ders içeriğini ve ders içinde yapılan pratikleri değerlendirmeleri ve son olarak yaşadıkları zorlukları ve çözüm önerilerini belirtmeleri istenmiştir. Görüşmeler 20-25 dk. sürmüştür. Görüşmeler ses kayıt cihazı ile kaydedilmiş ve görüşme sırasında her katılımcıdan ses kaydının alınmasına dair izin alınmıştır. Araştırmacı görüşme sırasında önceden belirlediği soruları (Ek 7) katılımcılara sırayla sormuştur. Daha sonra katılımcılar arasından söz hakkı almak isteyenler görüş ve düşüncelerini detaylı bir şekilde ifade etmiştir. Ayrıca araştırmacının bazı sorulara ayrıntılı cevap bulabilmek için prosedürün dışına çıkıp ek sorular sorduğu görüşmeler olmuştur.

Video kayıtları: Video kayıtları eğitim araştırmalarında veri kaybının önlenmesi ve sürecin tekrar izlenebilmesi sayesinde veri analizinin detaylı ve tam şekilde yapılması amacıyla sık sık kullanılan bir veri toplama aracıdır (McKenney ve Reeves, 2012; Van den Akker vd., 2006). Araştırmanın ikinci ve üçüncü döngüsünde öğretmen adaylarının video simülasyon görevleri ve gerçek sınıf ortamında öğretimleri video kaydına alınmıştır. Video simülasyonları ve gerçek sınıf ortamında öğretim videoları üç amaca hizmet etmektedir. Bunlardan birincisi tasarlanan model gereği öğretmen adayları için matematik öğretiminde teknolojinin kullanımına yönelik iyi ve kötü örnekleri göstermek için bir video kütüphanesi oluşturmaktır. Öğretmen adaylarının edindikleri teorik bilgileri matematik sınıflarında nasıl kullanacaklarını görmeleri için video kütüphanesinden faydalanılmaktadır. Araştırmanın ikinci ve üçüncü döngüsünde elde edilen videolar video kütüphanesinin birer parçasıdır. Bir diğer amacı öğretmen adaylarının deneyimlerini sınıfta yansıtmak ve değerlendirmektir. Öğretmen adaylarının deneyimlerinden bazıları sınıfta paylaşılarak sınıfça değerlendirmeler yapılmıştır. Son olarak öğretmen adaylarının edindikleri bilgileri öğretimlerine entegre edip edemediklerini belirlemek ve teknoloji entegrasyonuna yönelik geliştirilen modelin işlerliğini değerlendirmektir.

Araştırma günlüğü: Eğitim araştırmalarında araştırmacı tarafından veri toplama ya da yansıtma amacıyla yazılan günlüklere araştırma günlüğü ya da araştırmacı günlüğü denir. Araştırma günlüğü, araştırma metodolojisi literatüründe

genellikle alınan kararları kaydetmenin ve araştırma süreci üzerine düşünceleri yazmanın bir yolu olarak tanımlanır (Gibbs, 2007; Silverman, 2005). Araştırma günlüğü, araştırmacının gelişiminin ve araştırma bilgisinin inşasının ayrılmaz bir parçası olarak görülebilir. Günlük yazma ve yansıtma, öğretimin gelişiminde aracı olarak hareket ettiği gibi, araştırmacı günlükleri de araştırma bilgisinin inşasına aracılık eder (Engin, 2011). Araştırmacı, odak grup görüşmeleri, 14 hafta süren derslerden sonra, araştırma sürecinde fikrini değiştiren ya da fikir edinmesine neden olan olaylardan sonra görüşlerini yazmak ve araştırmanın yöntemine ve tasarım sürecine ilişkin gözlemlerini kaydetmek için günlük tutmuştur. Böylece araştırma günlüğü süreç, tasarım, teori ve uygulamaya ilişkin verileri desteklemede önemli bir rol oynamıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Matematik öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna yönelik bir ders tasarım modeli önermeyi amaçlayan bu çalışmada literatür taraması, video kayıtları, odak grup görüşmeleri ve araştırma günlükleri gibi veri toplama araçları ile elde edilen verilerin analizi yapılmıştır. Çalışmada elde edilen verilerin tamamı nitel olup analiz edilmesinde MAXQDA nitel veri analizi programı kullanılmıştır. MAXQDA yazılımı video, ses, metin ve SPSS veri dosyaları ve bibliyografik verilerin analizinde kullanılan ve analiz sürecini kolay ve sistematik hale getiren araçlar içermektedir. Veri analizine dâhil olan ilk veriler literatür taraması yoluyla elde edilmiştir (Bakınız Tablo 10). Bu amaçla, Web of Science ve ERIC veri tabanlarında yer alan ve öğretmen eğitiminde teknolojinin entegrasyonu sürecinde model, ders tasarımı, entegrasyon yöntemi ve uygulamalarını konu edinen derleme türündeki makalelerden faydalanılmıştır. Bunlara Springer veri tabanında yayınlanan kitap içi bölümler de dâhil edilmiştir.

Web of Science ve ERIC veri tabanlarında, özetinde “öğretmen adayı”, “matematik”, “teknoloji” ve “derleme” anahtar kelimelerini içeren yayınlar taranmıştır (abstract: mathematics AND technology AND (preservice OR pre-service OR prospective) AND ("teacher education" OR "teacher preparation" OR education) AND review pubyearmax:2018). Bu arama derleme türündeki makalelere ulaşmak amacıyla

yapılmış olup ERIC veri tabanında 43. Web of Science veri tabanında 17 yayına ulaşılmıştır. Sonuçlar incelenmiş ve öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonu hakkında yapılan çalışmaları içermeyen ve derleme türünde makale olmayanlar elenmiştir. Web of Science ve ERIC veri tabanlarında bulunan toplam 60 yayından amaca uygun 3 yayına ulaşılmıştır. Springer yayınevine ait yukarıda bahsedilen konuları içeren kitap içi bölümler için de bir arama yapılmış olup amaca uygun 1 yayına ulaşılmıştır. İncelenen çalışmalar hakemli dergilerde yayımlanan makaleler olup raporlar ve tezler dâhil edilmemiştir.

Video kayıtların analizi: Video kayıtları, araştırma sürecinde ikinci ve üçüncü döngüde ortaya çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının video simülasyonları ve gerçek sınıf ortamında öğretimleri video kaydına alındıktan sonra analiz süreci transkript yapılarak başlamıştır. Video içerikleri sınıftaki bir matematik öğretimi sürecini içerdiğinden dolayı öğretmenin ekranda ya da tahtadaki bir içeriğe dikkat çekerek anlatım yapması, ekrandaki aracın özellikleri, tahtada yazılanlar, teknolojinin kullanılış biçimi, sınıf içindeki hal ve hareketleri, ses tonu, diyaloglar ve diyaloglar arasındaki duraklamalar araştırmacının analiz sürecinde dikkat etmesi gereken noktalardır. Bu yüzden araştırmacı, video analizlerini salt transkript üzerinden değil video ve transkripti birlikte takip ederek yapmıştır.

Videolar, enstrümantal orkestrasyon (Trouche, 2004; Drijvers vd., 2010) ve pedagojik söylemler (Chapin, O'Connor ve Anderson, 2009; Herbel-Eisenmann, Steele ve Cirillo, 2013) teorik çerçevelerine göre analiz edilmiştir. Mevcut orkestrasyon türleri ve pedagojik söylemler araştırmacının tasarladığı ders içerisinde öğretmen adaylarına aktarılmıştır. Öğretmen adaylarından bu teorik çerçevelere bağlı kalarak öğretim yapmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının öğrendikleri teorik çerçevelerde yer alan tekniklerden hangilerini kullandıkları ya da kullanmaya çalıştıkları, araştırmacının bir yandan videoyu duraklatarak izlerken diğer yandan transkript üzerinde aldığı notlarla ortaya çıkmıştır.

Tablo 11: İkinci döngüde elde edilen bir video simülasyonun transkripti, kodlaması ve araştırmacı çıkarımları

Ö: Öğretmen; Öğr: Öğrenci

Kişi	Diyalog	Pedagojik Söylemler	Orkestrasyon Türü	Araştırmacı Çıkarımları
1-Ö:	Merhaba arkadaşlar bugün sizinle paralelkenarın alanını işleyeceğiz. Öncelikle paralelkenarla ilgili neler biliyorsunuz, neler hatırlıyorsunuz onlarla başlayalım.		Ekranı Tartış	Öğretmen adayı ekranda açtığı GeoGebra çalışma sayfası üzerinde yaptığı gösterimlerle öğrencilerin paralel kenarın alanını bulmalarını sağlamaktadır. Öğrencilere fikirlerini açıklamaları tartışmaya katılmaları konusunda cesaretlendirerek ekran üzerinde olup bitenler üzerinde bir tam sınıf tartışması yaratmaktadır.
2-Öğr-1:	Bir dörtgendir hocam.			
3- Ö:	Dörtgendir, başka.	Tekrarlama		
4-Öğr-1:	Kenarları paraleldir.			
5- Ö:	Kenarları paraleldir, peki paralelkenarın alanı deyince aklınıza neler geliyor, hani bir şeye benzetebiliyor musunuz? Alanını bulmak istesek bunun alanını nasıl bulabiliriz?	Tekrarlama, Daha fazlasını söyle		
6-Öğr-2:	Hocam aslında eğik dörtgene benziyor.			
7- Ö:	Eğik dörtgene benziyor.	Tekrarlama		
8-Öğr-2:	Evet.			
9- Ö:	Peki, alanını nasıl bulabiliriz? Bir fikriniz var mı?	Derinlemesine bilgi talebi		
10-Öğr-3	İki kenarı çarparsak bulabiliriz bence.			
11- Ö:	İki kenarın çarpımı diyorsun. Yani mesela bu kenarı a, bu kenarı b dersek. a ile b'nin çarpımı bize alanı verir diyorsun. Peki, arkadaşınıza itirazı olan var mı?	Tekrarlama, Yeniden ifade etme. Katıl ya da katılma.		
12-Öğr:	Hocam orda h harfi ile farklı bir şey gösterilmiş onu da kullanabilir miyiz?			
13- Ö:	Evet kullanabiliriz. Peki, ama nasıl kullanabiliriz bakalım. Şimdi bu gördüğümüz paralelkenar şekli, ben bu paralelkenarı sürgüyle oynatacağım paralelkenarın alanıyla ilgili bilgi verecek.			

14-Öğr:	Dikdörtgen.			
15- Ö:	Evet, peki dikdörtgenin alanını nasıl buluyoruz biz?			
16-Öğr:	2 kenarın çarpımı alanı verir.			
17- Ö:	2 kenarın çarpımı, kısa kenar çarpı uzun kenarla bulabiliriz. Burada anlatılmak istenen sizce ne, h yüksekliğimiz ve a'da bizim taban uzunluğu. O zaman bizim paralelkenarı yükseklik çarpı taban uzunluğu olarak paralelkenarın alanını bulabilir miyiz? Şimdi bu üçgeni aldık, bu kenara taşıdık ve hangi şekil oldu?	Tekrarlama, Muhakemeye zorlama,		
18-Öğr:	Dikdörtgen.			
19-Ö:	Dikdörtgen oldu. Dikdörtgenin alanını biz nasıl buluyorduk, kısa kenar çarpı uzun kenar olarak buluyorduk. O zaman paralelkenarın alanında bir değişme oluyor mu, bakın bir bölgeyi alıyor diğer yere götürüyor. Paralelkenarın alanında bir değişim var mı?	Tekrarlama, Muhakemeye zorlama.		
…	…	…	…	…

Araştırmacı transkript dosyasını Tablo 11'deki gibi 5 sütunlu bir tabloda incelemiştir. Videoyu izleyip duraklatarak üçüncü sütuna pedagojik söylemleri kodlamıştır. Öğretmen adaylarının kullandığı orkestrasyon türleri ise bütün videonun tekrar transkripti ile birlikte izlenmesinin ardından belirlenmiştir. Son olarak araştırmacı son sütunda öğretmen adaylarının didaktik performansları, teknolojik eylemleri başarılı ya da başarısız bir şekilde kullandıkları durumlar, pedagojik söylemleri öğretim sırasında ne kadar kullanabildikleri ve kullandıkları teknolojiden yeterince yararlanıp yararlanamadıklarına dair çıkarımlarda bulunmuştur. Öğretmen

adaylarının gelişim ve değişimleri bu bağlamda ikinci ve üçüncü döngüde teslim ettikleri videoların analizleri ve odak grup görüşmelerinden elde edilen verilerle birlikte değerlendirilmiştir.

Video dosyalarının transkripti Tablo 11'deki hazırlandıktan sonra orkestrasyon türlerinin ve pedagojik söylemlerin belirlenmesinde iki kodlayıcı birbirinden bağımsız olarak verileri analiz etmiştir. Kodlama çalışmalarında çalışmanın yazarı ve çalışmadaki kuramsal çerçeveler hakkında bilgisi olan İlköğretim Matematik Öğretmenliği alanında doktora seviyesinde bir uzman öğretmen eş zamanlı olarak hareket etmiştir. Veri analizinde güvenirliği sağlamak için yapılan çalışmalar sonucunda kodlayıcılar arasındaki güvenirlik şu hesaplama ile bulunmuştur:

$$Güvenirlik\ Katsayısı = \frac{Uzlaşma\ Sayısı}{Uzlaşma\ Sayısı + Uzlaşmama\ Sayısı}\ X\ 100$$

Kodlayıcılar arasındaki uyum %90 olarak belirlenmiştir. Uzlaşılmayan kodlamalar birlikte incelenerek uyumsuzluklar giderilmiştir.

3.6. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği

Dede (2004) tarafından belirtildiği gibi, tasarım tabanlı araştırmalarda yüksek miktarda veri elde etmek ve bu çalışmalarda kalite kriterlerini sağlamak için geçerlik ve güvenirliğin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekir. Bu bağlamda, Lincoln ve Guba'nın (1985) belirttiği gibi, tasarım çalışmalarında inandırıcılık, transfer edilebilirlik, tutarlılık ve teyit edilebilirlik (McKenney, Nieveen ve Van den Akker, 2006) sağlamak gerekir. Bir araştırmada inandırıcılık, gerçekliğe uygunluğu ifade eder (Merriam, 2009). Mevcut çalışmada, çoklu veri kaynaklarının kullanılması, odak grup görüşmeleri, araştırmacı günlüğü gibi farklı veri toplama araçlarını kullanmaya dayalı bir yöntem izlenmiştir. Özellikle, mevcut tasarım tabanlı araştırmada, öğretmen adaylarının eylemlerinin doğru bir şekilde yansıtılması için video ve ses kayıtlarının alınması ve görüşmelerin yapılması ile derinlemesine bilgi edinilmiştir. Ayrıca, yöntem çeşitlemesi olarak ifade edilen bu çeşitlemenin yanında araştırmada süre çeşitlemesi de yürütülmüştür. Bu çeşitlemede, verilerin kodlanması, analiz edilmesi ve yorumlanması aşaması farklı zaman dilimlerinde tekrarlı olarak yapılmıştır. MAXQDA nitel veri analiz yazılımının sağladığı kodlayıcılar arası kodlama uyum

analizi sonucunda uyumun %90'ın üzerinde olduğu belirlenmiş, uyumsuzluklar incelenerek giderilmiştir.

Transfer edilebilirlik, ekolojik geçerlilik çerçevesinde incelenmiştir. Mevcut çalışmanın matematik öğretmen eğitiminde teknolojinin entegrasyonuna yönelik bir model oluşturma amacına sahip olması, transfer edilebilirliğin önemli bir yeri olduğunu gösterir. Ancak, bu transfer edilebilirlik, matematik öğretmen eğitiminde bir referans çerçevesi sunmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda, yürütülen süreç, tasarım tabanlı araştırmada yer alan döngüler bağlamında detaylı olarak sunulmuştur. Bulgular, görseller, kullanılan teknolojik araçlar, doğrudan alıntılarla detaylı bir şekilde sunulmuş ve çerçevenin anlaşılabilirliği ve transfer edilebilirliği arttırılmıştır.

McKenney ve Revees (2018) tasarım tabanlı araştırmalarda tutarlılığın, tasarım önermelerinin tekrar eden uygulamalar yoluyla ortaya konabileceğini ifade etmiştir. Mevcut araştırmada da ikinci ve üçüncü döngülerde yapılan uygulamalardan verilerin elde edilmesi, kodlanması, analizi, bulguların ve çıkarımların yapılması süreci detaylı bir şekilde açıklanmaya çalışılmıştır. Teyit edilebilirlik, verilerden elde edilen sonuçların objektifliğini ifade eder. Teyit edilebilirliğin sağlanması için çeşitleme uygulanması önerilmektedir (Guba, 1981; McKenney ve Revees, 2018; McKenney, Nieveen ve Van den Akker, 2006). Mevcut araştırmada veriler alıntılar ile detaylı bir şekilde sunularak teyit edilebilirlik sağlanmaya çalışılmış ve çeşitleme yapılmıştır.

3.7. Araştırmacının Rolü

Tasarım tabanlı araştırmalarda araştırmacının rolü bazen belirsiz olabilir (Van den Akker, 1999). Bir tasarım tabanlı araştırmada araştırmacı yürütücü, danışman, tasarımcı ve değerlendirici gibi farklı rolleri de üstlenebilir (Van den Akker, 1999, Barab ve Squire, 2004; McKenney ve Revees, 2018; Trimmer, 2020). Bu belirsizlik, araştırmada anlık ihtiyaçlara göre yeni pozisyonların ortaya çıkmasına ve araştırmacının bu rolleri üstlenmesine sebep olur. Mevcut çalışmada da araştırmacı birden fazla rol üstlenmiştir ancak ana rolü yürütücü olmasıdır. Bu rolde, teori ve pratik arasındaki bağı koruyan araştırmacı, araştırmanın amacına ulaşmak için gerekli eylemleri ve düzenlemeleri yapmayı hedeflemiştir. Bu bağlamda araştırmanın

katılımcılarını belirlemek ve sonrasında katılımcılara çeşitli uygulamalarında rehberlik etmektedir.

Araştırmacının diğer bir rolü ise katılımcılar için geliştirilen dersin eğitmeni olmasıdır. Bu rol araştırmanın katılımcıları ve araştırmacı için yeni değildir. Araştırmacı, öğretmen adaylarının öğrencisi olduğu programda araştırma görevlisi olarak görev yapmakta ve bazı derslerde dersi asiste etmektedir. Bu durumun, araştırmacının eğitmen olarak katılımcılarla iletişim ve etkileşiminin daha içten olmasını ve veri toplanan süreçlerde kendini ifade etme bakımından çekingenliğin yaşanmamasını sağladığı düşünülmektedir.

Araştırmacının diğer rolleri ise rehber ve kolaylaştırıcıdır. Rehber rolü özellikle öğretmen adaylarının video simülasyonlarını hazırlarken ortaya çıkmıştır. Bu süreçte onlara, planladıkları teknoloji destekli dersler ile ilgili yol gösterici olarak hizmet verilmiştir. Kolaylaştırıcı rolü ise genellikle öğretmen adaylarına uygulama yapmak için gerekli olan bilgisayar, yazılım, internet ve çalışma ortamının sağlanması ile üstlenilmiştir. Ayrıca, süreçle ilgili geri bildirimler alınarak süreç optimize edilmiş ve öğretmen adaylarının odaklanmaları, katılımları ve etkileşimlerinin artması hedeflenmiştir.

Son olarak araştırmacı, araştırmanın tüm süreçlerinde veri toplayıcı rolünü üstlenmiştir. Görüşmeler ve araştırma günlükleri, araştırmacının veri toplama rolünün bir parçası olarak yürütülmüştür. Bu süreçte araştırmacı, öğretmen adaylarının teknoloji destekli uygulamalarını değerlendirmek ve gelişimlerini takip etmek için katılımcıların izni dâhilinde video ve ses kayıtları almıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde tasarım tabanlı araştırmanın döngülerinin her birinin sonucunda elde edilen bulgular tartışılmaktadır.

4.1 1. Döngü

Bu döngü birinci alt probleme cevap aramak amacıyla yapılan çalışmaları içermektedir. İki aşamadan oluşan bu döngünün birinci aşaması olan analiz aşaması literatür taraması yoluyla teknoloji entegrasyonunda yapılan çalışmaları ortaya koymaktadır. İkinci aşama olan keşif aşamasında, analiz aşamasında ön plana çıkan bilgiler ışığında kullanılacak uygulamalar ve stratejiler belirlenerek teknoloji entegrasyonu için hazırlanacak olan ders tasarımı ve taslak entegrasyon modeli ortaya konmaktadır.

4.1.1 Analiz Aşaması

Literatür taraması ile elde edilen derleme çalışmaları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tabloda yer alan çalışmalar, araştırmacının bu tez çalışmasının yazımında kullandığı teknoloji entegrasyonu ile ilgili literatürün tamamı olmayıp, bunların arasından spesifik bir amaçla yapılmış olan derleme türündeki çalışmalar olduğuna dikkat edilmelidir.

Tablo 12: Öğretmen eğitiminde teknolojinin entegrasyonunu konu edinen akademik çalışmaları derleyen makale ve kitap bölümleri

Yazar, Yıl	**Tür**	**Belirtilen Amaç**
Kay, R.H, 2006	Derleme makale	Teknolojiyi hizmet öncesi eğitime dâhil etmek için kullanılan stratejileri belirlemek, tanımlamak ve değerlendirmek.
Tondeur, J. Ve diğerleri, 2012	Derleme makale	Öğretmen adaylarının teknolojiyi gelecekteki sınıflarına entegre etmelerine yönelik aldıkları eğitimleri konu edinen nitel araştırmaları sentezlemek.

Yiğit, M., 2014	Derleme makale	Öğretmen adaylarının TPAB'larını nasıl geliştirdiğini ve gelişimlerinin gelecekteki matematik öğretimlerini nasıl etkilediğini araştıran makaleleri analiz etmek.
Brenner, A. M., & Brill, J. M., 2016	Derleme makale	Öğretmen yetiştirme programlarında teknoloji entegrasyonu stratejilerini ve uygulamalarını belirlemek ve bu bilgi ve becerilerden, kariyerinin başında olan öğretmenlerin uygulamalarına katkıda bulunanları ortaya çıkarmak.
Huang, R., Zbiek, R.M., 2017	Kitap içi bölüm	Öğretmen eğitimi programlarında, öğretmen adaylarının teknoloji kullanımından nasıl yararlandığını açıklamak.

Yukarıdaki tabloda çalışmaların amaçları yazarlarının belirttikleri şekilde yazılmıştır. Ancak genel olarak ifade edilecek olursa, çalışmaların amacı öğretmen eğitimi programlarında öğretmen adaylarına teknoloji entegrasyonu amacıyla verilen derslerin hangi faydalı stratejileri ve aktiviteleri içerdiğini belirlemek ve değerlendirmek ve öğretmen adaylarının öğretmen olup mesleklerini icra ettikleri sırada bunların kendilerine nasıl yardımcı olduğunu/olacağını açıklamaktır.

Tablo 13: Yararlanılan çalışmalarda öne çıkan stratejiler ve aktiviteler

Kay, R.H, 2006	**Tondeur, J. vd., 2012**	**Yiğit, M., 2014**	**Brenner, A. M., & Brill, J. M., 2016**	**Huang, R., Zbiek, R.M., 2017**
Teknoloji kullanımını Modelleme	Teori ve Pratiği bir araya getirmek	Müfredat konularına özel teknoloji kullanımı	Anlamlı Aktiviteler	Dinamik ve etkileşimli araçlarla meşgul olarak teknoloji kullanımına karşı olumlu tutum geliştirmek ve konuya özel teknoloji kullanımı bilgisini geliştirmek

Mentör Öğretmen desteği	Rol model olmak	Teknoloji kullanımını gözlemleme	Uzman Rehberliği	Öğretmen adaylarının öğrencilerin düşünme, mantık yürütme ve sorun çözme becerilerini kolaylaştırma konusunda becerilerini geliştirmek
Saha çalışması (Öğretmenlik uygulaması)	Teknoloji kullanımına ilişkin tutumları yansıtmak	Öğretmen adaylarının grup çalışması	Özgün, Uygulamalı alıştırmalar	Teknoloji ile öğretim yapılan video vakalarından yararlanmak
Multimedya	Teknolojinin kullanıldığı bir etkinliği ve dersi tasarlamak	Ders içeriğinde özgün etkinlikler	Özgün içerik	
	Akran işbirliği		Konu alanlarına özgü etkili teknoloji kullanımını modelleme	
	Özgün deneyimler		Öğretmen adaylarının işbirliği yapmasına imkân tanıyan etkinlikler, aktiviteler	
	Sürekli geri bildirim		Teknoloji ile pratik yapılması ve deneyim kazanılması	
			Teknoloji kullanılarak yapılan öğrenme etkinliklerini yansıtma	
			Bilginin inşasında rehberlik etme	

Kay (2006), çalışmasında dokuz farklı başlık altında entegrasyona ilişkin iyi uygulamaları sıralamıştır. Ancak burada dokuz madde içinde kurum seviyesinde yer alan önerilere yer verilmemiştir. Örneğin, çalışmada işbirliği isimli madde öğrenciler arasındaki işbirliğine değil kurumlar arasındaki işbirliğine (fakülte-kolej vb.) atıfta bulunduğu için yer verilmemiştir. Diğer çalışmalar arasından Brenner ve Brill (2016)'in öğretmen eğitimi programlarındaki faydalı stratejileri belirlemek amacıyla yaptığı çalışma, ele alınan diğer derleme çalışmalarından daha ayrıntılıdır. Bu yüzden araştırmamız için uygun bir kaynak olduğu görülmektedir. Ayrıca Huang ve Zbiek

(2017)'in çalışmasında öne çıkan ikinci ve üçüncü madde diğer çalışmalarda yer almayıp teknoloji entegrasyonu amacıyla bir ders ve model tasarımı için bu araştırmada bize ilham vermiştir. Huang ve Zbiek (2017), ikinci maddede öğretmen adaylarının, öğrencilerin mantık yürütme, düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirebilmelerinin belirsizliğini vurgulamaktadır. Bu maddelerden üçüncüsü video vakaların kullanımı ile ilgilidir. Huang ve Zbiek (2017), video vakaların matematik öğretiminde teknoloji entegrasyonu için tasarlanan derslerde kullanılmasının araştırmaya değer bir konu olduğunu belirtmektedir.

Aşağıda, öğretmen eğitimi programlarındaki derslerde teknoloji entegrasyonu için kullanılan teoriler, stratejiler ve uygulamalardan bazıları verilmiştir.

Teknoloji Entegrasyonunda Faydalanılan Teorik Çerçeveler

İlgili literatür incelendiğinde teknoloji entegrasyonu ile ilgili yapılan çalışmalarda TPAB ve Enstrümantal Orkestrasyon çerçevelerinin kullanıldığı görülmektedir. Drijvers vd. (2013), matematik öğretimine yönelik enstrümantal yaklaşımlarla ilgili olarak TPAB yapısını kullanmışlardır. Çalışmada, öğretmenlerin TPAB bilgisi ile öğretmenlerin artefakt kullanarak öğrenci aktivitelerini yönlendirme ve yapılandırma yolları arasında korelasyonlar bulunmuştur. Örneğin, daha az pedagojik bilgiye sahip gibi görünen öğretmenlerin, artefaktların teknik ve matematiksel yönlerine daha fazla odaklandığını ve artefaktlarla yapılan etkinliklerde öğrencilerin kavramsal gelişimine daha az odaklandığını bulmuşlardır. Sonuç olarak, Drijvers ve arkadaşları, TPAB'nin ve enstrümantal yaklaşımın, öğretmen bilgisi ve öğretmen uygulamasını dikkate almak için birlikte kullanılabileceğini destekleyen sonuçlar elde etmiştir. Bu açıdan baktığımızda, TPAB, öğretmenin sahip olduğu bilgilerin ve bu bilgilerin birbiriyle olan ilişkilerinin tanımlanmasında kullanılan bir çerçevedir ve enstrümantal yaklaşımların bir alternatifi ya da rakibi olarak görülmemelidir.

Mikro Öğretim Uygulamaları:

Çalışmalar incelendiğinde mikro öğretim uygulamasının tek başına kullanılmadığı belirli bir öğretimsel aşamadan sonra öğretmen adaylarından mikro

öğretim uygulaması yapması istendiği görülmektedir. Mikro öğretim uygulamasında içerik kimi çalışmalarda grup çalışması ile hazırlanırken kimisinde ise bireysel olarak hazırlanmıştır. Mikro öğretimde öğretmen adayı sınıf karşısında akranlarına bir kazanıma yönelik kısa bir ders anlatır. Bu dersin video kaydı izlenir ve sınıf ortamında bu video izlenerek araştırmacı tarafından dönüt verilir, değerlendirilir. Akkoç (2013), öğretmen adaylarına teknoloji ile öğretim yaparken kullanabilecekleri çeşitli soru tekniklerini gösterdikten sonra mikro öğretim yöntemi ile bu teknikleri kullanarak bir ders planı hazırlayıp sunmalarını istemiştir.

Suh (2016), öğretmen adaylarına ile pratik tabanlı ödevler vererek onların çeşitli teknolojileri matematik öğretiminde kullanımı açısından puanlamasını ve belirli kazanımlar için kullanabilecekleri teknolojileri seçmelerini ve neden seçtiklerini açıklamalarını istemiştir. Araştırmacı bu ödevlerle öğretmen adaylarının çeşitli konu alanlarında kullanılabilecekleri teknolojilerin ve bu teknolojilerin sağladıklarının farkında olmalarını istemiştir. Ardından öğretmen adayları mikro öğretim ile bilgilerini pekiştirmiştir.

Teknoloji Destekli Etkinlik Geliştirme:

Bu uygulama ile öğretmen adaylarının teknolojik bilgilerinin ve teknolojik pedagojik alan bilgilerinin birlikte geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Öğretmen adaylarından, ortaokul matematik öğretimi müfredatındaki bir konunun öğretiminde kullanmak üzere teknoloji tabanlı bir etkinlik geliştirmesi istenmektedir. Örneğin, Karataş (2014), çalışmasında öğretmen adaylarına bir dinamik geometri yazılımını kullanmayı öğrettikten sonra ortaokul konularına göre etkinlik geliştirmelerini istemiştir. Öğretmen adayları dinamik geometri ortamında sürükleme, tahmin yürütme, tahmini test etme, ispatlama ve genellemeye olanak sağlayan etkinlikler geliştirmiştir. Daha sonra bu etkinlikleri kullanarak bir mikro öğretim uygulamasında kullanmalarını istemiştir.

Ders Planı Hazırlama:

Bu uygulama ile öğretmen adaylarından bir konu ve kazanıma uygun olarak teknolojinin kullanıldığı bir ders planı hazırlaması istenmektedir. Tek başına teknoloji

entegrasyonu için yeterli olmasa da öğretmen adaylarının içinde teknolojinin kullanıldığı bir dersi planlayabilmesi açısından faydalı görülmekte ve birçok araştırmacı tarafından entegrasyon sürecinde kullanıldığı görülmektedir. Birçok araştırmada öğretmen adaylarının teknolojinin kullanıldığı bir dersi planlaması istenmiştir (Örneğin, Brush vd. 2003; Keeler 2008; Kumar ve Vigil 2011; Ottenbreit-Leftwich vd. 2011; Polly vd. 2010; Williams vd. 2009; Wright vd. 2002). Bu araştırmalarda öğretmen adayları ele aldığı kazanıma uygun olarak ya bir ders planı geliştirmekte ya da ders planı geliştirip mikro öğretim ile uygulamaktadır.

Gerçek Sınıf Ortamında Uygulama (Saha Uygulaması/Öğretmenlik Uygulaması)

Öğretmen yetiştiren kurumlar, öğretmen adaylarının hizmet öncesi eğitimde gerçek sınıf ortamında uygulama yapmalarına imkân tanımaktadır. Öğretmen adayları, öğrenimlerinin son senesinde bir yandan lisans seviyesindeki derslerini almaya devam ederken diğer yandan uygulama okullarında öğrencilere ders anlatma imkânına sahip olmaktadır. Bu aşamadaki öğretmen adayları öğrendikleri çeşitli yöntem ve teknikleri gerçek sınıf ortamında uygulayabilmektedir. Böylece göreve başlamadan önce hem tecrübe edinmeye hem de kendi öğretim anlayışlarını geliştirmeye başlamaktadırlar. Beyerbach ve diğerleri (2001), Brush ve diğerleri (2003) ve Hur, Cullen ve Brush (2010) çalışmalarında saha uygulaması adını vererek yaptıkları uygulamalarda öğretmen adaylarının gerçek sınıf ortamında teknoloji destekli matematik öğretimini deneyimlediklerini belirtmiştir. Ancak, teknolojiyi entegre etmek için kullanılan tek strateji buysa, öğretmen adayları beceri eksikliğinden dolayı kendilerini hazırlıksız hissedebilirler (Brush ve diğerleri, 2003).

Rol Yapma:

Lee ve Kim (2017) tarafından kullanılmıştır. Teknolojinin entegrasyonu için tasarlanan dersin aşamalarından biridir. Bu yöntemde araştırmacı öğretmen, öğretmen adayları ise ortaokul/lise öğrencisi rolünde davranarak öğrenci merkezli, keşfe dayalı ve teknoloji entegre edilmiş bir ders yapılır. Bu dersin ardından öğretmen adayları derste öğrenci merkezli, öğrencilerin keşfederek öğrendiği ve teknolojinin entegre edildiği bir sınıf ortamının nasıl oluşturulduğunu ve bu ders için önerilerinin neler olduğunu paylaşır. Verilen öneriler sınıfta tartışılır. Bu yöntemde, öğretmen

adaylarının teknoloji entegre edilmiş öğrenci merkezli bir dersi öğrenci gibi (ortaokul ya da lise öğrencisi) rol oynayarak deneyimlemesi sağlanır ve "öğrenci merkezli ders" anlayışlarının geliştirilmesi amaçlanır.

Gerçek Zamanlı Modelleme (Live Modeling):

West ve Graham (2007) tarafından tanımlanan bu uygulama literatürde sık karşılaşılan bir uygulama olmamakla birlikte faydalı olabileceği düşünülmektedir. Bu uygulama üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada araştırmacı/eğitimci bir konuyu (teknoloji kullanarak) öğretmen adaylarına ortaokul öğretmeni gibi anlatmakta ve öğretmen adaylarının ortaokul öğrencisi gibi düşünmelerini ve sorulara ortaokul öğrencisi gibi cevap vermelerini istemektedir. İkinci aşamada öğretmen adaylarından bir projeye bağlı olarak bir hafta boyunca anlatılan konuya göre bir çalışma yapmalarını istemektedir. Üçüncü aşamada ise öğretmen adayları çalışmalarını sunmakta ve gelecekte öğretmen olduklarında bunu nasıl kullanacaklarını açıklamaktadır. Öğretmen adayları birbirlerinin çalışmalarını görerek fikirlerini yansıtmaktadır.

Pratik Tabanlı Ödevler:

Suh (2016) tarafından kullanılan yöntemdir. Bu yönteme göre öğretmen adaylarının matematik öğretiminde kullanılan teknolojileri bilmeleri, bunların matematik öğretiminde sağlayıcılıkları hakkında fikir yürütebilmeleri amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda çalışmasını 3 aşamaya ayırmaktadır. Birinci aşamada bir rubrikle çeşitli teknolojilerin matematik öğretiminde kullanışlı olup olmadığını değerlendirmeleri istenmektedir. Öğretmen adayları çeşitli açılardan teknolojileri değerlendirmektedir. İkinci aşamada öğretmen adaylarına verilen kazanıma uygun üç farklı teknoloji/uygulama/etkinlik seçmesini ve bunları ne amaçla seçtiğini ve nasıl kullanacağı hakkında bilgi vermesini istemektedir. Bu aşamada öğretmen adayı bir konu için kullanılabilecek teknoloji destekli uygulamaların sağlayıcılıklarını öğrenmektedir. Üçüncü aşamada ise öğretmen adaylarından bir konuya yönelik mikro öğretim uygulaması yapmaları istenmektedir.

Video Simülasyon Görevleri:

Mikro öğretimin kullanışsız olan yönlerine dikkat çekilerek geliştirilen bir uygulamadır. Mikro öğretimin aksine tüm sınıfa değil küçük bir gruba yapılmaktadır. Ayrıca mikro öğretim yönteminde öğretmen hazırladığı ders planına göre spontane/gelişi güzel bir anlatım yapmakta ve öğrenciler de spontane/gelişi güzel/anlık etkileşim halindedirler. Video simülasyon görevinde ise gruptan biri öğretmen rolünü alırken diğerleri öğrenci rollerini paylaşmaktadır. Bu şekilde gruptaki öğretmen ve öğrenciler için dersin içeriği hazırlanmakta ve öğrencilerin nerede nasıl davranacağı senarize edilmektedir. Böylece öğretmen adayları belli konu ve durumlara yönelik hem öğretmenin rolünü anlamakta hem de öğrencilerin muhtemel öğrenme ve düşünmelerinin neler olabileceğini öğrenmektedir. Mikro öğretim temelli pratiklerde gerçek sınıf ortamının kontrollü ve basitleştirilmiş bir uyarlaması yapılırken odak noktası öğretimi yapan kişi üzerindedir. Bu yüzden bazı çalışmalarda odak noktasının hem öğretimi yapan kişi hem de öğrenci üzerinde olması gerektiği ifade edilmektedir. Bu yüzden Amador (2017) öğretmen adaylarının hem ortaokul öğrenci seviyesine göre öğretim yapabilmesini hem de öğretmen adaylarının ortaokul öğrenci seviyesinde soru sorabilmelerini ve düşünebilmelerini sağlamak istemiştir. Bu yüzden mikro öğretimden farklı olarak öğretmen adaylarını gruplara ayırarak bir ders planı geliştirip uygulamalarını istemiştir.

Amador (2017), hazırladığı derste öğretmen adaylarına Chapin, O'Connor ve Anderson's (2009) tarafından çerçevesi belirlenen tartışma teknikleri ile ilgili bilgi vermiştir. Daha sonra öğretmen adaylarından 7-8 kişilik gruplara ayrılarak bu tekniklere yer verdikleri teknoloji destekli bir öğrenme ortamı oluşturmalarını istemiştir. Mikro öğretime benzer bir uygulama olan bu yöntemde gruptan biri öğretmen rolünü alırken diğerleri öğrenci rolüne girmektedir. Her grup hazırladığı ders için senaryo oluşturmaktadır. Böylece öğretmen adayları öğrenci bakış açısı ile bakmayı ve düşebilecekleri kavram yanılgılarını hesaba katmayı öğrenmektedir. Hazırlanan dersin video kaydı tutulup sınıfta izlenmekte (yansıtma) ve araştırmacı tarafından gruba dönüt verilmektedir.

Video Temelli Öğretim (Video durumlar):

Bazı öğretmen eğitimcileri, öğretim yöntemleri dersinde öğretmen adaylarına öğretmeyi öğrenme, fark etme, öğrenci merkezli öğretim anlayışı geliştirme gibi konularda yardımcı olması için uzman öğretmenlerin sınıf içi ders videolarından faydalanmaktadır. Video kesitlerinde çeşitli öğretim durumları, yöntemleri ve teknikleri izlenebilmektedir. Yöntem ve tekniklerin uzman öğretmen tarafından gerçek sınıf ortamında nasıl uygulandığı ve nasıl geliştirilebileceği sorusu sınıf ortamında tartışılabilmektedir. Star ve Strickland (2007), bir öğretim yöntemleri dersinde video kullanımının öğretmen adaylarının fark etme yeteneğini geliştirmeye yardımcı olup olmayacağını araştırmıştır. Çalışmanın sonuçları, öğretmen adaylarının genel olarak sınıf ortamının önemli özelliklerini, dersin matematiksel içeriğini ve ders sırasında öğretmen ve öğrenci iletişimini fark etme becerilerini geliştirdiğini göstermiştir. Bir başka boylamsal çalışmada ise Santagata ve Taylor (2018), video temelli öğretim yöntemleri dersinde öğretmen adaylarının kazandığı becerilerin izlerinin, öğretmen adayları mezun olduktan ve hatta bir yıllık öğretmenlik tecrübelerinin ardından dahi belli olabildiğini göstermiştir.

Huang ve Zbiek (2017), çalışmasında öğretmen eğitiminde video vakalarının kullanımı konusunda yapılan çalışmalara değinmiş ve video vakalarının genellikle öğretim yöntemleri derslerinde kullanıldığını aktarmıştır. Huang ve Zbiek, bu video vakalarına, teknoloji destekli matematik öğretimine uygun vakaların eklenmesinin öğretmen adaylarının öğrenci merkezli öğretimi uygulamada kendilerine yardımcı olabileceğini ifade etmiştir. Bir başka çalışmada Krueger ve diğerleri (2004), InTime isimli projelerinin sonuçlarını yayınlamıştır. Projede, teknoloji entegrasyonu için metot derslerinde öğretmen adaylarına izletmek üzere video durumlar oluşturmayı amaçlamışlardır. Proje sonuçlarına göre, öğretmen adaylarından teknoloji entegrasyonuyla alakalı olumlu dönütler aldıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları, video izleyerek gerçekleşen öğrenme deneyimleri sayesinde teknolojiyi derse entegre etmenin ne anlama geldiğini daha iyi anladıklarını ifade etmiştir.

4.1.2 Keşif Aşaması (D1-A2):

Öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonu ile ilgili yapılan çalışmalara ve geliştirilen modellere bakıldığında öğretmen adaylarının teknoloji entegreli öğretimi tasarlamaları ve teknoloji destekli etkinlik geliştirmeleri teknolojinin sağlayıcılığını fark etmeleri açısından önemlidir. Bu süreçte öğretmen adaylarının teknoloji kullanmaya karşı olumlu tutum geliştirmeleri de sağlanmış olacaktır. Lee ve Kim (2017) geliştirdikleri modelde öğretmen adaylarının öğretimi tasarladıkları aşamanın entegrasyon için önemli bir süreç olduğunu vurgulamıştır. Bu yüzden geliştirilecek modelde etkinlik tasarlama, ders planı geliştirme ve bu planları uygulama adımlarının gerekli birer adım olması planlanmıştır. Çalışmada yer alan katılımcıların matematik öğretiminde kullanılan teknolojiler hakkında bilgi ve deneyim sahibi olmamalarından dolayı entegrasyon dersinin içeriğinde ve geliştirilecek modelde ilk olarak bu sorunu çözüme kavuşturmak gerekmektedir. Bu yüzden entegrasyon dersinin ilk aşamasında öğretmen adaylarına ağırlıklı olarak GeoGebra etkinliklerinin tasarlanması hakkında bir eğitim verilmesi planlanmıştır. GeoGebra, hem teknoloji destekli etkinlik tasarlama hem de kullanıcıların geliştirmiş olduğu etkinliklerin yer aldığı bir kaynağa sahip olması bakımından seçilmiştir. 1-1 bilgisayar imkânı olan bir bilgisayar laboratuvarında matematik öğretiminde kullanılabilen WEB uygulamaları, GeoGebra programı, GeoGebra'da yer alan ders kaynakları gibi konularda bir eğitim verilmesi planlanmıştır. Bu eğitimin bir parçası olarak araştırmacı ile GeoGebra etkinliklerinin tasarlanması da bu sürece dahildir. Ayrıca matematik ve geometri derslerinin farklı konu alanları için etkinlik tasarlanması sağlanarak literatürde sıklıkla vurgulanan *konu alanlarına özgü teknoloji* ifadesi için bir eylemde bulunulmuş olacaktır.

Yukarıdaki literatür incelendiğinde öğretmen adaylarının geliştirdikleri ders planlarını ve teknoloji entegreli etkinliklerini uygulamaları üzerinde geniş çaplı bir görüş olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları çoğunlukla mikro öğretim uygulamalarında ders planlarını ve etkinliklerini uygulama fırsatı bulmaktadır. Bazı çalışmalarda (Örneğin; Lee ve Kim, 2017) öğretmen adayları mikro öğretim uygulamalarını grupça tasarlamaktadır. Ancak birçok çalışmada mikro öğretim, öğretmen adaylarının bireysel çalışmalarıyla uygulanmaktadır. Öğretmen adaylarının mikro öğretimi grup halinde planlaması ve uygulaması sırasında diğer öğretmen

adaylarının hangi rolde olduğu belli değildir. Öğrenci rolünde olan öğretmen adayları için bir planlama yapılmadan rastgele ve özensiz bir anlatım yapılmaktadır. Bu yüzden video simülasyon görevleri (Amador, 2017) mikro öğretimin iyi bir alternatifi olarak görülebilir. Çünkü VSG'ler öğretmenin ve öğrencinin diyaloglarının birlikte önceden planlanmasını gerektirmektedir. Ayrıca VSG'ler öğretmen adaylarına öğrenci bakış açısı kazanmada yardımcı olan bir uygulama olarak dikkat çekmektedir. Bu yüzden geliştirilecek modelde yer alması gerektiği düşünülmüştür.

Özetle, literatür taraması sonucunda, araştırmacı geliştirmek istediği model için ilk olarak aşağıdaki maddelere dikkat etmesi gerektiğini fark etmiştir:

1. Öğretmen adayları, teknolojinin, öğrencilerin matematiği keşfederek öğrenebileceği fırsatlar yaratmada etkili olduğunu kavramalı ve teknoloji kullanmaya karşı olumlu tutumlar/düşünceler geliştirmelidir. Model, bunu sağlayacak strateji ve uygulamalara yer vermelidir.
2. Model, sadece teknolojilerin ne olduğu ve teknolojilerin nasıl kullanıldığını öğreten bir içeriğe sahip olmamalıdır. Öğretmen eğitimcisinin "Ne öğretelim?" sorusuna verdiği cevap, hem teknolojik bilgiyi içermeli hem de bunların sınıfta konu öğretiminde nasıl kullanılabileceğine ilişkin örnekleri içermelidir. Ayrıca model enstrümantal yaklaşımlarla ortaya çıkan teknikleri ve pedagojik söylemler çerçevesini içermelidir. Öğretmen adayı bu teknikleri kullanarak öğrenci merkezli bir öğretim anlayışında nelere dikkat etmesi gerektiğinin farkında olmalı ve modelde yer alacak uygulamalarda bu teknikleri kullanabilmelidir.
3. Model "Nasıl öğretelim?" sorusuna literatürdeki iyi uygulama ve stratejileri örnek alarak cevap vermelidir. Burada araştırmacının bu soruya verdiği cevap video durumlardır. Öğretmen adayları video durumlar aracılığıyla yukarıda bahsedilen tekniklerin kullanımına ilişkin somut örneklerden faydalanmalıdır. Örneğin, teknolojinin ve enstrümantal orkestrasyonların ve pedagojik söylemlerin sınıf uygulamalarında nasıl kullanıldığı video durumlar ile izlenip

tartışılmalıdır. Böylece içeriğin sadece teorik bilgi seviyesinde kalmaması sağlanmalıdır.

4. Model, nihai aşamada öğretmen adaylarının işbirlikçi uygulamalarına ve bu uygulamaların sınıfta yansıtılmasına ve tartışılmasına fırsat vermelidir. Uygulamalardan biri yaygın olarak kullanılan mikro öğretimin işbirlikçi versiyonu diyebileceğimiz video simülasyon görevi Amador (2017), diğeri ise gerçek sınıf ortamında (öğretmenlik uygulamasında) uygulamaya dayalı olmalıdır. Her uygulamada, öğretmen eğitimcisi uygulayıcılara rehberlik etmelidir.

Teknoloji entegrasyonu için geliştirilen modeller ve ders tasarımları incelendiğinde, TPAB kuramsal çerçevesine daha fazla atıfta bulunulduğu görülmektedir. Ancak enstrümantal yaklaşımların, öğretmen adaylarına, TPAB gelişiminde yardımcı olabileceği de literatürde gittikçe artan bir şekilde yer bulmaktadır. Yukarıda verilen tüm araştırmaların bir sentezi sonucu, öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu için geliştirilecek olan ders tasarımı modelinin ilk olarak enstrümantal orkestrasyon çerçevesini ve öğretmenin pedagojik söylemleri çerçevesiyle ortaya çıkan tekniklerin öğretimini içermesi amaçlanmıştır (Bkz. Şekil 11).



Şekil 11: Araştırmacının geliştireceği ders tasarımı ve model ile ilgili görüşlerini yansıtan sorular ve yanıtları

Orkestrasyon türlerinin öğretmen adaylarına öğretilebilecek şekilde basit ve anlaşılır tipolojilerden oluşması, pedagojik söylemlerin ise ikinci bölümde değinildiği

üzere bu orkestrasyonları öğrenci merkezli hale getirecek teknikleri ihtiva etmesi bu kararın alınmasında etkili olmuştur. Öğretmen adaylarının öğrencilerin artefaktlı eylemlerini yönlendirme ve yönetme konusunda bilgi sahibi olmasının teknolojinin entegrasyonunda kendilerine yardımcı olabileceği fikri ön plana çıkmaktadır. Şekil 11, araştırmada içerik hakkında genel bir çerçeve çizilmesini sağlamaktadır.



Şekil 12: 3. Döngüde İçeriğin Video Durumlar ile Aktarılışı

Yukarıdaki şekilde ise öğretmen adaylarına aktarılmak istenen içerikte video durumların nasıl kullanıldığı gösterilmektedir. Teknolojinin entegrasyonu için hazırlanacak bir ders tasarımı ve modelde öğretmen adaylarının teknolojik bilgiye sahip olması önemlidir. Hangi teknolojinin hangi matematik konusunun öğretiminde nasıl kullanılabileceği bilgisi öğretmen adaylarının entegrasyon sürecinde sahip olması gereken bir bilgidir. Konu alanlarına özgü etkili teknoloji kullanımını modellemeyi içeren çalışmalar (Örneğin, Brush ve Saye 2009; Gronseth vd., 2010; Hofer, 2005; Keeler, 2008; Polly vd., 2010; Strudler ve Wetzel 1999; West ve Graham 2007; Williams vd., 2009) öğretmen adaylarının farklı matematik konularında

kullanılabilecek teknolojileri bilmesinin önemini vurgulamaktadır. Bu nedenle geliştirilecek modelin, öğretmen adaylarına matematik konu alanlarına özgü teknolojilerin neler olduğu bilgisinin yanı sıra konu öğretiminde örnek bir kullanımının araştırmacı tarafından modellenmesini içermesi planlanmıştır.

İçeriğin aktarılması sırasında özgün yöntemlerden yararlanılması amaçlanmıştır (Bkz. Şekil 12). Öğretmen adaylarının fark etme, öğretmeyi öğrenme, öğretimde matematiksel kaliteyi arttırma gibi konularda becerilerini arttırmak amacıyla video durumlardan yararlanıldığı bilinmektedir. Krueger ve diğerleri (2004), video durumların teknoloji entegrasyonunda öğretmen adayları için faydalı bir kaynak olduğunu gösteren bulguları açıklamıştır. Videolar, ülkemiz dışındaki öğretmen eğitimi programlarında çeşitli metot ve pedagoji derslerinde kullanılan araçlar olması bakımından dikkat çekmektedir. Bu çalışma ile video durumların oluşturulması ve oluşturulan videoların modelin nihai halinde kullanılması planlanmıştır. Bu amaçla Şekil 12, Üçüncü döngüdeki ders tasarımına aittir. Mevcut durumda, araştırmacı video durumları kullanabileceği bir video kütüphanesine sahip olmadığı için ikinci döngüde video durumlardan yararlanılamamaktadır. Ancak ikinci döngüde geliştirilecek olan videolar üçüncü döngüde kullanılabilecektir. İkinci döngüde araştırmacı içeriğin öğretiminde West ve Graham (2007)'in kullandığı gerçek zamanlı modellemeye benzer bir yöntem kullanmıştır. Bu yönteme göre araştırmacı, öğretmen adaylarına orkestrasyon tipolojilerinin sınıf ortamında nasıl kullanabileceğini modellemeye çalışmıştır. Aynı şekilde pedagojik söylemlerin öğretmen tarafından nasıl kullanılabileceğine ilişkin ders içerisinde canlandırmalar yapılmıştır.

Bu çalışmada oluşturulması planlanan modelde öğretmen adaylarının iki uygulamaya katılması amaçlanmıştır. İlk olarak, öğretmen adaylarının, video simülasyon görevleri ile işbirliği halinde bir uygulama yapması daha sonra ise öğretmenlik uygulaması için stajyer olarak atandıkları sınıfta bireysel uygulama yapmaları planlanmıştır. Video simülasyon görevleri, öğretmen adaylarının grup halinde teknoloji destekli bir dersi planlamasını ve uygulamasını gerektirmesi bakımından mikro öğretimden farklılaşmaktadır. Ayrıca öğretmen adayları uygulamayı yaptıkları sırada hatalarını veya eksiklerini görebilmekte ve anında düzeltebilmekte böylece hazırladıkları uygulamanın videosunda kendilerinden

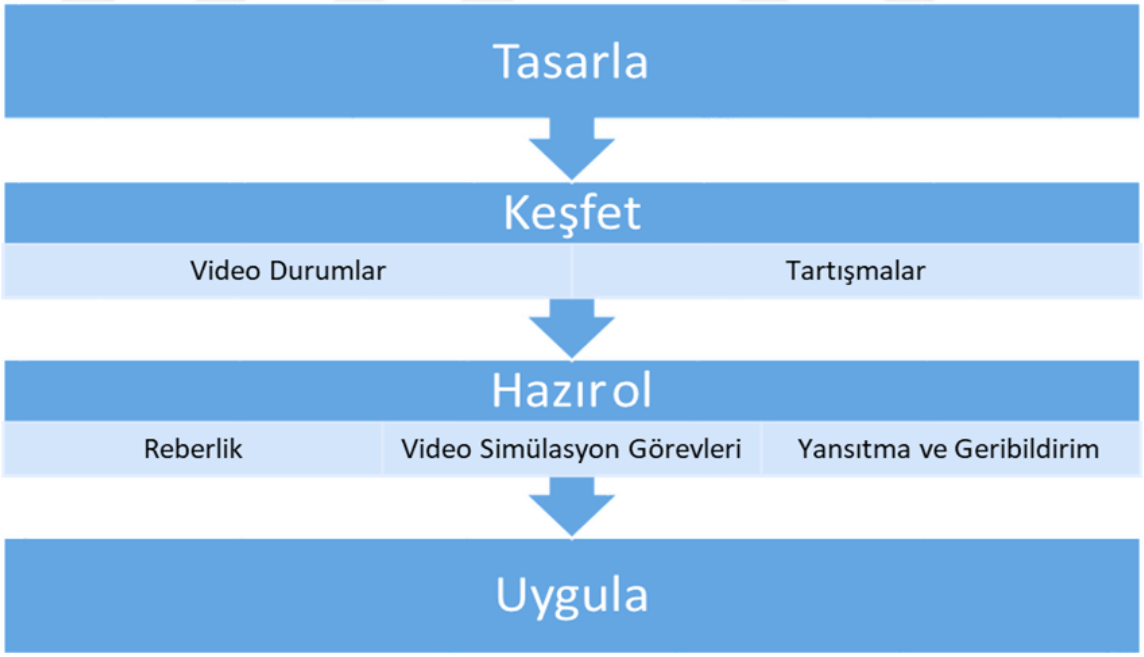
beklenenleri maksimum performansla yerine getirebilme imkânına sahip olabilmektedirler. İkinci uygulamada ise öğretmen adaylarının gerçek sınıf ortamında teknoloji kullanımını deneyimlemesi amaçlanmaktadır. Geliştirilecek ders tasarımının içeriğinin aşağıdaki tablodaki gibi olması planlanmıştır.

Tablo 14: Entegrasyon için tasarlanan ders süreci ve içeriği

Aşama	**Süre**	**İçerik**
Matematik Öğretiminde Kullanılabilecek Teknolojiler	1-4 hafta	GeoGebra ağırlıklı olmak üzere güncel teknolojilerin kullanımının öğrenilmesi. Konu alanı ve kazanımlara uygun etkinliklerin tasarlanması.
Tam Sınıf Enstrümantal Orkestrasyon Tipolojileri	5-6 hafta	Literatürde ortaya çıkan tam sınıf orkestrasyon tipolojilerinin öğretimi
Orkestrasyon tipolojilerinde öğrenci merkezli olma ve Pedagojik söylemler	7-8 hafta	Öğrenci merkezli bir öğrenme öğretme sürecinde pedagojik söylemlerin rolü ve kullanılması
Video Simülasyon Görevlerinin Yansıtılması	9-11 hafta	Öğretmen adaylarının teslim ettiği VSG'lerin sınıfta yansıtılması, akran ve araştırmacı

		geribildirimlerinin verilmesi
Sınıf Uygulamalarının Yansıtılması	12-14 hafta	Öğretmen adaylarının sınıf uygulamalarının yansıtılması, akran ve araştırmacı geribildirimlerinin verilmesi

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının ilk aşamada matematik öğretiminde kullanılabilen teknolojileri öğrenmeleri ve bu teknolojilerle etkinlik tasarlamaları hedeflendiğinden dolayı modelin ilk adımı *Tasarla* ismini almıştır (Bkz. Şekil 13).



Şekil 13: Geliştirilen Taslak Model

Tasarlanan model ile öğretmen adaylarının adım adım gerçek sınıf ortamında yapacakları uygulama adımına hazırlanması amaçlanmaktadır. Tasarla adımından sonra teknolojinin sınıf ortamında kullanımı sırasında öğretmenin rolünü, teknolojik eylemlerini, matematiksel tartışmaları başlatmayı ve yönlendirmeyi ve öğrenci merkezliliği keşfetmeleri için video durumların kullanıldığı *Keşfet* adımı gelmektedir. Bu adımda, teknolojinin kullanıldığı bir sınıfta öğretmenin rolü, araçların, sınıfın ve teknolojinin öğretime uyarlanması gibi durumlar incelenmekte ve kuramsal çerçeve olarak ele alınan enstrümantal orkestrasyon türleri ve öğretmenin pedagojik söylemleri tartışılmaktadır. Tüm bunlar çalışma sürecinde elde edilecek olan video durumlar aracılığıyla öğretmen adaylarına aktarılacak ve tartışılacaktır.

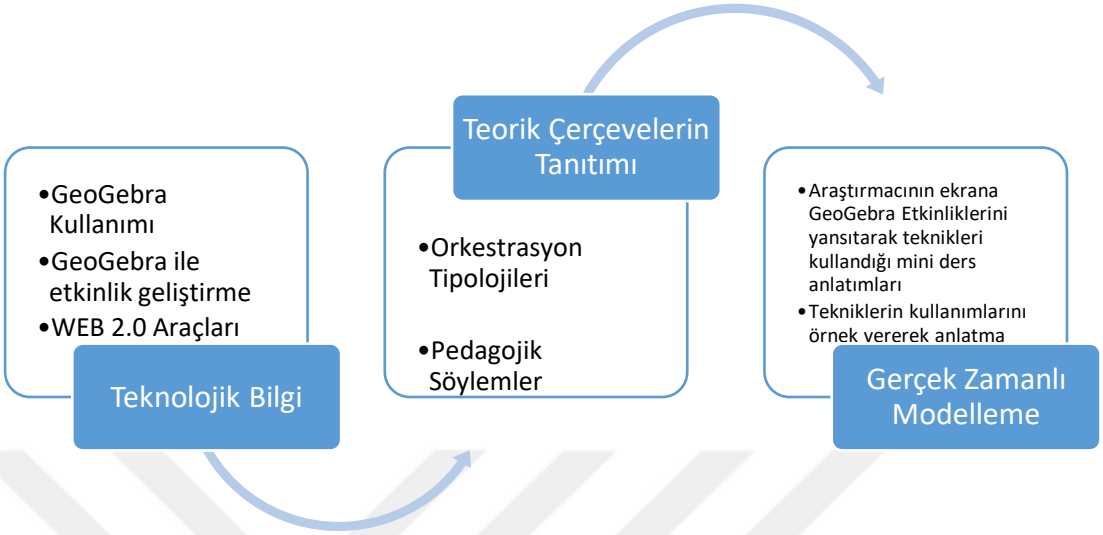
Hazır ol adımında öğretmen adayları işbirlikçi bir çalışma ile teknolojinin kullanıldığı bir sınıf ortamını simüle etmektedir. Bu adımda öğretmen adaylarına sınırlı bir rehberlik yapılmakta ve elde edilen videolar değerlendirmek ve geri bildirimde bulunmak üzere sınıfta yansıtılmaktadır. Son olarak öğretmen adayları öğretmenlik uygulaması kapsamında stajyer olarak atandıkları okulda bir uygulama yapmaktadır. Bu aşama *Uygulama* adımı olarak ifade edilmiştir.

4.2 2. Döngü

Bu döngüde uygulama, değerlendirme ve revizyon aşamalarına ilişkin bulgular paylaşılacaktır. Uygulama aşamasında ders tasarımının işleyişi, öğretmen adayları tarafından dersin nasıl değerlendirildiği, ders içeriği ve diğer aşamalar hakkındaki bulgulara yer verilecektir.

4.2.1 İçeriğin Aktarılmasına Dair Bulgular

İçeriğin aktarılmasında araştırmacı nihai aşamada (3. Döngüde) Şekil 12'deki gibi video durumlardan yararlanmayı amaçlamıştır. Ancak daha önce de belirtildiği gibi ikinci döngü videoların üretileceği aşama olduğu için video durumlardan yararlanılamamıştır. Aşağıdaki Şekil 14, 2. döngüye özgü kullanılan yöntemi göstermektedir.



Şekil 14: İkinci Döngüde içeriğin aktarılmasında kullanılmak üzere geliştirilen geçici yöntem

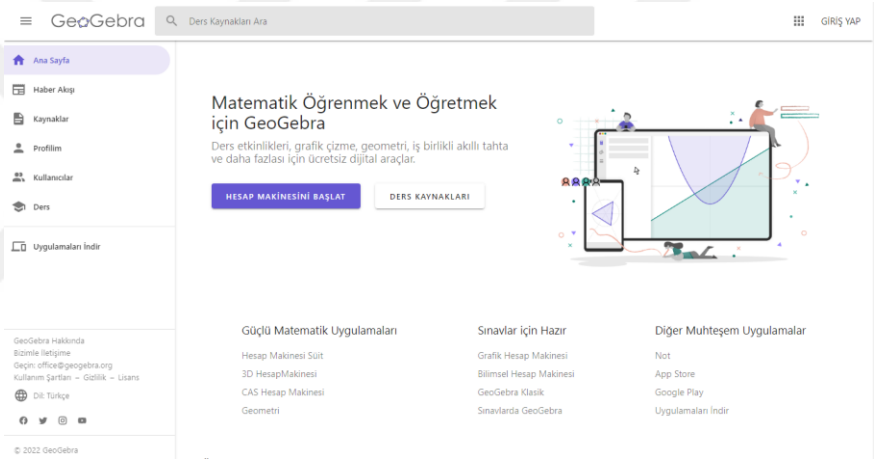
İçeriğin aktarılmasına ilk olarak Teknolojik bilgiden başlanmıştır. Öğretmen adaylarının 1-1 bilgisayar imkânına sahip olduğu bir bilgisayar laboratuvarında dersler işlenmiştir (Bkz. Şekil 15).



Şekil 15: Derslerin işlendiği bilgisayar laboratuvarı

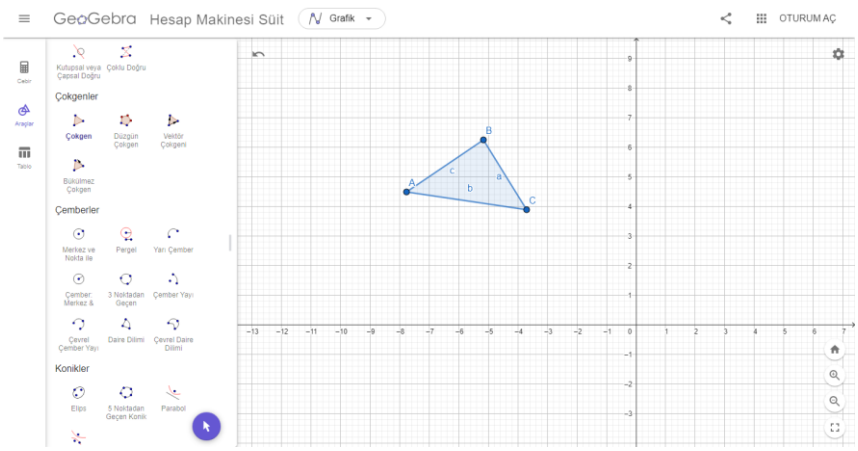
Bilgisayar laboratuvarında etkileşimli (dokunmatik ekran özellikli) akıllı tahta, yazı tahtası, araştırmacının bilgisayarını yansıtabildiği projeksiyon ve her öğretmen adayı için bilgisayar bulunmaktadır.

Teknolojik Bilgi aşamasında araştırmacı GeoGebra ve WEB2.0 araçları gibi matematik öğretiminde yaygın olarak kullanılabilecek teknolojileri tanıtmıştır. Ayrıca GeoGebra hakkında daha detaylı bir öğretim süreci olmuştur. İlk olarak GeoGebra web arayüzü tanıtılmış (https://www.geogebra.org/) ve ders kaynakları kütüphanesinde hazır bulunan materyallere ulaşılması hakkında bilgiler verilmiştir (Bkz. Şekil 16).



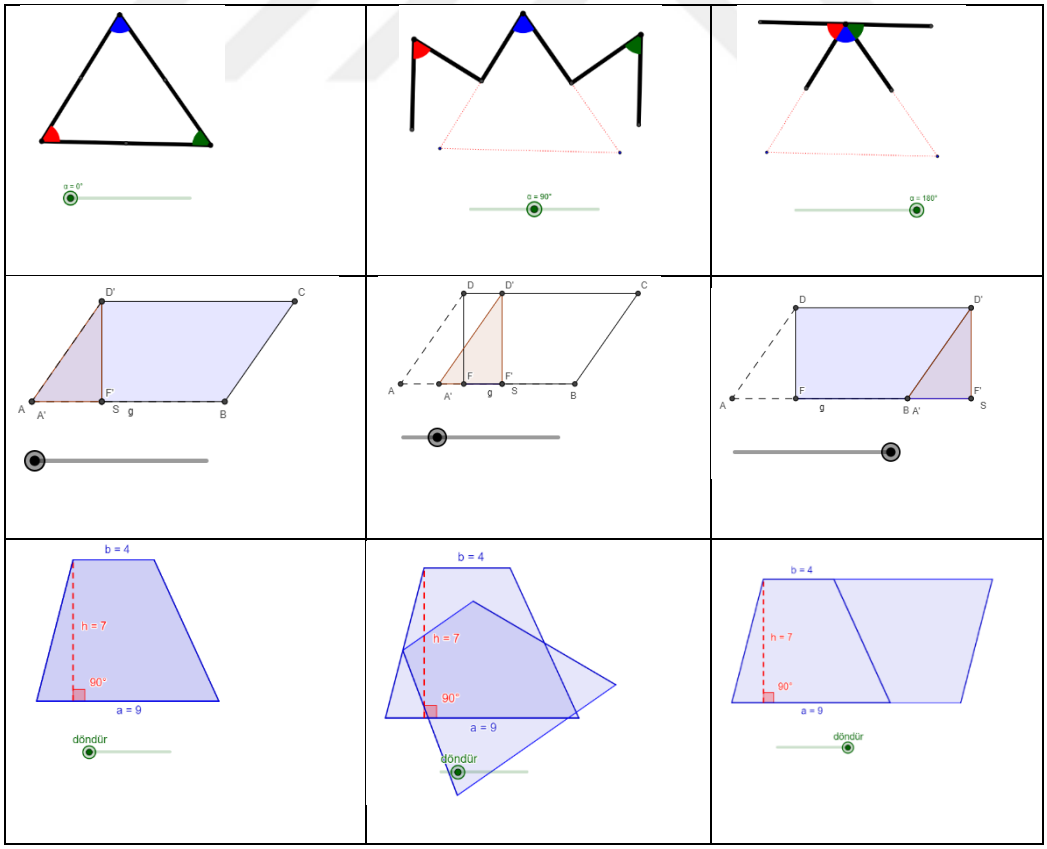
Şekil 16: GeoGebra web arayüzü

Daha sonra GeoGebra uygulaması ile örnek ders etkinliklerinin geliştirilmesi hakkında dersler verilmiştir. Araştırmacı bu aşamada kendi bilgisayarı üzerinde yaptığı çalışmaları projeksiyon ile sınıfa yansıtmıştır. Öğretmen adayları araştırmacıyı takip ederek kendi bilgisayarlarında aynı etkinliği geliştirmiştir. Araştırmacı tarafından GeoGebra uygulamasındaki grafik hesap makinesi ve etkinlik geliştirme araçları/butonları (Bkz. Şekil 17) etkinlik geliştirme yoluyla uygulamalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 18: GeoGebra uygulamasının arayüzü

Araştırmacı sadece butonların kullanımı ile kalmayıp çeşitli matematik müfredatında yer alan kazanımlar için kullanılabilecek etkinlikleri öğretmen adayları ile tasarlamıştır. Aşağıdaki Şekil 18'de tasarlanan etkinliklerden bazıları yer almaktadır.



Şekil 17: GeoGebra ile geliştirilen bazı etkinlikler

Araştırmacı etkinliklerin geliştirilmesi sırasında zaman zaman öğretmen adaylarının bilgisayarlarını kontrol etmiş ve geride kalanlara yardımcı olmuştur. Etkinlik geliştirme yoluyla teknolojik bilginin inşası süreci 4 hafta sürmüştür (Bkz. Tablo 14). Bu süre boyunca, öğretmen adaylarının konu alanlarının öğretimine uygun teknolojilerin neler olduğunu kavramaları ve özel olarak GeoGebra ile etkinlik geliştirmeyi öğrenmeleri amaçlanmıştır.

Teorik çerçevelerin tanıtımı aşamasında öğretmen adaylarına ilk olarak enstrümantal orkestrasyon teorik çerçevesinde yer alan orkestrasyonlar tanıtılmıştır. Araştırmacı, öğretmen adaylarıyla orkestrasyon tipolojilerinin tanımlarının ve özelliklerinin yer aldığı bir dokümanı paylaştıktan sonra detaylarını sunmuştur. Sonraki hafta, bu orkestrasyon türlerinin kullanımı hakkında somut bir örnek sunabilmek amacıyla GeoGebra etkinliği kullanarak örnek ders anlatımları yapıp modellemiştir (Şekil 14' de kullanılan yöntem gösterilmiştir). İki hafta süren bu aşamayı, benzer şekilde pedagojik söylemlerin tanıtımının ve modellenmesinin yapıldığı iki haftalık süreç takip etmiştir.

4.2.2 Video Simülasyon Görevlerinin Hazırlanması ve Uygulanmasına İlişkin Bulgular

Video simülasyon görevleri öğretmen adayları için mikro öğretimden farklı ve yeni bir uygulamadır. Bu yüzden öğretmen adaylarına dersin 7. haftasında bu uygulama hakkında bilgiler verilmiştir. Video simülasyon görevleri öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu sürecindeki uygulama ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla eklenmiştir. Öğretmen adaylarının edindikleri teorik bilgileri kullanabilmeleri, teknoloji entegreli bir dersi planlayıp uygulayabilmeleri ve teknoloji destekli bir etkinliği işbirliği halinde geliştirebilmeleri amaçlanmıştır. Video simülasyon görevlerinin ve sınıf uygulamalarının bu çalışma açısından bir diğer önemi de araştırmacı tarafından tasarlanan dersin teknolojinin entegrasyonunda ne derece etkili olduğunu gösterebilmesidir. Video simülasyon görevleri ve sınıf uygulamaları, kullanılan teorik çerçeveler açısından detaylı bir şekilde analiz edilerek tasarlanan dersin ve modelin başarısı tartışılabilecektir.

Öğretmen Adaylarının Video Simülasyon Görevlerini Hazırlama Süreci

Öğretmen adayları hazırlayacakları video simülasyon görevi için grupları oluşturmada, kazanımı ve kullanılacak teknolojik aracı belirlemede tamamen özgür bırakılmıştır. Ancak öğretmen adayları araştırmacı ile çeşitli konularda görüş almak için bir araya gelmiştir. Bu görüşmelerde, kendilerine konu ve araç seçiminde tereddütte kaldıkları noktalarda rehberlik edilmiştir. Aşağıdaki tabloda gruplara ilişkin özetleyici bilgiler yer almaktadır.

Tablo 15: Birinci Video Simülasyon Görevlerini Hazırlama Süreci

Gruplar	**Kişi Sayısı**	**Grupça Toplanma Sayısı**	**Video Çekimi**
Grup-A	5	2	2. denemede, parça parça
Grup-B	7	3	2. denemede
Grup-C	6	2	Parça Parça, birçok denemede
Grup-D	6	3	Parça Parça, birçok denemede
Grup-E	6	4	Parça Parça, birçok denemede

Tablo 14'ten anlaşılacağı üzere gruplar 5-7 kişilik ekiplerden oluşmaktadır. Gruplar oluşturulduktan sonra 2-4 kere VSG'ler için bir araya gelinmiştir. Bu toplantıların sonuncusunda video çekilmiştir. Bu yüz yüze görüşmelerin haricinde bazı gruplar, kurdukları Whatsapp sohbet gruplarında çeşitli konularda iletişim kurduklarını belirtmişlerdir. Örneğin Grup A'nın bu konudaki açıklamaları şöyledir:

> … İki kere bir araya geldik ama ondan önce de hep konuştuk Whatsapp grubumuzda. İlk önce konuya karar verdik sonra akışı (konuştuk). Aslında çok spontane oldu ama biz şunu da diyelim bunu da diyelim diye. Öğrenciler şöyle soru sorsun, öğrenciler burada takılır tarzında falan (konuştuk)…

Grup A, hazırlık aşamasında Whatsapp grup görüşmelerinde belirledikleri konular, kazanımlar, teknolojik araçlar ve sınıf diyaloglarına ilişkin görüşlerini ilk

görüşmelerinde karara bağlamıştır. İkinci görüşmelerinde ise videoyu çektiklerini belirtmiştir:

> "… Mesela baştan bir çektik. Sonra dedik ki… Tartıştık. Şu olmadı. Şunu düzeltelim. Şunu, şunu şu şekilde söyleyeyim falan düzelttik. Sonra tekrar çektik. Yani iki tane bütün video çekmiş olduk. Sonunda birini seçtik."

Grup B, hazırlık için bir araya geldikleri toplantıları şu şekilde özetlemiştir:

> "… Grup çalışması yaptık. Öncelikle kazanımın bu olduğunu (olması gerektiğini) belirledik. Daha sonra işte en uygun olarak bu geometrik etkinliği seçtik daha sonra da işte nasıl yapacağımıza dair bir senaryo hazırladık. Ondan sonra onu yaptık (uyguladık). … 4 saat sürdü senaryoyu hazırlamak…"

Bütün grupların verdiği bilgiler incelendiğinde toplantılarda VSG'de kullanılacak konu, kazanım, sınıf seviyesi, teknolojik araçlar ve senaryo üzerine kararların alındığı, senaryoların yazıldığı ve çekimlerin yapıldığı anlaşılmıştır.

Kullanılacak Teknolojik Aracın Seçilmesi

Öğretmen adayları ders içerisinde tanıtılan tüm teknolojik araçlardan birini seçme özgürlüğüne sahip olmasına rağmen GeoGebra etkinliklerini kullanmayı tercih etmişlerdir. GeoGebra, ders materyallerinin hazırlanıp depolandığı "ders kaynakları" adında (Bkz. Şekil 16) bir kütüphaneye sahiptir. Öğretmen adayları burada yer alan hazır araçlardan birini seçerek uygulama yapmıştır. Burada yer alan materyalleri ise çeşitli nedenlerden dolayı seçtiklerini belirtmişlerdir. Bu nedenleri aşağıdaki tablodaki gibi sıralayabiliriz.

Tablo 16: Öğretmen adaylarının GeoGebra etkinliğini seçme nedenleri

Teknolojik Araç Seçim Nedeni	**Örnek Açıklama**
Kazanıma göre araç seçimi	Geometriye uygun olsun diye düşündükten sonra seçtik. Sayısal (cebirsel) şeyler değil de daha çok öyle görsel olsun istedik (A Grubu).

	…Öncelikle kazanımın bu olduğunu (olması gerektiğini) belirledik. Daha sonra işte en uygun olarak bu geometrik etkinliği seçtik (B Grubu).
Araca Göre Kazanım Seçimi	…GeoGebra' da (hazır etkinliklere) bakarken Çarpma işlemini (kesirlerde çarpma) görsel olarak çocuk nasıl mantığını kurabilir diye de düşündük. Hep aynı şeyler vardı (GeoGebra kütüphanesinde), bu biraz daha değişik bir konu olarak göründü (C Grubu). …Biraz etkinlik araştırması yaptık. Daha sonra etkinliğe uygun kazanım seçelim dedik. Daha uygun olur dedik. Hangisinde daha aktif kullanabiliriz çalışmayı diye… (D Grubu). … GeoGebra'da materyal kullanımına uygun bir kazanım olmasına dikkat ederek kazanımı belirledik (E Grubu).
Öğretim süreci dikkate alınarak araç seçimi	…Hangisinde daha aktif tahtayı (akıllı tahta) kullanabiliriz? Hangisinde daha yaratıcı bir etkinlik yapabiliriz diye düşündük. Bunu bulduk. (D Grubu) …Araçla soru çözümündense öğrencinin keşfedeceği şeylerin olmasına dikkat ettik (D Grubu).

Görüldüğü üzere öğretmen adaylarının teknolojik aracın seçiminde üç farklı nedenden biri ya da ikisine göre seçim yaptıkları belirlenmiştir. D grubu öğretim sürecini dikkate alarak kaynaklar arasından uygun bir araç aramıştır. A ve B grubu ise kazanımı ve öğretim yapılacak sınıf seviyesini belirledikten sonra uygun araçlar arasından seçim yapmıştır. Diğer gruplar ise araçlar arasından amaçlarına uygun olan bir aracı seçerek VSG'leri hazırlamıştır.

Öğretmen Adaylarının Senaryolarını Hazırlama ve Uygulama Süreci

VSG'ler, yapısı itibariyle öğretmen adaylarının ilk olarak senaryo ya da daha basit bir plan hazırlamasını gerektiren bir uygulamadır. Senaryo olarak nitelendirilemese de öğretmen adayları sürece ilişkin önemli anları, soruları, cevapları, kullanılacak teknikleri ve öğretim yöntemlerini önceden belirlemek zorundadırlar. Bu

senaryoların veya planların hazırlanması ve geliştirilmesi sürecinde dikkat edilen hususların neler olduğu sorulduğunda verilen cevaplar incelenmiş ve sonuçlar aşağıdaki gibi olmuştur:

Öğretmen adaylarının tamamının ilk olarak hangi aracın kullanılacağına veya hangi kazanımın işleneceğine karar verdiği görülmektedir. Bu kararı verdikten sonra öğretmen adaylarının VSG'de tamamen uyabilecekleri bir senaryo hazırlamak yerine bir taslak hazırladıkları ve bu taslağı video çekimi sırasında geliştirdikleri anlaşılmıştır. Örneğin A Grubunun bu konudaki ifadeleri aşağıdaki gibidir:

(A-ÖA1: A grubundan Öğretmen Adayı 1)

A-ÖA2: … Mesela baştan bir çektik. Sonra dedik ki… Tartıştık. Şu olmadı. Şunu düzeltelim. Şunu, şunu şu şekilde söyleyeyim. Falan filan düzelttik. Sonra tekrar çektik. Yani iki tane bütün video çekmiş olduk. Sonunda birini seçtik.

A grubu VSG'de 7. Sınıflara ait bir kazanımı işlemiştir. VSG'de öğretmen rolündeki öğretmen adayı Sümeyye, sınıf seviyesine göre ders anlatmada ve senaryoyu bunu dikkate alarak geliştirmede zorlandıklarını ancak video çekimlerini yapıp izledikçe çeşitli değişiklikler yaparak içeriği geliştirdiklerini belirtmiştir:

A-ÖA3: …Yani evet tabi zorlandım. Yani ilk denememizde çok zorlandım özellikle ilk denemede. Hatta arkadaşlarım eksiklerimizi söyledi. Mesela, π sayısını verelim mi vermeyelim mi? Hani onu ben vermedim (İlk çekimde). Direkt π diye verdim. Verilmesi gerekiyor dedik. Diğer çekimde π'yi 3 aldık. Sonra mesela, Geogebra uygulamasını kullanırken hani onun nasıl olduğunu başta ayrıntılı anlatmadım. Hani böyle yüzeysel geçtik. Mesela (sürgüyü oynatarak şekli) parçalara bölüyorduk, birleştiriyorduk, dikdörtgen haline geliyordu. Başta biz direkt işte onları oynattık, hareket ettirdik falan. Aaa bakın bu dikdörtgen oldu falan dedik. O olmadı. Mesela önce küçük adımlarla başladık. Başta genel anlatmıştık yüzeysel. Sonra dedik ki hani önce üç, üçe böldüğümüzde, sonra dörde böldüğümüzde, beşe böldüğümüzde, bunların buna eşit olduğunu, hani bir şey ekleyip

> çıkartmadan direkt birleştirildiğini, bunları böyle uzun uzun anlatalım ikinci videoda. İlk videoda bunu yapmamıştık.

Yukarıdaki ifadelerinden anlaşılacağı üzere A grubundaki öğretmen adayları ilk video çekimleri sırasında çeşitli hata ve eksiklerini fark ettiklerini belirtmiştir. Bu hata ve eksiklerden biri grubun açıklamalarına bakılacak olursa yüzeysel bir ders anlatımının yapılmasıdır. Grup, ilk video çekiminde dersi yüzeysel ve öğrencinin seviyesine uygun olmayacak şekilde anlattıklarını fark etmiştir. Daha sonra dersi adım adım ve basitten karmaşığa olacak şekilde planlamışlardır. Ayrıca öğrencilerin seviyesinde bir anlatım yapabilmek için anlaşılamayacak noktaları bulup bu noktalara değindiklerini belirtmişlerdir. Grupça düzeltmelerin nasıl olması gerektiğine karar verdikten sonra çekimleri tekrarladıklarını ifade etmişlerdir.

B Grubundaki öğretmen adayları ise oluşturdukları senaryolarda ve kullandıkları aracı seçme kriterlerinde öğrencilere çeşitli açık uçlu sorular sorabilmeyi göz önüne almışlardır. Öğrencilerin keşfederek genellemeye varabileceği bir şekilde planlama yaptıklarını ifade etmişlerdir:

> B-ÖA3: …Mesela yazı tahtasıyla ekrandakileri açıklamak yerine, öyle değil de daha farklı, keşfetmesine yönelik şeyleri yazdık. Öncelikle mesela ekrandaki şeyleri çocukların anlamasına yönelik şeyler düşündük. Çocukların etkin katılımını yine göz önüne almaya çalıştık.

> B-ÖA4: …Mesela hangi üçgen? Benzer mi değil mi? Hani sizce ne oluyor? Ya da burada ne görüyorsunuz? Bunların eşit olduğunu mu düşünüyorsunuz? Gibi sorular sorduk.

D Grubundaki öğretmen adayları senaryonun hazırlanması sürecine ilişkin yaptıkları açıklamalarda tüm diyalogların önceden oluşturulmadığını belirtmişlerdir:

> D-ÖA2: …Senaryoyu cümle cümle belirlemedik. Soracağımız sorular (nedir?), ondan sonra nasıl anlatırız? Bunları belirledik. Sadece etkinliği belirledik. Teknikleri bunlara dikkat edelim diye belirledik.

> Videoyu aralıksız çekemedik. Bazı yerlerini kestik. Sonra videoları birleştirdik.

D grubu, A grubuna benzer şekilde VSG'nin bazı kilit noktalarını belirledikten sonra videoyu çekmeye başladıklarını ve çekimi sık sık duraklatıp yeniden çekim yaptıklarını, video kesitlerini bir araya getirerek son halini verdiklerini belirtmiştir.

Öğretmen adayları simülasyonlarda ve senaryolarda dikkat ettikleri hususları açıklarken öğrenci seviyesi/sınıf seviyesi kavramlarını sık sık kullanmışlardır. Öğretmen adayları diyalogları oluştururken ve öğretimi ayarlarken öğrenci seviyesini ve o seviyedeki öğrencinin ön bilgilerinin neler olduğunu dikkate aldıklarını belirtmişlerdir.

> D-ÖA1: Empati yaptık. 5. sınıf öğrencisi Hangi eğitim süreçlerinden geçiyor Hangi kazanımlara hâkim onları Öğrendik. Ona göre nasıl sorular sorabiliriz? Nerelerde zorluk çekerler? Nerelerde kavram yanılgılarına düşerler? Onları tespit ettik. Ona göre soru sormaya çalıştık.

> D-ÖA2: Bir de mesela paralelkenar ile dikdörtgenin farkını anlatırken hani öğrenciler oradaki açıya göre değil de paralelkenar eğik duruyor gibi bir söz kullanabilirler. Biz de o yüzden sorumuzu sorarken ona göre kullandık. İşte paralelkenar daha eğik duruyor (dedik).

> E-ÖA1: Çocuklar neyi anlayabilir? Neyi Anlayamaz? Neyin üstünde durabiliriz (odaklanabiliriz)?

> E-ÖA2: Nasıl tepki verir çocuklar mesela? Genellikle onun üzerinde şey yaptık (düşündük).

Genel bir değerlendirme yapacak olursak, öğretmen adaylarının VSG'leri tam bir senaryo metnine bağlı kalarak hazırlamadıkları ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları, kullanılacak teknikleri, öğrencilerin soracağı soruları, verilecek cevapları, aracın nasıl kullanılacağı gibi kilit noktaları belirledikleri bir taslak ile çekimleri yapmaya başlamıştır. Bazı gruplar ilk simülasyonlarını video kaydına aldıktan sonra

bunu bir deneme kaydı olarak kullanmış ve senaryolarında ekleme, çıkarma ve düzeltmeleri yapa yapa öğretimlerini video kaydına almışlardır. Diğer gruplar ise çekimleri durdurup başa alma ve yeniden çekme şeklinde bir işleyiş ile hareket etmişlerdir. Her iki durumda da öğretmen adayları öğretimlerini daha iyi hale getirmek için iş birliği içinde hareket etmiş ve bunun için kendilerine uygun olan yöntemi geliştirmişlerdir.

Öğretmen adayları, bu işbirlikçi çalışmada sınıf/öğrenci seviyesini dikkate alarak öğretim yaptıklarını ve öğrencilerin mevcut durumda hangi kazanımları önceden bildiklerini, ne düşünebileceklerini, ne sorabileceklerini, nerelerde kavram yanılgısına düşebileceklerini, neleri anlayamayabileceklerini ve nasıl davranabileceklerini dikkate aldıklarını belirtmişlerdir.

VSG'ler, buraya kadar paylaşılan bilgilere göre, öğretmen adaylarının iş birliği halinde teknoloji destekli ders tasarımı yapmalarını, bu tasarımlarını uygulamalarını, uygulama sırasında çeşitli açılardan eksiklerini ve hatalarını görüp düzeltebilmelerini ve tüm süreç içerisinde birçok açıdan öğrenci gibi düşünme becerisini deneyimlemelerini sağlayan bir uygulama olmuştur. Öğretmen adaylarının, araştırmacı tarafından geliştirilen ders tasarımı hakkındaki görüşlerine ilerleyen başlıklarda yer verilecektir.

4.2.3 Video Simülasyon Görevlerinin Enstrümantal Orkestrasyon ve Pedagojik Söylemler Kuramsal Çerçeveleri Açısından Değerlendirilmesi

Bu başlık altında öğretmen adaylarının hazırlayıp teslim ettikleri VSG'ler Enstrümantal Orkestrasyon ve Pedagojik Söylemler kuramsal çerçeveleri açısından değerlendirilecektir.

Bütün gruplar mevcut mekân ve teknolojik imkânlardan dolayı tam sınıf öğretimine odaklandılar. Öğrencilerin arka arkaya dizildiği bir oturum düzeninde öğretim yapıldı. Öğrencilerin karşılarında yazı tahtası ve ekran yan yana duracak şekilde konumlandırılmıştır. Ders anlatımları sırasında bazı gruplarda etkinlik ders başlangıcında açık dururken bazı gruplarda ise derse giriş yapıldıktan sonra açıldı. Videoların çekilmesinden önce ekranların (akıllı tahta) açık konumda olması, internet

bağlantısının olması ve etkinliğin yüklü olması gibi düzenlemeler yapıldı. Dolayısıyla videolarda bu tür sorunlarla baş etmek zorunda değillerdi.

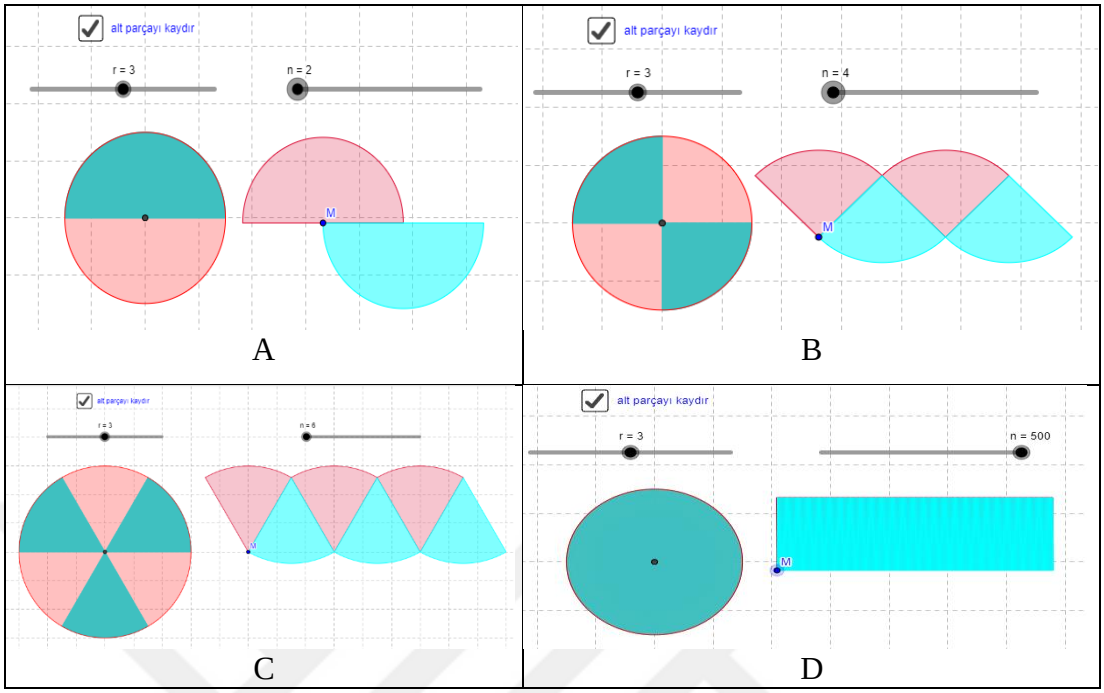
A1: A Grubunun 1. Video Simülasyon Görevi

A grubu öğretmen adayları 7. Sınıflarda "dairenin ve daire diliminin alanını hesaplar" kazanımı için bir VSG oluşturmuştur. 5 kişiden oluşan grupta Öğretmen adaylarından Sümeyye öğretmen rolünde iken diğer öğrenciler 7. Sınıf öğrencisi rolünde olmuştur (Bkz. Şekil 19). 18 dk. Süren simülasyonda GeoGebra materyali kullanılmıştır.



Şekil 19: A grubunun 1. video simülasyon görevinden bir kesit

Kullanılan GeoGebra materyalinde iki adet sürgü bulunmaktadır. Bu sürgülerden biri dairenin yarıçapını arttırırken diğeri dairenin sağında dilimlenmiş ve iç içe geçirilmiş şekilde dilim sayısını arttırmaktadır (Bkz. Şekil 20).



Şekil 20: A grubunun 1. video simülasyon görevinde kullandığı materyalin A, B, C, D durumlarındaki görüntüsü

Şekil 20'de görüldüğü üzere sürgü ilerletildikçe daire daha fazla dilime ayrılmakta ve oluşan şekil dikdörtgene daha çok benzemektedir.

Sümeyye, 7. Sınıf öğrencilerinin dairenin alanının πr^2 olduğunu kavrayabilmelerini hedeflemektedir. Bu hedef doğrultusunda ilk olarak ders başlangıcında önceki öğrenmeleri hatırlatmaktadır. İlk olarak öğrencilerin çembere günlük hayattan örnekler vermelerini istemektedir. Daha sonra çemberin çevresinin nasıl hesaplandığını sormuş ve tahtaya bunula ilgili bir soru yazarak bir öğrencinin çözmesini istemiştir. Sonrasında daire ve çember arasındaki farka değinmektedir. Öğretmenin bu süreçte teknolojiden yararlanmadığı ve *tahtada öğretim* yaptığı görülmektedir.

Sümeyye, GeoGebra etkinliğini açtıktan sonra sınıfla aşağıdaki diyaloğu kurmaktadır

(Ö: Öğretmen; Öğr: Öğrenci)

69-Ö: İçi dolu şekillere biz daire diyoruz. Bugün dersimizde dairenin alanını beraber keşfedicez arkadaşlar. Bunun için de bu etkinliği kullanıcaz GeoGebra'yı tamam mı?

70-Öğr: O ne demek?

71-Ö: GeoGebra geometri, matematik gibi konuların uygulamalı olarak beraber keşfetmemiz için oluşturulmuş bir bilgisayar programı.

72-Öğr: Biz mi yapıcaz?

73-Ö: Aynen biz yapıcaz, biz keşfetcez. Ben söylemicem bugün sizle beraber biz burdan dairenin alanını bulmaya çalışıcaz tamam mı? Şimdi dairenin alanını bulmak için şimdi şu etkinliği bi keşfedelim bakalım ne işe yarıyor. (Tahtadaki açık uygulamayı göstererek) Bu sürgü ne işe yarıyor (üstteki kareyi göstererek) bu ne işe yarıyor. Bunun için tahtaya kalkmak isteyen var mı? Buyur Merve.

74-Öğr: Öğretmenim bu daireyi büyütüyor (Sürgüyü oynatarak). Yarıçapı büyüttüğümüz de dairemiz de büyüyor.

75-Ö: Evet aynen öyle. Teşekkür ederim, başka denemek isteyen? Buyur Pınar gel.

76-Öğr: (üstteki kareye basarak) Bastığımda noluyo, dilimlere bölüyor.

77-Ö: Kenara çekil arkadaşların da görsün.

78-Öğr: (ikinciyi sürgüyü göstererek) Bu sürgüyü oynattığımda hocam daireyi dilimlere ayırıyor ve arttırdığımda daha çok artıyor dilim sayısı gördüğünüz gibi.

79-Ö: M neymiş?

80-Öğr: Dilim sayısı.

81-Ö: Pizzayı dilimler gibi değil mi?

Sümeyye, yukarıdaki diyalog kesitinde görüldüğü üzere öğrencilerin, aracın imkânlarının neler olduğunu ve sürgülerin ne işe yaradığını anlamaları için iki öğrenciyi ekrana davet etmektedir. Öğrenciler sürgüleri kullanarak ne işe yaradığını anlamaktadır. Daha sonra sınıfa şu soruyu yöneltmiştir:

103-Ö: Mesela burada bir şey fark etmenizi istiyorum. (Tahtadaki dairenin içini göstererek) 1, 2, 3, 4. 4 tane dilim var değil mi? Biraz daha arttıralım (sürgüyü ilerleterek), 1, 2, 3, 4, 5, 6 tane dilime bölünmüş, burası 6 dilime bölünmüş (toplam alan) aynı mı?

Sümeyye, sınıfa sorduğu bu soruyu sürgüyü ilerleterek sormaktadır. Öğrencilerin, her iki şekilde daire dilimlerinin sayısı değişse de toplam alanın aynı olduğunu kavramalarını amaçlamaktadır. Öğrencilerin soruya verdikleri cevaplar ve öğretmenin öğrencilere dönütü aşağıdaki gibidir:

104-Öğr: O zaman hiçbir parçayı çıkarmıyoruz, o yüzden de eşit oluyor.

105-Ö: Evet. Hiçbir parça eklenip, çıkartılmamış. Bunların hepsi birbiri içine geçirilerek birleştirilmiş değil mi?

106-Öğr: Evet.

107-Ö: Tamam. Biraz daha arttıralım, Eda sen ne diyordun?

108-Öğr: Eşit çıkıyor diyordum.

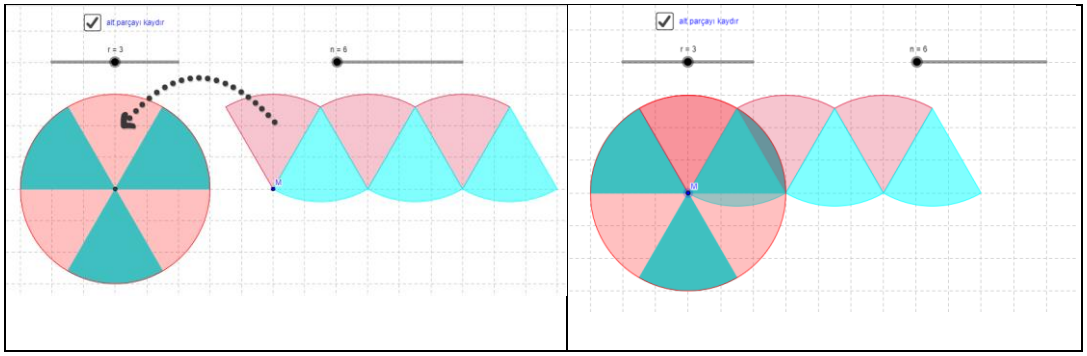
109-Ö: Evet eşit çıkıyor. Ve her arttırdığımız da biraz daha neye benziyor?

110-Öğr: Dikdörtgen.

111-Ö: Hatta ne oluyor (sürgüyü bitiş konumuna getirerek soruyor)?

112-Öğr: Dikdörtgen oluyor.

Sümeyye'nin yukarıdaki diyalogla ekranda oluşan iki şekildeki (Şekil 21'deki gibi daire ve daire dilimlerinin birleşmesiyle oluşan iki şekil) daire dilimlerinin alanlarının birbirine eşit olduğunu kavramalarını amaçlamıştır. Öğrencilerin bu eşitliği anlaması uzun sürmemiştir.



Şekil 21: Daire dilimlerinin üst üste getirilerek karşılaştırılması

Bu sırada oluşan diyalog aşağıdaki gibidir:

123-Ö: Aynen buradaki dairenin, buradaki dikdörtgenin alanına eşit olduğu sonucuna ulaştık. Peki, şuradaki merkezler birbirine…

124-Öğr: Aynı.

125-Ö: Aynısı, aslında bu buradan çıkmış bir parçaydı değil mi?

126-Öğr: Evet

127-Ö: Bunu ben getirmiştim buraya.

128-Öğr: O zaman kısa kenar yarıçap.

129-Ö: Evet doğru Eda. Kısa kenarı ne?

130-Öğr: Yarıçap.

131-Ö: Yarıçapa eşit. Bakalım bunu her seferinde küçültelim, büyütelim.

132-Öğr: Hep eşit.

133-Ö: Her seferinde ne oluyor?

134-Öğr: Eşit çıkıyor.

Sümeyye, dairenin yarıçapını değiştiren r sürgüsünü değiştirerek yarıçapı büyütüp küçülttüğünde iki şekilde de eşit olan r uzunluğunu kavramalarını sağlamıştır.

Daha sonra şeklin diğer kenarının uzunluğunu anlamaları için araç üzerinde n sürgüsünü hareket ettirerek gösterimlere devam etmiştir:

135-Ö: Evet, yani dikdörtgenin kısa kenarıyla, dairenin yarıçapı birbirine eşit oldu, doğru mu? Şimdi dikdörtgenin uzun kenarını aynı şekilde dairenin elemanlarıyla bulmaya, ifade etmeye çalışalım. Nasıl yapıcaz? Ne olabilir? Kısa kenar r oldu.

136-Öğr: Küçültebilir miyiz biraz?

137-Ö: Biraz küçültelim.

138-Öğr: Tamamen mi küçültsek?

139-Ö: İki dilim parçaya ayırdık. Napıcaz, uzun kenar ne olabilir?

140-Öğr: Hocam.

141-Ö: Evet.

142-Öğr: Bu dairenin iki dairenin, ikiye bölüp bu parçalar birbirine geçtiği için dairenin çevresinin yarısını alırız çünkü parçaları ortadan ikiye bölüp dikdörtgen elde etmişiz. O yüzden çevresinin yarısı olabilir diye düşünüyorum.

143-Ö: Evet doğru. Mesela burada (tahtadaki daireyi göstererek) şurası bir, mesela sadece çevreyi saydığımızı düşünelim, 1, 2, 3, 4, 5, 6 dimi. Çevreyi de aslında 6'ya bölmüş oluyor dimi. Şuraya bakalım 1, 2, 3.

144-Öğr: Yarısı.

145-Ö: 1, 2, 3 yani bu çevrenin…

146-Öğr: Yani yarısı.

147-Ö: Aynen. Çevrenin çevresinin yarısına eşit. Peki biz önceki derste, ilk tekrar ettiğimizde de hatta ne demiştik çemberin çevresine?

148-Öğr: 2.π.r.

149-Ö: 2.π.r demiştik. Tamam, o zaman bakalım, bunu yine dikdörtgen haline getirelim.

150-Öğr: En sonunda dikdörtgen daha belirgin oluyor.

151-Ö: Aynen en sonunda dikdörtgen oluşuyor ve daha belirgin oluyor. En sonunda dikdörtgene daha yakın oluyor dimi?

152-Öğr: Evet.

153-Ö: En sonunda dikdörtgen alanına eşit oluyor. Kısa kenarı ne bulduk?

154-Öğr: r.

155-Ö: r, uzun kenarı ne bulduk?

156-Öğr: Çevresinin yarısı.

...

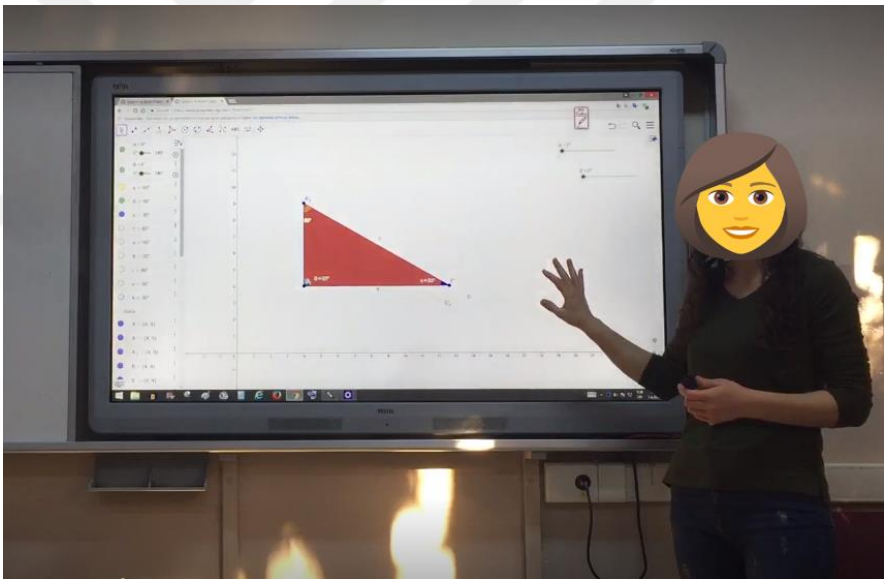
Bir öğrenci öğretmenden sürgüyü başlangıç noktasına (n=2) getirmesini istemiştir. Öğretmen Şekil 20'deki gösterimi sırayla yaptıktan sonra öğrenci fikrini söylemiştir. Öğrenci bu gösterimden yararlanarak dikdörtgene evirilen şeklin uzun kenarının π.r olduğunu ifade etmiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak dikdörtgene evirilen şeklin alanının $\pi.r^2$ olduğu sonucuna ulaşılmıştır ve ders bitirilmiştir.

A grubu hazırlamış olduğu VSG'ye tahtada öğretim yaparak başlamıştır. Daha sonra öğrencilerin tahtaya davet edilerek aracı kullanmayı denediği durumlar olduğu anlaşılmaktadır. Sümeyye dersi genellikle soru cevap dönüt dizisi ile devam ettirmiştir. Sorduğu sorulara bakıldığında muhakemeye zorlama ve ya sondalama sorularının yer almadığı ve pedagojik söylemlerden tekrarlama (14) ve yeniden ifade etme (2) türlerinin kullanıldığı dikkat çekmektedir. Kullanılan aracın, öğrencinin dairenin alan bağıntısını oluşturmaya elverişli olduğu ve Sümeyye'nin, öğrencilerin bu bağıntıyı oluşturabileceği şekilde dersi adım adım işlediği ve araçlı eylemlerin bu aşamada doğru ve yerinde kullanıldığı görülmektedir. Ancak diyaloglar incelendiğinde herhangi bir tartışma ortamının oluşturulmadığı ancak zaman zaman öğrenci müdahaleleri olduğu için sürecin ekranı açıkla orkestrasyonu olarak da

nitelendirilemeyeceği anlaşılmaktadır. Bu yüzden tahtada öğretim orkestrasyonundan sonra rehberlik et ve açıkla orkestrasyonunun ders sonuna kadar kullanıldığı görülmektedir.

B1: B Grubunun 1. Video Simülasyon Görevi

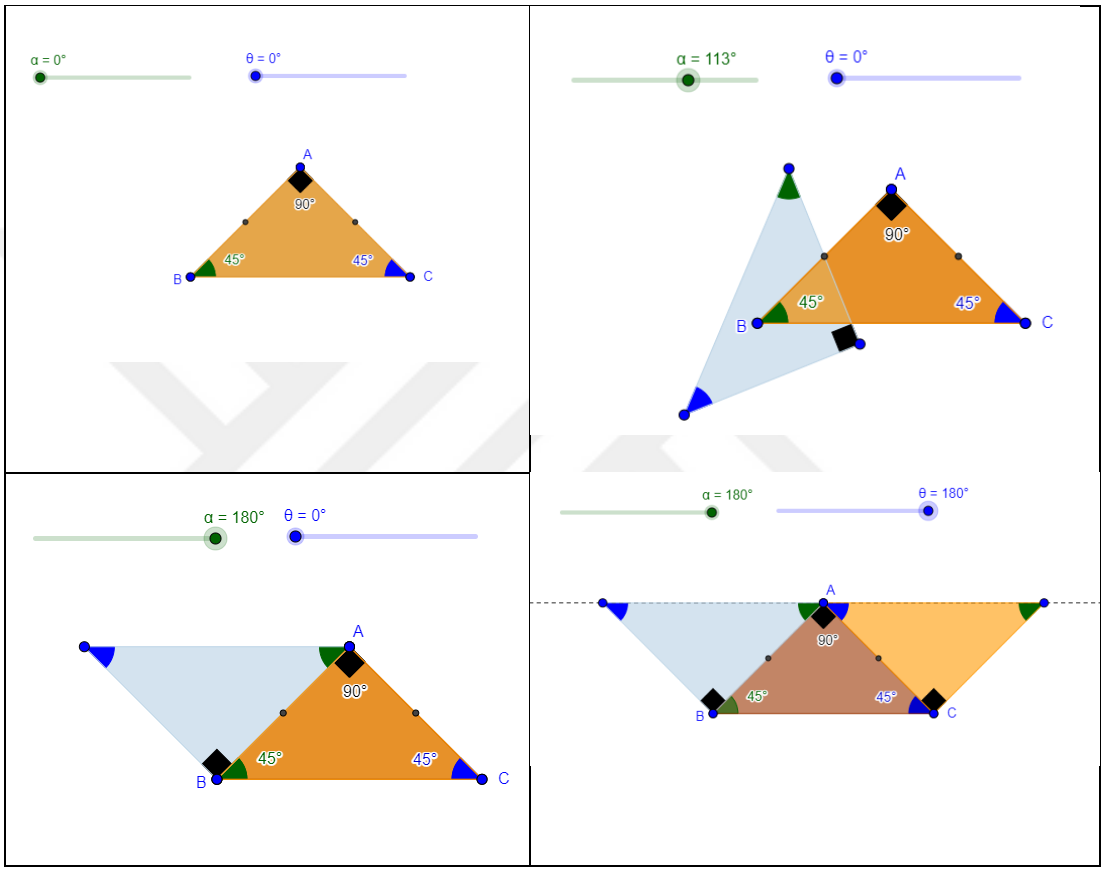
B grubu öğretmen adayları 5. Sınıflarda "Üçgen ve dörtgenlerin iç açılarının ölçüleri toplamını belirler ve verilmeyen açıyı bulur" kazanımı için bir VSG oluşturmuştur. 7 kişiden oluşan grupta Öğretmen adaylarından Bahar, öğretmen rolünde iken diğer öğrenciler 5. Sınıf öğrencisi rolünde olmuştur (Bkz. Şekil 22). 10 dk. süren simülasyonda GeoGebra materyali kullanılmıştır.



Şekil 22: B grubunun 1. video simülasyon görevinden bir kesit

B grubu, öğrencilerin üçgenin iç açılarının toplamının 180 derece olduğunu kavrayabilmesi için GeoGebra'dan seçtiği etkinliği kullanmak istemiştir. Etkinlikte köşeleri seçilip hareket ettirilebilen bir üçgen vardır ve bu üçgenin iç açıları ölçüleri köşelerinde yazmaktadır (Bkz. Şekil 23). Ayrıca ekranda iki adet sürgü bulunmaktadır. Bu sürgüler üçgeni birer kenarının ortasından 180 derece döndürmekte ve böylece eş üç üçgenin birbirinden farklı üç açısıyla bir doğru açı oluşmaktadır.

Bahar, öğrencilerin aracı kullanmalarına, sürgüyü hareket ettirmelerine ve üçgenin köşelerinden tutarak şekli değiştirmelerine olanak sağlamıştır. Bu sayede öğrenciler aracı kullanmayı öğrenmişlerdir.



Şekil 23: B grubunun kullandığı GeoGebra materyali

Öğretmen adayı Bahar, ekran üzerindeki materyali kullanarak matematiksel tartışmalar başlatmak istemiştir. İlk olarak sürgülerin oluşturduğu üçgenlerin eş üçgen olup olmadığını sorgulamıştır.

15-Ö: Evet aferin. Evet, Fadimecim bakıyorum 60, 90 ve 30 evet oturabilirsin. Şimdi burada bir değişiklik yapalım (birinci sürgüyü ilerletiyor) . Evet, şimdi burada ne gibi değişiklik görüyorsunuz? Evet Emre.

16-Öğr1: Yeni bir şey oluştu öğretmenim bence.

17-Ö: Evet doğru söylüyorsun, peki daha farklı evet Ezgicim daha farklı ne var?

18-Öğr2: Açıları aynı oldu öğretmenim.

19-Ö: Evet, peki bir şey soracağım sizce bu iki üçgen birbiriyle benzer mi, farklı mı? Evet Çağla.

20-Öğr3: Farklı bence öğretmenim.

21-Ö: Fadime.

22-Öğr4: Bence aynı öğretmenim.

23-Ö: Peki Ezgi sen ne düşünüyorsun?

24-Öğr2: Bence de aynı öğretmenim.

25-Öğr1: Bence açıları aynı olduğu için aynıdır öğretmenim.

26-Ö: Çağlacığım sen neden farklı olduğunu düşünüyorsun?

27-Öğr3: Öğretmenim çünkü kenarları farklı, mesela AC kenarı AB'den daha uzun yani aynı olamaz onlar.

28-Ö: Tamam öyle düşünüyor, Fadime sen aynı olduğunu düşünüyordun. Sen neden aynı olduğunu düşünüyordun?

29-Öğr4: Evet öğretmenim açılar aynı kaldı bir de üçgeni sadece döndürdük aynı üçgen üzerinden aldık.

30-Ö: Evet Ezgicim sen nasıl düşünüyorsun?

31-Öğr2: Çünkü üçgeni döndürdük aynı şeyi söylicektim.

Bahar, yukarıdaki diyalogla örnek verildiği üzere, öğrencilerin matematiksel bir tartışma içinde sonuca ulaşmasını sağlamaya çalışmaktadır. Ekranda olup biteni tartıştıkları bir tam sınıf öğretimi yaptıkları için ekranı tartış orkestrasyonunu kullandığı net bir şekilde söylenebilmektedir.

Dersin sonraki aşamasında, üçgenlerin eş olmadığını düşünen öğrencilerin tahtaya kalkıp araç ile deneme yapmalarına fırsat tanımıştır.

33-Ö: Sen de Fadime ile aynı düşünüyorsun. Peki, Fadime ile Ezgi doğru söylüyor bu üçgeni açtığımızda bunu oluşturdu. Peki, Çağlacım gelir misin birazcık?

34-Öğr3: Geliyorum öğretmenim.

35-Ö: Şimdi bunu kapatalım bakalım. Şimdi iyi baktın üçgene değil mi? 60, 90, 30 derece ve böyle bir üçgen.

36-Öğr: Evet öğretmenim.

37-Ö: Şimdi bunu açalım, sen aç bakalım.

38-Öğr3: Şuradan dimi öğretmenim.

39-Ö: Evet, bak şimdi sen şu kenara dikkat et sen şimdi nereden açtın kapat geri aç bakalım.

40-Öğr3: BC'den açıyoruz şuan öğretmenim.

41-Ö: Evet, açalım bakalım.

42-Öğr3: Yavaş yavaş açıyorum.

43-Ö: Evet, sen şimdi hangi uzunlukları farklı olduğunu düşünüyordun bu kenarın ve bu kenarın farklı olduğunu düşünüyordun değil mi?

44-Öğr3: Evet hocam.

45-Ö: Peki aynı mıymış farklı mıymış?

46-Öğr3: Aynıymış öğretmenim çünkü bu aynen buradan kalkıp buraya geldi.

47-Ö: Peki bu uzunluğu aynı mıdır sence?

48-Öğr3: Aynıdır çünkü bu da bunun üstünden buraya geldi.

49-Ö: Peki açılar nasıl değişti?

50-Öğr3: Açılar onlar değişti sanki öğretmenim farklı oldu onlar sanki.

51-Ö: Bakalım ilk başta kapatalım bakalım kaç dereceydi 60, 90, 30 şimdi aç bakalım.

52-Öğr3: Şöyle açılıyordu değil mi öğretmenim?

53-Ö: Burası 30 dereceydi değil mi? Açtık burası 30 derece.

54-Öğr3: 30 derece oldu.

55-Ö: Burası 60 dereceydi neresi 60 derece?

56-Öğr3: Burası 60 dereceydi o buraya geldi.

57-Ö: Evet.

58-Öğr3: Burası 60 oldu, sonra 90 derece şurasıydı o da buraya geldi.

59-Ö: Evet şimdi anladın mı benim demek istediğimi?

60-Öğr3: Evet öğretmenim anladım.

61-Ö: Peki bu 2 üçgen eş üçgen miymiş?

62-Öğr3: Evet eş üçgenmiş.

Yukarıdaki diyalogdan anlaşılacağı üzere öğretmen Bahar, öğrencinin ekranda aracı kullanarak detaylı bir inceleme yapmasını ve böylece hatalı düşüncelerini gidermesini sağlamaktadır. Aracı adım adım kullanarak değişenlerin ve değişmeyenlerin farkına varmasını sağlamak istemekte ve sorularını bu bağlamda sormaktadır. *Öğrenci iş başında* orkestrasyon tipolojisine benzeyen bu eylemde öğretmen farklı olarak, kavramada sorun yaşayan bir öğrenciyi ekrana davet etmektedir.

Sonraki aşamada eş üçgenlerin üç farklı açısının yan yana geldiğinde doğru açı oluşturup oluşturmadığı sorusunu yönelterek farklı bir tartışma başlatmıştır. Tekrar öğrencilerin tahtaya kalkıp açıların ölçülerini toplayıp sonuca ulaşmasını sağlamıştır.

87-Ö: Peki size bir şey sormak istiyorum bu doğru üzerinde nasıl bir açı oluştu? Evet Emrecim.

88-Öğr1: Doğru açı oluştu öğretmenim.

89-Ö: Aferin Emrecim doğru açı oluştu, peki doğru açı kaç dereceydi?

90-Öğr2: 180 derece öğretmenim.

91-Ö: Aferin Ezgicim 180 dereceydi. Peki bu açıları yazmak isteyen var mı tahtaya?

92-Öğr: Ben yazabilirim öğretmenim.

93-Ö: Evet Çağlacım gel bakalım. Hangi 3 açının toplamı 180 yapıyor?

94-Öğr3: Bu doğru açıydı öğretmenim.

95-Ö: Evet.

96-Öğr3: Bunları yazacağım 90, 60, 30 derece.

97-Ö: Topla bakalım gerçekten 180 derece yapacak mı?

98-Öğr3: 90 derece, 30 derece, 60 derece bunları topluyoruz öğretmenim buradan 0 geldi, 9, 3 daha 12, 6 daha 18, 180 derece yaptı.

Yukarıda ekrandaki gösterimlerden ortaya çıkan matematiksel sonuçların el ile yazı tahtasına yazılması ve hesaplanmasına dair bir diyalog yer almaktadır. Bahar, burada *ekran tahta ilişkisi* orkestrasyon türünü kullanmayı amaçlamıştır. Drijvers ve diğerleri (2010), bu orkestrasyon türünü öğretmen merkezli olarak kodlamıştır. Öğretmenin ekranda enstrümanın kullanılması sonucu ortaya çıkan matematiksel sonuçları yazı tahtasına yazması ve böylece ekran ile yazı tahtası arasındaki bağlantının vurgulanması amacıyla orkestrasyona bu isim verilmiştir. Bahar, burada

yazı tahtasını ve ekrandaki aracın kullanımında öğrenciyi merkeze alarak öğrenci merkezli bir öğretim yapmayı hedeflediği görülmektedir. Ancak burada ekranda doğru açı oluşturulduğu görsel olarak ortadadır. Yani, Bahar'ın öğrencilerden yanıtını istediği bu görevin çok düşük bilişsel talebi olduğu görülmektedir.

Bahar, daha sonra oluşan doğru açının tüm üçgenlerde geçerli olup olmadığını sorgulamıştır. Bunun cevabını bulmak için ekranda öğrencilerin üçgenin şeklini ve açılarını değiştirerek denemeler yapmalarına olanak tanımıştır.

113-Ö: Evet yani bu üçgenin iç açılarının toplamı 180 doğru söyledin, toplayalım yine ne yapacak?

114-Öğr1: 180.

115-Ö: 180 derece yapacak. Peki diğer üçgenlerde de böyle olur mu sizce?

116-Öğr2: Olmayabilir öğretmenim.

117-Ö: Peki neden olmayacağını düşünüyorsunuz? Ezgi evet.

118-Öğr2: Çünkü onların açılımı 30, 60, 90 değil farklı.

119-Ö: Evet değişik. Doğru söylüyorsun değiştirebiliriz. Tamam, o zaman hemen şuradan değiştirelim biz. Şimdi yine aynı üçgenimiz var, bu açıyı ben değiştirdiğim zaman gel Ezgi önce sen dene. Bak buradan açıları değiştirebiliyoruz hareket ettirdiğimizde. Değiştir istediğin açı yapabilirsin. Evet, B ve C ile.

120-Öğr2: Üçgen büyüdü öğretmenim.

121-Ö: Evet peki diğer üçgenleri açalım, aç bakalım diğer üçgenleri Ezgi, yine 180 derece olacak mı, doğru açı oluşturacak mı? Evet diğerini de açalım. Bunu biraz küçültelim, (doğru açıyı işaret ederek) bu üçünün toplamı nasıl bir açı oluşturdu?

122-Öğr2: Doğru açı oluşturdu.

123-Ö: Peki bunu değiştirseydik yine, farklı açılar yapabilir miyiz?

124-Öğr2: Yaparız.

125-Ö: Fadimecim bi de gel sen dene. Farklı olacağını düşünüyordu o da. Evet, sen de istediğin bir açıyı seçebilirsin.

126-Öğr4: Değiştirecek miyim?

127-Ö: Evet değiştirebilirsin. Evet,48 yaptın bunu. Evet, ilk üçgenimizi oluşturalım. Evet, 180, diğerini de oluşturalım. Üç açı yine doğru açıyı oluşturdu mu?

128-Öğr4: Evet hocam. Şurada oluşturdu, şu iç açılar şuralara geldi doğruyu oluşturdu.

129-Ö: Toplamı kaç oldu?

130-Öğr4: 180.

131-Ö: 180 derece evet oturabilirsin, anladın değil mi?

Yukarıdaki diyalogdan anlaşılacağı üzere Bahar, yine aynı yönteme başvurarak anlamayan ya da yanlış anlayan öğrencilerden ikisini sırasıyla tahtaya kaldırarak enstrümanı kullanmalarını sağlıyor. Hatalı ya da eksik öğrenmeleri gidermek için aracı kullanmalarını sağlamaktadır. Bahar, öğrencilerin enstrümanı kullanarak *öğrenci iş başında* orkestrasyonuna benzer eylemlerde bulunmak istemektedir. Ancak davet edilen öğrenciden istenenler gözler önünde olan bir bilgi olduğu için öğrenci iş başında orkestrasyonu olarak kodlanamamaktadır.

Dersin, öğrencilerin aşama aşama sonuca ulaşabileceği şekilde iyi planlandığı görülmektedir. Bahar'ın teknolojinin kendi kontrolünde olmasından ziyade öğrencilerin kontrolünde olmasını ve matematiksel tartışmalarla ders işlemeyi tercih ettiği görülmektedir. Sınıfa ya da belirli öğrencilere, kritik aşamalarda sorduğu sorular ile tartışmaları yönlendirmekte ve orkestrasyon türünde çeşitli değişiklikler yapmaktadır. Aşağıda bu sorulara örnek verilmiştir:

19-Ö: Evet peki bir şey soracağım sizce bu iki üçgen birbiriyle benzer mi, farklı mı?(Muhakemeye Zorlama)

26-Ö: Çağlacım sen neden farklı olduğunu düşünüyorsun?(Öğrencinin fikrini sondalama)

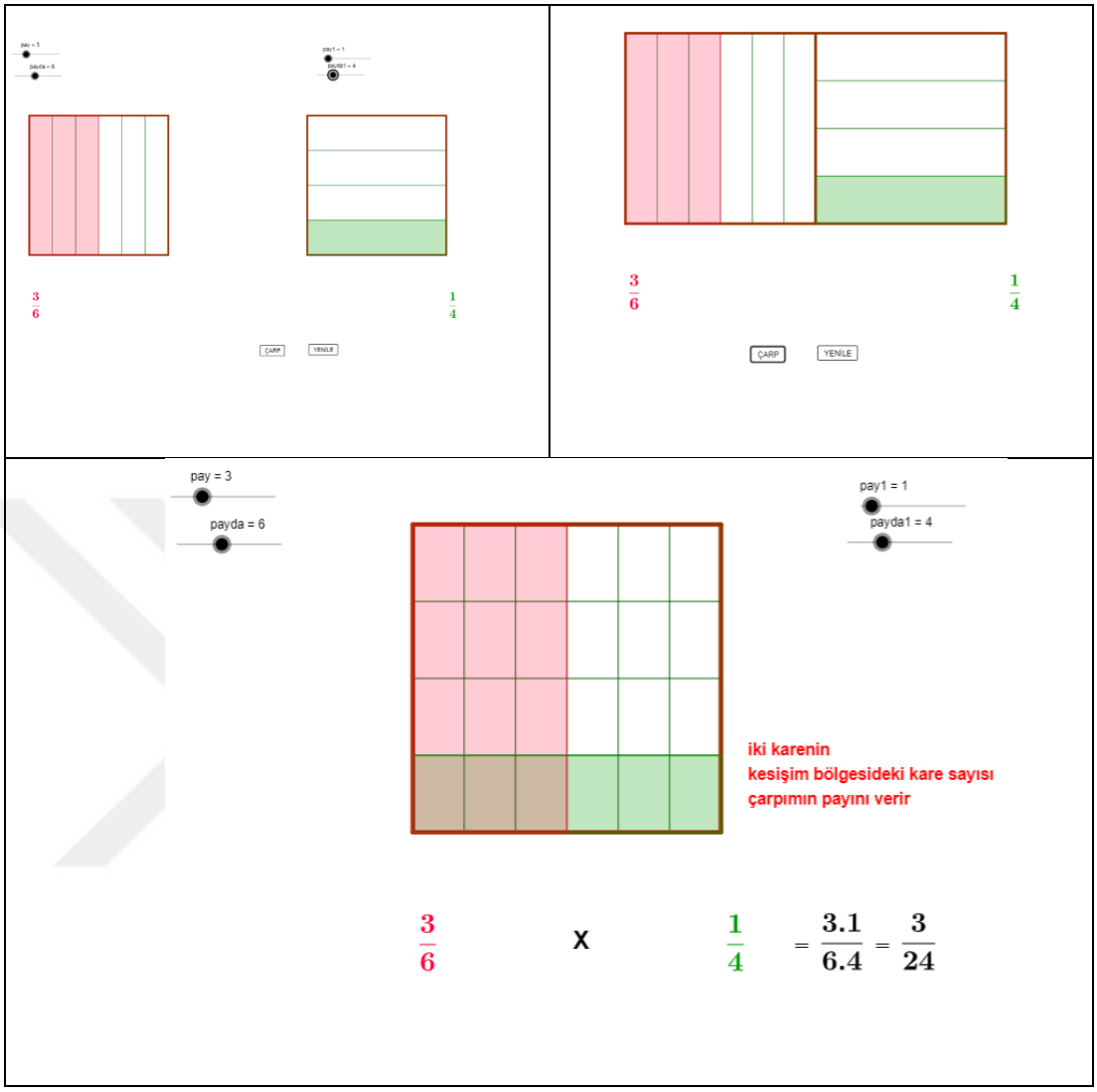
115-Ö: 180 derece yapacak. Peki diğer üçgenlerde de böyle olur mu sizce? (Muhakemeye Zorlama)

Baharın tüm öğretimi detaylı bir şekilde analiz edildiğinde tekrarlama (3), katıl ya da katılma (1), muhakemeye zorlama (3), öğrencinin fikrini sondalama (4) pedagojik söylemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bahar sondalama sorularından ve öğrenciyi katılıma davet ettiği eylemlerinden sonra öğrencilere bir dönüt vermemektedir (Örneğin, 19-33 satırları arasında sorulan sorular). Öğrenciler fikirlerini açıkladıktan sonra hatalı açıklama yapan bir öğrenciyi ekrana davet etmiştir. Öğrencinin hatasını fark etmesi için aracı kullanmasını sağlamıştır. Öğrencinin fikir beyan etmesinden sonra *sondalama* ya da *daha fazlasını söyle* eylemleri sınıf tartışmasının devam ettirilmesinde kullanışlı eylemlerdir. Ancak Bahar bu eylemleri kullanırken öğrencilere bir dönüt vermemiştir. Bu durumda matematiksel bir tartışma tam olarak oluşamamıştır.

Bu derste kullanılan teknolojik araç dersin işlenişinde oldukça farklı bir yol meydana getirmiştir. Öyle ki, bu aracın olmadığı durumda dersin işlenişi oldukça farklı olmak zorunda olurdu. Çünkü sürgülerle oluşturulan eş üçgenlerin yan yana birleştirilmesi, açılarının ölçülmesi ve farklı üçgenlerde aynı sonuçların alındığının görülebilmesini ancak bu teknoloji ile sağlayabiliriz. Bu açıdan bakıldığında araç, zamandan tasarrufun dışında konunun öğretiminde yeni bir yol ortaya koymaktadır. Bahar tarafından bu yeni yol kullanılmıştır.

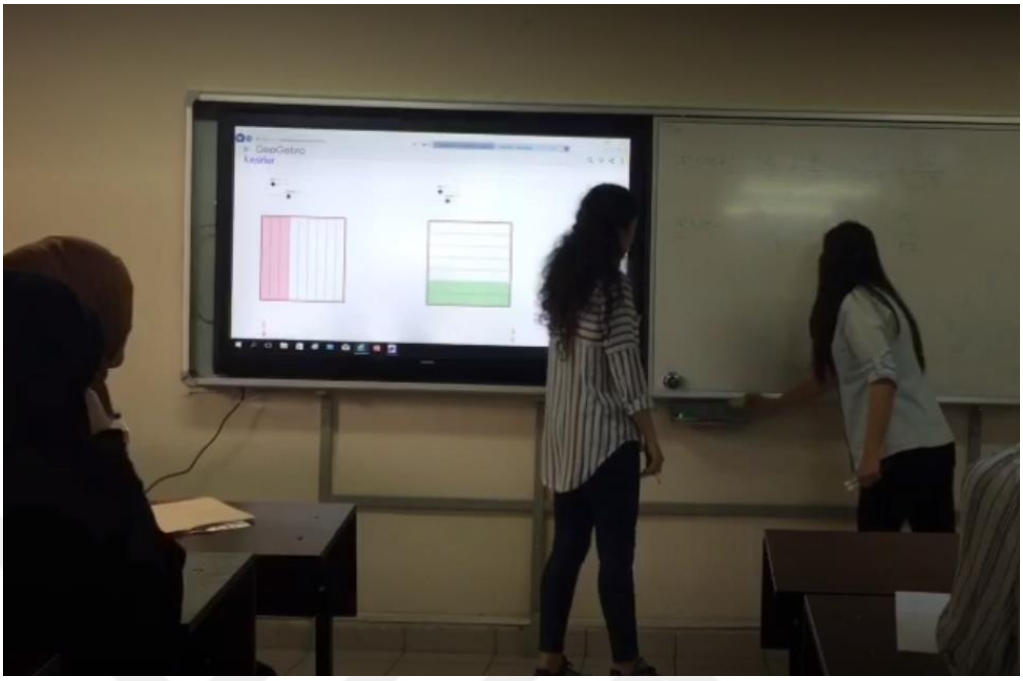
C1: C Grubunun 1. Video Simülasyon Görevi

C grubu öğretmen adayları 6. Sınıf konusu olan kesirlerde çarpma işlemini seçmiştir. MEB müfredatında "kesirlerde çarpma işlemini yapar ve anlamlandırır" kazanımını ele alarak Şekil 24'deki GeoGebra materyalini kullanmışlardır.



Şekil 24: C grubunun kullandığı GeoGebra materyali

C grubu 6 kişiden oluşmaktadır. Öğretmen adaylarından Burcu öğretmen rolünde diğerleri ise öğrenci rolündedir (Bkz. Şekil 25). Ders yaklaşık 15 dk. Sürmüştür. Derse önceki öğrenmelerin neler olduğunu hatırlatmak amacıyla kesirli sayılarda toplama işleminin nasıl yapıldığını göstererek giriş yapmışlardır. Burcu, yazı tahtasına kesirlerde paydaları aynı ve farklı olan sorular yazdıktan sonra soruları çözmek isteyen öğrencileri davet etmiştir. Dersin bu aşaması tahtada öğretim orkestrasyonu olarak tanımlanmıştır.

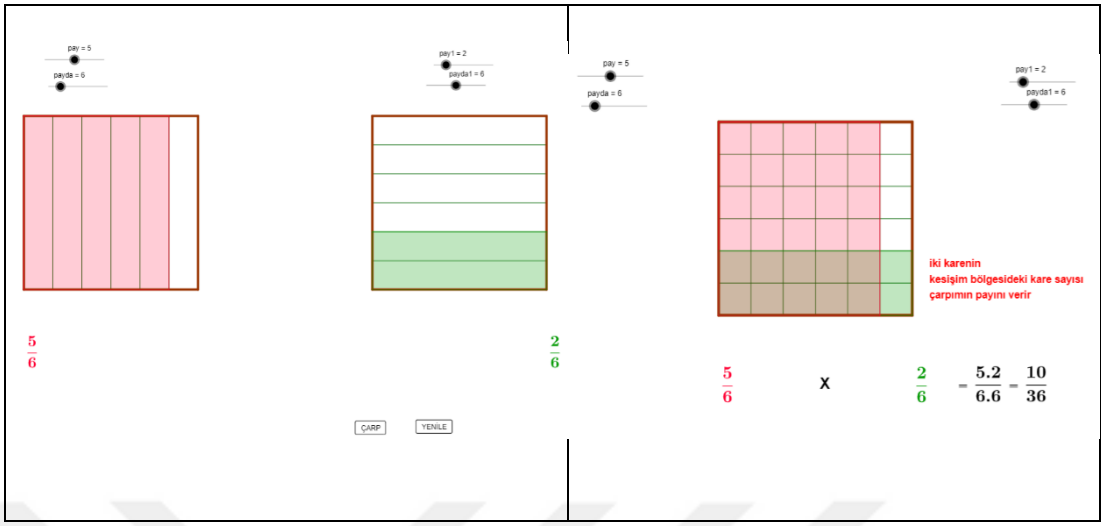


Şekil 25: C grubunun 1. video simülasyon görevinden bir kesit

Sonraki aşamada Burcu, GeoGebra etkinliğini açarak bu etkinliği kesirlerde çarpma işlemi için kullanacağını belirtmiştir. GeoGebra etkinliği üzerindeki sürgülerin şekilde hangi değişiklikleri yaptığını göstermek amacıyla sürgüleri hareket ettirmiştir.

> *35-Ö: Burada sürgülerimiz var. Bu sürgüler kesirlerin pay ve paydalarını arttırmaya yarıyor. Görelim mesela payını değiştirelim ilk kesrin. 4 oluyo, 5 oluyo payı 6 oluyo, 7 oluyo, 8 oluyo, 9 oluyo. Sonra ilk kesrin paydasını değiştirelim burdan sürgüden 8 oluyo, 7 oluyo, 6 oluyo. 6 oluyo, 5 oluyo, 4 oluyo. Bu sürgüden ise ikinci kesrimizin pay ve paydasını değiştiriyor, görelim. 1, 2, 3, 4, 5, 6 oluyor sonra bakıyoruz paydayı değiştiriyor. 8 oluyor, 9 oluyor, 6 oluyor gibi şeyler pay ve paydaları değiştirebiliyoruz. ...*

Burcu, daha sonra bir örnek üzerinden aracın nasıl çalıştığını göstermek istemiştir.



Şekil 26: Burcu'nun verdiği örneklerden biri

35-Ö: ... Şimdi bakalım nasıl çarpma işlemi yapıyoruz. 2 bölü 4 ile 2 bölü 6 kesirlerini birbiriyle çarpalım bakalım nasıl oluyormuş şeklimiz. 2 karenin kesişim noktasındaki kare sayısı çarpımın payını veriyormuş. Bakalım kesişimleri neresi oluyo? (Tahtadaki şekli göstererek) Şurası oluyo, toplam kaç kare var? 1, 2, 3, 4. Sonra toplam kare sayısı da bize paydayı veriyo. Sayalım 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. 24 tane karemiz varmış, o da bize paydayı veriyor.

Burcu'nun anlatımında yukarıdaki diyalog en önemli kesiti vermektedir. Çünkü çarpmanın birim kesirler üzerinden nasıl modellendiğini anlamanın yolu, çarpımın sonucunun pay kısmına neden iki kesrin kesişimindeki birim kare sayısının yazıldığını anlamaktan geçmektedir. Başka bir deyişle, kullanılan araç bir kesrin başka bir kesir kadarki değerini görsel olarak modelleyebilmekte ancak Şekil 26'daki gibi çarpımın sonucuna neden kesirlerin kesişimi alındığının anlaşılması için üzerinde durulup tartışılması gerekmektedir. Ancak Burcu'nun diyalogdan anlaşılacağı üzere bu konu hakkında bir açıklaması olmamıştır. "*2 karenin kesişim noktasındaki kare sayısı çarpımın payını veriyormuş"* ifadesiyle geleneksel öğretimde yapılan "kesirleri çarparken paylar çarpılıp paya, paydalar çarpılıp paydaya yazılır" ifadesi arasında kavramsal öğrenme açısından bir farklılık olduğu söylenemez. Ayrıca ekranda çarpma işlemi yapıldığında pay ile payın, payda il de paydanın çarpıldığı sonucu da

ekranda belirmektedir. Burcu bu gösterimi, kavramsal anlamanın gerçekleşmesinin ardından vermesi daha mantıklıdır.

Burcu, araçla ilgili gösterimlerine aracı kullanıp üzerinden örnekler çözerek devam etmiştir. Bu aşamada, teknik demo orkestrasyonunu kullandığı söylenebilir. Öğretmen, verdiği örnek üzerinden yukarıdaki açıklamaları yaptıktan sonra tahtaya bir alıştırma sorusu yazmıştır. Öğrencilerden birinin, tahtaya yazdığı soruyu araç üzerinde göstererek çarpmasını istemiştir. Öğrenci ilk olarak iki kesri sürgüleri kullanarak araç üzerinde modellemiştir. Daha sonra ise çarpımlarını göstererek iki şeklin kesişimindeki kareleri pay kısmına, şekildeki toplam kare sayısını paydaya yazarak sonuca ulaşmıştır.

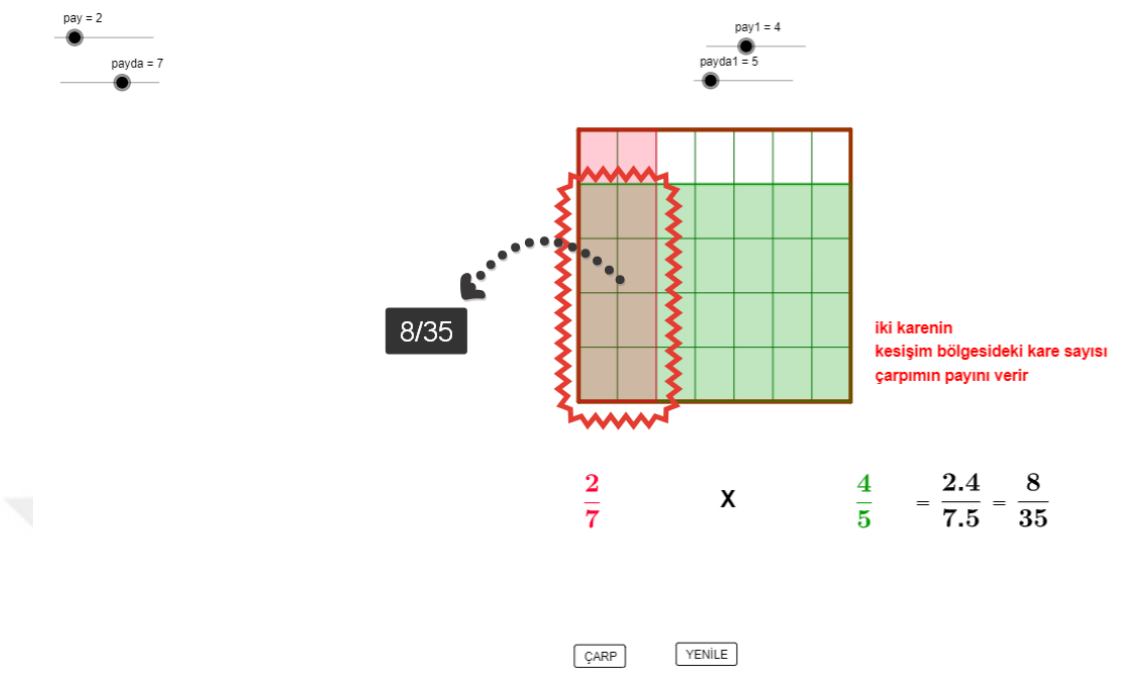
38-Öğr: Bu kesri 2 bölü 7 yapmaya çalışıyorum. Payı 2 yaptım, paydayı 7 yaptım. Bu kesirde 4 bölü 7 olacakmış. Kesişim bölgesi pay oluyordu o yüzden 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 payımız 8, paydamız da 35 tane.

39-Ö: Evet.

40-Öğr: O yüzden 8 bölü 35.

41-Ö: Bir tane daha örnek çözelim. İşlemi kim yapmak ister? Program üzerinde uygulayarak.

Yukarıdaki diyalog incelendiğinde öğrenci, öğretmenin tahtaya yazdığı örneği araçtaki sürgüleri düzenleyerek ekrana uyarladığı görülmektedir. Araç üzerindeki çarp butonuna bastığında iki kesir arasındaki çarpma işlemi aşağıda şekil 27'de olduğu gibi modellenmektedir.



Şekil 27: Çarpma işleminin modellenmesinde bir örnek

Öğrenci yukarıdaki şekilde gösterilen (kesişim bölgesindeki kareler) birim kareleri sayıp toplam birim kare sayısına bölerek işlemin sonucunu yazmaktadır. Burcu her ne kadar tahtaya öğrenci kaldırarak öğrenci merkezli bir öğretme sürecini hedeflemişse de öğrencilerle arasında öğrenci iş başında orkestrasyonundaki gibi diyalogların olmadığı görülmektedir. Diyalogda muhakemeye zorlama eylemi ya da sondalama soruları yer almamaktadır. Öğrenciler sürgüyü hareket ettirip öğretmenin istediği rakamlara uyarlamakta ve birim kareleri saymaktadır. Dolayısıyla öğrenci iş başında orkestrasyonunda olduğu gibi sınıfın geri kalanının ilham alacağı, öğreneceği veya öğrenme eksikliğini gidereceği bir diyalog olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla öğrencilerin tahtaya kalkıp alıştırma yaptığı bu süreç öğrenci iş başında orkestrasyonu olarak kodlanmamıştır.

Öğretmen, sırayla iki öğrenciye benzer şekilde sorular sormuş ve araç üzerinde modelleyerek çözmelerini istemiştir. Çözümlerden sonra çarpma işleminin nasıl yapıldığını özetleyerek dersi bitirmiştir.

65-Ö: Teşekkür ederim. Yani arkadaşlar kesirlerde çarpma işlemi yaparken payları birbiriyle çarparken, paydaları birbiriyle çarpıp; sonuçta paya payların çarpımını, paydaya paydaların çarpımını yazıyoruz.

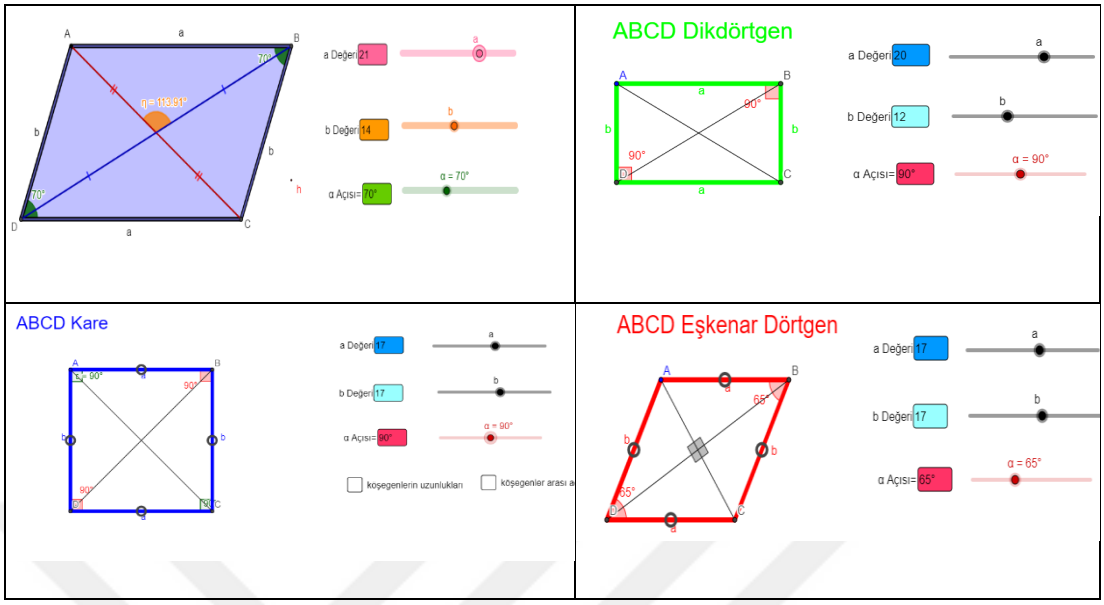
Burcu'nun VSG'de pedagojik eylemlerden sadece katıl ya da katılma eylemini bir kere kullandığı tespit edilmiştir.

Öğretmen, tahtada öğretim orkestrasyonundan sonra ekran üzerinden açıklamalar yaparak ders işlemiş ve öğrenciler ile bir diyalog kurmamıştır. Bu yüzden ekranı açıkla orkestrasyon türünü kullandığı görülmektedir. Ders genelinde öğrencileri katılıma davet, bekleme ve tekrarlama öğretmen eylemlerini kullandığı görülmüştür. Öğrencilerin katılıma davet edildiği durumlar tahtaya kalktığı durumlardır. Matematiksel bir tartışmaya davet edilmemişlerdir.

Öğretmen adayları kesirlerde çarpma işlemini GeoGebra etkinliği üzerinde modelleyerek göstermek istemişlerdir. Kesirlerde çarpma işlemini aracı kullanarak bir örnek üzerinden gösterdikten sonra yeterli açıklamaya yer vermemişlerdir. İki şeklin Şekil 27'deki gibi üst üste geldikten sonra kesişimlerinde yer alan kare sayısının paya, toplam kare sayısının ise paydaya yazılması gerektiği belirtilmiştir. Ancak bunun sebebine ilişkin bir açıklama yapılmamıştır. Kullanılan aracın, kesirlerde çarpma işleminin anlamlandırılması için uygun bir araç olmasına rağmen bu özelliğinden faydalanılamamıştır. Matematiksel bir tartışma oluşturulamadığı gibi tamamen öğretmen merkezli bir ders işlendiği görülmektedir.

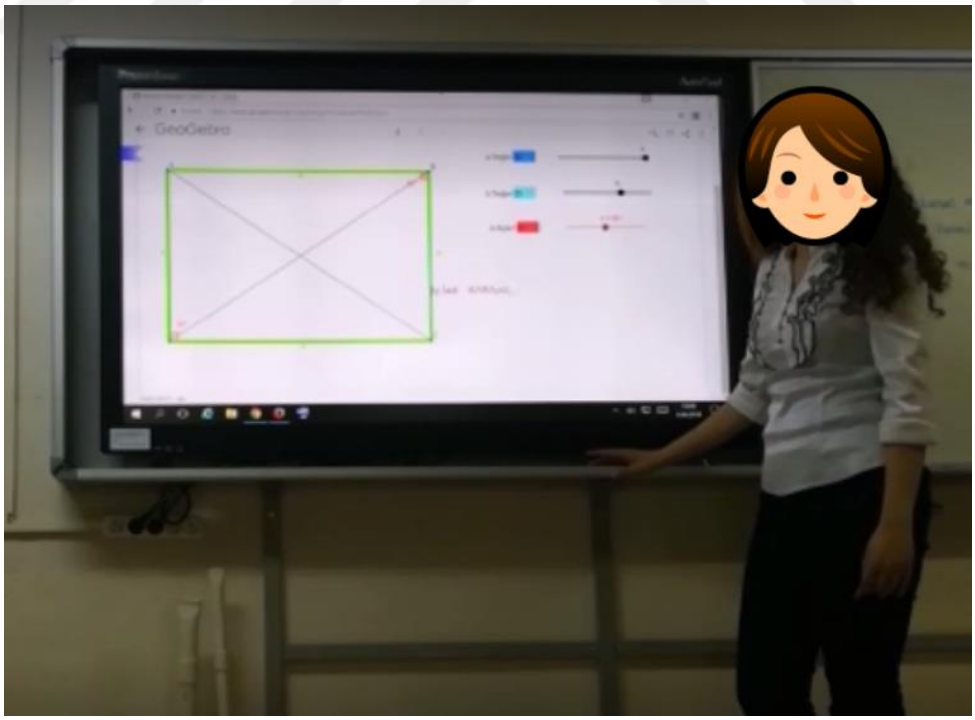
D1: D Grubunun 1. Video Simülasyon Görevi

D grubu hazırladıkları VSG görevinde 7. Sınıf geometri alt öğrenme alanından "Dikdörtgen, paralelkenar, yamuk ve eşkenar dörtgeni tanır; açı özelliklerini belirler" kazanımını ele alarak bir simülasyon hazırlamıştır. Geogebra programında hazırlanmış bir materyali kullanmışlardır (Bkz. Şekil 28).



Şekil 28: D grubunun 1. video simülasyon görevinde kullandığı materyal

D grubunda 6 öğretmen adayı bulunmaktadır. Selen isimli öğretmen adayı dersi anlatan öğretmen iken diğerleri öğrenci rolünde olmuştur (Bkz. Şekil 29). Ders 19 dk. sürmüştür.



Şekil 29: D grubunun 1. video simülasyon görevinden bir kesit

Selen, derse başlarken konu ve kazanım hakkında bilgi verip GeoGebra uygulaması üzerinde dersi işleyeceğini belirtmiştir. Öğrencilerle 7. sınıf kazanımı işlediğinden dolayı dikdörtgen, yamuk, paralelkenar, kare ve eşkenar dörtgen kavramlarını 5. sınıfta öğrendikleri varsayımı ile hareket etmiştir. Öğrencilere etkinlik üzerindeki sürgüleri tanıttıktan sonra dikdörtgenin tanımını yapmıştır.

1-Ö: ... Şimdi arkadaşlar ilk önce size programı küçük bir şekilde tanıtayım. Burda a değeri, b değeri ve alfa açısı var. a değeri dediğimiz bu AB doğru parçasının uzunluğu aynı şekilde DC doğru parçasının uzunluğunu ifade ediyor. b değeri dediğimiz değerse BC doğru parçasının uzunluğunu ve AD parçasının uzunluğunu ifade ediyor. Alfa açısı dediğimiz de B açısı ve D açısını şu anda ifade ediyor bunlar birazdan değişecek birazdan hep beraber göreceğiz. Şimdi arkadaşlar daha önceki dersimizde size dikdörtgenin ne demek olduğundan bahsetmiştim, dikdörtgen 2 kenarı paralel karşılıklı 2 kenarı paralel ve 90 derece tüm açıları 90 derece olan geometrik şekildi...

Selen daha sonra sürgüleri kullanarak kenar uzunlukları ve açıların değişmesi durumunda şeklin nasıl adlandırılacağını sınıfa sormuştur.

1-Ö: ... Şimdi a değeri ile biraz oynama yapalım, bu gördüğünüz tahta da gördüğünüz hatırladığınız gibi dikdörtgen arkadaşlar. a değeriyle oynuyorum gördüğünüz gibi. Evet, sen söyle kızım sence bu hangi şekle benziyo? a değerini değiştirdim.

2-Öğr: Dikdörtgen hocam.

3-Ö: Hala dikdörtgen, neden peki?

4-Öğr: Tüm açıları hala 90 derece ve karşılıklı kenarları paralel olduğu için.

5-Ö: Evet arkadaşınız doğru söyledi. a değerini değiştirmeme rağmen bu hala bi dikdörtgen gördüğünüz gibi. Peki b değerini değiştiriyorum. Gördüğünüz gibi şu an a değeri 9, b değeri 14 derece. Peki sen söyle arkadaşım bu tahtadaki şekil hangi geometrik şekle benziyor?

6-Öğr: Yine dikdörtgene benzedi hocam.

7-Ö: Neden?

8-Öğr: Çünkü açılar değişmedi yine 90 derece ve karşılıklı kenarlar paralel birbirine kısa kenarla uzun kenar var. O yüzden dikdörtgendir.

Selen, zaman zaman öğrenci öğretmen diyaloglarından ziyade ekrandaki gösterimlerden yola çıkarak çeşitli tanımlamalar yapmaktadır. Örneğin aşağıdaki diyalogta paralelkenarın tanımını ve paralelkenarı dikdörtgenden ayıran özellikleri aracı kullanarak açıklamaktadır.

9-Ö: Evet arkadaşınız doğru söyledi. Peki şimdi alfa açısıyla biraz oynayalım madem 90 derece olduğu için dikdörtgen dediniz. Şimdi arkadaşlar ilk defa gördüğünüz için bahsedeyim. Şimdi dikdörtgen gibi şu anda hala BC doğrusu ile AD doğrusu birbirine paralel, AC doğrusu ile BD doğrusu birbirine paralel. Karşılıklı kenarlar hala paralel ama dikdörtgenden bir farkı var. Dikdörtgenden ayıran özellik bu gördüğünüz şekildeki açıların 90 dereceden farklı olması. B açısı ve C açısı gördüğünüz gibi 125 derece aynı şekilde A ve D açıları da 90 dereceden küçük dar açı. Bu şekle özel olarak verdiğimiz ismi söylüyorum arkadaşlar bu şekildeki geometrik şekillere biz paralelkenar diyoruz. Nasıl aklınızda tutarsınız tek özelliği karşılıklı kenarları paralel olması. Açıyla falan hiç alakası yok bu şekilde aklınızda tutabilirsiniz. Peki a ve b uzunluklarıyla birazcık oynayalım. a uzunluğunu biraz arttırayım, b uzunluğunu biraz küçülteyim, arttırayım. Gördüğünüz gibi paralellik bozuluyor mu, bozuluyor mu arkadaşlar?

10-Öğr.ler: Hayır bozulmadı.

11-Ö: Bozulmuyor değil mi, demek ki uzunluğunun değişmesi paralelliği bozmaz ve açıları değiştirmez. Peki fark ettiyseniz ben oynadıkça renk değişiyor, bir noktaya gelince tam şu noktada kırmızıya dönüştü. Neden rengi değişmiş olabilir? Sen söyle evladım evet.

12-Öğr: Çünkü öğretmenim açısını değiştirmiyorsunuz ama şurda baktığımızda a değeri 22 santim b değeri 22 santim yani kenarları birbirine eşit oldu.

13-Ö: Evet.

14-Öğr: Kenarları eşitlenince bir anda rengi değişiyor.

15-Ö: Evet doğru söyledi arkadaşınız fark ettiyseniz kenarlar ikisi de 22 santim şu an eşit olduğunda bize bir uyarı vermek istedi program. Şimdi eşit olduğu zamanda bu şekle hala paralelkenar diyebilir miyiz sizce?

16-Öğr: Evet diyebiliriz.

17-Ö: Diyebiliriz, peki özel bir ismi var mı sizce bunun? Özel bir ismi varsa ne olabilir bi tahmin bulunun. Mesela ne olabilir? Evet.

18-Öğr: Tüm kenarları eşit olduğu için eşit kenar dörtgen diyebiliriz.

19-Ö: ... Evet arkadaşımız doğru söyledi. Peki örnek verebilir misin, eşkenar dörtgenle ilgili kâğıttan? Bu şekle benzeyen hiçbir şey gördün mü?

20-Öğr: Mesela baklava olabilir.

21-Ö: Baklava olabilir çok doğru, acıktın sen galiba.

22-Öğr: Biraz hocam.

23-Ö: Evet arkadaşımız doğru söyledi bu bir eşkenar dörtgen. Peki eşkenar dörtgende paralelkenardan farklı olarak dikkatinizi çeken bir şey var mı, tüm kenarlarının eşit olması dışında. Kim söylemek ister? Evet.

Selen'in ekran başında yaptığı açıklamalardan ve aracın kontrolünün kendisinde olmasından dolayı çoğunlukla "ekranı açıkla" orkestrasyon türünü kullandığı anlaşılmaktadır. Öğretmen sık sık öğrencilere sorular sorarak soru-cevap-dönüt tekniğine yer vermektedir. Bu da öğretmenin öğrenci merkezli bir ders işleme

çabası içerisinde olduğunu ancak matematiksel tartışma oluşturamadıkları için anlatımın ekranı tartış orkestrasyonu olarak kodlanamayacağını göstermektedir. Selen, ders sırasında eşkenar dörtgeni oluşturduktan sonra aşağıdaki açıklamaları yapmıştır.

23-Ö: Evet arkadaşımız doğru söyledi bu bir eşkenar dörtgen. Peki eşkenar dörtgende paralelkenardan farklı olarak dikkatinizi çeken bir şey var mı, tüm kenarlarının eşit olması dışında. Kim söylemek ister? Evet.

24-Öğr2: Hocam köşegenleri galiba dik kesişiyor.

25-Ö: Evet köşegenler dik kesişiyor öyle değil mi? Hepiniz dikkat ettiyseniz bura 90 dereceyi ifade ediyor. Paralelkenarda yoktu, bakın görelim tekrar paralelkenarda dik kesişmiyor. Peki alfa açısıyla biraz daha oynamak istiyorum. Şu an gördüğünüz gibi a ve b açısı ikisi de gördüğünüz gibi tahtadaki bütün kenarlar eşit. Sadece açıyı değiştiricem dikkat edelim. Açıyı biraz küçültüyorum, açıyı tam 90 derece yaptım. Bu şekil sizce eşkenar dörtgen mi, paralelkenar mı, dikdörtgen mi? Üçünü de işledik az önce, ne olabilir? Kim söylemek ister? Ya da ben mi kaldırayım? Listeden kaldırayım en iyisi. Evet, Büşra sen söyle.

Şekli bir kareye dönüştürdükten sonra bir öğrenci aşağıdaki açıklamayı yapmıştır:

34-Öğr1: Hocam değildir çünkü paralelkenarda bu şekilde eğik olması gerekiyordu o yüzden bence de değil.

35-Ö: Göster o zaman nasıl eğik, eğikten kastın. Eğikten kastın ne?

36-Öğr1: Şu şekilde yani böyle hani eğik oluyor ya buralar doğru parçaları.

37-Ö: Peki eğik olduğu için paralelkenar dedin ama burada şu an köşegenler dik kesişiyor.

38-Öğr1: Evet.

39-Ö: Az önce kesişmiyor dedin?

40-Öğr1: Şöyle…

41-Ö: Kenarla oyna mesela.

42-Öğr1: Tamam.

43-Ö: Şu an kesişmiyor.

44-Öğr1: Evet, bu şekilde eğik olunca paralelkenar oluyor bence.

45-Ö: Peki kesiştiği zaman niye paralelkenar olmuyor?

46-Öğr1: Dik kesiştiği zaman mı?

47-Ö: Evet.

48-Öğr1: Çünkü eşkenar dörtgen olduğunu söylemiştiniz.

49-Ö: Yani eşkenar dörtgen paralelkenar değildir farklı bi şey midir?

50-Öğr1: Evet.

Selen, hatalı düşünen bir öğrencinin tahtaya kalkarak yanılgısını ortaya çıkarmayı ve gidermeyi hedeflemiştir. Öğrencinin ekranda sürgüleri oynatarak düşüncelerini detaylı bir şekilde açıklamasını sağlamıştır. Daha sonra öğrenciyi yerine göndererek aşağıdaki açıklamaları yapmıştır:

51-Ö: Tamam oturabilirsin. Arkadaşlar gördüğümüz kadarıyla bazı yanılgılarımız var. Bir dakika şöyle 90 derece yapıyım. Az önceki şekil buydu. Şimdi arkadaşlar artık ne olduğunu söyleyeyim. Bu şekle yani özel olarak AB kenarına, BD kenarına, CD kenarının ve DA kenarının yani bütün kenarların birbirine eşit olduğu aynı zamanda paralel olduğu ve açıları, tüm açıların 90'ar derece olduğu yani bu şekilde A, B, C, D tüm açılar 90 derece ve köşegenlerin de aynı zamanda dik kesiştiği özel geometrik şekle kare adını veriyoruz.

Yukarıdaki açıklama ile 49-Ö diyaloğunda ortaya çıkan yanılgının giderilemeyeceği, Selen'in yeterli ve doğru açıklamayı yapamadığı anlaşılmaktadır.

Diyaloglarda sondalama, muhakemeye zorlama sorularını kullandığı görülmektedir. Ancak araçlı eylemlerinde, öğrencilerin bilgiyi yapılandırma yollarını kullanabileceği imkânlar varken önemli açıklamaları kendi yapmayı tercih etmiştir. Selen, dersin bir anında öğrenciden sorduğu bir soruya aracı kullanarak cevap vermesini istemiştir.

63-Ö: Kareye geri dönüyoruz. Peki, eşkenar dörtgenle, karenin özelliklerini saydık. Dikdörtgenle karenin farklı özellikleri nelerdir? Nedir Kübra dikdörtgenle karenin, göster bize istersen. Daha iyi anlayalım.

64-Öğr: Karede tüm kenarların eş olduğunu söylediniz, dikdörtgende bütün kenarlar birbirine eşit değil bir kenarın uzunluğunu değiştirebiliriz.

65-Ö: Değiştirelim.

66-Öğr: Mesela bunu kısaltalım 15 yapalım 14 olsun. Yani bu şekilde dikdörtgen olur bence.

67-Ö: Evet. Peki, hangi kenarları eşit, hangileri değil gösterebilir misin bize?

68-Öğr: Bu karşılıklı kenarlar birbirine eşit oldular.

69-Ö: Evet bu ikisi birbirine eşit oldu, bu ikisi peki eşit oldu mu? BC ve AD.

70-Öğr: Evet onlarda eşit.

71-Ö: Onlarda değil mi? Evet arkadaşlar dikdörtgende karedeki gibi bütün kenarlar eşit değil, karşılıklı kenarlar birbirine eşitti. Peki, köşegenlerle ilgili ne söyleyebilirsin?

72-Öğr: Hocam demin köşegenler dikti, yani dik açı oluşturuyordu ama burada oluşturmadı.

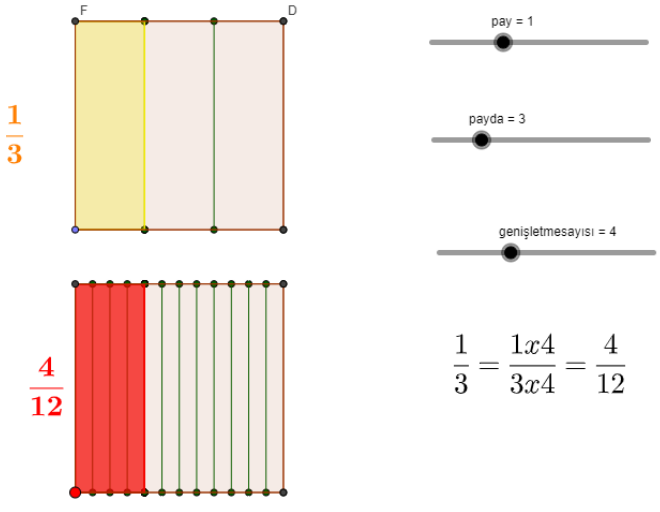
Yukarıdaki diyalogda bir öğrenci "kare ve dikdörtgen arasındaki farklılıklar nelerdir?" sorusuna cevap vermek için ekrandaki aracı kullanmıştır. Bu kullanım sonucunda edindiği bilgiye göre soruya doğru cevabı vermiştir. Bu aşamada öğretmen, aracın kullanımını öğrenciye bırakıp öğrencinin soruya ekranda gösterim yaparak

cevap vermesini sağladığından dolayı “öğrenci iş başında” orkestrasyonunu başarılı bir şekilde kullandığı anlaşılmaktadır.

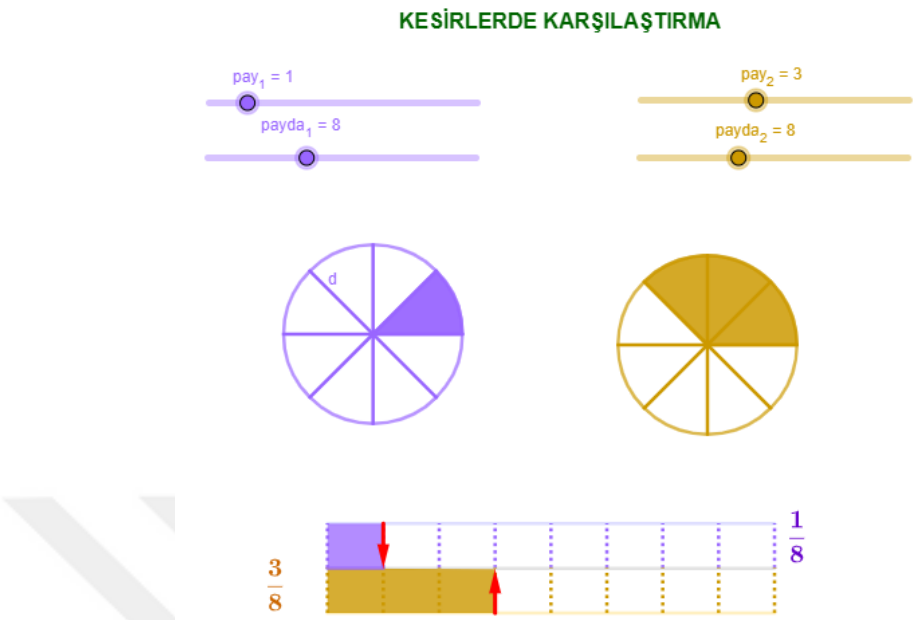
Selen, pedagojik eylemlerden muhakemeye zorlama (5), öğrenciyi katılıma davet (12), daha fazlasını söyle (7), tekrarlama (3), bekleme (3) ve öğrencinin fikrini sondalama (2) gibi eylemleri kullandığı görülmüştür. Selen soru sorduktan sonra öğrencilerin katılımını teşvik eden eylemlerde bulunmuştur. Bu sorular genellikle “hangi şekle benziyor?” gibi araç üzerinde bakılınca cevaplanabilecek nitelikte kısa cevaplı sorulardır. İki muhakemeye zorlama eyleminden sonra da öğrencileri katılıma davet etmiştir. Öğrenci katılımını teşvik eden soruların ve diğer eylemlerin sık kullanılmasına rağmen hazırlanan senaryo öğretim aşamalarını net şekilde ortaya koyamamıştır. Ayrıca öğrencilerin hata ve yanılgılarına müdahale amacıyla doğru ve yeterli açıklamalarda ve araçlı gösterimlerde bulunulmamıştır.

E1: E Grubunun 1. Video Simülasyon Görevi

E grubundaki öğretmen adayları birinci simülasyon görevinde 5. Sınıf kesirler konusunu ele almıştır. Öğretmen adayları, MEB (2018) müfredatından şu iki kazanıma derste yer vermişlerdir: “Sadeleştirme ve genişletmenin kesrin değerini değiştirmeyeceğini anlar ve bir kesre denk olan kesirler oluşturur” ve “payları veya paydaları eşit kesirleri sıralar”. Öğretmen adayları Şekil 30 ve Şekil 31’de verilen iki GeoGebra etkinliğinden faydalanmıştır.



Şekil 30: Denk kesirler için GeoGebra materyali



Şekil 31: Kesirlerde karşılaştırma kazanımı için kullanılan GeoGebra materyali

E grubu 6 kişiden oluşmaktadır. 24 dk. Süren simülasyonda Şerife isimli öğretmen adayı öğretmen rolünü almıştır. Şekil 32, E grubunun simülasyonundan bir kesiti göstermektedir.



Şekil 32: E grubunun 1. video simülasyonundan bir kesit

Şerife derse birim kesir kavramını hatırlatarak başlamıştır. Öğrencilerden birinden birim kesrin ne olduğunu açıklamasını istemiştir.

1-Ö: Kesirlerde karşılaştırma ve kesirlerde sadeleştirmeyi anlatıcam. Önce birim kesir nedir bana onu söyleyebilir misiniz? Bahattincim.

2-Öğr1: Ben hiç çalışamadım hocam.

3-Ö: Hiç çalışmadın tamam. Sen söyle peki?

4-Öğr2: Kesir, 1 parça olan kesir.

5-Ö: 1 parça olan, yani bir parça dediğimiz şey üstte mi bir yazıyor, altta mı bir yazıyor?

6-Öğr2: Bilmiyorum ben şekil olarak söylüyorum, bir bütünün parçalara ayrılmış hali. Mesela parçaların bir tanesi.

7-Ö: Bir parçası.

8-Öğr2: Evet mesela parçalara ayırdığımızda bir parçasını alırsak...

9-Ö: Bir bütünün bir parçasına birim diyoruz.

10-Öğr2: Evet.

11-Ö: Birim kesirde gösterebiliyoruz.

12-Öğr2: Evet.

Şerife daha sonra tahtaya bir kare çizdikten sonra şekli sırayla iki, dört ve 8 eş parçaya ayırmıştır. Bu sırada aşağıdaki diyaloglar oluşmuştur.

15-Ö: ... Bir örnek çizelim (Tahtaya 1/2 kesrini kare şekli çizerek modeller), bak bunu gösterdiğimizde bu hangi kesri ifade ediyor arkadaşlar?

16-Öğr.ler: 1 bölü 2.

17-Ö: 1 bölü 2'yi ifade ediyor. Peki bunu ben bu bütünümüzü 4 parçaya ayırdığımda (şekli 4 eşit parçaya ayırır) şu an şu taralı olan kesir neyi ifade ediyor?

18-Öğr2: 2 bölü 4.

19-Ö: Tekrar kesirlerimi ikişer parçalara ayırırsam (her parçayı iki eşit parçaya ayırarak) eğer burası neyi ifade ediyor?

20-Öğr3: Kaç parça oldu?

21-Ö: Kaç parça oldu bi say bakalım.

22-Öğr3: 4 bölü 8.

23-Ö: 4 boyalı 4 parça 4 bölü 8. 1 bölü 2, 2 bölü 4 ve 4 bölü 8 arasında nasıl bir ilişki var sizce?

24-Öğr3: 4 bölü 8 daha büyük.

25-Ö: 4 bölü 8 daha büyük ama şekil bize öyle demiyor Özlemcim. Sonuçta hepsi aynı.

26-Öğr2: Ama böldüğünde eşit oldu.

Şerife, tahtaya çizdiği şekil üzerinden denk kesirlere örnek vererek denk kesirlerin tanımını yapmak istemiştir.

28-Öğr2: O zaman hepsi denk kesirler. Eşit kesirler.

29-Ö: Yani biz bunlara ne diyoruz? Denk kesirler diyoruz dimi? Ama peki bu dengeyi sağlamak için örnek olarak şunu alıyım 1 bölü 2 ile 2 bölü 4'ü aldığımızda biz bunlara ne dedik? Denk dedik. Denk olmuyor mu?

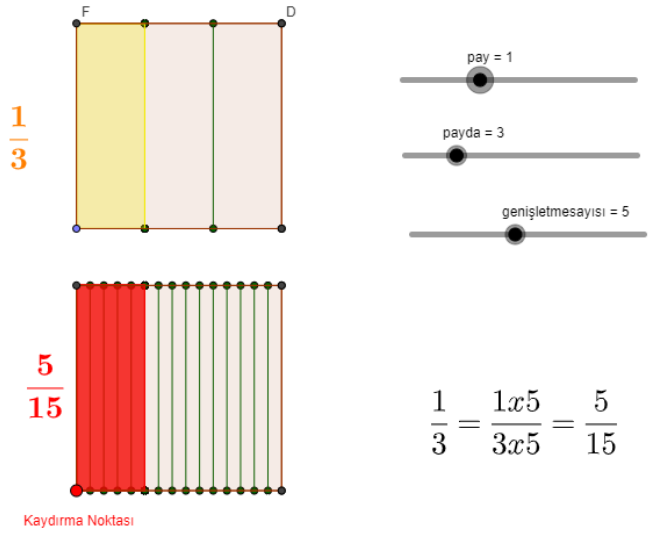
30-Öğr2: Denk dedik öğretmenim az önce.

31-Ö: Şimdi napıyoruz 1 bölü 2'den 2 bölü 4'de çıkması için biz napmışız (tahtaya yazdığı 1/2 ve 2/4 kesirlerini göstererek sorar), hangi işlemi uygulamışız?

32-Öğr3: 2 ile çarpmışız.

33-Ö: 2 ile çarpmışız yani hem payı, hem de paydasını 2 ile çarpmışız. Aynısını hem pay hem de payda aynı sayıyla çarpılıyorsa o zaman bu kesirlere denk kesirler diyoruz ve gösterdiği alanlar değişmiyor. Tamam bunları da anlattık, biraz daha programın üstünden bakalım.

Şerife ekrana (akıllı tahta) dönerek GeoGebra materyalinde gösterimlerine devam etmiştir. Materyal üzerinde Şekil 33'deki gibi üst üste duran eşit büyüklükte iki kare bulunmaktadır. Sürgülerden ikisi üstteki karenin pay ve paydasını düzenlerken üçüncü sürgü üstteki karenin hangi sayı ile genişletildiğini düzenlemektedir.



Şekil 33: 1/3 ve 5/15 denk kesirlerine ait gösterim

Şekil 33'de yer alan karelerden birinde "kaydırma noktası" isimli bir nokta görülmektedir. Şekil bu noktadan tutularak kaydırma özelliğine sahiptir. Bu özellik sayesinde kesirlerin eşit büyüklüğe sahip olup olmadıkları test edilebilmektedir. Şerife, ekranda Şekil 33' deki gibi 1/3 kesrini 5 ile genişleterek 5/15 kesrini elde etmiştir. Daha sonra örneklerine 2/7 kesrini 3 ile genişleterek devam etmiştir.

35-Ö: ... Şimdi bakalım neyi gösterelim (ekran üzerindeki aracı göstererek), tahtamızda 1 bölü 3 ile 5 bölü 15 var, gösterdiği alanlar aynı. 1 bölü 3'ün payını 5 ile çarpmışız ve paydasını 5 ile çarpmışız aslında aynı sayılarla çarpmışız. Aynı sayılarla çarpıyoruz 1x5=5, 3x5=15 oluyor. Gösterdiği alanlar aynı ise biz bunlara denk kesirler diyoruz. Başka napalım 2 bölü 7'yle... 2 bölü 7'yi 3 ile genişletelim. İkisini de... 2'yi 3'le çarptık 6 oldu, 7'yi 3'ile çarptık 21 oldu. Bu kesirler noluyo denk kesirler oluyor. Aslında temel olarak baktığımız da payı ve paydayı aynı sayılarla

çarpıyorsak denk kesirler elde edebiliyoruz. Anlamadığınız yer var mı burada?

36-Öğr3: Hayır öğretmenim.

37-Ö: Bahattin sen anladın mı?

38-Öğr1: Anladım hocam.

39-Ö: Tamam o zaman.

Şerife ekran üzerinde verdiği iki örnekten sonra kesirlerde sadeleştirme konusunu anlatmak için yazı tahtasına dönmüştür. Verdiği örneklerden sonra bir öğrenciyi kaldırarak anlatılanlar ile ilgili örnek soru çözdürmüştür.

39-Ö: ... Buradan tekrar devam edeyim (tahtaya 2/7 ve 6/21 kesirlerini yazıyor) 2 bölü 7 kesri neye dönüşmüştü? 6 bölü 21 kesrine dönüşmüştü. Biz bunu neyle çarpmıştık, 2 çarpı 3 bölü 7 çarpı 3 yapmıştık ve 6 bölü 21 olmuştu. Peki ben bu 2 bölü 7'yi bilmiyorsam eğer, 6 bölü 21'i en sade haline çevirmek istiyorsam, ikisini de ortak bir sayıya bölmem lazım. Şimdi bakıyorum bunların ikisi bire bölünüyor ama bire bölündüğünde yine aynı kesrimizi verecek, 2'ye bölünüyor mu diye bakıyorum 6 2'ye bölünüyor mu, evet bölünüyor ama 21 bölünmüyor. O yüzden 3'e bakıyorum 6 3'e bölünüyor, 21'de 3'e bölünüyor, o zaman şöyle yapıyorum 6 bölü 3, 21 bölü 3 eşittir 2 bölü 7 oluyor. Bunlar yine denk kesirler yani ben buradan çıkarmamız gereken sonuç ne genel olarak?

40-Öğr4: Aynı sayıya böldüğümüzde de denk oluyor.

41-Ö: Aynı sayıya da böldüğümüzde denk oluyor, o zaman şöyle söyleyeyim aynı sayılarla payı paydayı çarptığımızda genişletmiş oluyoruz, aynı sayıyı böldüğümüz zaman da sadeleştirmiş oluyoruz tamam?

42-Öğr4: Tamam. Biraz daha örnek verebilir misiniz?

43-Ö: Tabii ki. Mesela napalım, 1 bölü 6 yapalım, 3 bölü 18. 3 bölü 18'i sadeleştirmek istiyorum bakıyorum tekrar. 1'e bölünüyor mu, bölünüyor

ama bizim için bir şey ifade etmiyor. 2'ye hiç bölünmüyor o zaman ikisini de 3'e bölücem. Şöyle yapıyorum 3 bölü 3 bölü 18 bölü 3 eşittir 3 bölü 3 eşittir 1, 18 bölü 3, 6. Burada da gösterimde de var zaten 1 bölü 6 kesir, 3 bölü 18 kesri. Alanları aynı olduğu için denk kesirler diyoruz. Başka bi daha örnek yapalım hadi. Evet tamam. Özlemcim gelir misin? 2 bölü 3 kesrini 5'le genişletmeni istiyorum. (Öğrenci tahtada genişletme işlemini yapar) Tamam bir de gösterim olarak şöyle de yazabiliriz değil mi? Eşittir 2 çarpı 5 bölü 3 çarpı 5 olarak gösterebiliriz. Zaten sonuç aynı oluyor. Bi de sadeleştirme yapalım seninle, 9 bölü 24'ü sadeleştirmeni istiyorum. Şimdi baştan hangi sayıyla başlıyoruz?

44-Öğr3: 1.

45-Ö: 1 olmaz, 2'ye bölünüyor mu?

46-Öğr3: Bölünüyor.

47-Ö: Bölünmüyor.

48-Öğr3: Evet.

49-Ö: 9, 2'ye bölünüyor mu?

50-Öğr3: Ama bu bölünüyor.

51-Ö: Ama ikisinin de aynı anda bölünmesi lazım çünkü aynı anda payı ve paydayı bölecek ya da aynı anda payı ve paydayı çarpacak.

52-Öğr3: O zaman bölünmüyor.

53-Ö: Bölünmüyor o zaman 3'e bakalım.

54-Öğr3: Bölünüyor.

55-Ö: Bölünüyor, böl bakalım. Özlemcim öyle göstermiyoruz ama payı ve paydayı böldüğümüzü gösterelim aynen.

56-Öğr3: Böyle mi?

57-Ö: Hı hıı... Tamam, teşekkür ederiz. Anlaşılmayan bir yer var mı? Yok. Biz şimdi şöyle bir şey söylemiştik dimi, pay ve paydaya aynı anda bir sayıyla çarpıyorsak o kesri genişletmiş oluyoruz dimi. Peki o çarptığımız sayı noluyo? Genişletme katsayısı diyoruz.

Şerife buraya kadar dersin ilk 10 dakikasını kullanmıştır. Bu süreye kadar ekranı çok az kullanıp tahtada öğretim yapmıştır. Ekranı ilk defa Şekil 33'deki örneği açıklamak için kullanmıştır. Ancak ekran üzerindeki açıklamalarını, tahtada öğretim yaptığı sırada yapmış olduğu için GeoGebra materyalini işlevine uygun biçimde kullanmamış ya da kullanmayı tercih etmemiştir. Ekran üzerindeki materyalin sınırlı kullanımından dolayı buraya kadar yapılan öğretim tahtada öğretim orkestrasyonu olarak kodlanmıştır.

Şerife daha sonra kesirlerde karşılaştırma konusuna geçiş yapmıştır. Bu aşamada oluşan diyaloglar aşağıdaki gibi olmuştur.

57-Ö: ... Kesirlerde karşılaştırmaya geçiyoruz arkadaşlar. Şöyle düşünelim hep beraber sınıfça incir altına gittik, Özlem'in doğum günü olsun tamam?

58-Öğr.ler: Tamam.

59-Ö: Özlem'in annesi de kocaman pasta yapmış bize tamam mı? Şimdi şöyle olsun eğer ben pastayı 20 eşit parçaya bölsem sen bir tanesini yesen tamam mı, bir parça yedin. Sonra o pastayı 5 parçaya bölseydim ve 1 parçasını yeseydim hangisinde daha çok yemiş olurdum? 1 tane pasta var ve 20 eşit parçaya bölünüyor ve 1 tane yiyorsun, bir tane pasta var 5 eşit parça var 1 tanesini yiyorsun ama aynı pasta.

60-Öğr1: O zaman 5 parça.

61-Ö: Evet ya da şöyle de söyleye bilirim yine 1 tane pastamız var, 8 eş parçaya ayırdık 3 parçasını yedin tamam mı, o da (bir başka öğrenciyi işaret eder) 4 parçasını yedi.

62-Öğr1: Ben daha çok yiyeyim hocam.

63-Ö: Ama o da yese olmaz mı?

64-Öğr1: Tamam olsun.

65-Ö: Tamam olsun. Hangisi daha fazla yedi?

66-Öğr1: O.

67-Ö: O daha fazla yedi tamam. Peki 10 parçaya ayırsak sen 1 parçasını yedin, o 5 parçasını yedi hangisi daha fazlasını yedi?

68-Öğr1: O.

69-Ö: Yani bizim burada baktığımız şey napıyoruz pay ile payda diyelim. Eğer paydaları eşitse pay büyüdükçe aldığınız miktar daha da büyüyor tamam mı? Mesela burada bakalım biraz şekillerle örnek verelim. Payda 10 olsun ve payımız 3 olsun (ekrandaki araç üzerinde kesirleri ayarlar). Yine paydamız 10 olsun payımız 6 olsun. Şimdi buradan baktığımızda ikisinin de paydaları eşit ama burada 3 parça çizmişiz burada 6 çizmişiz.

...

75-Ö: Mor pasta 9 oldu, 10 oldu. Yani burada dikkat etmemiz gereken şey ne? İkisini de eş parçalara ayırdık pay sayımız arttıkça kesrimiz büyüdü. Şöyle bakalım 15 parça olsun, 15 parça olsun. Burada 8 parça, burada 4 parça diye bakalım. Peki bunlara baktığımızda hangisi daha büyük? Daha çok parça var?

76-Öğr3: Turuncu olanda.

77-Ö: Turuncu olanda. Yani sonuç olarak neye bakmamız lazım eğer paydalarımız yani bölenimiz eşitse pay arttıkça...

78-Öğr3: Daha çok pastayı yiyoruz.

79-Ö: Daha çok pastayı yiyoruz.

Yukarıdaki ekrandan görüleceği üzere Şerife kesirleri karşılaştırmaya paydaların eşit olduğu basit kesirleri anlatarak başlamıştır. Burada pasta örneği (57-Ö) ile öğretime başlamış ve genellemelere ulaşmıştır. Şerife'nin karşılaştırma için ekranda açtığı materyalde iki adet daire ile basit kesirler modellenebilmektedir. Pasta örneği için verdiği rakamları materyalde yazarak sınıfça matematiksel bir tartışma yoluyla matematiksel çıkarımlara ulaşılabilecekken materyali kullanmamıştır. Genellemeleri ifade ettikten sonra materyal üzerinden örnek vermiştir. Materyali kullanarak paydaları eşit olan iki kesri karşılaştırmıştır. Şerife materyali kendi anlattıklarını somut bir örnekle desteklemek amacıyla kullanmış olmuştur. Öğretimin bu aşaması hala tahtada öğretim olarak kodlanmaktadır.

Şerife çeşitli genellemelere ya da çıkarımlara ulaşıldıktan sonra tahtaya örnek yazarak öğrencilerin bu örneği ekranda göstermesini istemiştir. Aşağıda buna ilişkin bir örnek verilmiştir.

81-Ö: Hayır mesela ben sizi tahtaya kaldırıp yaptırsam, 3 bölü 5 ile 2 bölü 5'i kıyaslamanızı isteyeceğim (tahtaya kesirleri yazar).

82-Öğr2: (öğrenci tahtada yazan kesirleri ekranda göstermek için sürgüleri kullanır) Paydamız 5.

83-Ö: Evet.

84-Öğr2: 5 yaptım, burayı da 5 yapmam lazım. İlk kesrimizin payı 3, ikinci kesrimizin 2. Bunda 3 gelmiş, bunda 2 gelmiş.

85-Ö: Hangisi daha büyük?

86-Öğr2: O zaman bu daha çok, daha büyük.

87-Ö: Tamam orda yaz bakalım kesirde göster.

88-Öğr2: Tamam. 3 bölü 5 o zaman 2 bölü 5'ten büyüktür (kesirler arasındaki ilişkiyi <,> sembolleri ile tahtaya yazarak gösterir).

Öğrenci tahtada yazan kesri ekranda oluşturur. Ekranda iki kesrin büyüklükleri zaten kıyaslanmaktadır. Dolayısıyla öğrenci iki kesir arasındaki karşılaştırmayı > ve

ya < sembollerinden uygun olanı kullanarak tahtaya yazar. Dolayısıyla Şerife'nin burada öğrenci iş başında orkestrasyonunu kullanmaya çalışmadığı, pekiştirme amaçlı örnek çözümü yaptığı görülmektedir. Ancak çok basit de olsa teknolojik bir eylem ile matematiksel sonuca varıldığı için burada bir orkestrasyon olarak kodlanamasa da açıklanmaya değer bulunmuştur.

Şerife daha sonra payın eşit paydaların farklı değerler aldığı kesirlerin karşılaştırılması konusuna geçmiştir. Aşağıda bu aşamada gelişen diyaloglar verilmiştir.

101-Ö: Tamamdır. Şunu da şöyle yapalım (ekran üzerindeki araçta payları eşit ve paydaları farklı iki kesri gösterir). Şimdi bu 2 kesre baktığımız da dikkat etmemiz gereken şey ne? Paylarımız?

102-Öğr.ler: Eşit.

103-Ö: Paydalarımız farklı, peki baktığımızda hangisi daha büyük?

104-Öğr4: Mor pasta.

105-Ö: Mor pasta, peki morun payı kaç?

106-Öğr4: 13.

107-Ö: (turuncu daireyi göstererek) Peki bunun payı kaç?

108-Öğr.ler: 19.

109-Ö: Peki buradan ne çıkarabiliriz şu an? Bir şey çıkaramıyoruz tamam. Payını değiştirelim (Ekranda payları eşit ve paydaları farklı değerlerde iki kesir oluşturur). Şöyle olsun tamam. Şimdi buna baktığımızda ikisi de ne?

110-Öğr: Payları eşit.

111-Ö: Payları eşit, paydaları peki?

112-Öğr1: Farklı.

113-Ö: Paydaları farklı. Birisinin 8, birisinin?

114-Öğr3: 17.

115-Ö: Peki hangisi daha büyük?

116-Öğr3: Mor pasta daha büyük.

117-Ö: Paydaları arasında nasıl bir ilişki var?

118-Öğr3: Küçük olan daha büyük.

119-Ö: Küçük olan daha büyük değil mi?

120-Öğr2: Niye böyle oldu öğretmenim?

121-Ö: Niye böyle oldu, çünkü buradaki pastayı ben 8 eşit parçaya böldüğümde 7 parçasını aldım (7/8). Bütüne en yakın olacak şekilde aldım.

122-Öğr2: Evet.

123-Ö: Buraya baktığımız da 17 parçaya bölmüşüm 7 parçasını almışım (7/17). Yani daha yarısını bile aslında alamamışım. Paylar eşit olabilir ama ben aynı bütünü böldüğüm zaman, bu daha küçük sayıya böldüğümde dilimleri daha büyük oluyor. Şimdi biraz örnek çözelim (tahtaya 8/15 ve 8 /9 yazar).

Yukarıdaki diyaloglarda Şerife payların eşit olduğu farklı kesirleri sıralamada uygulanacak stratejiyi bulmak için ekrandaki materyali kullanmaktadır. Materyalde birden fazla örnek vererek öğrencilerin bir stratejiye ulaşmasını sağlamak istemiştir. Öğrencilerden biri stratejiyi anlamak için bu durumun neyden kaynaklandığını sormuştur (120-Öğr2). Şerife bu soruyu bir örnek üzerinden detaylı bir karşılaştırma ile cevaplamıştır. Şerife verdiği cevapta kısaca "7/8 kesri bütüne en yakın basit kesir iken 7/17 kesri yarımdan küçüktür" açıklamasını yapmıştır. Dolayısıyla 7/8 kesrinin 7/17'den büyük olduğunu kavramak için uygun bir örnektir. Ancak payların eşit olduğu durumda kesirleri karşılaştırma işlemine başlamak için 59-Ö satırında verdiği

pasta örneğinin erken verildiği ve üzerinde durulmadan paydaları eşit olan kesirleri karşılaştırmaya geçildiği görülmektedir. Ekranda payları eşit ve paydaları farklı olan kesirleri karşılaştırma işlemine başlamak için pasta örneğindeki gibi payları 1 iken paydaları farklı olan kesirleri karşılaştırarak başlamak daha makul iken 7/8 ve 7/17 kesirleri ile başlamıştır. Bu sırada ekranı açıkla orkestrasyonu kullanılmaktadır ve faydalanma modunun hata içerdiği anlaşılmaktadır. Öğrencilerle matematiksel bir tartışma ortamı oluşmamıştır. Ancak, öğretmen çeşitli açıklamalarda bulunurken öğrencilerin tartışma sayılmasa da sorulara cevap verdiği sınırlı bir katılım mevcuttur. Dolayısıyla bu bölüm rehberlik et ve açıkla orkestrasyonu olarak kodlanmıştır.

Şerife, öğretime yukardaki diyaloglardaki gibi örnek çözümü ile devam ettikten sonra pay veya paydalarından biri eşit olmayan kesirlerin karşılaştırılması konusuyla devam etmiştir. Bu konuyu kavramaları için öğrencilere tahtaya yazdığı ¼ ve 3/8 kesirlerini kullanır. Şerife bu aşamada verdiği örnekte ¼ kesrinin genişletilmesi gerektiğini açıklar. Genişletme işleminden sonra kesirleri sıralar. Bu aşamada tahtada öğretim yapıldığı için diyaloglara yer verilmemiştir.

VSG ayrıntılı bir şekilde incelendiğinde öğretmen eylemlerinden öğrenciyi katılıma davet (2), bekleme (2), muhakemeye zorlama (2), daha fazlasını söyle (6), yeniden ifade etme (5) ve tekrarlama (5) kullanıldığı anlaşılmıştır.

4.2.4 Birinci Video Simülasyon Görevlerinin Genel Değerlendirmesi

Video simülasyon görevleri incelendiğinde ekranı açıkla, akranı tartış, rehberlik et ve açıkla, öğrenci iş başında gibi orkestrasyon türlerinin kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının herhangi bir teknolojik eylem içermeyen geleneksel öğretimlerini ifade etmek için kullanılan tahtada öğretim orkestrasyonunun genellikle dersin giriş aşamasında kullanıldığı görülmektedir. Ancak E1 simülasyonunda olduğu gibi ekrandaki araçta yapılabileceği halde tahtada çizim yapıldığı ve tahtada anlatıldığı durumlar da mevcuttur. B1 simülasyonunda ekran tahta ilişkisi orkestrasyonunu kullanmaya çalışıldığı ancak görevin basit ve görsel olarak çabuk fark edilir nitelikte olmasından dolayı hatalı olduğu görülmektedir. Öğrenci iş başında orkestrasyonu olarak sayılamayacak örnekler de mevcuttur. Bu örneklerde öğrencilerin tahtaya davet edilmesi durumunda kendilerine sorulan soruların ve araçlı

eylemlerin yeterli bilişsel talebi olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla öğrencilerin tahtaya kalktığı, teknolojiyi kullandığı ve sorular sorulduğu her eylem bu şekilde kodlanmamıştır. D grubunun senaryosunda öğretim ile ilgili aşamaların net bir şekilde ortaya koyulamadığı görülmektedir. Örneğin dörtgenlerin özelliklerinin mi verilmek istendiği yoksa dörtgenlerin birbirleri ile ilişkisinin mi kurulmaya çalışıldığı net olarak belli değildir. Dolayısıyla senaryonun iyi düzenlenmediği ve aracın faydalarından yeteri kadar yararlanılamadığı bir örnek olmuştur. E1 simülasyonu da benzer şekilde senaryoda hataların olduğu durumlar mevcuttur. Yukarıda sırasıyla açıklanan beş simülasyondan dördünün aracın sağladığı imkânlardan faydalanabildiği durumlar vardır. Ancak C1 simülasyonunda bu durumdan söz edilememektedir. Çünkü araç ile kesirlerde çarpma işleminin nasıl yapıldığı anlamlandırılamamıştır.

Yukarıda sayılan sebeplerden dolayı ders tasarımı modelinde bu döngüye has olmak kaydıyla değişikliğe gidilmiştir. Ders tasarımına göre VSG'den sonda öğretmen adaylarının sınıf uygulamalarını yapmaları planlanmıştı (Bkz. Şekil 11 ve Tablo 14). İkinci döngüde elde edilecek olan videoların, üçüncü döngüde kullanılacak video durumlara kaynak olması planlanmıştır. Ancak yukarıda sayılan hatalardan sonra sınıf uygulamalarına geçilmesi durumunda, öğretmen adaylarının orkestrasyonları ve öğretmen eylemlerini hatalı ve/veya eksik kullanma ya da kullanamama riski ortay çıkmıştır. Böyle bir durumun yaşanması durumunda 3. döngüde video durumlar ile öğretim yapılması için sınıfta iyi uygulamalara verilebilecek örneklerin olmaması riski göze alınamamıştır. Bu yüzden öğretmen adaylarının aynı gruplarla ikinci defa VSG hazırlamasına karar verilmiştir.

4.2.5 İkinci Video Simülasyon Görevlerinin EO ve PS Kuramsal Çerçeveleri Açısından İncelenmesi

Bu başlık altında öğretmen adaylarının hazırlayıp teslim ettikleri ikinci VSG'ler Enstrümantal Orkestrasyon ve Pedagojik Söylemler kuramsal çerçeveleri açısından değerlendirilecektir.

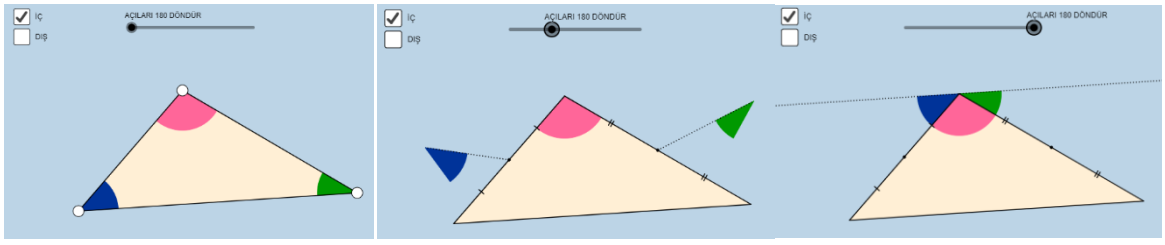
A2: A Grubunun 2. Video Simülasyon Görevi

A grubu ikinci video simülasyon görevinde 5. Sınıf kazanımı olan Üçgen ve dörtgenlerin iç açılarının ölçüleri toplamını belirler ve verilmeyen açıyı bulur. Kazanımını işlemiştir. Simülasyon 16 dk. sürmüştür. Simülasyonda Eda isimli öğretmen adayı öğretmen rolündedir (Bkz. Şekil 34).



Şekil 34: B grubunun 2. Video Simülasyon Görevinden Bir Görüntü

Öğretmen adayları derste Şekil 35'deki GeoGebra materyalini kullanmıştır.



Şekil 35: A2 Simülasyonunda Kullanılan GeoGebra Materyali

Eda, öğrencilerin üçgenin iç açılarının toplamının 180 derece olduğunu keşfetmeleri için GeoGebra'dan uygun bir etkinlik seçmiştir. Bu aracı kullanmadan önce üçgende açı çeşitlerini (dar, dik, geniş) hatırlatmak için akıllı tahtada çizimler

yapmıştır. Bu çizimleri yapmadan önce açı çeşitlerini öğrenciler söylemiştir. Eda ise bunların çizimlerini yapmıştır. Eda'nın burada mümkün olduğunca öğrenci katılımını teşvik etmeye çalıştığı görülmektedir. Dersin bu aşamasında ekran yazı tahtası gibi kullanılmaktadır. Herhangi bir enstrümanlı eylem olmadığı için dersin bu aşaması *tahtada öğretim* orkestrasyonu olarak kodlanmıştır.

Ö: Öğretmen, Öğr: Öğrenci

11-Ö: Evet öyle deniyor ama buradan birleştiriyoruz bunu üçgende kapalı bir şekil oluşuyor böyle. Şimdi üçgende açıya baktık ve buradan sonra açı çeşitlerine girelim, açı çeşitlerini hatırlayan var mı? Yani açılar hep (tahtada duran üçgeni göstererek) bu şekilde midir?

12-Öğr: Hayır.

13-Ö: Değildir dimi? Evet Merve.

14-Öğr: Geniş açı vardı öğretmenim dar açı vardı.

15-Ö: Evet nasıldı? Pınar sen söyle.

16-Öğr: Dik açı vardı.

17-Ö: Dik açı vardı. Tamam, hepsini biraz hatırlayalım. Dar açı vardı bir bakalım, bir çizelim. Tamam. Şunu seçelim, bu neydi çocuklar (Tahtaya çizdiği şekli göstererek)?

Eda sonraki aşamada dersin konusu olan üçgenin iç açılarının toplamı ile ilgili GeoGebra etkinliğini açmış ve bu etkinlikte sürgülerin ne işe yaradığını öğrencilerin bulmasını istemiştir. Eda öğrenci katılımını arttırmak için öğrencileri tahtaya kaldırmaktadır.

41-Ö: Peki, yapmak isteyen var mı? (Resmin üstündeki çizgiyi gösterir) şuralarda bir şeyler var. Şu mesela bir oynatalım bakalım. Bunu denemek isteyen var mı?

42-Öğr: Hocam ben deneyebilir miyim?

43-Ö: Tamam, Safiye denesin herkes bir izlesin onu. Evet, Safiye onu, n'oldu?

44-Öğr: Doğru açı oldu hocam.

45-Ö: Doğru açı değil mi şu doğru açı. Açılar burada birleşti. N'oluyor ölçüsü şu an oluşuyor değil mi bir şeyler?

46-Öğr: Hocam açıları topladık değil mi?

47-Ö:Evet burada açıları topluyoruz. Açıların hepsi buradan yukarı çıktı ve doğru açıda birleşti. Başka bir şey deneyelim

Eda, yukarıdaki diyalogdan anlaşılacağı üzere zaman zaman öğrencileri tahtaya kaldırarak öğrencinin öğrenme sürecinde aktif rol almasını hedeflemektedir. Ancak tahtaya kalkan öğrenci ile arasındaki diyalog incelendiğinde *öğrenci iş başında* orkestrasyonu olarak kodlanacak düzeyde bir etkileşimin olmadığı, öğrencinin kısa süreliğine sürgüyü kullanıp bir gösteri (demo) yaptığı ya da bir çıkarımda bulunduğu görülmektedir.

Öğretmen adayı Eda, aracı kullanırken ve öğrencilere kullandırırken üçgenin köşelerinden tutup sürükleme özelliğinden yararlanarak dar açılı, dik ve geniş açılı üçgenler oluşturmuştur. Öğrencilerin, her durumda üçgenin iç açıları toplamının 180 derece olduğunu kavramasını amaçlamıştır.

67-Öğr2: Öğretmenim dik açılı üçgen çizdiğimizde de 180 derece olur mu?

68-Ö: Evet, evet ama onu ayarlamamız lazım ama onu şu üçgeni tam ayarlamamız lazım.

69-Öğr1: Ben yapayım mı?

70-Ö: Yap bakalım Sümeyye. Siz bunu dik gibi düşünün, burayı dik gibi düşünün ayarlayamadık burası dik olsa, yine birleştir bakalım yukardan.

71-Öğr2: Yine 180.

72-Ö: Yani açılar ne olursa olsun üçgenin iç açılarının toplamı bize neyi veriyor?

73-Öğr2: Her zaman 180.

74-Ö: Her zaman 180. Niye çünkü doğrusal bir açı elde ediyoruz.

Eda üçgenin iç açılarının toplamının her durumda 180 derece olduğunu göstermek için uygun bir araç seçmiştir. Aynı konuyu teknolojinin olmadığı bir ortamda işleyebilmek için yine BİT dışında farklı bir materyal kullanmak gerekmektedir. Bu durumda bu araç dinamik ve ergonomik özellikleri bakımından öğretimde ciddi faydalar sağlamıştır.

Eda ve grubundaki öğretmen adayları ders planlamasında çeşitli hatalar yapmıştır. Bunlardan ilki Öğrencilerin sorduğu bir soruya verilen yanıtın planlamasında görülmektedir.

121-Öğr3: İkizkenarlarda nasıl olacak açı?

122-Ö:Soru çözelim o zaman. İkizkenar olsun son sorumuzu çözelim. Hemen ben size bir tane çiziyim. Safiye sen gel o zaman. Gel bakalım. Sana A açısını soruyorum. İkizkenar üçgen onu unutmayalım.

123-Öğr2: Zaten bir açıda vermemiş. O zaman ikizkenar dik açıyı vermiş.

124-Ö: Evet.

125-Öğr2: 90'ı çıkaralım.

126-Ö: Evet.

127-Öğr: 90 kaldı. Diğer 2 açının toplamı 90'mış.

128-Ö: Nasıl bir üçgen yani bu? İkizkenar üçgen değil mi bu? Evet.

129-Öğr3: O zaman geriye kalan 90'ı 2'ye bölersem 45 kalıyor, 45 derece.

130-Ö: İkisi de eşit değil mi? Tamam. Bunu anlamayan var mı? Kafasına takılan, bu ders hakkında sorusu olan var mı?

Yukarıdaki diyalogda da görüldüğü üzere öğrenci ikizkenar üçgende iç açıların toplamının 180 derece olup olmayacağını sormuştur. Ancak Eda sorulan bu soruyu

tahtada bir ikizkenar sorusu çözerek cevaplamak istemiştir. Tahtaya ikizkenar dik üçgen çizerek (dik kenarların birbirine eşit olduğunu şekil üzerinde belirterek) bir dar açının kaç derece olduğunu sormuştur. Bu soruyu çözmesi için yine bir öğrenciyi tahtaya kaldırıp çözdürdüğünde öğrenci iç açıların ölçüleri toplamını 180 derece olarak belirleyip 180-90=90 ve 90/2=45 çözümüne ulaşmıştır. Ancak bu çözüm öğrencinin sorduğu sorunun yanıtı değildir. Öğrenci ikizkenar üçgende iç açılar toplamının kaç derece olduğunu sormuştur. Eda'nın araç üzerinde bir ikizkenar üçgen oluşturması sonra da iç açıların toplamını göstermesi gerekmektedir.

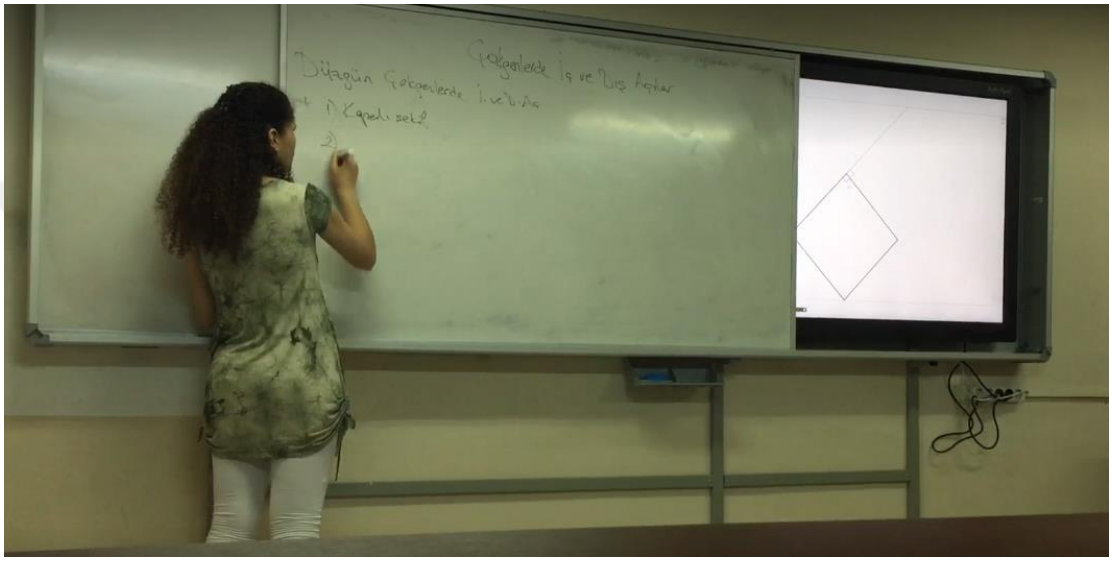
Eda ve öğrenciler arasında gerçekleşen diyaloglar incelendiğinde dersin soru-cevaplar ile işlendiği görülmektedir. Öğrencilerin sorduğu sorulara Eda araç üzerinde denemeler ve gösterimler yaparak cevap vermek istemiştir. Diyaloglar öğretmen-öğrenci etkileşiminin olduğunu göstermektedir. Öğrenci-öğrenci etkileşimine dayalı diyaloglara dair bir ipucu bulunamamıştır.

Öğrencilerin sordukları sorular ders işlenişinde Eda'nın ders planının dışına çıkmasını gerektiren sorular değildir. Ancak yukarıda belirtildiği üzere Eda, öğrencilerden birinin sorduğu soruya hatalı bir cevap vermiştir.

Eda'nın video simülasyonu incelendiğinde tahtada öğretim, ekranı tartış orkestrasyon türlerinin kullanıldığı görülmektedir. Eda tahtaya öğrenci kaldırmış olmasına rağmen bu öğrenciler ekranda kısa bir deneme yapmak ya da bir soruyu çözmek amaçlı tahtaya gelmiştir. Bu yüzden öğrenci iş başında orkestrasyon türünün kullanıldığı söylenememektedir.

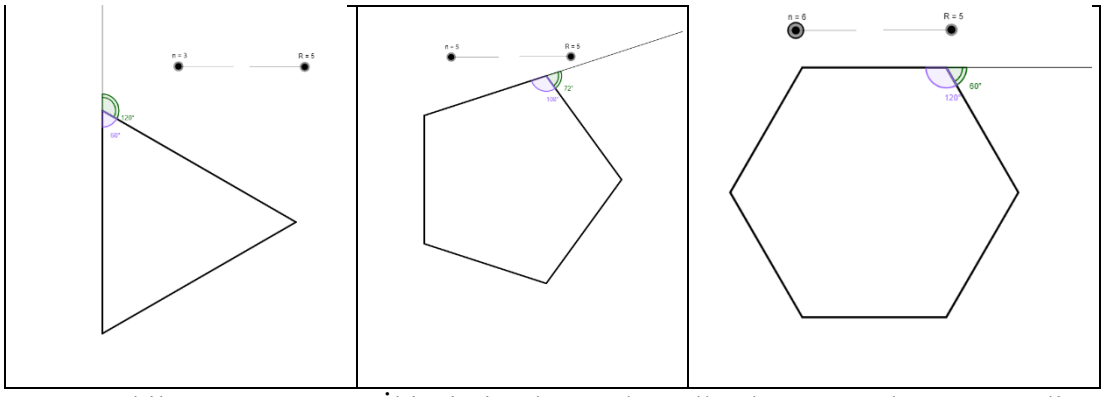
B2: B Grubunun 2. Video Simülasyon Görevi

B grubu öğretmen adayları ikinci simülasyonlarında 7. sınıflarda "*çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar*" kazanımını ele almışlardır. 19 dk süren simülasyonda öğretmen adayı Deniz, öğretmen rolünü almıştır (Bkz. Şekil 36).



Şekil 36: B Grubunun İkinci Video Simülasyon Görevinden Bir Kesit

B grubu ele aldıkları kazanım için Şekil 37'deki GeoGebra materyalini kullanmıştır.



Şekil 37: B grubunun İkinci Simülasyonda Kullandığı GeoGebra Materyali

B grubunun seçmiş olduğu GeoGebra etkinliğinde iki adet sürgü bulunmakta ve bu sürgülerden biri düzgün çokgenin kenar uzunluğunu büyütüp küçültmektedir.

Diğer sürgü ise n=3'ten başlayarak sırasıyla eşkenar üçgen, n=4 için kare, n=5 için düzgün beşgen vs. oluşturulmaktadır. Araç ile düzgün çokgenlerin bir dış açısının ölçüsünün kenar sayıları ile ilişkisi keşfedilebilmektedir.

Deniz, aracı kullanarak matematiksel çıkarımlara ulaşmak için tahtaya kaldırdığı öğrencilerin eylemleri üzerinden açıklamalar yapmaktadır. GeoGebra etkinliğinin ve yazı tahtasının daha çok öğrenci kontrolünde olduğu görülmektedir.

Video incelendiğinde Deniz'in derse önceki öğrenmeleri hatırlatmak amacıyla başlangıç yaptığı görülmektedir. Öğrencilerin düzgün çokgenin dış açılarının toplamının 360° olduğunu önceki öğrenmelerinden bildikleri varsayımıyla ders işlemektedir. Öğretmen Deniz, düzgün çokgenlerin özelliklerini tahtaya yazarak önceki öğrenmeleri özetlemektedir. Bu aşamada "tahtada öğretim" orkestrasyon türünü kullandığı görülmektedir.

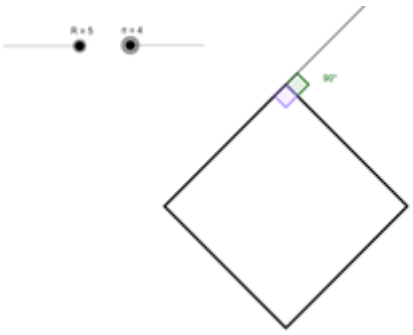
Sonraki aşamada öğretmen adayı derse GeoGebra etkinliği ile ilgi bilgiler vererek devam etmiştir.

31-Ö: Öncelikle neyi öğrenmiştik açı kavramını, açı kavramında neyi öğrenmiştik dış açılar toplamı 360 derece olduğu. Peki 360 derece bütün çokgenler için düz ya da düz olmayan ama biz düz çokgenler içerisinde bir üçgenin, dikdörtgenin ya da herhangi bi beşgenin, altıgen gibi düzgün çokgenlerin dış açılarını nasıl bulabiliriz? İşte onu bulabilmek için anlayabilmemiz için GeoGebra denen uygulamayı kullanıyoruz. Ve bunu üzerinde bazı tanımları size göstericem sorucam yardımcı olur. Öncelikle GeoGebra seçtiğimiz bir uygulama arkadaşlar. Şu gördüğünüz küçükler hareket ettirilebilir ve bunların adı sürgüdür. İleri geri oynattığımda da bazı değişiklikler olur geometrik şekil üzerinde. Öncelikle şuradan başlayalım n'oluyor? Bu şeklimizin adı ne?

32-Öğr.ler: Üçgen.

33-Ö: Üçgen n=4 olduğunda… (Şekil 38)

34-Öğr.ler: Kare.



Şekil 38: Aracın n=4 Olduğu Durumdaki Görüntüsü

Öğretmen ekranda görülen sürgüleri hareket ettirerek öğrencilerin şekilde sabit kalan ve değişen özellikleri fark etmeleri için çeşitli gösterimler yapmaktadır. İlk olarak n=3 için iç ve dış açıları belirlemeye çalışmaktadır. Tahtaya kaldırdığı öğrenci kullanılan araçta n=3 durumunda iken oluşan şeklin bir eşkenar üçgen olduğunu söylemekte ve yazı tahtasına ekrandaki şekli çizerek iç ve dış açılarını göstermesini istemektedir.

47-Ö: Şimdi o zaman şöyle yapalım Çağla'cım üçgeni çiz eşkenar üçgeni istediğin gibi çizebilirsin, onun üzerine bi bakalım iç açıları nasıl çizebiliyoruz.

48-Öğr3: Evet şöyle çizdim.

49-Ö: Yalnız arkadaşlar şunu unutmayın her kenarın bir ismi olmalı.

50-Öğr3: Mesela ABC üçgeni.

51-Ö: Tamam şimdi senin yaptığın şurada kenara çekil arkadaşların da görsün, şekil üzerinde düzgün çok kenar ele alıyorsun, bizim düzgün çok kenar dediğimiz şey tüm kenarları birbirine eşit çokgenler. Şimdi ben üçgeni düzgün çokgen olarak ele alırsam üçgenin özel olarak adı ne olur?

52-Öğr3: Üçgen.

53-Ö: Tüm kenarları birbirine eşitse?

...

56-Öğr3: Eşkenar üçgen.

57-Ö: Eşkenar üçgen, o zaman biz eşkenar üzerine çalışıyoruz. Peki şeklimize bakalım, ben bu şekilde lütfen tahtaya arkadaşlarınla birlikte bak şu kenar uzunluğunu ne kadar uzatırsam uzatayım (ekrandaki sürgüyü oynatarak şekli büyütüp küçültüyor) açısı değişiyor mu?

58-Öğr3: Hayır aynı kalıyor.

59-Ö: O zaman ben bunu oraya yazabilir miyim? Genel bir özellik olarak.

60-Öğr3: Tamam

61-Ö: Tamam yazalım, arkadaşlar bu arada üçgen konusunu da hatırlıyoruz. Lütfen eksiklerinizi tamamlayın. 60'ar derece.

62-Öğr3: 60'ar derece.

63-Ö: Güzel, peki bunun ben 1 tane dış açısını şu şekilde çizmişim lütfen şeye bakmadan 120 dereceyi görmeden. Nasıl yapmış?

64-Öğr3: Doğru açı.

65-Ö: Doğru açı. Aslında yaptığı şey şu Çağlacım 1 tane doğru parçasını uzatıyor ve bu açıya ait olan dış açıyı buluyor. O zaman çizelim istediğin bir açının dış açısını.

66-Öğr3: Şuradan çiziyorum öğretmenim.

67-Ö: Tamam.

68-Öğr: Şöyle uzattım.

69-Ö: Tamam.

70-Öğr3: Burası 60 derece.

71-Ö: 60 derece ise…

72-Öğr3: Burası 60 dereceyse doğru açı 180 derece olduğu için buraya 120 derece kaldı.

Daha sonra öğrenciye düzgün çokgenlerde çizilen dış açıların her zaman birbirine eşit olup olmayacağını sormuştur. Öğrenci bu soruya bir kare çizip göstererek cevap vermektedir.

83-Ö: Tamam o halde ben bunu diğer çokgenlerde deneyebilir miyim? Diğer çokgenler için aynı şeyi söyleyebilir miyim? Her zaman bütün dış açılar birbirine eşit diyebilir miyim? (Muhakemeye Zorlama)

84-Öğr3: Bilmiyorum karede filan bir bakalım mı?

85-Ö: Bir dene bakalım, bakalım bir orda çizmeye çalışalım yapamazsak bir de burada ele alalım.

86-Öğr3: Şimdi kareyi çizeyim o zaman.

87-Ö: Kareyi çiz onu da KLMN olarak adlandır, her çokgenin bir ismi olması gerekir.

88-Öğr3: Düzgün olmuştur inşallah. Şimdi karenin iç açıları 90 derecedir.

89-Ö: 90'ar derece, dikdörtgenin özel bir hali olduğu için. Evet.

90-Öğr3: Bunun üstüne de üçgendeki gibi yaparsak uzatırsak.

91-Ö: Tamam.

92-Öğr3: Şuraları 180 olması için 90 derece oluyor. Burası da 90 olduğu için yine 90 oldu. O zaman hepsi birbirine eşit oldu.

Yukarıdaki diyalogdan da anlaşılacağı üzere öğrenci kare çizerek bir düşünceye varmaya çalışmıştır. Öğretmen Deniz, öğrencileri tahtaya kaldırıp soru cevap yöntemi ile bir ders işlediği görülmektedir. Ancak bu aşamaya kadar teknolojik aracı sadece tanıtmak amacıyla bir kere kullanmıştır. Tanıtımdan sonra Drijvers ve diğerleri (2010) tarafından tahtada öğretim ifadesiyle kodlanan ve öğretmenin teknolojiyi kullanmadan yaptığı öğretimi ifade etmek için kullanılan geleneksel

öğretime devam edilmiştir. Buraya kadar yapılan öğretim *tahtada öğretim* orkestrasyonu olarak kodlansa da Deniz, dersi öğrenci merkezli hale getirmek için öğrencileri tahtaya kaldırıp soru cevap yöntemi ile ders işlemeye çalışmıştır. Bu yöntem *Öğrenci iş başında* orkestrasyonunun teknolojik eylemleri içermeyen versiyonu gibidir. Öğretmen Deniz, bu aşamaya kadar düzgün çokgenlerde bir dış açının nasıl çizileceğini ve dış açıların birbirine eşit olup olmadığını göstermek istemiştir. Üçgen örneğinden hareketle iç ve dış açının nasıl çizildiğini kavramalarını sağlamıştır.

B Grubu, hazırladıkları VSG'de dersi öğrencilerin düzgün çokgende bir dış açının ölçüsünün 360°/n (n=kenar sayısı) formülü ile bulunduğunu kavrayacak şekilde senarize etmeye çalışmıştır. Bu formüle ulaşmak için kenar sayısı ile dış açıların toplamı olan 360 derece arasında bir ilişki olup olmadığını sorgulamak gereklidir. Öğretmen bir öğrenciyi tahtaya kaldırarak dış açıların kenar sayısına göre değişip değişmediğini sormuştur.

113-Ö: Şekiller değişiyor. Peki, Emre ben sana bir şeyler sorucam, bu iki şekil üzerine ve kendi yaptığın üzerine şimdi biz bunların dış açılarının toplamının 360 derece olduğunu biliyoruz ya, sence bak bi tane dış açısı 120 derece oldu, bi açıda 90 oldu sence arada bir bağlantı olabilir mi (Muhakemeye Zorlama)? Kenar sayısı arttıkça bak mesela bunun 3 tane kenarı var bunun 4 tane var. (Bekleme)

114-Öğr1: (Öğrenci bir müddet çizimlere bakar ve düşündükten sonra) Evet.

115-Ö: Peki bunu matematiksel nasıl ifade edebiliriz? (Bekleme)

116-Öğr1: Ben bi bakıyım biraz daha inceleyim. Hocam biz (anlamadım) biliyorduk. Üçgen için 120 olmuş hep 3'e bölmüşüz, dörtgen için 4'e bölmüşüz o zaman kenar sayısı önemli o zaman beşgene bakayım (aracı kullanarak n=5 konumuna getirir), beşgen 36'ysa pardon 72'yse, o zaman kenar sayısına bölmüşüz sürekli.

117-Ö: Tamam, yani o zaman şöyle yazabilir miyiz Emrecim? 360 bölü kenar sayımıza da şöyle n diye tanımlarsak. 360 bölü n bana bir dış açıyı verir mi?

118-Öğr1: Evet hocam verir.

119-Ö: Ama hangi çokgenler için geçerli Emre?

120-Öğr1: Düzgün çokgenler için.

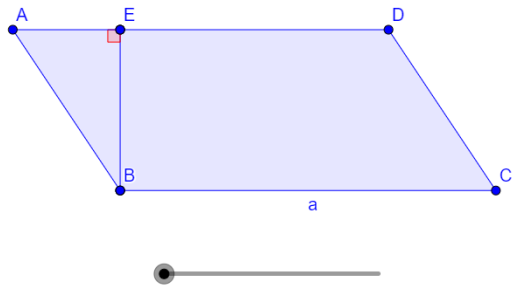
121-Ö: Düzgün çokgenler için (Tekrarlama), arkadaşlar bunu unutmayın lütfen düzgün çokgenler için geçerli tamam mı?

Tahtaya kaldırdığı öğrenci soruya evet diye cevap vermektedir. Üçgende bir dış açı 120=360/3 ve karede 90=360/4 oluyorsa dış açı=360/n olabilir düşüncesine varmıştır. Sağlamasını yapmak için beşgende 360/5=72 işlemini yapmakta ve ekrandaki araçtan kontrol ederek düşüncesini doğrulamaktadır. Bu yüzden 360°/n sonucuna varmaktadır. Öğretmen, öğrenciye ekrandaki aracı kullandırarak matematiksel sonuca ulaştıracak şekilde sorular sormuştur. Bu durumda öğretmenin *öğrenci iş başında* orkestrasyon türünü kullandığı görülmektedir.

Deniz'in, sorduğu çeşitli muhakemeye zorlama soruları ile öğrencileri derste aktif birer öğrenen olmaları için çabaladığı görülmektedir. Teknoloji kullanılmadan yapılan geleneksel öğretimi ifade eden *tahtada öğretim* orkestrasyonunu dahi öğrenci merkezli hale getirmek için öğrencileri tahtaya kaldırıp soru cevaplarla ders işlemiştir. Bu sırada muhakemeye zorlama pedagojik eylemini kullanmıştır. Ders sırasında tekrarlama (13), öğrenciyi katılıma davet (1), yeniden ifade etme (3), muhakemeye zorlama (3) ve öğrencinin fikrini sondalama (1) eylemlerinin kullanıldığı görülmüştür. Deniz öğrencileri muhakemeye zorladığı ve fikirlerini sondaladığı sırada öğrenciler teknolojik aracı kullanmaya yönlendirilmiştir (Örneğin, 113-Ö ve 116-Öğr1 diyalogları). Buradan çıkan sonuca göre, bu durumun pedagojik eylemlerin teknolojik eylemleri harekete geçirecek şekilde planlandığı bir örnek olduğu söylenebilir.

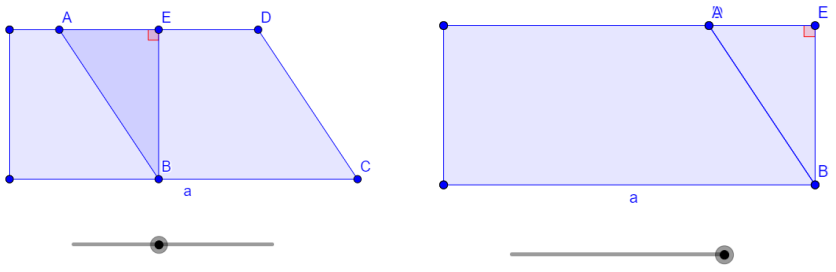
C2: C Grubunun 2. Video Simülasyon Görevi

C grubundaki öğretmen adayları, ikinci simülasyonda 6. Sınıf alan ölçme konusundan "paralelkenarın alan bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer" kazanımını ele alarak 13 dakika süren bir simülasyon hazırlamışlardır. Bunun için GeoGebra aracından yararlanılarak oluşturulan materyali kullanmışlardır. Kullanılan materyaller Şekil 39'daki gibidir.



Şekil 39: C Grubunun 2. Simülasyonda Kullandığı GeoGebra Materyali

Materyalde AEB üçgeni (Paralelkenarın kulakçıklarından biri), şeklin altındaki sürgü başlangıç konumundan bitiş konumuna getirildiğinde şeklin sağına doğru sürüklenmektedir. AEB üçgeninin AB kenarı ile paralel kenarın DC kenarı çakışınca şekil bir dikdörtgene dönüşmektedir (Bkz Şekil 40). Böylece paralel kenarın alanı ile dikdörtgenin alanı arasında bir ilişki kurularak alan bağıntısı oluşturulmaktadır.



Şekil 40: Sürgünün hareketiyle paralelkenarın dikdörtgene dönüşümü

6. sınıf öğrencileri, paralelkenarın alan bağıntısının oluşturulmasından önce dikdörtgenin ve karenin alanını hesaplamayı öğrenmektedir. Bu yüzden öğretmen

derse başlamadan önce dikdörtgen ve karenin alan bağıntılarını hatırlatmıştır. Tahtaya bir dikdörtgen çizdikten sonra şeklin adını, özelliklerini ve alanının nasıl hesaplandığını öğrencilere sormuştur.

3-Ö: Bugün çokgenlerin alanını işleyeceğiz. Siz zaten görmüştünüz birçok çokgeni. Önce ben size bir tane çizeyim. Siz bana bunun ne olduğunu söyleyin (Tahtaya bir dikdörtgen çizer). Evet, ben ne çizdim buraya? Bilen var mı, hatırlayan?

4-Öğr.ler: Dikdörtgen.

5-Ö: Dikdörtgen. Evet buna dikdörtgen diyorduk. Özellikleri neydi peki bana hatırlatır mısınız? Burcu hatırlat bakalım.

6-Öğr1: Öğretmenim karşılıklı kenarları birbirine eşitti, yani kısa kenarlarla, uzun kenarlar birbirine eşit.

7-Ö: Ve bu kenarlar birbirine ne?

8-Öğr1: Paralel.

9-Ö: Paraleldi evet. Gördüğünüz gibi 90 dereceydi köşeleri de toplam iç açıların toplamı da kaç derece oluyor?

10-Öğr2: 180 mi?

11-Ö: 360, 360 oluyor. 90 derece, 90 derece.

12-Öğr2: Aynen.

13-Ö: Bunun peki alanını nasıl buluyorduk? Hatırlayan var mı? Şuraya a diyelim, buraya da b diyelim. Sen söyle bakalım.

14-Öğr3: Uzun kenarla, kısa kenarı çarpıyorduk. Yani b çarpı a yapıyoruz.

15-Ö: Evet, alan formülümüz a çarpı b'ydi. Şimdi bir tane hatırlamak için örnek çözelim. Bunun alanını bulmak isteyen var mı?

Öğretmen daha sonra tahtaya bir soru yazarak bir öğrencinin çözmesini istemiştir. Dersin bu aşamasında tahtada öğretim yapıldığı anlaşılmaktadır. Herhangi bir teknolojiden faydalanılmamıştır. Ancak öğretmen ve öğrenciler arasındaki diyaloglar incelendiğinde bekleme, katılıma davet ve tekrarlama gibi öğretmen eylemlerinin kullanıldığı görülmektedir.

Öğretmen daha sonra akıllı tahtada GeoGebra materyalini açarak paralelkenarın alanını bu materyalle bulacaklarını söylemiştir. Paralelkenarın özelliklerini sorarak devam etmiştir.

45-Ö: Evet şimdi hatırlatmalarımızı yaptık, paralel kenarı öğreneceğiz. Bu görmüş olduğumuz paralel kenar, paralel kenarda bu uzun kenarlar birbirlerine paralel, kısa kenarlar da birbirlerine paraleldir. O yüzden ismi paralel kenar. Şimdi bu paralel kenarın yüksekliği neresi olabilir?

46-Öğr2: Bir şey sorabilir miyim?

47-Ö: Sorabilirsin.

48-Öğr2: Peki uzunlukları eşit mi paralel kenarların?

49-Ö: Uzunlukları eşit olmak zorunda değil, istediğimiz gibi alabiliriz uzunlukları.

50-Öğr2: Karşılıklı olanlar…

51-Ö: Karşılıklı olanlar evet birbirine eşit, aynen buradakiler de birbirine eşitler.

52-Öğr2: Tamam.

53-Ö: Tamam. Peki arkadaşlar, paralel kenarın yüksekliği neresi olabilir? Tahmin edelim bakalım. Söyle dilber

54-Öğr3: Öğretmenim, E, B kenarı.

Yukarıdaki diyalog görüldüğü üzere öğretmenin öğrencilere paralel kenarın yüksekliğini tahmin etmelerini istediği bir muhakemeye zorlama eylemi ile son bulmaktadır.

Öğretmen öğrencilere paralelkenarın alanı hakkında fikirleri olup olmadığını sormaktadır. Öğrencilerden biri dikdörtgende olduğu gibi kısa kenarla uzun kenarın uzunlukları çarpımının alanı verip vermeyeceğini sormaktadır.

57-Ö: ... Paralel kenarın, alanıyla ilgili bilgisi olan var mı peki?

58-Öğr3: Öğretmenim, yine kısa kenar çarpı uzun kenar yapabilir miyiz?

59-Ö: Kısa kenar çarpı uzun kenar, ama uzun kenar yapmamız için dikdörtgen olması lazım, dik olması lazım birbirine. Şimdi napalım, bakalım yüksekliğimizi alıyoruz oradan gördünüz mü içini? Getiriyoruz, buraya yapıştırdık.

60-Öğr3: Öğretmenim çok güzel oldu.

61-Ö: Bu bildiğimiz bir şekil oldu dimi? Neydi bunun adı?

62-Öğr.ler: Dikdörtgen.

Öğretmen, bu soruya gerekçesiyle cevap verdikten sonra araç üzerindeki sürgüyü hareket ettirmiştir. Şeklin dikdörtgene dönüşmesinden sonra şu diyaloglar oluşmuştur.

63-Ö: Dikdörtgen aynen, uzunluklara da h diyelim. Şimdi bunun alanını bulabilir miyiz? Alanı neydi, a çarpı h.

64-Öğr3: a çarpı h.

65-Ö: O zaman geri alıyorum, geri alıyorum bakın alan hiç değişmedi, oradaki parçayı aldık buraya yapıştırdık. Gördünüz mü?

66-Öğr3: Evet.

67-Ö: Şimdi yerine koydum yine paralelkenar oldu. Böyle getirdiğimde dikdörtgen. Dikdörtgenin alanını biliyoruz. Peki paralelkenarın alanı ne olabilir şimdi de? Alanları değişmiyor hiç.

68-Öğr2: Dikdörtgen de kısa kenar ve uzun kenardı.

69-Ö: Evet.

70-Öğr2: Bunu dikdörtgene çevirdiğimizde kısa kenarımız yüksekliğimiz oldu.

71-Ö: Evet, bakın hiç değişmiyor. Yüksekliğin boyu hiç değişmedi, buraya aynen geldi. O zaman paralelkenarın alanı, dikdörtgen de a çarpı h'dı, yine paralelkenarda da bu h'ı alıp gidiyoruz buradan, buraya yapıştırıyoruz aynı oluyor. O zaman paralelkenarın alanı ne olur? Buraya da h diyelim.

72-Öğr2: a çarpı h olur.

73-Ö: a çarpı h olur. Yani bu formül neyle aynı oldu?

74-Öğr.ler: Dikdörtgen.

Öğretmenin öğrencilerle diyaloğu incelendiğinde kapalı uçlu sorularla öğrencileri düşünmeye ve keşfe zorladığı görülmektedir. Ancak öğrencilerle tam bir tartışma ortamı oluşturduğu da söylenememektedir. Bu yüzden rehberlik et ve açıkla orkestrasyon türünü kullandığı anlaşılmaktadır.

Öğretmen daha sonra yazı tahtasına dönerek çeşitli sorular yazarak alıştırma yapmıştır. Derse başlangıçta olduğu gibi ders sonunda da tahtada öğretim orkestrasyonunu kullanarak dersi bitirmiştir.

Kullanılan materyal açısından düşünülecek olursa, öğretmenin kullandığı paralelkenar materyali dinamik bir materyal olmasına rağmen bu özelliğini kullanmadığı anlaşılmaktadır. Şekil köşelerinden ve kenarlarından sürüklendikçe genişleyip küçülmekte ya da benzeri değişiklikler olmaktadır. Ancak şekil paralelkenar olmaya devam etmektedir. Bu dinamik matematik yazılımlarının ortak bir özelliğidir. Öğretmen materyali sınıfa iyi bir şekilde tanıtmamış ve aracın dinamik

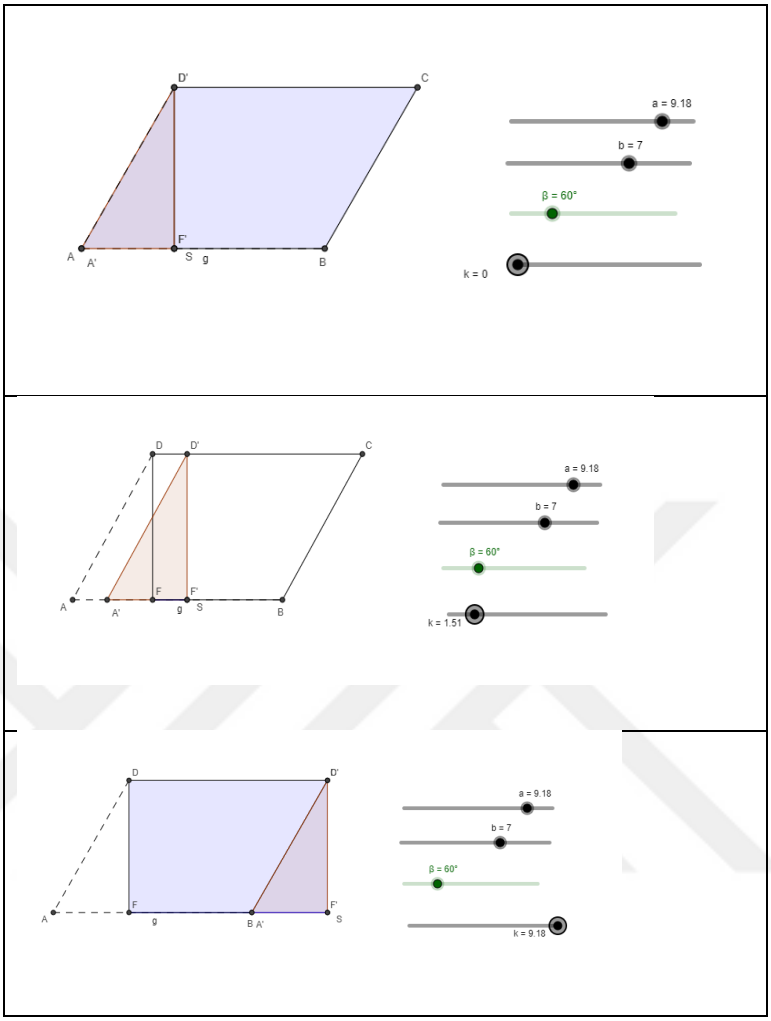
özelliklerinden yararlanmamıştır. Şekil köşelerinden tutulup değiştirildikçe sürgünün hareketiyle dikdörtgenin nasıl oluştuğu gösterilmemiştir.

Bir diğer durum ise öğrencilere paralelkenarın alanının nasıl hesaplanacağı sorusunun derste bir matematiksel tartışmaya yol açacak şekilde yönlendirilememesidir. Öğretmen bu soruyu sorduktan sonra öğrencilere problemi hissetmeleri ve çözüm geliştirmeleri için yeteri kadar süre verilmeden sürgüyü hareket ettirerek problemin çözümünü vermiştir. Bu durum matematiksel tartışma oluşturma fırsatlarının değerlendirilemediğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının yukarıda belirtilen eksikliklere rağmen ilk video simülasyon görevine nazaran daha fazla öğretmen eylemi kullandığı ve farklı orkestrasyon türlerini denediği görülmektedir.

D2: D Grubunun 2. Video Simülasyon Görevi

D Grubu öğretmen adayları, 6. Sınıf alan ölçme konusundan "paralelkenarın alan bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer" kazanımını ele alarak 17 dakika süren bir simülasyon hazırlamışlardır. Bu video simülasyonunda öğretmen olarak Bilgün görev almıştır. VSG'de GeoGebra aracından yararlanılarak oluşturulan Şekil 41'deki materyali kullanmışlardır. Kullanılan materyal aşağıdaki gibidir.



Şekil 41: D Grubunun 2. Simülasyonda Kullandığı GeoGebra Materyali

Bilgün, derse giriş amacıyla öğrencilerin ekrandaki şeklin ne olduğunu ve özelliklerini sormuştur. Şeklin alanının nasıl bulunabileceği hakkında öğrencilerin fikir üretmesini beklemiştir. Bu sırada oluşan diyaloglar aşağıdaki gibidir:

1-Ö: Merhaba arkadaşlar bugün sizinle paralelkenarın alanını işleyeceğiz. Öncelikle paralelkenarla ilgili neler biliyorsunuz, neler hatırlıyorsunuz onlarla başlayalım.

2-Öğr.ler: Bir dörtgendir hocam.

3-Ö: Dörtgendir, başka.

4-Öğr1: Kenarları paraleldir.

5-Ö: Kenarları paraleldir, peki paralelkenarın alanı deyince aklınıza neler geliyor, hani bi şeye benzetebiliyor musunuz? Alanını bulmak istesek bunun alanını nasıl bulabiliriz?

6-Öğ2r: Hocam aslında eğik dörtgene benziyor.

7-Ö: Eğik dörtgene benziyor.

8-Öğr2: Evet.

9-Ö: Peki bunun alanını bulmak istersem nasıl bir yol izlemeliyim? Ne yapmalıyım?

10-Öğr3: Hocam iki kenarı çarparız.

11-Ö: 2 kenarın çarpımı diyorsun*. Yani mesela (ekrandaki paralel kenarı göstererek) bu kenarı a, bu kenarı b dersek. a ile b'nin çarpımı bize alanı verir diyorsun. Peki arkadaşınıza itirazı olan var mı?*

Bilgün, diyaloğun sonunda (11-Ö) öğrencilerden birinin verdiği fikre diğer öğrencilerin katılıp katılmadığını sormuştur. Öğrencilerden biri aşağıdaki gibi cevap verip araç ile gösterimlerde bulunmuştur:

12-Öğr4: Hocam orda h harfi ile farklı bir şey gösterilmiş onu da kullanabilir miyiz?

13-Ö: Evet kullanabiliriz. Peki ama nasıl kullanabiliriz bakalım. Şimdi bu gördüğümüz paralelkenar şekli, ben bu paralelkenarı sürgüyle oynatıcam paralelkenarın alanıyla ilgili bilgi verecek (sürgüyü kullanıyor).

14-Öğr: Aaa dikdörtgen.

15-Ö: Evet, peki dikdörtgenin alanını nasıl buluyoruz biz? (Muhakemeye Zorlama)

16-Öğr2: 2 kenarın çarpımı alanı verir.

Bilgün, araçta yer alan sürgüyü oynatarak yukarıda Şekil 41'deki gibi paralel kenarın dikdörtgene dönüşümünü göstermiştir. Bu aşamada öğrenciler, şeklin dikdörtgene dönüşümünü görse de arkasında yatan matematiksel süreci açıklamak (ya da öğrencilerin keşfetmesi) gerekmektedir. Bilgün' ün bundan sonraki diyalogları bu ilişkiyi ortaya çıkarmaya dönüktür:

17-Ö: 2 kenarın çarpımı, kısa kenar çarpı uzun kenarla bulabiliriz. Burada anlatılmak istenen sizce ne, h yüksekliğimiz ve a'da bizim taban uzunluğu. O zaman bizim paralelkenarı yükseklik çarpı taban uzunluğu olarak paralelkenarın alanını bulabilir miyiz? Şimdi bu üçgeni aldık, bu kenara taşıdık ve hangi şekil oldu?

18-Öğr2: Dikdörtgen.

19-Ö: Dikdörtgen oldu. Dikdörtgenin alanını biz nasıl buluyorduk, kısa kenar çarpı uzun kenar olarak buluyorduk. O zaman paralelkenarın alanında bi değişme oluyor mu, bakın bi bölgeyi alıyor diğer yere götürüyor. Dikdörtgen oluşturuyor. Paralelkenarın alanında bir değişim var mı? (Muhakemeye Zorlama)

20-Öğr3: Hocam alan değişmiyor dimi, o üçgeni taşıdığımız da yine aynı alan oluyor.

21-Ö: Hayır alan değişmiyor. Aynı alan, aslında paralel kenarla dikdörtgensel bölgenin alanını bulurken aynı şeyi bulmuş oluyoruz. Kısa kenar çarpı uzun kenar ile dik dörtgensel bölgenin alanını bulurken, paralelkenarda da taban uzunluğu çarpı yükseklik. Aslında burada anlatılmak istenen dik uzunluk ile taban uzunluğu çarpımı her iki şekilde de aynı alanı veriyor. Paralelkenarın alanını dikdörtgende bir parça olarak düşünün o şekilde bulabiliyoruz. Burada anlaşılmayan bir şey var mı?

22-Öğr3: Hayır hocam.

23-Ö: Peki paralelkenarın alanını biz nasıl buluyormuşuz?

24-Öğr2: Taban çarpı yükseklik.

25-Ö: Evet taban çarpı yükseklik dedi Ayşe, yani hepimiz anladık. O zaman örneklere geçelim şimdi.

Yukarıdaki diyalogdan anlaşılacağı üzere Bilgün, aracı kullanarak ve bu sırada çeşitli kritik matematiksel ilişkileri ve çıkarımları yaparak dersi işlemektedir. Bu arada öğrencilerin de çeşitli soruları olmaktadır. Öğrencilerin sorduğu sorular 6. sınıf seviyesinde bir öğrencinin sorduğu sorulara ve öğrenme sürecine paralel olacak şekilde seçildiği görülmektedir. Ancak süreçte öğrencinin ve öğretmen Bilgün 'ün sorduğu sorular olsa da önemli çıkarımları öğrenci değil öğretmen yapmıştır. Bu yüzden bu süreçte ekranı açıkla enstrümantal orkestrasyon türü kullanılmıştır. Bu aşamadan sonra çeşitli pekiştirme soruları çözülmüştür. Pekiştirme amaçlı öğrencilerin tahtada soru çözdüğü anlar herhangi bir teknolojik eylemi içermediği için tahtada öğretim orkestrasyonu olarak tanımlanmıştır.

Bilgün örnek çözümlerinden sonra sınıfı *muhakemeye zorlayarak* "*yükseklik başka yerlerden de çizilebilir mi?*" sorusunu yöneltmiştir. Bunun üzerine aşağıdaki gibi bir tartışma başlamıştır:

32-Öğr1: Çizilemez.

33-Ö: Çizilemez diyorsun. Peki gel tahtaya beraber bakalım çizilebilir mi, çizilemez mi? (Öğrenci tahtaya doğru yürür) Senden bu sürgüyü oynatmanı istiyorum, buradan tutarak. İstediğin yere oynatabilirsin.

34-Öğr1: Oynattım (Şekil 42' deki gibi EF Yüksekliği A ve B'deki konumlarına gelir).

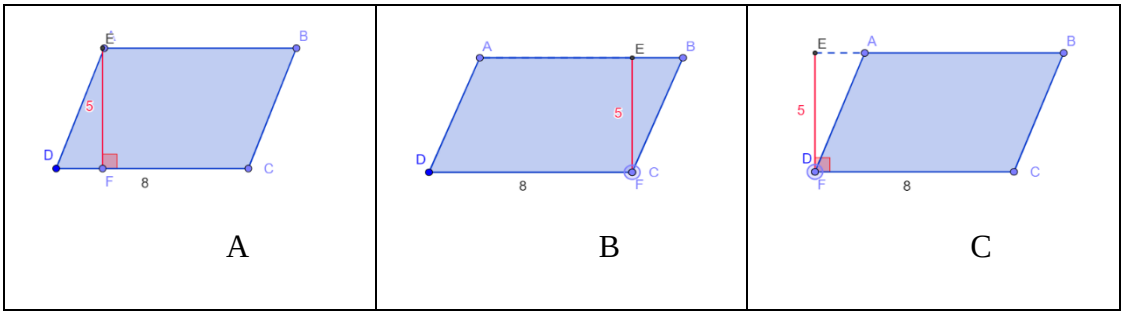
35-Ö: Peki değişen bir şey var mı şu anda, uzunluk olarak?

36-Öğr1: Hala 90 derece.

37-Ö: Hala 90 derece, hala uzunluk olarak aynı.

38-Öğr1: Az önce 5'ti, hala 5.

39-Ö: Peki biraz daha sol tarafa getirsen onu acaba ne olacak (Şekil 42, C konumu). Peki, bu yükseklik olur mu sizce?



A B C

Şekil 42: Yüksekliğin çizimine ait gösterimler

40-Öğr2: Hocam şeklin dışına çıktı.

41-Ö: Evet şeklin dışına çıktı.

42-Öğr2: Yükseklik içerde olmaz mı?

43-Ö: Uzantıyla da yüksekliği ifade edebiliyoruz. DC kenarına yükseklik çizmek istersek hem dışardan, hem içerden istediğimiz gibi yükseklik çizebiliriz.

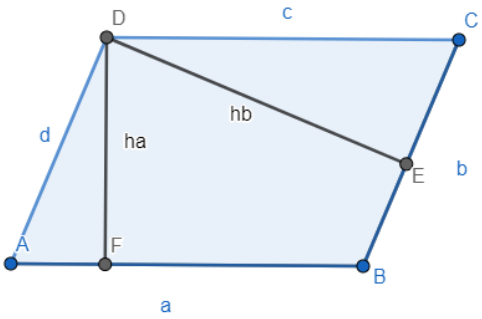
44-Öğr1: Peki burada olursa olur mu (Öğrenci yüksekliğin konumunu değiştirir)?

45-Ö: Evet orda olsa da aynı şey olur. Bu yükseklik EF uzunluğu, DC uzunluğuna dik geldiği sürece bu paralelkenarın yüksekliği olur ve biz bunu istediğimiz gibi oynatabiliriz. Aslında buradan da dışarı çıkabilir ama görselde göstermemiş. Uzantı halinde bu verilip buradan bir yükseklik çizilebilir, uzunluğu değişmez.

Yukarıdaki diyaloga göre Bilgün öğretmenin öğrencilere sorduğu soruya yanlış yanıt veren öğrenciyi tahtaya davet ettiği ve aracı kullanarak Şekil 42'deki gibi yüksekliğin çizimine ait gösterimlerden yararlanarak hatasını giderdiği anlaşılmaktadır. Bilgün *öğrenci iş başında* orkestrasyonuna benzeyen bir yöntem kullanmıştır. Burada daha önce açıklandığı üzere öğrenci iş başında orkestrasyonundan farklı olarak kavramada iyi olan bir öğrenci yerine hatalı bir fikre sahip öğrencinin ekrana davet edilmesi söz konusudur. Bu yöntem diğer öğretmen adayları tarafından da kullanılmıştır.

Bilgün daha sonra örneklerle konuyu anlatmaya devam etmiştir. Paralel kenarın uzunluklarını ekran üzerindeki sürgülerle değiştirerek öğrencilere alan bulmaya yönelik sorular sormuştur. Bu aşamada ekranı sadece bu amaçla kullanmıştır. Bu yüzden öğretmenin bundan sonraki öğretimi tahtada öğretim şeklinde adlandırılmıştır.

Bilgün' ün ekranda paralel kenarın alan bağıntısını işlemek amacıyla kullandığı araçta yükseklik sadece alt tabana ait olacak şekilde verilmiştir. Ancak bilindiği üzere alan bağıntısı $A=a.h_a=b.h_b$ olabilmektedir (Bkz. Şekil 43).



Şekil 43: Paralel Kenara Ait Yükseklikler

Bu durum öğrencilerin sorduğu sorularla açığa çıkmıştır. Aşağıda verilen bu diyalogları inceleyebiliriz.

46-Öğr3: Öğretmenim peki bu yükseklikle (yani Şekil 42'deki EF doğru parçası) BC kenarını çarpsak yine de alanı bulabilir miyiz, aynı sonucu verir mi?

47-Ö: Aynı yükseklik olmaz. Çünkü paralelkenarda tabana ait yükseklik olması gerekiyor. Bizim EF yüksekliğimiz DC tabanına ait fakat BC tabanına ait yüksekliği çizmek istersek şöyle çizmemiz gerekir. Bir tane paralelkenarımız var. Bu paralelkenara ait BC uzunluğuna ait yüksekliği çizmek istiyorum (Tahtaya Şekil 43'deki gibi bir çizim yapar). Bir tane

de siyah kalemle BC kenarına ait bir yükseklik göstereceğim. Bu gördüğünüz DE uzunluğu, BC kenarına ait yükseklik.

48-Öğr2: Peki alanlar hep eşit çıkar mı, hangi yüksekliği kullanırsak kullanalım.

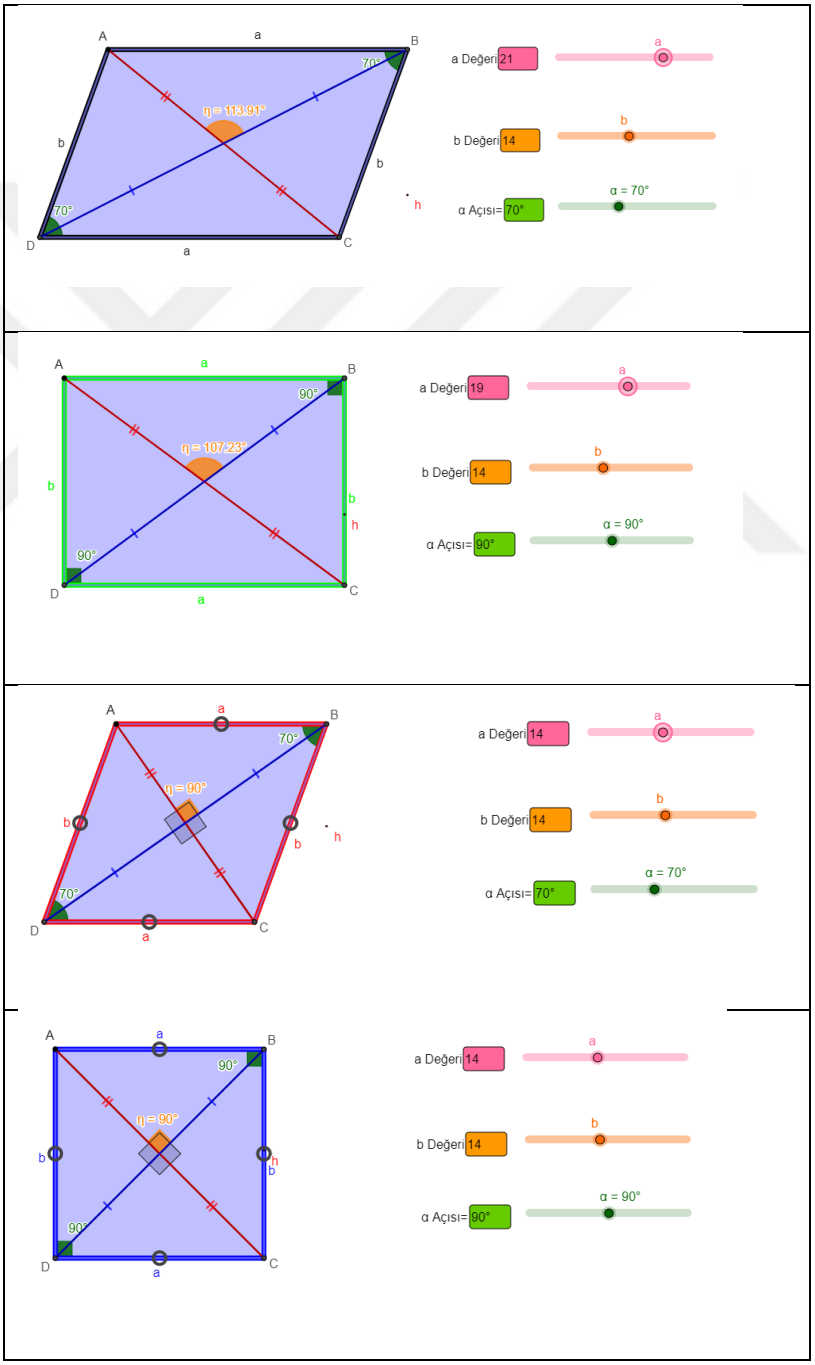
49-Ö: DF uzunluğuyla AB tabanını çarptığımızda BC tabanıyla DE yüksekliğini çarptığımız da alanlar hep eşit çıkar. Gördüğünüz gibi burada değişen bir şey yok. Değişen sadece tabanlara ait yükseklikler olmuş oluyor. Taban uzunlukları farklıysa, yükseklikleri de farklı olur.

D grubunun simülasyonda araçla yapılamayan ancak öğretim sırasında işlenmesi gereken durumları düşünerek senaryoyu hazırladığı görülmektedir. Bunu yapabilmek için öğrencilerin bu durum için soru sorduğu ve öğretmenin açıkladığı bir senaryo kurmuşlardır. Bu açıdan bakılırsa senaryonun, öğretimde araç ile gösterimi yapılamayan durumları dâhil edilmesi bakımından başarılı bir şekilde hazırlandığı söylenebilir. Ancak öğretmen adayları kullandıkları GeoGebra materyaline ikinci bir sürgü daha ekleyerek bu durumu ilk sürgüdeki gibi canlandırabilirlerdi. Öğretmen adaylarının GeoGebra materyaline eklemeler yapmak yerine öğrencilerin sorularından hareketle tahtada çizim yaparak ilgili açıklamaları yaptığı görülmektedir. VSG'nin bu aşaması yine tahtada öğretim orkestrasyonu olarak adlandırılmıştır. Ayrıca her ne kadar öğrencilerin soruları ve öğretmenin cevaplarını içeren bir süreç yaşanmışsa da kritik açıklamalar öğretmen tarafından yapılmıştır.

VSG'de öğretmen eylemlerinden tekrarlama (9), yeniden ifade etme (2), bekleme (2), öğrenciyi katılıma davet (4), katıl ya da katılma (1) ve muhakemeye zorlama (6) kullanılmıştır. Öğrenciyi katılıma davet eylemi, öğrencilerle öğretmen arasındaki tartışmaları başlatabilecek ya da mevcut tartışmayı başka yöne çekebilecek bir eylem iken, bu VSG'de öğretmen tarafından öğrencilerin tahtaya kaldırılıp soru çözdürüldüğü durumları adlandırmada kullanılmıştır. Dolayısıyla burada bu öğretmen eyleminin etkili kullanılamadığı görülmektedir.

E2: E Grubunun 2. Video Simülasyon Görevi

E grubu, 7. Sınıf geometri alt öğrenme alanında "Dikdörtgen, paralelkenar, yamuk ve eşkenar dörtgeni tanır; açı özelliklerini belirler" kazanımını ele alarak 15 dk. süren bir simülasyon hazırlamıştır. Geogebra programında hazırlanmış bir materyali (Bkz. Şekil 44) kullanmışlardır.



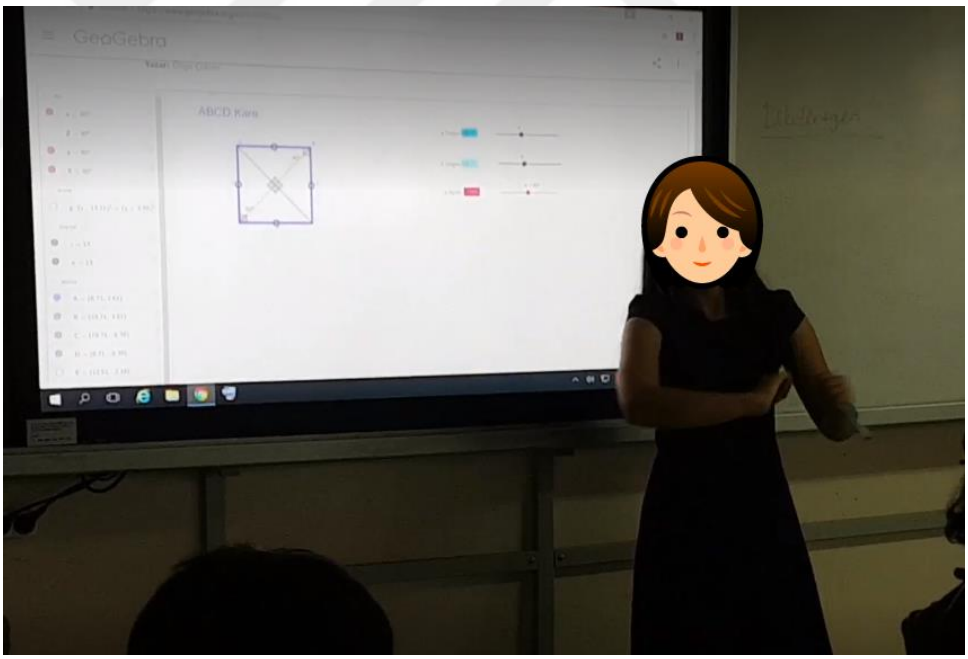
Şekil 44: E Grubunun 2. Simülasyonda Kullandığı GeoGebra Materyali

Kazanımın iki alt başlığı aşağıdaki gibidir:

a) Kenarların oluşturduğu açılarla birlikte eşkenar dörtgen, kare ve dikdörtgende köşegenlerin oluşturduğu açılar da incelenir.

b) Kare, dikdörtgenin ve eşkenar dörtgenin özel bir durumu olarak ele alınır. Bunun yanı sıra dikdörtgen ve eşkenar dörtgen, paralelkenarın özel hâlleri olarak ele alınır. Ayrıca dikdörtgen, eşkenar dörtgen ve paralelkenar da yamuğun özel durumları olarak ele alınır.

E grubunda Özlem isimli öğretmen adayı VSG'de öğretmen rolünü almıştır (Bkz. Şekil 45). Özlem derse başladığında ekranda materyal açık konumdadır. İlk olarak dersin içeriğinden bahsettikten sonra dikdörtgenin özelliklerini sorarak derse giriş yapmıştır.



Şekil 45: E Grubunun 2. Simülasyonundan Bir Görüntü

1-Ö: Arkadaşlar, bugün sizlerle özel dörtgenleri işleyeceğiz. Dörtgenlerin birbirine göre dönüşümünü işleyeceğiz. İlk dörtgenimiz olan dikdörtgenle başlayalım. Dikdörtgene dair bildiğiniz bir özellik var mı?

2-Öğr1: Dört kenarı var.

3-Ö: Başka hani ben böyle daha spesifik özelliklerden bahsediyorum.

4-Öğr2: Açıları dik oluyordu.

5-Ö: Açıları dik oluyor güzel.

6-Öğr3: Karşılıklı kenarları eş oluyordu.

7-Ö: Aynen karşılıklı kenarları eş ve paraleldir diyorduk. Peki benim size sormak istediğim kısım dikdörtgenin köşegen özellikleri ile ilgili ne söyleyebiliriz? Sizce bir fikriniz var mı? Mesela bunlar (ekrandaki dikdörtgenin köşegenlerini göstererek) dik mi kesişir, birbirini ortalar mı, sizce ne olabilir?

8-Öğr2: Eşitleyebilir mi hocam?

9-Ö: Tamam doğru, bütün köşegen uzunlukları birbirine eşit. Bu köşegenlerin arasındaki açı sizce dik mi?

10-Öğr2: Olabilir, olmayabilir bilmiyorum.

11-Ö: Neden olabilir, neden olmayabilir?

12-Öğr2: Neden olabilir şu an eşit görünüyor ama bilemedim ki.

13-Ö: Neden olmaz peki?

14-Öğr2: Eşit olmayabilirler.

15-Ö: Peki o zaman şöyle bir şey yapsak sizinle, ben bunu böyle küçültsem (Dikdörtgenin kenar uzunluklarını değiştirerek) açıları değişiyor dimi? uzunlukları da değişiyor.

16-Öğr: Hangi açılar?

17-Ö: Köşegenlerin birbirleriyle oluşturdukları açılar değişiyor ama 90 derece olmuyor.

...

23-Ö: Şimdi bu açılar 90 derece mi çocuklar?

24-Öğr: Hayır.

25-Ö: O zaman kenarları bak kenarın boyu küçüldükçe bu açı büyümez mi?

26-Öğr: Evet.

27-Ö: Evet büyüdü mesela ben bunu küçültseydim, böyle yapsaydım (dikdörtgenin kenarlarından birini uzatıp diğerini kısaltıyor), o zaman da bu açılar (köşegenler arasındaki açıları göstererek) büyümüş olacaktı değil mi?

28-Öğr: Evet.

29-Ö: O zaman biz şunu diyebilir miyiz dikdörtgenin köşegenleri birbirini dik kesmez?

30-Öğr: Diyebiliriz.

31-Ö: Peki bir şey sorucam dik kesseydi ne olurdu? Bu başka bir geometrik şekle mi dönüşürdü, yoksa yine dikdörtgen mi olurdu?

32-Öğr: Dikdörtgen olurdu ama şeyi değişmezdi.

33-Ö: Peki kenar uzunlukları n'olurdu?

34-Öğr: Eşit olurdu hocam.

35-Ö: Evet o zaman şöyle diyebilir miyiz? Bakın (sürgüler yardımıyla dikdörtgenin kenar uzunluklarını değiştiriyor ve şekil kareye dönüşüyor) uzunlukları eşit olduğunda görüyoruz ki bir kareye dönüşüyormuş. Köşegenler birbirini dik ortaladığında kenar uzunluklarının eşit olması gerekiyor böylelikle kareye dönüşüyor.

36-Öğr: Dikdörtgeni mi ortalıyoruz?

37-Ö: Dikdörtgen birbirini ortalıyor ama dik ortalamıyor demiştik. Şimdi karede de ben diyebilir miyim, kare dikdörtgenin bütün özelliklerini sağlıyor dimi?

38-Öğr: Evet.

39-Ö: Karşılıklı kenarları paralel, karşılıklı kenar uzunlukları birbirine eşit, iç açıları toplamı 360 derece, köşegen uzunlukları birbirine eşit bütün özellikleri sağlıyor dimi?

40-Öğr: Evet.

41-Ö: O zaman ben diyebilir miyim kare özel bir dikdörtgendir?

42-Öğr: Diyebiliriz.

43-Ö: Peki dikdörtgen özel bir karedir diyebilir miyiz?

44-Öğr: Hayır.

45-Ö: Neden diyemeyiz?

Yukarıda verilen diyaloglar incelendiğinde Özlem'in dörtgenlerin ortak ve farklı özelliklerini köşegenler arasındaki açıların durumuna göre anlatmayı tercih ettiği görülmektedir (7-Ö, 29-Ö, 31-Ö). Bu sırada öğrencileri *muhakemeye zorlamaya* yönelik sorular sorduğu dikkat çekmektedir. 7-Ö ve 31-Ö satırlarında Özlem'in sorduğu "*dikdörtgenin köşegen özellikleri ile ilgili ne söyleyebiliriz?"* ve *(köşegenler birbirini) dik kesseydi ne olurdu? Bu başka bir geometrik şekle mi dönüşürdü, yoksa yine dikdörtgen mi olurdu?* Soruları aracın detaylı kullanımı sonucunda öğrencilerin cevaba ulaşılabileceği sorulardır. Aracın sürgüleri yardımıyla dikdörtgenin uzunlukları değiştikçe köşegenlerin durumunun nasıl değiştiğinin incelenmesi gerekmektedir. Özlem, buna karşın aracı kendisi kullanmayı tercih etmiştir. Ayrıca araçla yeterli bir gösterimde bulunduğu da söylenememektedir. 35-Ö satırında daha açık bir şekilde görülmektedir ki Özlem, aracı kendi kullanmayı ve sorduğu soruların yanıtlarını bu kullanımlarla ortaya çıkan bilgiler yardımıyla vermeyi tercih etmektedir. Bu durumda ekranı *açıkla* orkestrasyon türünün net bir örneğini sunmaktadır. Özlem,

bu ana kadar öğrencilerle, karenin özel bir dikdörtgen olduğu ve karede köşegenlerin birbirini dik ortaladığı sonuçlarına ulaşmıştır. Ele aldığı kazanımın b maddesinde açıklandığı üzere dörtgenlerin birbirlerinin özel hali oldukları ve yamuk kavramı altında hiyerarşik bir ilişkinin olduğu ortaya koyulmaya çalışılmaktadır. Özlem daha sonra ekrandaki şekli tekrar dikdörtgene çevirip paralel kenar-dikdörtgen ilişkisine dikkat çekmeye çalışmıştır. Aşağıdaki diyaloglarla bu süreci inceleyelim.

46-Öğr: Çünkü dikdörtgen özellikleri kareyi sağlamıyor.

47-Ö: Aynen çok güzel. Peki ben bunu yine dikdörtgen yapacak olursam (Karenin uzunluklarını değiştirip dikdörtgene çeviriyor). Şimdi bu bizim dikdörtgenimiz ben bu açıyı değiştirsem 90 derece değil de başka bir açı yapsam atıyorum 100 derece yaptım, 80 derece yaptım n'olurdu ne değişirdi?

48-Öğr: Dikdörtgen olmazdı çünkü dikdörtgenin iç açıları diktir.

49-Ö: Peki ne olurdu? Bi fikriniz var mı?

50-Öğr: Bilmiyorum.

51-Ö: Ne olabilirdi şekil olarak, değiştirseydik kenarları dik kesişmeseydi ama yine kenarları birbirine paralel olacak. Bi fikriniz yok mu? O zaman değiştirelim (dikdörtgenin açılarını değiştiriyor), bakalım açıyı değiştirdim, bunu da küçülttüm mesela 75 derece yaptım. O zaman oluşan şeklimize de paralel kenar diyoruz. Peki ben bu paralel kenarı yine iç açısını 90 derece yaparsam dikdörtgene dönüşmez mi?

52-Öğr: Evet.

53-Ö: Bakın hiç uzunluklarını değiştirmiyorum paralelkenarın açılarını büyütüyorum (açıları 90 derece olacak şekilde ayarlayarak) o zaman dikdörtgene dönüşür dimi?

54-Öğr: Evet.

55-Ö: Peki o zaman ben diyebilir miyim, sizce böyle bir genelleme yapabilir miyim, sizce dikdörtgen mi paralelkenardır? yoksa paralelkenar mı dikdörtgendir?

56-Öğr: Dikdörtgen paralelkenardır. Neye göre karar vercez onu anlamadım.

57-Ö: Dikdörtgenin bütün özelliklerini paralelkenar mı sağlar, yoksa paralelkenarın bütün özelliklerini dikdörtgen mi sağlar?

58-Öğr: Dikdörtgen sağlar.

59-Ö: Paralelkenarın özelliklerinden bahsetcem şimdi. Paralelkenarın dikdörtgenden tek farklı tarafı karşılıklı açıların toplamı yani karşılıklı açıları birbirine eşit bakın burada 95 derece 95 derece. Burada da köşegenler birbirini ortalıyor, karşılıklı kenar uzunlukları eşit ve paralel bu kadar zaten paralelkenarın özellikleri.

60-Öğr: Karşıdaki açı ne oluyor peki?

61-Ö: Bu açıyla bu açının toplamı da 180 derce oluyor.

62-Öğr: Tamam.

63-Ö: Şimdi bu özelliklerden hareketle hangisi hangisine dönüşebilir? Hangisi hangisinin özel halidir? Hangisi hangisinin özel halidir diyebiliriz?

64-Öğr: Dikdörtgen daha özel haldedir.

65-Ö: Dimi dikdörtgen bütün özellikleri sağlıyor bak burası 90 derece karşılıklı dereceleri eşit.

Özlem 46. Satırdan 59. Satıra kadarki anlatımlarında paralelkenar ile dikdörtgen arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmaya çalışmıştır. *"Sizce dikdörtgen mi paralelkenardır? yoksa paralelkenar mı dikdörtgendir?* (55-Ö) sorusunu sorduktan sonra paralel kenarın özelliklerinden bahsetmesi gerektiğini fark etmiş ve 59. Satırda paralelkenarın özelliklerini açıklamıştır. Bu durumda E grubunun hazırladıkları senaryoda bir hata yaptıkları, dörtgenlerin özelliklerini dörtgenler arasındaki ilişkileri

kurmaya başlamadan önce vermeleri gerektiği sonucuna ulaşılabilmektedir. Ya da öğrencilerin paralelkenarın özelliklerini bildiği varsayımıyla ders işlenmeye devam edilebilir ve senaryoda küçük değişiklikler yapılabilirdi. Ancak nasıl bir değişiklik yapılırsa yapılsın VSG'de araçla etkileşimin bu aşamaya kadar zayıf kaldığı ve aracın sağlayıcılığından tam olarak faydalanılamadığı görülmektedir. Özlem öğrencilerin ulaşması gereken çıkarımları soru şeklinde kendilerine sormaktadır (Örneğin 53-Ö, 55-Ö). Öğrencilerle matematiksel bir tartışmada bulunmayıp kendi sorularına kendi araçlı eylemleri vasıtasıyla cevap vermektedir. Dolayısıyla bulgular Özlemin *ekranı açıkla* orkestrasyonuyla devam ettiğini göstermektedir.

Özlem, dörtgenlerin tanımlarından ve özelliklerinden dolayı ortaya çıkan hiyerarşik ilişkiyi bulmak için kare-eşkenar dörtgen ilişkisinden devam etmektedir. Aşağıdaki diyaloglar bu aşamanın nasıl ilerlediğini göstermektedir.

67-Ö: ... Peki şimdi size başka bir soru soracağım, karenin açılarını değiştirsek kenar uzunlukları sabit kalacak ama iç açılarını değiştircez. Dikdörtgen gibi mesela dikdörtgenin iç açılarını değiştirdiğimizde paralelkenar elde etmiştik. Karenin iç açılarını değiştirdiğimizde başka şekil elde eder miyiz, yoksa dikdörtgen mi olur, yoksa paralelkenar mı olur?

68-Öğr: Paralelkenar olur ama özel bir paralel kenar olur sanki. Paralel kenarda karşılıklı kenarlar eşit bütün kenarları eşit değildi.

69-Ö: Evet, güzel.

70-Öğr: dikdörtgen paralel kenarın özel haliydi.

71-Ö: Zaten dikdörtgende paralelkenarın özel hali diyorsun güzel. Peki biz bu özel paralelkenara başka bir isim verebiliyor muyuz? (sorduğu soruyu karenin açısını değiştirip eşkenar dörtgene çevirerek cevaplıyor). Biz özel paralelkenara da eşkenar dörtgen diyoruz aslında çok mantıklı bütün kenar uzunlukları eşit paralelkenara eşkenar dörtgen diyoruz. Sadece paralelkenardan tek farkı bunun da yani eşkenar dörtgenin de kare gibi köşegenleri birbirini dik kesiyor.

72-Öğr: Yani öğretmenim karenin iç açılarını değiştirdiğimiz zaman eşkenar dörtgen mi oluyor?

73-Ö: Evet eşkenar dörtgen oluyor ama eşkenar dörtgende özel bir paralelkenardır, tüm paralelkenar özelliklerini taşıyor. Şimdi sizinle bir genelleme yapacak olursak bir şeklimiz daha var o burada yok ondan da bahsedeyim biraz yamuk diye bi şeklimiz var, 5. sınıftan falan biliyorsunuz 7. sınıftasınız şimdi. Yamuğun özelliklerini de biliyorsunuz, yamuğu ben biraz değiştirsem paralel kenar elde edebiliyordum değil mi? (Tahtaya bir yamuk ve paralelkenar çizer).

Özlem, karenin kenar uzunlukları sabit kalırken iç açılarını değiştirmiş ve eşkenar dörtgen elde edildiğini araçlı eylemleri ile göstermiştir. Ancak karenin eşkenar dörtgenin özel hali olduğunu göstermek için araçlı eylemlerini eşkenar dörtgen üzerinden başlatması gerekmektedir.

Özlem daha sonra hiyerarşik ilişkiyi açıklayarak tahtaya yazmıştır. Bu sırada oluşan diyaloglar aşağıdaki gibidir.

78-Ö: Şimdi o zaman bunları şemada gösterecek olursak... Paralelkenar diyebiliriz dimi (Yamuğun altına paralel kenar yazıyor). Peki, paralelkenardan ne oluşturmuştuk az önce?

79-Ö: Dikdörtgen özel bir paralelkenar demiştik. Peki, biz başka neye özel bir paralelkenar demiştik?

80-Öğr: Eşkenar dörtgen.

81-Ö: Peki eşkenar dörtgene özel dikdörtgen diyebilir miyiz, ya da dikdörtgene özel bir eşkenar dörtgen diyebilir miyiz?

82-Öğr: Dikdörtgen diyemeyiz.

83-Ö: Diyemeyiz değil mi, peki neden diyemeyiz?

84-Öğr: Açı.

85-Ö: Ne açısı? Hangi açı?

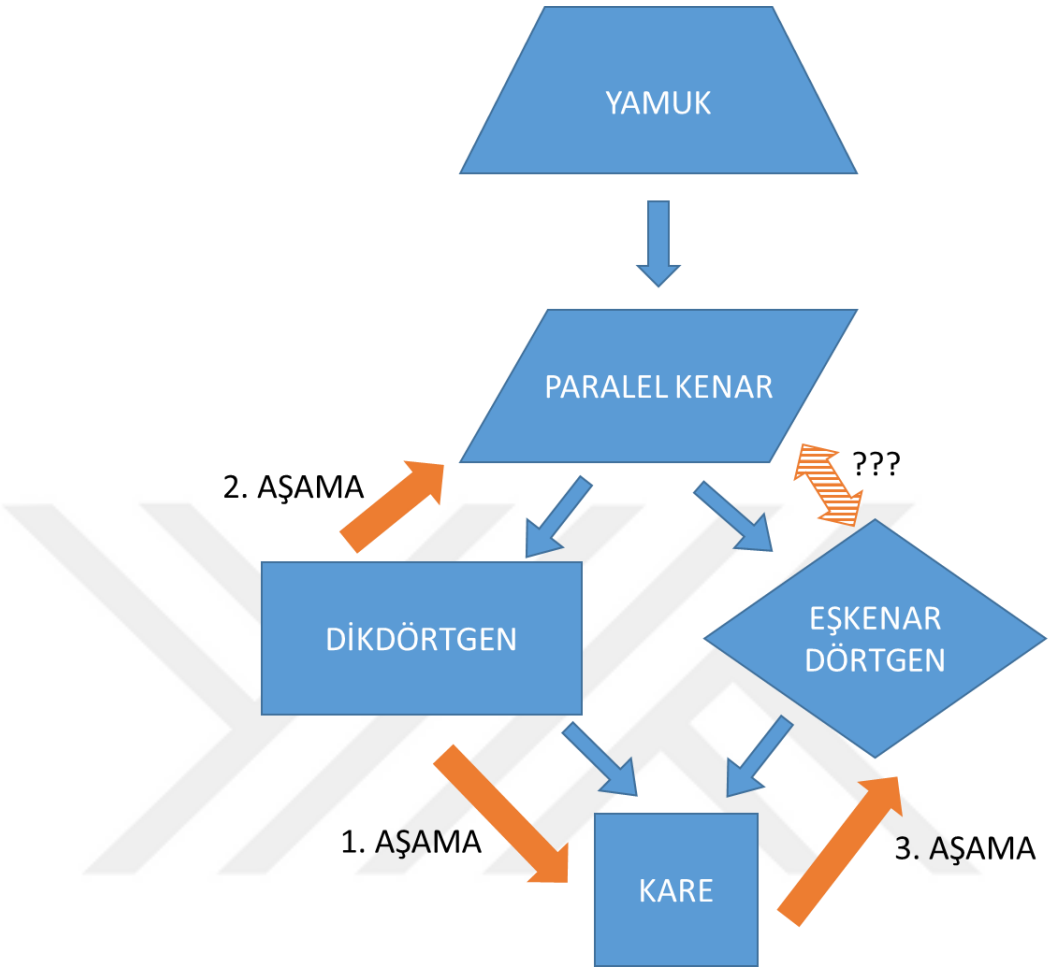
86-Öğr: İç açılar. Eşkenar dörtgende karşılıklı iç açılar birbirine eşit. Dikdörtgende hep 90 derece.

87-Ö: Yapıldığı zaman ben zaten özel hali midir diye soruyorum. Köşegen özellikleri de tutmuyor değil mi? İkisinde de dik kesişmiyor dikdörtgende ve paralelkenarda. Paralelkenarın özel bir halidir diyebiliriz eşkenar dörtgene (Tahtada hiyerarşik ilişkiyi göstermek için Paralel kenarın altına eşkenar dörtgen yazıyor). Peki dikdörtgenin özel bir hali var mıdır?

88-Öğr: Kare.

89-Ö: Kare değil mi? (Dikdörtgen ve eşkenar dörtgenin altına kare yazıyor). Kare aynı zamanda eşkenar dörtgenin özel halidir değil mi?

Özlem tahtaya çizdiği yamuk şekli üzerinde yamuğun tanımını yapıp paralel kenar ile ilişkisini açıkladıktan sonra Tahtaya yamuk yazıp altına paralel kenar yazmıştır. Daha sonra öğrencilere araçlı eylemler ile buldukları sonuçları hatırlatarak şemayı tamamlamıştır.



Şekil 46: Özlem'in Kurmaya Çalıştığı Hiyerarşik İlişki

Yukarıda Şekil 46'da Özlem'in VSG sırasında hangi aşama ile ilerlediği görülmektedir. Mavi renkli oklar Özlem'in ele aldığı kazanıma göre kurması gereken hiyerarşik tablodaki sıralamaları göstermektedir. Turuncu renkli oklar ise Özlemin VSG'de uyguladığı sıralamayı vermektedir. Özlem 1. aşamada dikdörtgenden yola çıkarak karenin, dikdörtgenin özel bir hali olduğunu açıklamıştır. 2. aşamada dikdörtgenin paralelkenarın özel hali olduğunu ortaya koymaya çalışmıştır. 3. aşamada ise kare üzerinden açıklamalar ve gösterimlerde bulunarak karenin eşkenar dörtgenin özel hali olduğu ifade edilmiştir. Görüldüğü üzere paralel kenar ve eşkenar dörtgenin arasındaki ilişkinin kenar uzunluklarının değişimi yoluyla ortaya çıktığını ifade eden bir açıklama ya da gösterimde bulunmamıştır (Şekil 46'da kesikli çizgilerle gösterilen ok). Özlem dörtgenlerin birbirleri ile olan ilişkilerini ele alırken sıralamada karışık bir yol izlemiştir. Bu yol karışık olsa da paralel kenarın çatı kavram olduğuna dikkat çeken

bir açıklama ya da teknolojik eylem olması durumunda göz ardı edilebilirdi. Ancak paralel kenarın kenarlarına göre özel bir durumda eşkenar dörtgene dönüştüğü ile ilgili açıklama ve gösterimler eksiktir.

Yukarıda verilen tüm diyaloglar ekranı açıkla orkestrasyon türünün net bir örneğini vermektedir. Özlem ders sırasında anlatılanları toplamak ve genel bir gösterimde bulunmak için bir öğrenciyi ekrana davet etmiştir. Bu öğrenci ile arasında oluşan diyalog aşağıdaki gibidir.

90-Ö: Çocuklar bu özel halleri şematize ettiğimize göre birkaç örnek yapalım tahtamızda, Bahattin gel. Şimdi bak dikdörtgen dedik neyin özel hali dedik? Paralel kenarın.

91-Öğr: Evet.

92-Ö: Peki (dikdörtgeni) paralelkenara nasıl çevirirz? Neyi değiştirerek çevirirz?

93-Öğr: Önce kenarlarına bir bakıyım, kenarları farklı zaten açısını değiştirmemiz gerekiyor o zaman.

94-Ö: Evet açısını değiştircez.

95-Öğr: Büyüteyim mi? küçülteyim mi? (Açıyı kastederek).

96-Ö: İstediğini yapabilirsin büyüte de bilirsin, küçülte de bilirsin.

97-Öğr: Biraz küçülttüm.

98-Ö: Tamam. Peki paralelkenarın bir özel hali dikdörtgendi diğer hali neydi?

99-Öğr: Eşkenar dörtgendi (şekli eşkenar dörtgene çevirmeye çalış), eşkenar dörtgen olması için de yine açıyı... biraz değişik olsun bu olmuyor böyle (açıları değiştirerek eşkenar dörtgen olmayacağını fark eder) o zaman kenarını değiştireyim.

100-Ö: Adı üstünde değil mi, eşkenar dörtgen diyoruz zaten. Bütün kenarları birbirine eşit olacak. Bak çok güzel oldu. Peki eşkenar dörtgenin bir özel hali var mı?

101-Öğr: Eşkenar dörtgende o zaman kare yapmamız lazım.

102-Ö: Onu nasıl kare yapıyorduk peki?

103-Öğr: Karenin özelliklerine eşitliği o zaman açılarının dik olması lazım, açıyı arttırırsam.

104-Ö: Evet güzel. Tamam teşekkür ederim oturabilirsin.

Yukarıdaki diyaloglardan anlaşılacağı üzere öğrenciye sorular sorulmakta ve öğrenci aracı kullanarak öğretmenin verdiği soruları cevaplamaktadır. Burada öğrencinin çıkarımlarda bulunmadığı ancak araçlı eylemlerinin olduğu görülmektedir. Ayrıca Öğretmen hiyerarşik ilişkinin sıralamasına göre sorular sormakta ve öğrenciden bu şekilleri sürgüler yardımıyla oluşturmasını istemektedir. Diğer öğrenciler bu gösterimden yola çıkarak açı ve kenar uzunluklarının değişimiyle dörtgenlerin birbirine nasıl dönüştürüldüğünü sırasıyla görebilmektedir. Bu nedenle bu aşamada öğrenci iş başında orkestrasyon türünün kullanıldığı söylenebilmektedir. Özlem öğretmen daha sonra başka bir öğrenci ile aynı amaçla öğrenci iş başında orkestrasyonunu kullanmıştır. Dolayısıyla VSG, ekranı açıkla ve öğrenci iş başında (2 defa) orkestrasyonunu içermektedir. Özetle, öğretimin içeriğinde yukarıda bahsedildiği gibi çeşitli sıralama hatalarının olduğu ve aracın genellemelere ulaşılana kadar yeterli sıklıkta kullanılamadığı bir simülasyon olmuştur.

4.2.6 Öğretmen adaylarının Video Simülasyon Görevlerinin Genel Değerlendirmesi

Öğretmen adaylarının birinci ve ikinci video simülasyon görevleri arasında belirgin bir farklılığın olduğu görülmektedir. Tablo 17, grupların birinci ve ikinci VSG'lerde kullandıkları orkestrasyon türlerini ve pedagojik söylemlerini özetlemektedir. İlk olarak A, C ve D gruplarının ilk VSG'lerde daha kompleks ve bilişsel talebin daha fazla olduğu teknolojik araçları kullandıkları göz önünde

bulundurulmalıdır. Örneğin C grubu, ilk VSG'de kesirlerde çarpma işleminin öğretiminde kullanılan kompleks ve bilişsel talebi fazla olan bir aracı kullanırken, ikinci VSG'de paralel kenarın alan bağıntısının kurulmasında kullanılan anlaşılması ve kullanılması basit bir aracı tercih ettiği görülmektedir. İlk VSG'de, C grubu, kesirlerde çarpma işlemini anlamlandırmada ve kavramsal öğrenmeyi desteklemede aracı etkili bir biçimde kullanamadığı için orkestrasyon türlerinden ve pedagojik söylemlerden yeterince yararlanamamıştır. Ancak ikinci VSG'de bilişsel talebi daha az olan ve daha basit bir araç kullandıklarında öğrencilerle daha fazla etkileşimde bulunmuş ve diyaloglarda daha fazla pedagojik söyleme rastlanmıştır.

Tablo 17: Grupların VSG'lerine İlişkin Özetleyici Bilgiler

Gruplar	**Birinci VSG/İkinci VSG**		**Birinci VSG/İkinci VSG**	
	Orkestrasyon Türü		**Pedagojik Söylemler**	
A Grubu	-Tahtada öğretim -Rehberlik et ve açıkla	-Tahtada öğretim -Ekranı tartış	-Tekrarlama (14) -YİE (2)	-Bekleme (2) -Tekrarlama (11) -ÖKD (3) -YİE (3) -DFS (1) -MZ (2)
B Grubu	-Ekranı Tartış -Öğrenci iş başında	-Tahtada öğretim -Öğrenci iş başında	-KK (1) -MZ (3) -ÖFS (4) -Tekrarlama (3)	-Tekrarlama (13) -ÖKD (1) -YİE (3) -MZ (3) -ÖFS (1)
C Grubu	-Tahtada Öğretim -Ekranı açıkla	-Tahtada öğretim -Rehberlik et ve açıkla -Tahtada öğretim	-KK (1)	-Tekrarlama (8) -ÖKD (5) -Bekleme (6) -MZ (3) -YİE (3) -KK (2)
D Grubu	-Ekranı açıkla -Öğrenci işbaşında	-Ekranı açıkla -Tahtada öğretim -Öğrenci iş başında -Tahtada öğretim	-MZ (5) -ÖKD (12) -DFS (7) -Tekrarlama (3) -Bekleme (3) -ÖFS (2)	-MZ (6) -ÖKD (4) -KK (1) -Tekrarlama (9) -Bekleme (2) -YİE (2)
E Grubu	-Tahtada öğretim -Tahtada öğretim -Rehberlik et ve açıkla	-Ekranı açıkla -Öğrenci iş başında -Öğrenci iş başında	-Bekleme (2) -DFS (6) -ÖKD (2) -Tekrarlama (5) -YİE (5)	- Bekleme (4) -DFS (1) -ÖKD (1) -YİE (3)

A grubunda birinci VSG, kavramsal öğrenmeyi destekleyici ve öğrencilerin keşfederek öğrenmesini sağlayıcı bir uygulama olmuştur. Buna karşın pedagojik söylemlerin birçoğu kullanılmamıştır. Ancak öğrencilere sürekli söz hakkı verilen ve ekranda araç ile ilgili gösterimlere katılmaları desteklenen bir uygulama olmuştur. A grubunun her iki VSG'de de öğrenciyi merkeze alan bir uygulamada bulunduğu görülmektedir. Buna rağmen ikinci VSG'lerinde bilişsel talebi az olan bir aracı kullandıklarında diyaloglarında daha fazla pedagojik söylem kullanmıştır.

Gruplar arasında meydana gelen bu farklılıklar hakkında gerçekçi bir sebep sonuç ilişkisi kurabilmek için VSG'lerde yapılan hataların minimuma indirgenmesi gerekmektedir. Örneğin C grubunda ilk VSG'de teknolojik aracın sağlayıcılığından yeterince yararlanamamıştır. Bu hataların olmadığı durumda pedagojik söylemlerin ve orkestrasyon türlerinin nasıl değişeceği kestirilememektedir. Ancak A ve D grubuna bakıldığında, bilişsel talebi fazla olan araçların kullanılmasının öğretmen adaylarını araçla ilgili daha fazla açıklama yapmaya ittiği; muhakemeye zorlama, daha fazlasını söyle, öğrenciyi katılıma davet ve öğrenci fikirlerini sondalama gibi eylemleri daha az yararlanmaya neden olduğu söylenebilmektedir.

Bilişsel talebi fazla olan araçların kullanılması durumunda hataların azaltılması, teknolojik aracın sağlayıcılığından daha iyi yararlanarak kavramsal öğrenmenin desteklenmesi ve pedagojik söylemler ile öğrenci merkezli orkestrasyonlardan daha sık faydalanılması için; araştırmacının VSG çekimleri öncesinde senaryoları inceleyerek rehberlik etmesi ve geribildirimlerde bulunması fikri ortaya çıkmıştır.

VSG'ler çeşitli hata ve eksiklikleri içermesine rağmen öğretmen adaylarının çoğunlukla başarılı bir şekilde uyguladığı bir görev olmuştur. Grupların çoğunluğu VSG'lerde orkestrasyon türlerini ve pedagojik söylemleri etkili bir biçimde kullanmış ve öğrencilerin keşfini destekleyen öğrenci merkezli yaklaşımlar geliştirmiştir.

4.2.7 Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Dersin Meslek Hayatlarına Katkısı Hakkındaki Görüşleri

Öğretmen adaylarının tasarlanan dersin meslek hayatlarına katkısı hakkındaki görüşleri odak grup görüşmelerinde "Bu dersin size meslek hayatınızda nasıl bir katkısı olmuş olabilir?" sorusuna verdikleri yanıtlar ile toplanmıştır. Verilen cevaplar MAXQDA programı ile kodlanmış ve öğretmen adaylarının tasarlanan dersin meslek hayatına katkısı hakkındaki görüşleri 4 kodda toplanmıştır. Aşağıdaki tabloda bu kodların içeriği hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiştir.

Tablo 18: Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Dersin Meslek Hayatlarına Katkısı Hakkındaki Görüşleri

Temalar	**Örnek Cevaplar**
Teknoloji kullanmaya karşı niyet ve olumlu tutum	E-ÖA1: Teknolojiye karşı daha sıcak olmaya başladık yani bu dersi alıp bu şekilde uyguladıktan sonra. Mesela bu yıl bu dersi almasaydık staj okulunda bu uygulamayı kullanmayı düşünmezdim. Yanal alan var mesela açılımını görecek Açılımını da nasıl yapabilirim deyip işte bunu kullanırsam çok güzel olur deyip açtım kullandım.
Teknolojinin sağlayıcılığı	C-ÖA1: Bu ders sayesinde (kavramları) daha da somutlaştırıp öğrencilerin farklı yönlerden farklı bakışını geliştirebileceğini öğrendik. Ve bu şekilde öğrenimin daha öğrencinin aktif olduğu ve daha kalıcı izler bıraktığı görüldü. Yani çünkü sonuçta soyut olup böyle yaparsan böyle olurdu demektense görsel hem de onun uygulayarak yaptığı bir şey. Hem derse katılımını sağlar. Derse ilgisini sağlayabilir. Bu şekilde düşündüm.
Öğrenci seviyesi	B-ÖA4: … Mesela bize kolay gelebilir o anda. Ama öğrencinin o anda mesela atıyorum bir sayının küpü örnek veriyorum şu an. Öğrenci onu biliyor mu? Bilmiyor mu? Ona geri dönüp bakmamıza sebep oldu. Yani öğrenmemize katkı sağladı en azından. Öğrenci oraya kadar neyi biliyor neleri yapabiliyor? Çünkü biz ilköğretim matematik konularının hepsini biliyoruz. Ama maksat onu karşı tarafa aktarabilmek. O seviyeye inip o karşı tarafa aktarabilmek.
Teknoloji destekli dersi planlama ve uygulama	A-ÖA1: Bir kere ders planını yapmayı öğrendik. Stajda da öyle desteği oldu. Bu derste bence ders planı, süreyi ayarlamak çok zaten öğretmenlerin bence sıkıntı çektiği nokta. D-ÖA2: Biz böyle bir etkinlik yapsak nelere dikkat edebiliriz ileride? Onları görmüş olduk.

Öğretmen adaylarının, aldıkları ders sayesinde teknoloji kullanmaya karşı niyet, istek ve olumlu tutum geliştirdiklerini belirttikleri ifadeleri kodlanmış ve bu kodlamalar "Teknoloji kullanmaya karşı niyet ve olumlu tutum" temasında bir araya getirilmiştir. Öğretmen adayları, bu ders sayesinde teknolojinin matematik öğretiminde kullanıldığı sırada öğrencilerin ilgisini çekmesi, kavramsal öğrenmeyi desteklemesi ve somut örnekler sağlaması gibi faydaları olduğunu fark ettiklerini belirtmiştir. Bu açıklamalarla ilgili yapılan kodlamalar "teknolojinin sağlayıcılığı" temasında toplanmıştır. Bütün gruplar (Bkz. Tablo 19), VSG'lerin hazırlandığı sırada öğrenci gibi düşünme, öğrencinin sınıf seviyesine göre dersi anlatabilme, hangi sınıf seviyesinde hangi konuların bilindiğini araştırma ve o seviyeye uygun öğretim yapma ve VSG'leri öğrenci seviyesine uygun olmadığı sırada yeniden düzenleme gibi gerekçelerle tasarlanan dersin meslek hayatlarına katkıda bulunduğunu belirtmiştir. Ayrıca VSG'lerde öğrenci rolünde olan öğretmen adayları "Öğrenci bu sınıf seviyesinde hangi soruları sorabilir?" Sorusunun kendilerini meşgul ettiğini ve VSG'lerde öğrencinin seviyesine uygun sorular sormak için çabaladıklarını eklemiştir. Ayrıca bazı öğretmen adayları kavram yanılgılarının neler olabileceğini düşündüklerini ve VSG'lerde bu kavram yanılgılarını ortaya çıkarıp giderecek şekilde senaryoları düzenlediklerini belirtmişlerdir. Bu yüzden buna benzer açıklamaları içeren kodlamalar "öğrenci seviyesi" temasında toplanmıştır. Son olarak beş gruptan dördü (Bkz. Tablo 19) tasarlanan ders ile teknoloji destekli ders planı yapma ve bu planı uygulama konusunda becerilerinin geliştiği yönünde açıklamalarda bulunmuştur.

Tablo 19: Kod-Grup Matrisi

Dersin Meslek Hayatına Katkıları	**Grup A**	**Grup B**	**Grup C**	**Grup D**	**Grup E**
Teknoloji kullanmaya karşı niyet ve olumlu tutum	0	0	0	0	3
Teknolojinin sağlayıcılığı	0	0	1	0	2
Öğrenci seviyesi	2	3	1	1	1
Teknoloji destekli dersi planlama ve uygulama	2	1	0	2	2
TOPLAM	4	4	2	3	8

Teknoloji kullanmaya karşı niyet ve olumlu tutum teması sadece E grubunun yaptığı açıklamalar ile ortaya çıkmıştır. Dikkat edilmelidir ki, öğretmen adaylarından bu konu hakkında açıklama yapmayanların teknolojiye karşı olumlu tutum geliştirmediği anlamı çıkmamaktadır. Veriler odak grup görüşmelerinden elde edilmiştir. Odak grup görüşmelerinde katılımcılar genellikle öne çıkan fikirlerini açıklamaktadır. Teknolojiye karşı zaten olumlu tutum sahibi olanlar ve teknolojiyi meslek hayatlarında kullanmaya niyetli olanlar bu konuda normal olarak görüş belirtmemektedir. Benzer şekilde katılımcılardan biri bir konuda çeşitli açıklamalar yaptığı sırada diğer katılımcılar aynı görüşte olsalar bile konu dile getirildiği için aynı açıklamayı tekrar yapma ihtiyacı hissetmeyebilir. Dolayısıyla bu sonuçlar ortaya çıkan görüş ve düşüncelerin genel bir çerçevesini sunmakta ancak istatistiki bir genelleme yapılamamaktadır.

4.2.8 Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Derse İlişkin Önerileri

Öğretmen adaylarının tasarlanan derse ilişkin görüşleri odak grup görüşmelerinde "Bu dersin içeriğinde ve araştırmacının dersi işleyişinde bir değişiklik yapma fırsatınız olsaydı nasıl bir değişiklik yapardınız?" sorusuna verdikleri cevaplar ile elde edilmiştir. Bu soruya verdikleri cevaplarla taslak modelde ve ders tasarımında öğretmen adaylarının kendi perspektiflerinden ne tür ihtiyaçları hissettikleri anlaşılmaya çalışılmaktadır. Öğretmen adaylarının odak grup görüşmelerinde verdikleri cevaplar MAXQDA nitel veri analizi programı ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda öneriler aşağıdaki tabloda yer alan başlıklar altında toplanmıştır.

Tablo 20: Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Derse İlişkin Önerileri

Kodlar	**Örnek Cevaplar**
Kazanımlar çeşitlendirilmeli	D-ÖA4: Ya da şey de yapabilirsiniz. GeoGebra denince herkes geometri düşünüyor. Kazanımları siz gruplara verseniz? Çünkü sadece geometriye odaklanıyor öğrencilere bırakıldığı zaman. Siz daha farklı etkinliklerle GeoGebra'yı ilişkilendirmemizi isteseniz belki daha da güzel etkinlikler ortaya çıkabilir.
VSG için geri bildirim verilmeli	E-ÖA3: Daha öncesinden bir senaryo isteyebilirsiniz bizden. Onu kontrol edip bize dönüt verebilirsiniz. Ya da bu kazanım bu etkinliğe uymaz ya da uyar şeklinde bir dönüt verebilirsiniz. D-ÖA2: Bir de ek olarak hocam mesela biz çektik şimdi videoyu. Sonra siz deseniz şuraya böyle yapsanız Buraya böyle yapsanız daha iyi olur. Sonra biz bir daha çekelim. Tekrar tekrar, en güzeli olana kadar uğraşabilirdik.
Daha iyi bilgilendirme yapılmalı	A-ÖA2: Yani daha öğrenci merkezli gidiyorlar. Yani belki şeyler çeşitli sınırlamalar getirilebilir. Bu özellikler ya da yani işte açıklamalar olabilir. B-ÖA1: Mesela biz başta şeyi anlamada zorluk çektik. Hani bizden ne istediğinizi anlamakta biraz zorlandık. Hani mesela ne olacak falan derken. Hani mesela siz dosyayı hazırladınız mı dediniz ya. Mesela o dosyayı bilmiyorduk açıkçası Hani biraz daha mesela daha iyi bir bilgilendirme olabilirdi.
Teknik sorunlara ilişkin öneriler	D-ÖA1: 2. grupta ne tahta (görülüyordu) ne de ses anlaşılmıyordu. Öğrencilere (Öğretmen adaylarına) bu konuda dikkat etmelerini söyleyebilirsiniz.
Tekniklerin öğretimi için öneriler	B-ÖA2: Hocam bence bizim yaptıklarımızı izletebilirsiniz (seneye bu dersi alacak öğrencilere) örnek olarak. Bu şekilde bir örnek var deyip izletirseniz bir fikir edinmiş olurlar. Çünkü biz mesela şey olduk Nasıl yapacağız şimdi? Hani, nasıl uygulayacağız? Bir örnek olsaydı biraz daha rahat olurduk belki. Bu şekilde yapabiliriz, böyle olabilir diye. C-ÖA1: Birkaç örnek olsa hani atıyorum şurada şu şekilde olabilir gibisinden. Çünkü biraz hani böyle kullansak acaba olur mu? Biz, biraz derse onları (tekniklerin) katmayı nasıl sağlarız diye sorun olmuştu ama onları örnek diyalog şeklinde verseniz. Örnek diyaloglar olsa ve bu teknik burada bu şekilde kullanılıyor şeklinde…

Yukarıdaki temalar incelendiğinde aslında hepsinin bir şekilde VSG'ler ile ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Kazanımlar çeşitlendirilmeli önerisi, VSG görevlerinde farklı konu ve kazanımların kullanılmasının sağlanması ve sadece geometri konularının işlenmesinin önüne geçilmesine yönelik bir öneridir. D grubundaki öğretmen adaylarından biri (D-ÖA1) VSG'lerin sınıfta yansıtılmasından önce grupça değerlendirilmesi gerektiğini öne sürmüştür. Küçük grupla yapılan değerlendirme ve geribildirimin daha yararlı olacağı yönünde görüş bildirmiştir. 3 grup VSG'ler için daha detaylı bir görev tanımı ya da açıklama verilmesi gerektiğini belirtmiştir (Bkz. Tablo 21). VSG'lerin öğrenci merkezli olması gerektiğine ilişkin açıklamalar ve görevlerin daha anlaşılır olmasına yönelik açıklamalar yapılması gerektiği önerilmiştir. Bu önerilerin sebebinin öğretmen adaylarının teknikleri anlamakta zorluk çekmesi ile ilişkili olabileceği görülmektedir (Bkz. Tablo 20, C-ÖA1). VSG'ler hakkında daha iyi bilgilendirme isteyen öğretmen adayının açıklamasına çözüm olarak aynı gruptan bir arkadaşı teknikleri öğrenmede sorun yaşadıklarını ve bu sorunun gelecek sene yaşanmaması için çektikleri videonun kullanılabileceği şeklinde bir öneride bulunması dikkat çekmiştir (Bkz. Tablo20, B-ÖA2). Bu öğretmen adayının önerisi ile araştırmacının nihai amacı örtüşmektedir.

Tablo 21: Kod-Grup Matrisi

Derse ilişkin öneriler	**Grup A**	**Grup B**	**Grup C**	**Grup D**	**Grup E**	**TOPLAM**
Kazanımlar çeşitlendirilmeli	0	0	0	1	0	**1**
VSG için geri bildirim verilmeli	0	0	0	2	1	**3**
Daha iyi bilgilendirme yapılmalı	2	1	0	0	1	**4**
Teknik sorunlara ilişkin öneriler	0	0	0	1	1	**2**
Tekniklerin öğretimi için öneriler	0	1	1	0	0	**2**
TOPLAM	**2**	**2**	**1**	**4**	**3**	**12**

Öğretmen adaylarının önerileri incelendiğinde bir sonraki döngüde yapılacak uygulamalarda gruplara daha sistematik bir rehberlik yapılması kararlaştırılmıştır. Bu döngüde görevler ile ilgili bütün zorlayıcı faktörlerin öğretmen adaylarını geliştirdiği

düşünüldüğünden rehberliğin minimum seviyede olmasına dikkat edilmiştir. VSG'lerde konu ve kazanımın belirlenmesi, materyal seçimi, ders tasarımı ve senaryo hazırlanması sürecinde yaşanılan bütün zorluklar öğretmen adaylarını zorlayıcı ve geliştirici bir özelliğe sahiptir. Bu yüzden sistematik rehberlik ifadesi ile görevlerden önce yeterli bir bilgilendirme (bir doküman ile) verilmesi ve VSG çekimi için bir araya gelen grupların yukarıda belirtilen hataların önüne geçmek için kontrol etme ve dönüt verme amacıyla ziyaret edilmesi kastedilmektedir. Gruplarda farklı konu ve kazanımların kullanılması ve sadece geometri konularına ilişkin araçların kullanılmaması ve VSG'lerde hatalı öğretim planlarının olmaması için video çekimlerinden hemen önce planların ve senaryoların incelenerek geri bildirim verilmesi planlanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının görevin net olarak belli olması gerektiği ile ilgili önerileri dikkate alınacaktır.

Öğretmen adaylarının birinci ve ikinci VSG'leri içinde çeşitli hataların yapıldığı görülmüştür. Örneğin E grubunun ikinci VSG'sinde (E-2) dörtgenler arasında hiyerarşik bir ilişki kurulmaya çalışılmış ancak çeşitli hataların yapıldığı anlaşılmıştır (Bkz. Şekil 46). Yine C1 simülasyonunda kesirleri çarpma konusunda kavramsal öğrenmeyi destekleyebilecek bir materyal kullanılmasına rağmen, C grubu kavramsal öğrenmeyi destekleyecek bir içerik ve senaryo hazırlayamamıştır. Bu tip sorunların araştırmacının video çekiminden hemen önce yapacağı bir rehberlik ile çözülebileceği düşünülmektedir.

Ayrıca tekniklerin öğretimi ile ilgili verilen önerilerde bir öğretmen adayı sonraki döngüde bu videoların kullanılmasını önererek araştırmacının amacıyla örtüşen bir açıklamada bulunmuştur. Bir sonraki döngüde tekniklerin öğretiminde video durumlardan yararlanılacağı için grupların bilgilendirme ve tekniklerin öğretimi ile ilgili ihtiyaçlarının karşılanacağı düşünülmüştür.

4.2.9 2. Döngünün Değerlendirilmesi ve Modelin İşlerliği

Taslak modelin oluşturulmasında hazırlanan ders tasarımının önemli bir etkisi bulunmaktadır. Tasarlanan ders incelendiğinde öğretmen adaylarının sadece matematik öğretiminde kullanılan teknolojileri ekranda yansıttığı bir süreç ile başlamamaktadır. Öğretmen adayları, 1-1 bilgisayar imkânı olan bir laboratuvarda

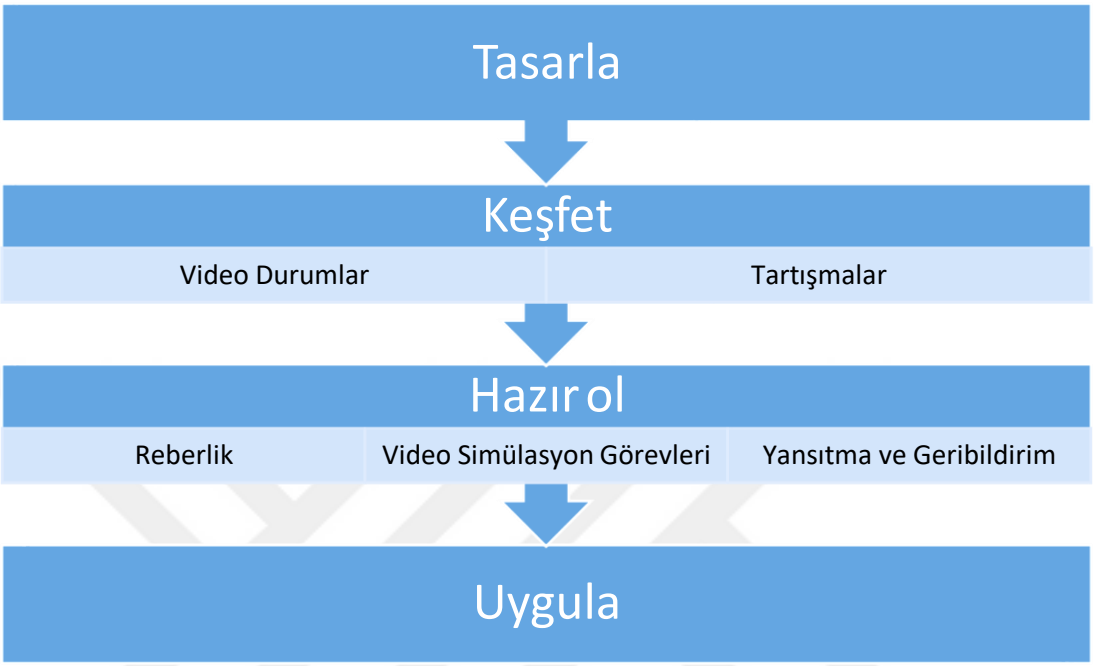
araştırmacının ekranında yansıttıklarını kendi bilgisayarlarında uygulayarak matematik etkinlikleri hazırlamıştır. Ayrıca araştırmacı Geogebra ile etkinlik tasarlama sırasında öğrencilerin formülleri ezberlemek yerine genellemelerle ve kavramsal öğrenmeyi sağlayacak şekilde bir tasarım anlayışı ile hareket etmiş ve Şekil 18'deki GeoGebra etkinliklerini öğretmen adayları ile birlikte geliştirmiştir. Öğretmen adaylarının GeoGebra gibi etkileşimli ve dinamik araçlarla meşgul olması konu alanı bilgisini geliştirmekte ve teknoloji kullanmaya karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlamaktadır (Huang ve Zbiek, 2017). Etkinliklerin tasarlandığı süreçte, öğretmen adayları muhtemelen aynı zamanda etkinliğin nasıl kullanılacağını da hayal etmekte ya da düşünmektedir.

Öğretmen adaylarından bazıları VSG'lerde kullanmak için seçtikleri teknolojik materyalleri *öğrencilerin keşfini destekleme* ya da *kavramsal anlamayı destekleme* (Bkz. Tablo 18) gibi nedenlerle seçtiğini belirtmiştir. Bu açıklamalar, öğretmen adaylarının geogebra ile etkinlik tasarlayarak meşgul olmalarının, matematiği farklı bir yol ile keşfetme arayışlarını destekleyebileceğini gösteren bir kanıt olabilir. Yine de buna ilişkin daha net ve güvenilir kanıtlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Geliştirilen VSG'ler sayesinde öğretmen adayları öğrenci bakış açısı kazandıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının, öğrenci gibi düşünme, öğrencilerin düşebileceği kavram yanılgılarına dikkat etme, öğrencilerin önceki öğrenmelerini araştırma, öğretimlerini öğrencilerin seviyesine uygun olacak şekilde düzenleme gibi açıklamalarda bulunmaları öğrenci bakış açısı kazandıklarını desteklemektedir.

VSG'lerin hazırlanması sırasında öğretmen adaylarının ders saati dışında birçok kez bir araya geldikleri, iş birliği içinde senaryolarını hazırladıkları ve uygulama sırasında senaryoları düzelterek iyileştirdikleri anlaşılmaktadır. Zor ve zaman alıcı bir görev olmasına karşın hiçbir öğretmen adayı VSG'ler hakkında olumsuz geri bildirimde bulunmamıştır. Ancak öğretmen adaylarının VSG'lerinde çeşitli hata ve eksiklerin önlenmesi için araştırmacının rehberlik etmesi ve geribildirimde bulunması planlanmıştır. Yapılan görüşmelerde de öğretmen adayları, VSG'ler hakkında daha net tanımlamalar ve daha fazla rehberlik talep etmiştir. Bu

bakımdan modelde bir değişiklik yapılmadan rehberliğin arttırılmasına karar verilmiştir. 3. Döngüde kullanılacak olan kılavuz model Şekil 47'de verilmiştir.



Şekil 47: Kılavuz Model

4.3 3. Döngü

Bu döngüde uygulama, değerlendirme ve revizyon aşamalarına ilişkin bulgular paylaşılacaktır. Uygulama aşamasında ders tasarımının işleyişi, öğretmen adayları tarafından dersin nasıl değerlendirildiği, ders içeriği ve diğer aşamalar hakkındaki bulgulara yer verilecektir. Bu döngüde, bir önceki döngüde tasarlanan ders tasarımı kullanılmıştır. Ayrıca içeriğin aktarılmasında video durumların kullanılacağı (Bkz. Şekil 12) ve uygulama aşamasında gerçek sınıf ortamında teknolojinin kullanılacağı bir döngü olacaktır. Tasarım aşamasında öğretmen adayları ile yapılması planlanan çalışmalarda değişiklik olmamıştır. Modelin Hazır ol aşamasında 2. döngüde olduğu gibi VSG'lerden yararlanılacaktır. Ancak bu aşamada video çekimlerinden hemen önce gruplara rehberlik edilmesi planlanmıştır. VSG'lerin hazırlanmasından önce yapılan Tasarla adımında herhangi bir değişiklik yapılmadan 2. Döngüdeki gibi uygulanmıştır.

4.3.1 Video Simülasyon Görevlerinin Hazırlanması ve Uygulanmasına İlişkin Bulgular

Video simülasyon görevlerinde, öğretmen adayları 2. Döngüde olduğu gibi konu ve kazanımın belirlenmesi ile teknolojik materyalin seçilmesi konusunda özgür bırakılmıştır. Ancak 2. Döngüde elde edilen VSG'leri tekrarlamamaları ve özgün olmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının oluşturduğu üç grubun VSG'leri hazırlama ve uygulama süreçlerine ilişkin özetleyici bilgiler aşağıdaki tabloda yer almaktadır:

Tablo 22: 3. Döngüdeki Video Simülasyon Görevlerinin Hazırlanma Süreci

Gruplar	Kişi Sayısı	Toplantı Sayısı	Video Çekim Yöntemi
A	7	4	Deneme çekimi ardından senaryoda değişiklik yapıp yeniden çekim
B	8	3	Kaydı dondurup senaryoda düzeltme yaparak çekime devam etme
C	10	3	Kaydı dondurup senaryoda düzeltme yaparak çekime devam etme

Her üç grup da ilk toplantılarında çalışmada kullanacakları materyal ve kazanım hakkında bilgi alışverişinde bulunduklarını ve ikinci toplantıya önerilerle gelebilmek için hazırlık yapmaları kararı aldıklarını belirtmiştir. Aşağıdaki tabloda grupların hazırlık ve VSG çekimleri süreci hakkında paylaştıkları bilgiler derlenmiştir.

Tablo 23: 3. Döngüdeki Grupların VSG'leri Hazırlama Sürecine İlişkin Açıklamaları

Grup	Açıklama
A Grubu	ÖA1: Önce toplandık bir defa. Sonra sizinle görüştük. Sonra bir kere deneme çekimi yaptık. Sonra sizinle son görüştüğümüz gün çekimi yaptık.
	ÖA2: (Toplandığımızda) Önce konu seçmeye başladık. Yani matematik, ortaokul, matematik konularına baktık. Neler anlatabiliriz diye. Sonra GeoGebra'dan etkinlik örneklerine baktık. Hangisi bize uygun diye. Sonra gösterdiğiniz tekniklere baktık.
	ÖA3: Görüşmelerimiz genelde yardımlaşma, paylaşım, fikir alışverişi şeklinde geçti.

	ÖA4: Yani hangi aşamada, hangi sırayla vereceğimizi önce konuştuk. Hatta o tabloyu oluştururken de ilk önce ne verelim? Üçgenleri önce (verelim) dediniz. Çokgenlerin iç açısını verirken üçgenlerden yola çıkın şeklinde (söylediniz). Hani önce üçgeni kavratıp, sonra işte dörtgeni falan bu şekilde çoğaltarak gidiyorduk. Mesela süreyi önemsedik.
	ÖA5: Önce bilinenden yola çıkmaya çalıştık. Yani karmaşık olan bir konuyu formüle dayalı olan bir konuyu aslında ezberlemeden nasıl daha mantığa yatırarak uygulayabiliriz diye düşündük.
B Grubu	ÖA1: Çekimden önce iki kere bir araya geldik. Birincisinde ne yapacağımızı konuştuk hani. Hangi konuyu anlatacağımızı. Konuyu belirledik. Materyali önceden biliyorduk. Olabileceğini düşünüyorduk. Ona karar verdik.
	ÖA2: Öğretmeni belirledik önce kura şeklinde. Ondan sonra işte kimler ne söyleyecek? Onu belirledik yani. Ama sonra da üzerinde çok değişiklikler oldu yani.
	ÖA3: Materyali nasıl kullanabiliriz? İşte nasıl konuya geçiş yapmalıyız? Ya da onun sonunda çocuk nasıl genellemeye varır diye düşünerek örnekleri yazdık. Buna göre bir senaryo hazırladık.
	ÖA4: Önce bir kendinizde bir anlamaya çalıştık gibi oldu açıkçası. O genellemeye varma aşamasında. Sonra işte kim nerede ne diyor? Orada hangi teknikleri kullanabiliriz? Zor bir süreç bence. Çünkü öğrencinin şey yapmaması lazım. Hani genellemeye varırken kavram yanılgısına düşmemesi lazım. Hani doğru şekilde öğrenciye yaptırmak çok önemli.
	ÖA5: Önümüzde bir etkinlik olabilir ama sonuçta o genellemeye vardıracak tarzda örnekler hazırlamamız lazım. Yani hani ders sırasında çözdürdüğümüz birkaç örnek bizim işimize yaramayabilirdi. İyi bir hazırlık gerekiyor. Yeni bir etkinlik için benim de bir anlamam gerekiyor yani. Çünkü bizim de hani o etkinliği keşfetmemiz gerekiyor aslında. Nasıl öğrencileri keşfediyorsa önce öğretmenin de keşfetmesi lazım ki bunu Derste değil de öncesinde yaparsa en azından derse hazırlıklı olur.
C Grubu	ÖA1: Bir kere görüştük hocam, bir kere senaryo yazdık, bir kere de çektik. 3 kere bir araya geldik.
	ÖA2: Hocam ilk görüşmede konumumuzu belirlemeye çalıştık. Ne yapalım, nasıl bir yol izleyelim diye ikinci görüşmemizde senaryoyu yazdık. Materyalimiz belirledik neler yapacağımızı (belirledik)?
	ÖA3: Daha çok tekniklere uymaya çalıştık. GeoGebra'dan nasıl yararlanabiliriz, hangi konu daha uygun? Öğrencilerin kendi keşfetmesi için neleri vurgulayabiliriz? Vurgulamak istediğimiz şeyi bildiğimiz için diğerleri biraz daha doğaçlama gelişti.

Öğretmen adaylarının hazırlık ve uygulama sürecine ilişkin açıklamaları incelendiğinde grupların konu, kazanım ve teknolojik materyalin belirlenmesi için bir

araya geldikleri ve daha sonra ders planı ya da senaryo hazırlanması için işbirliği halinde çalıştıkları anlaşılmaktadır. Toplantılarında araştırma ve fikir alışverişi içinde olduklarını ifade etmişlerdir. Senaryo hazırlanması aşamalarına geçtiklerinde ise bazı hususlara dikkat etmek istediklerini belirtmişlerdir. Bunlardan ilki senaryolarda teknikleri (pedagojik söylemleri ve orkestrasyon türlerini) kullanma hususudur. Örneğin A grubundan ÖA2: "Sonra gösterdiğiniz tekniklere baktık", B grubundan ÖA4: "… kim nerede ne diyor? Orada hangi teknikleri kullanabiliriz?", C grubundan ÖA3: "Daha çok tekniklere uymaya çalıştık" şeklinde açıklamalar yapmışlardır. Öğretmen adaylarının senaryo yazarken dikkat ettikleri bir diğer husus öğrencilerin kavramsal öğrenme ya da keşfederek öğrenmelerini destekleme çabalarıdır. Örneğin, A grubundan ÖA5: "Önce bilinenden yola çıkmaya çalıştık. Yani karmaşık olan bir konuyu formüle dayalı olan bir konuyu aslında ezberlemeden nasıl daha mantığa yatırarak uygulayabiliriz diye düşündük.", B grubundan ÖA5: "Önümüzde bir etkinlik olabilir ama sonuçta o genellemeye vardıracak tarzda örnekler hazırlamamız lazım" ve C grubundan ÖA3: "… Öğrencilerin kendi keşfetmesi için neleri vurgulayabiliriz?" açıklamaları öğretmen adaylarının teknolojiyi, kavramsal öğrenmeyi desteklemek ve öğrencilerin keşfederek öğrenmelerini sağlamak için kullanmak istediklerini göstermektedir.

Grupların etkinliği seçme nedenlerine baktığımızda, B grubunun geometri alt öğrenme alanının dışında farklı bir kazanıma değinmek istediği; A ve C grubunun ise öğretmenlik uygulamasındaki gözlemlerinden yola çıktıkları anlaşılmaktadır. A grubundan bir öğretmen adayı materyali seçim nedenlerini aşağıdaki gibi açıklamıştır:

> Gittiğimiz öğretmenlik uygulamasında da hoca anlatmıştı yani bu konuyu. Ben orada beğenmiştim. Hocamız da tablo üzerinden anlatmıştı ama GeGebra'yı kullanmamıştı. Sadece kendi çizerek gösterdi. Orada sekizgeni onbeşgeni ya da daha büyük şekilleri gösteremedi. Üçgen, dörtgen, beşgen, altıgen üzerinden ilerledi. Biraz daha zaman kaybı oldu mesela. Herkes de uygun görünce yani o anlatımımız da rahat olacağını düşündük.

C grubundan bir öğretmen adayı ise aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

> Öğrenciler daire çevresiyle dikdörtgenin kenarı arasındaki ilişkiyi kuramıyorlardı. Ezbere biliyoruz ama bunu hem uygulamalı hem de açılıp kapandığında birbirine tam denk geldiğini gösterebileceğimiz bir konu olduğu için seçtik. Çocuklar çok şaşırmıştı gördüklerinde onun çevreyle eşitlendiğini. Şekil üzerinden görmek çok iyi. 3 boyutlu düşünmede çocuklar çok zorluk çekiyorlar.

Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulamasında öğrencilerin öğrenme sürecinde ve uygulama öğretmenlerinin yaşadıkları çeşitli zorluklarla ilgili çeşitli gözlemlerinin olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları gözlemledikleri zorlukların ya da problemlerin üstesinden teknolojik materyal kullanarak gelebileceklerine dair inanç geliştirdiği görülmektedir.

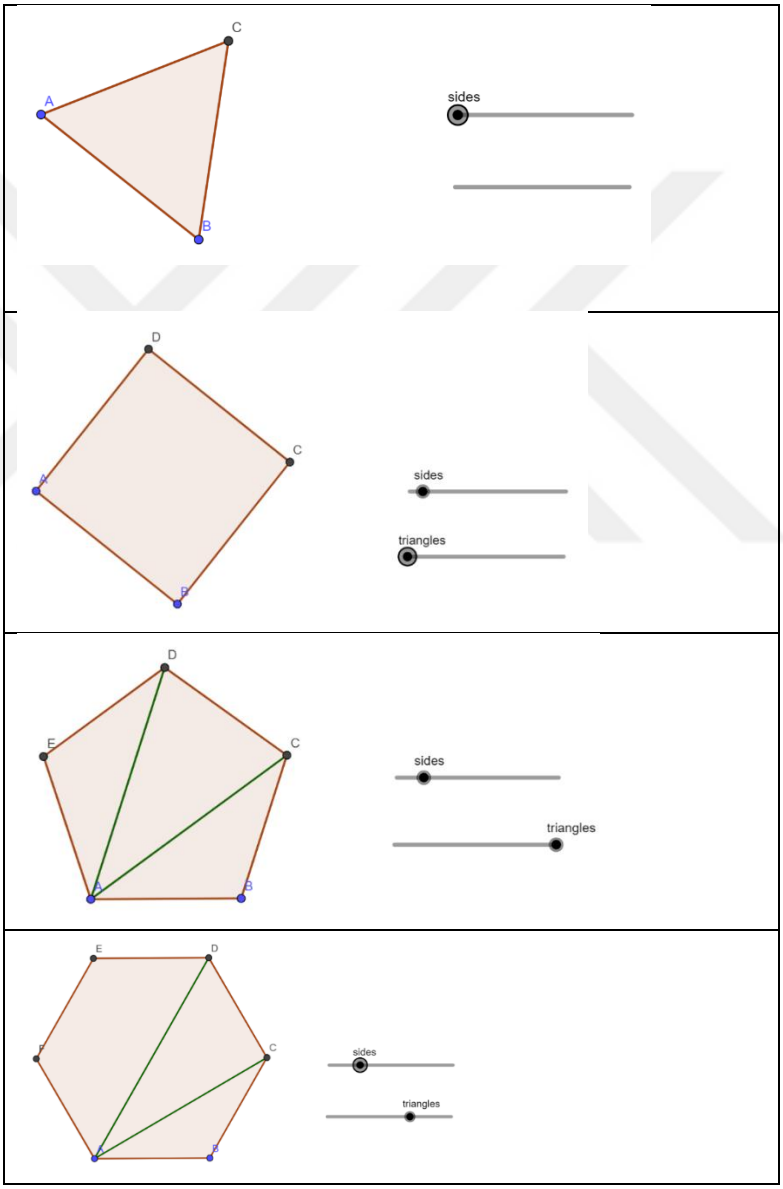
4.3.2 VSG'lerin Kuramsal Çerçeveler Açısından Değerlendirilmesi

A Grubunun Video Simülasyonu

A grubu, 7. sınıf geometri ve ölçme alt öğrenme alanında "çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar" kazanımını ele almıştır. Kullandıkları GeoGebra materyalinde başlangıçta bir eşkenar üçgen ile iki adet sürgünün olduğu görülmektedir. Kenarlar isimli sürgü ilerletildiğinde çokgenin kenar sayısı artmaktadır (Bkz. Şekil 48). Üçgenler isimli sürgü ilerletildiğinde ise çokgenin bir köşesinden çizilebilen köşegenler teker teker gösterilmektedir. Bu sayede çokgen üçgenlere ayrılmış olmaktadır. Dolayısıyla materyal ile dışbükey çokgenlerde çizilebilen köşegen sayısı ve iç açılar toplamını keşfetmeye yönelik çalışmalar yapılabilmektedir.

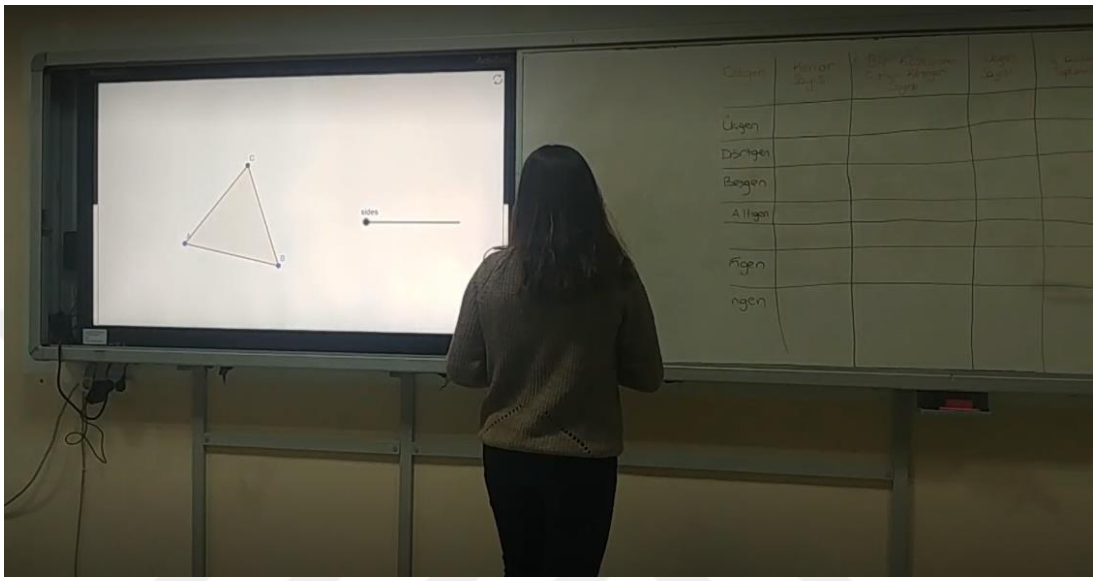
A grubu ile ilk görüşme, kullanacakları teknolojik araç ve kazanımın uygunluğu hakkında olmuştur. İlk görüşmede aracın, kazanımın ve stratejilerin uygun olduğu görülmüştür. İkincisinde, VSG çekimlerinden hemen önce rehberlik amacıyla bir araya gelinmiştir. Bu görüşme sırasında öğretmen adaylarının tahtaya bir tablo çizerek ekran-tahta ilişkisi orkestrasyonunu kullanmak istedikleri ancak tablodaki bilgilerin doldurulmasında nasıl bir yol izlemeleri gerektiği hakkında kararsız oldukları görülmüştür. Ayrıca tabloda doldurulması planlanan çok sayıda sütun olduğu görülmüştür. Örneğin; kazanımda yer almamasına rağmen tabloya toplam köşegen

sayısını bulmak için sütun açtıkları görülmüştür. Yapılan görüşmede tablonun satırlar boyunca basitten karmaşığa doğru bir sıralama ile doldurulmasına, gereksiz sütunların kaldırılarak tablonun sadeleştirilmesine karar verilmiştir. İlk satırda üçgenden başlanarak bilgilerin doldurulmasına karar verilmiştir.



Şekil 48: A grubunun kullandığı GeoGebra aracı

10 kişilik gruptan Selin isimli öğretmen adayı öğretmen rolünü almıştır (Bkz. Şekil 49). Geriye kalan 9 öğretmen adayı 7. sınıf öğrencisi rolünde katılım göstermiştir.



Şekil 49: A Grubunun Video Simülasyon Görevinden Bir Kesit

Selin, derse başladığı sırada ekran ve materyal açıktır. Tahtada Şekil 50'deki gibi bir tablo çizili haldedir.

Çokgen	Kenar Sayısı	Köşegen Sayısı	Üçgen sayısı	İç Açılar Toplamı
Üçgen				
Dörtgen				
Beşgen				
Altıgen				
...				
Onbeşgen				
n gen				

Şekil 50: A Grubunun Yazı Tahtasına Çizdiği Tablo

Selin, derse konu hakkında bilgilendirmeler ile başlamıştır. Ardından sınıfa çeşitli sorular sorarak dersin amacından bahsetmiştir. Tahtada çizili tablonun içeriğini ve boşlukların GeoGebra'yı kullanarak doldurulacağını açıklamıştır. Bu aşamada oluşan diyaloglar aşağıdaki gibidir.

1-Ö: Bugün, çokgenlerde iç açılar toplamını ele alacağız. Şimdi daha önce üçgenin ve dörtgenin iç açılarından bahsettik dimi?

2-Öğr: Evet.

3-Ö: Peki kenar sayısı artarsa mesela, beşgen, altıgen, on beşgen, yirmigen olursa, bu şekillerin de iç açılar toplamını bulabilir miyiz? (Muhakemeye Zorlama)

4-Öğr: Bulamayız

5-Öğr: Buluruz.

6-Ö: Buluruz. Nasıl buluruz? (Daha fazlasını söyle)

7-Öğr: Genelleyecek miyiz bunları? Zıtlık olsun diye demiştim ama.

8-Ö: Tamam buluruz. Arkadaşınız doğru söylüyor. Yani ben bunları buraya yazdıysam bulabiliriz demek ki. Şimdi işte bugün, bunun hakkında konuşacağız sizinle. Hepsini sizin çıkarımlarınızdan yola çıkarak, bi sonuca bağlayacağız tamam mı? Bugün GeoGebra uygulamasını ve burudaki tabloyu kullanacağız. Şimdi önce tabloyu açıklıyım. Burada çokgenler var yani üçgen, dörtgen, beşgen, altıgen, on beşgen ve n-gen diye gidiyor. Burada kenar sayısı, bir köşeden çizilen köşegen sayısı, üçgen sayısı ve iç açılar toplamı olmak üzere bu şekilde bir tablo oluşturdum ve GeoGebra'yı kullanacağız. Şimdi GeoGebra'yı size açıklarken bi arkadaşınızla beraber bunu açıklamak istiyorum.

9-Öğr: Hocam, ben hocam.

10-Ö: Tamam sen gel bakalım.

11-Öğr: Hep İrem çıkıyor. İrem'i çok seviyor.

12-Ö: Evet, şimdi burada bi sürgü var. Bu sürgü sağa ve sola hareket ederek bu şekli değiştiriyor. Şimdi İrem bize bunu gösterecek.

13-Öğr: Ben birazcık şekli küçültürüm. Çok güzel.

14-Ö: (İrem sürgüleri kullanır) N'oldu İrem hareket ettirdikçe?

15-Öğr: Kenar sayısı arttı. Hocam altta bi tane daha sürgü çıktı.

16-Ö: Ve dikkat ettiniz mi sürgü 2 oldu? Peki şimdi bu tarafa doğru getir sürgüyü. N'oldu kenar sayımız?

17-Öğr: Azaldı.

18-Ö: Peki aşağıdaki sürgü ne işe yarıyormuş ona bakalım.

19-Öğr: Aaa Köşegen çiziyor.

20-Ö: Evet, gördüğümüz gibi köşegen çizdi. N'aptı? sadece bir köşesinden çizdi dimi köşegeni?

21-Öğr: Evet.

22-Ö: Mesela bakın tekrar sürgüye bi yer daha eklendi. Tamam İrem teşekkür ederiz, sen oturabilirsin...

Selin ders içeriğini ve amacını açıkladıktan sonra GeoGebra materyalinin kullanımı konusunda ilk denemeyi bir öğrencinin yapmasını istemiştir. Öğrenci aracı kullanıp sürgülerin ne işe yaradığını deneyimlemiştir. Bu aşamada matematiksel bir çıkarım olmadığı için öğrenci iş başında orkestrasyonu olarak tanımlanamamaktadır. Selin'in öğrencilerin derse aktif katılımını desteklemek amacıyla hareket ettiği görülmektedir.

Selin *muhakemeye zorlama* eylemleri ile öğrencileri tartışmaya çekmektedir. Öğrenciler fikirlerini açıkladığı sırada farklı pedagojik eylemleri de kullanmaktadır.

22-Ö: ... Şimdi önce üçgenden başlayalım. Evet neden üçgenden başlamış olabilirim? (Muhakemeye Zorlama)

23-Öğr: Çünkü ikigen diye bi şey yok öğretmenim.

24-Öğr: Çünkü en küçük kapalı şekil üçgendir.

25-Öğr: Çünkü 3 doğruyla en küçük üçgen çizebiliriz.

26-Ö: Evet bunları toparlarsak…

27-Öğr: Çokgenler üçgenden başlıyor çünkü öğretmenim.

28-Ö: Evet bu da bir fikir. Ben bunların hepsini toplayayım o zaman arkadaşlar. Sizin dediğiniz gibi ikigen diye bi şekil yok, çünkü iki doğruyla kapalı bi şekil oluşturamıyorum. En az üç doğruyu kullanmam gerekiyor, o yüzden de üçgenden başlıyoruz (Yeniden ifade etme). Şimdi fark ettiyseniz diğer şekillerin altında o ikinci sürgü vardı, üçgenin altında o sürgüyü göremiyoruz. Şimdi üçgende köşegen çizebilir miyim arkadaşlar? (Muhakemeye Zorlama) Mesela b köşesini ele alıyım.

29-Öğr: Çizebiliriz hocam

30-Öğr: Çizemeyiz hocam.

31-Öğr: Sürgü yoksa köşegen de çizemiyoruz demek ki.

32-Ö: Evet sürgü yoksa köşegen çizemiyoruz doğru ama, neden çizemiyoruz peki? Ya da nereye çizebiliriz mesela?

33-Öğr: Öğretmenim, yani köşegen demek iki köşeyi birleştirmek değil mi? Mesela a ve b köşe ben onları birleştirebilirim.

34-Ö: Doğru mu söylüyor arkadaşınız? (Katıl ya da katılma)

35-Öğr: Kenar o.

36-Ö: Köşegen olmaz ama o

37-Ö: Kenar o.

38-Ö: Evet Sezer' in de dediği gibi, Aysun burası bi kenar. Yani burası zaten şekil üzerinde verilmiş, tekrar ben b' den c' ye ya da b' den a' ya bi şey çizersem, bu zaten kenar olacağı için köşegen olmaz.

39-Öğr: Evet, anladım öğretmenim.

40-Ö: Tamam mı? O yüzden demek ki ben üçgende köşegen çizemiyorum. B' nin bu tarafına gitmek istesem c var, bu taraftan bi şey çizmek istesem a var, buralarda zaten köşe yok, demek ki ben köşegen çizemiyorum üçgende...

Selin araçlı eylemleri sırasında sorulabilecek muhakemeye zorlayıcı sorular sormakta ve bu sırada tartışmayı yönetebilmekte ve ortaya çıkan fikirleri özetlemektedir. Selin dersin başından bu aşamaya kadar çeşitli muhakemeye zorlayıcı sorular ile öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif olmasını sağlamaktadır. Ayrıca aldığı yanıtları en sonunda özetlemeye çalıştığı görülmektedir. Selin'in bu aşamaya kadar ekranı tartış orkestrasyonunu başarılı bir şekilde uyguladığı görülmektedir. Selin'in derse tahtaya çizili bir tablo ile (Şekil 44'deki gibi) başlamasıyla, ekran tahta ilişkisi orkestrasyonunu kullanmayı planladığı anlaşılmaktadır. Bundan sonraki diyaloglar bunu göstermektedir.

40-Ö: ... Peki o zaman şöyle yazalım buraya (Tablodaki üçgen satırına ait bilgileri yazmaya başlayarak), kenar sayısı…

41-Öğr.ler: 3 tane.

42-Ö: Bir köşesinden çizilen köşegen sayısı…

43-Öğr.ler: 0 Hocam, yok.

44-Ö: Yok. Peki bu şekilde kaç tane üçgen görüyoruz?

45-Öğr.ler: 1.

46-Ö: O zaman 1 tane üçgen var. Peki üçgenin iç açılar toplamı kaç dereceydi?

47-Öğr: 180.

...

53-Ö: ... Şimdi diğerlerine geçelim sizinle beraber. Dörtgen için bana kim yardımcı olmak ister?

Görüldüğü üzere Selin tablonun ilk satırını aracı kullanmadan mevcut bilgileriyle ve öğrencilerin katılımıyla doldurmuştur. Bu aşamada ekran tahta ilişkisi orkestrasyonunun başlangıcı olarak görülmektedir. Daha sonraki satırları tamamlamak üzere öğrencilerden destek talep etmiştir. Bu sırada oluşan diyaloglar aşağıdaki gibidir.

55-Ö: Evet. Şimdi napıyoruz önce?

56-Öğr: Kenar sayısını arttırıyoruz (öğrenci ekrandaki sürgüyü kullanır).

57-Ö: Arttırdık. Şöyle biraz aşağı alalım.

58-Öğr: Kare.

59-Ö: N'oldu, kaç kenarlı oldu şeklimiz?

60-Öğr: 4.

61-Ö: 4 Kenarlı.

62-Öğr: Kare değil mi hocam?

63-Ö: Bi dakika. Tamam neyse, bi köşesinden kaç tane köşegen çizebildin?

64-Öğr: 1.

65-Ö: Neden? Çünkü, nerelere gidemiyorum arkadaşlar? (Muhakemeye zorlama)

66-Öğr: D ve B'ye (köşelerine) gidemiyoruz. Kenar oldukları için.

67-Ö: D'ye gidemiyorum dimi kenar, B'ye de gidemiyorum. Zaten A'nın nın kendisine de çizemem, çizebileceğim tek köşe C köşesi (Yeniden ifade etme). Peki burada şimdi nasıl bi şekil oluştu, hangi şekilleri görüyorsunuz?

68-Öğr: 2 tane üçgen oluştu. Kare de var.

69-Ö: 2 tane üçgen oluştu. Peki Ayşe bunları çizer misin bize?

70-Öğr: Evet, köşesinden çizdim.

71-Ö: Evet. Mesela Ayşe arkadaşınız gördüğünüz gibi farklı bir köşeyi seçti. Yani illa buradan başlamanız şart değil, bunu da göstermiş oldu bize.

72-Öğr: Açılarını gösteriyim (Tahtaya ekrandaki şekli çizip açıları gösterir).

73-Ö: Açılarını göster, şimdi o üçgenlerin.

74-Öğr: Öğretmenim, bi tane açıyı yapmadı galiba.

75-Ö: Evet, alttaki kırmızıyla bi tane daha çizmen gerekiyor. 2 tane üçgen oluştuğunu burada hepimiz görebiliyor muyuz?

76-Öğr: Evet. Yani bunun iç açısı 180 derece.

77-Ö: Evet.

78-Öğr: Bununkisi de 180 derece. Burada…

79-Ö: O zaman tabloyu beraberce dolduralım şimdi. Kenar sayısı…

80-Öğr: Kenar sayımız 4.

81-Ö: Evet.

82-Öğr: Köşegen sayım 1.

83-Ö: 1 tane, bir köşesinden çizilebilen köşegen sayısı, bunu belirtelim.

84-Öğr: Üçgen sayım 2.

85-Ö: Evet.

86-Öğr: Burada şimdi 2 tane üçgen olduğu için, 2 tane 180 oluyor, 2 çarpı 180 360 derece oluyor.

87-Ö: Evet anlaşıldı mı?

88-Öğr: Evet hocam.

89-Ö: Teşekkür ederiz.

90-Öğr: Üçgen bu yüzden önemliydi dimi hocam?

91-Ö: Evet, işte en başta üçgeni belirtme sebebim size buydu. Çünkü mesela karenin içinde 2 tane üçgen oluşuyor, biraz sonra çizeceğimiz şekillerin içinde bakalım hangi şekiller oluşacak, ona göre sizde cevaplarınızı verirsiniz. Şimdi beşgene geçelim, beşgen için gelmek isteyen var mı?

Selin görüldüğü üzere ekran ve tahta ilişkisini kurarken öğrencileri sık sık tahtaya kaldırmaktadır. Öğrencilerin tahtaya kalkması sırasında çeşitli matematiksel çıkarımlara ulaşılmasını sağlayacak kritik sorular sormuştur. Örneğin 65-Ö satırında, n kenarlı çokgende bir köşeden çizilebilecek köşegen sayısının (n-2) olduğu sonucuna ulaşılmasını kolaylaştırdığı görülmektedir. Tablonun ilk satırını öğrencilere örnek olması bakımından kendisi doldurmayı tercih etmiştir. Ancak sonraki satırlar için tabloyu öğrencilerin doldurmasını tercih etmektedir. Burada hem ekran tahta ilişkisi hem de öğrenci iş başında orkestrasyonuna ait kanıtlar yer almaktadır. Öğrencilere ekrandayken muhakemeye zorlayıcı sorular sorsa da (65-Ö) ekranı yorumlama yüksek bilişsel talep gerektirmeyen bir görev olduğu için öğrenci iş başında orkestrasyonu olarak kodlanmamıştır. Drijvers ve diğerleri (2010), ekran-tahta ilişkisi orkestrasyonunu öğretmen merkezli olarak tanımlamıştır. Ancak Selin, öğrencilerin ekran başındaki çıkarımları ve tam sınıf tartışmaları ile öğrenci merkezli bir versiyona çevirmiştir. Daha sonra Selin beşgen için farklı bir öğrenciyi ekrana davet etmiştir. Yukarıdaki sürece benzer olduğu için diyaloglarına yer verilmemiştir. Sonrasında on beşgen için öğrencilerin tahminde bulunmasını istemiştir.

123-Ö: Tamam. Evet çok güzel. Şimdi arkadaşlar beşgeni, altıgeni pardon dörtgeni ve beşgeni gösterdik. Peki on beşgenle ilgili fikri olan var mı? (Anlamadım) on beşgen yazdım.

124-Öğr: Hocam niye altıgeni atladık.

125-Ö: Ona biraz sonra değineceğiz.

126-Öğr: Öğretmenim ben on beşgen hakkında bi şey düşünüyorum, söyleyebilir miyim?

127-Ö: Söyle bakalım.

128-Öğr: Şimdi biz şey yaptık ya, siz dersin başında demiştiniz bulmak için büyük kenarları, mesela üçgende bi tane 180 yaptık, dörtgende 2 tane 180 yani iki tane üçgen olduğu için demiştik, beşgende de üç tane üçgen olduğu için üç çarpı 180 demiştik. O zaman biz on beşgende kaç tane üçgen var ona bakmamız gerekiyor bence doğru muyum?

129-Ö: Doğru mu arkadaşınızın dediği?

130-Öğr: Doğru.

131-Öğr: Öğretmenim bence çok haklı

132-Ö: Doğru dimi, çünkü hep üçgen sayısının üzerinden ilerledik, iç açılar toplamını bulurken. Köşegeni karıştırmadık, köşegen kendi oluştuğu için onu sadece bi aracı olarak kullandık. O zaman burada da benim için önemli olan ne, üçgen sayısını bulmak. Peki nasıl bi ilişki olabilir kenar sayısıyla üçgen sayısı arasında, hep böyle çizerek mi bulacağım? (Muhakemeye zorlama) On beş kere çizmek çok zor.

Selin, Öğrencilerin genellemelere ulaşmasında yardımcı olmak için dikkatleri tabloya çekmiştir. Bir öğrenci bir noktadan çizilen köşegenler ile oluşturulan üçgen sayısının önemini keşfetmiştir. Bu sırada diğer öğrencilerin bu fikre katılıp katılmadığını sorarak bir öğretmen eylemini de (katıl ya da katılma) kullanmıştır.

133-Öğr: Çizebiliriz ama çok zor

134-Ö: Çok uzun zaman alır dimi bizim için. Zor olur çizmek.

135-Öğr: Hocam bi örüntü var orda.

136-Ö: Ne gibi bi örüntü var? (Daha fazlasını söyle)

137-Öğr: Köşegen sayısı hep kenar sayısının üç eksiği.

138-Ö: Evet, ama biz üçgen sayısına nasıl ulaşabiliriz onu biraz düşünelim. (daha fazlasını söyle)

139-Öğr: Üçgen sayısı da köşegen sayısının bi fazlası. Ve hatta kenar sayısının 3' ten 1 çıktı 2, 2 eksiği öğretmenim.

140-Ö: Evet, 2 eksiği dimi, kenar sayısından hep 2 eksilmiş...

Selin'in stratejisinin on beşgen gibi kenar sayısı çok olan bir örnek üzerinden öğrencilerin çıkarımda bulunmasını sağlayıp bu çıkarımı altıgen üzerinde denemek ve GeoGebra'dan kontrol etmek olduğu anlaşılmaktadır. İlk olarak altıgen sonra da on beşgen için farklı öğrencileri ekrana davet edip tahmin kontrol stratejisini uygulamıştır. Oluşan diyalog aşağıdaki gibidir.

140-Ö: ... Peki bakalım şimdi bu düşüncelerinizi altıgen üzerinde uygulamaya çalışalım tamam mı? Şimdi buna göre, mesela altıgeni tahmin edelim önce sonra GeoGebra'dan bakalım.

141-Öğr: Tamam.

142-Ö: Şimdi altıgende o zaman, benim kaç tane köşegenim olması gerekiyor bi köşeden?

143-Öğr: Kenar sayısından 3 eksik olacak hocam, 3.

144-Ö: 3 tane dimi? Evet. Üçgen sayısı kaç olacak o zaman?

145-Öğr: 1 fazla, 4.

146-Ö: 4. Bakalım şimdi bu tahminleriniz, bu formülleriniz doğru mu? Evet, kim gelmek ister altıgen için?

147-Öğr: Hocam, ben geleyim artık.

148-Ö: Feyza gel bakalım. Evet, şimdi önce onu (sürgüyü) arttıralım.

149-Öğr: Şimdi…

150-Ö: Şimdi hangi köşelere çizilebilir, onları tartışalım önce.

151-Öğr: a' dan c' ye çizebiliriz, a' dan d' ye, a' dan e' ye evet.

152-Ö: Başka var mı?

153-Öğr: Başka olamaz çünkü sağıma da gidemiyorum, soluma da gidemiyorum, kendime de gidemiyorum o yüzden başka olmaz.

154-Ö: 1. köşegenimiz.

155-Öğr: 1 tane çıktı. D'ye gidecek 2, bir de E' ye gidecek.

156-Ö: Evet 3 tane.

157-Öğr: Hocam, 3 eksiği demiştik, 3 tane çıktı.

158-Ö: Evet 3 eksiği demiştiniz, 3 tane çıktı. Peki, tamam, sana teşekkür ederim. Şunları da doldur istersen sonra ben size tekrar bir soru sorucam.

159-Öğr: Altıgenin kenar sayısı 6, köşegen sayısını 3 bulduk, 3.

160-Ö: Evet.

161-Öğr: Üçgen sayısı 1, 2, 3, 4 4.

162-Ö: 4 tane.

163-Öğr: 4 tane üçgen olduğu için, 4 çarpı 180 diyeceğiz, oradan da 720 olur.

164-Ö: Evet, çok güzel. Peki, tamam oturabilirsin, teşekkür ederiz...

Selin, öğrenciye köşegenleri oluşturmak için sürgüyü oynatmadan önce tahminde bulunmasını istemiştir (150-Ö). Bu sırada Selin, sınıfın bir köşeden çizilen köşegen sayısının neden n-3 olduğunu kavramasını sağlamıştır (153-Öğr). Daha sonra onbeşgen için de bir öğrenci tahtaya kalkmış ve tahmin kontrol stratejisini burada da uygulamıştır. Son olarak bir öğrenci ekrana gelip n kenarlı bir çokgen için tabloyu doldurmuştur.

212-Ö: Evet Sezer gel sen doldur bakalım.

213-Öğr: Ben mi doldurayım. Sonunda beni kaldırdınız hocam. Kırmızıyla mı?

214-Ö: Evet. Yaz bakalım, o bir formül olsun.

215-Öğr: n-gen hocam, kenarı n.

216-Ö: Evet.

217-Öğr: Bir köşesinden çizilen köşegen sayısı, hocam hep 3 eksiği oluyordu.

218-Ö: Neden hep 3 eksiği oluyordu? Tekrar söyle arkadaşlarına.

219-Öğr: Tekrar söyleyeyim. A noktasından çizdiğimizde B noktasına, O noktasına çizdiklerimiz köşegen olmuyor kenar oluyor, bir de kendisine gitmediği için, 3 eksiği olacak. O yüzden kenar sayısında 3 çıkarmam lazım, (n-3) diyorum, üçgen sayısı da köşegen sayısından bir fazla oluyordu, bunu 1 arttırırsam (n-2) olur hocam bu.

220-Ö: Evet.

221-Öğr: Sonra da üçgen sayısıyla, üçgenin iç açılar toplamı 180 olduğu için, bunu çarpıyorum, (n-2).180 olur.

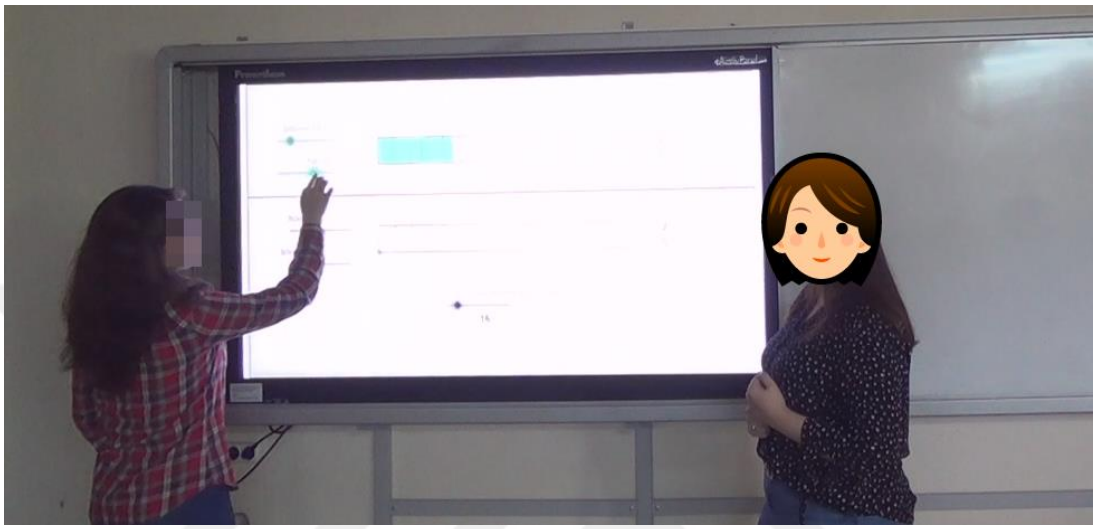
222-Ö: Evet, o zaman genel bir formüle de buradan ulaşmış olduk.

VSG'de öğretmen adaylarının sınıf tartışmalarını etkili bir şekilde kullandığı ve birçok öğretmen eylemini kullandığı anlaşılmaktadır. Muhakemeye zorlama (3), daha fazlasını söyle (2), yeniden ifade etme (5), tekrarlama (4), bekleme (1), katıl ya da katılma (3), öğrenciyi katılıma davet (2) eylemleri kullanılmıştır. Öğrenciyi katılıma davet eylemi tartışmalar sırasında öğrencinin fikrini almak niyetiyle yapılmamıştır. Öğrencilerin tahtaya davet edilip enstrümanlı eylemlerde bulunması ve matematiksel çıkarımlarda bulunmaya davet edilmesi öğrenciyi katılıma davet olarak kodlanmıştır.

B Grubunun Video Simülasyonu

Beyza ve grup arkadaşları video simülasyon görevlerinde 6. Sınıflarda sayılar ve işlemler öğrenme alanından "iki kesrin bölme işlemini yapar ve anlamlandırır"

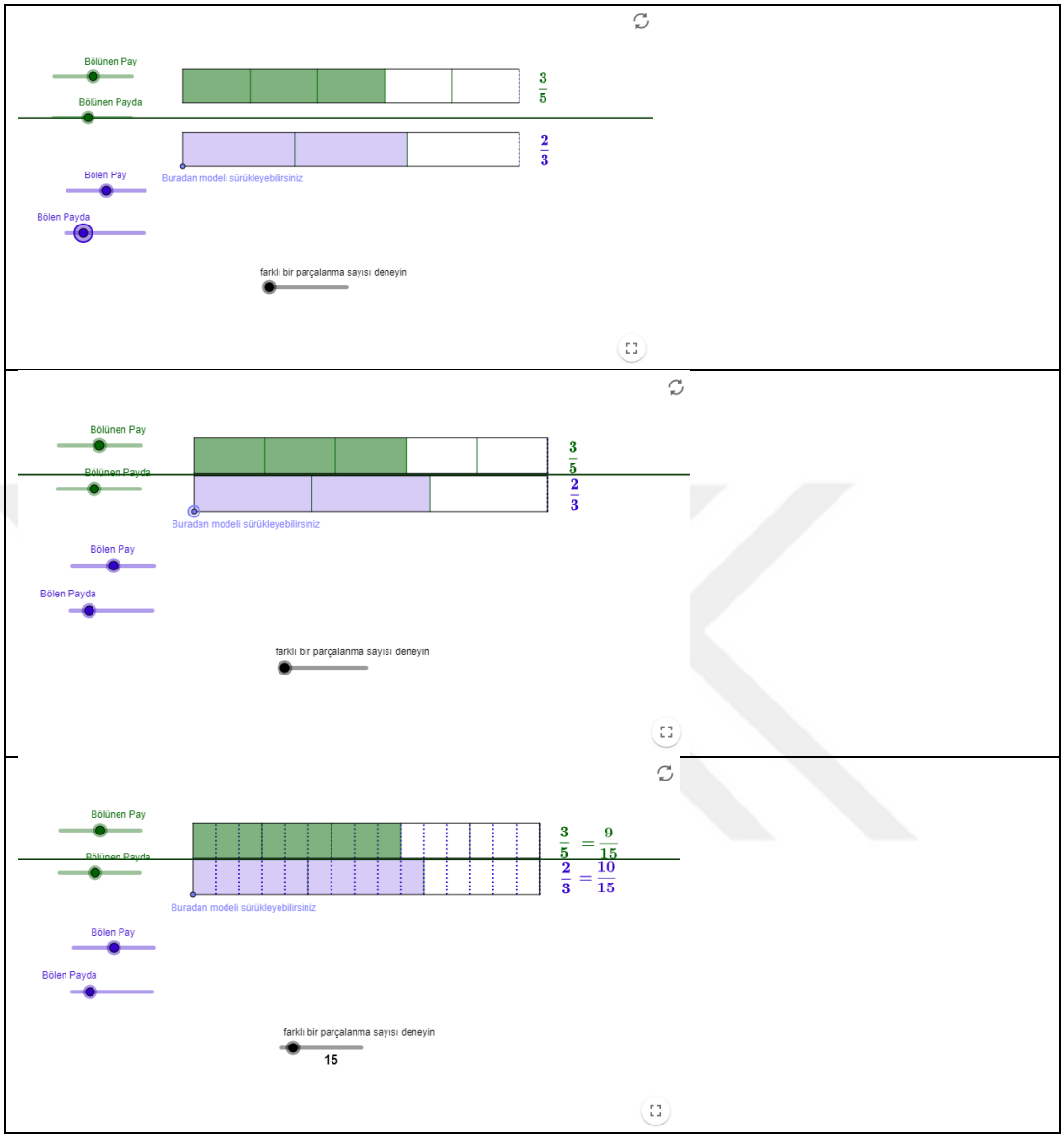
kazanımını ele almışlardır. 19 dakika süren videoda Beyza öğretmen rolünde olurken diğer 8 grup arkadaşı 6. sınıf öğrencisi rolündedir (Bkz. Şekil 51).



Şekil 51: B Grubunun Video Simülasyon Görevinden Bir Kesit

Kesirlerde bölme işleminin anlamlandırılmasında bir GeoGebra etkinliğinden faydalanmışlardır (Bkz. Şekil 52). GeoGebra etkinliğinde birbirine bölünmesi istenen basit kesirler kesir çubuklarına benzer şekilde modellenebilmektedir. Sürgüler yardımı ile kesirler değiştirilebilmektedir. Ayrıca parçalanma sayısı adında bir sürgü ile paydaları farklı olan kesirlerde genişletme yapılabilmekte ve her iki kesir eşit sayıda parçaya bölünebilmektedir.

Gruba rehberlik amacıyla yapılan görüşmede öğretmen adaylarının bilişsel talebi fazla olan kompleks bir araç kullanmayı seçtiği görülmüştür (Bkz. Şekil 52). Bu aracın kullanımına ilişkin detaylı bir çalışma yaptıkları ve öğrencilerin genellemelere varabilecekleri şekilde bir plana sahip oldukları görülmüştür. Öğretmen adaylarının araçta yer alan "parçalanma sayısı" isimli sürgüyü kullanmada sorun yaşadıkları görülmüştür. Bu sürgü ile paydaların eşit olmadığı kesirlerde bölme işlemi sırasında kesirleri genişletme fikrine varılabileceği aktarılmıştır. Paydaları eşit ve eşit olamayan kesirlerde bölme işlemine ilişkin verilecek örnekler üzerinde durularak geribildirimlerde bulunulmuştur.



Şekil 52: B grubunun Kullandığı GeoGebra Aracı

Beyza derse kazanımdan ve hedeflerden bahsederek başlamış ve GeoGebra aracını tanıtmıştır.

1-Ö: Arkadaşlar merhaba. Bugünkü konumuz kesirlerde bölme işlemi. Öncelikle geçmiş konularımızla ilgili küçük bir hatırlatma yapmak istiyorum. Mesela on bölü iki eşittir beş dediğimizde ne yapıyorduk? Onun içinde kaç tane iki olduğunu bulmaya çalışıyorduk. Aynı şekilde bir tamın içerisinde kaç tane yarım vardır dediğimizde de aynı mantığı kullanıyoruz. Kaç tane olduğunu bulmaya çalışıyoruz içerisinde. Kesirlerde bölme işlemi yaparken de bir etkinliğimiz var. Bu etkinliği

kullanarak dersimizi işlemeye çalışacağız. Ben önce bunu size tanıtayım. Nasıl ve ne işe yaradığını. Burada sürgülerimiz var. Bu sürgüler gördüğünüz gibi kesirlerin payının faydasını değiştiriyor. İkinci kesrin de aynı şekilde payını ve paydasını değiştiriyor. Ve burada üçüncü bir sürgümüz var. Bu sürgüde belirlediğimiz kesri farklı parçalanma sayılarıyla ifade etmemizi sağlıyor. Yani genişletmemizi sağlıyor bir nevi. Şimdi gelip tahtada incelemek isteyen var mı?

2-Öğr: Ben gelebilir miyim hocam?

3-Ö: Gel sen.

4-Öğr: Şimdi yeşil sürgülerle o zaman üstteki kesrimi değiştirebiliyorum. Mesela bunu kullandığım zaman faydadaki sayılar değişiyor. Evet. Üstteki sürgüyü kullanmadan yukarıdaki payı değiştirmiş oluyorum. Evet. Aynı şeyi aşağıda da yapabilirim o zaman. Aşağıdaki sürgü paydayı, yukarıdaki ile de payı değiştiriyorum bu şekilde kullanabiliyoruz.

5-Ö: Evet. Başka incelemek isteyen var mı?

6-Öğr: Öğretmenim deneyebilir miyim?

7-Ö: Tabiki.

8-Öğr: Burada ben Arttırmak istiyorum. Bu şekilde. Sonra burada bunu bayağı bir gidiyor bu.

9-Ö: Evet. Bir soru yönelteyim.

10-Öğr: Hı hı.

11-Ö: Az önce söylemiştim. Bir tamın içerisinde kaç tane yarım vardır. Bunu bize etkinlik üstünde nasıl gösterirsin?

12-Öğr: Yani bir tamın içerisinde yarım bir bölü iki oluyor. Yani iki tane olduğunu biliyoruz normal olarak. Yarım olduğu için. O zaman bunu önce bir tam olarak göstermem gerekir. Bu böyle bir oldu.

13-Ö: Hı hı.

14-Öğr: Sonra bunu da bir bölü iki yapmam gerekir.

15-Ö: Bir bölü iki şimdi bu biraz uzak oldu gibi. Biz bunu birbirine yakınlaştıralım. Daha net görmeye çalışalım.

16-Öğr: O zaman burada yani birbirine bu bir tam. Bu da iki tane parça ama bunun aynı olduğunu görüyoruz. Sanki eşit iki parça varmış gibi. O zaman iki olduğunu görmüş oluyorum.

17-Ö: Aynısının farklı parçalanmış halini görmüş olduk. Anladım. Geçebilirsin. Şimdi başka bir soru yönelteceğim size. Bir tamın içerisinde kaç tane çeyrek vardır.

18-Öğr: Hocam ben gelebilir miyim?

19-Ö: Gel Özge.

20-Öğr: Zaten burada bir tam var. Çeyrek de bir bölü dörttür. O zaman Yaptığımda yani dört tane var. Diyebilirim hocam. Dört parça ayrılmış oluyor

Beyza, GeoGebra aracını kısaca tanıttıktan sonra öğrencilerin nasıl kullanıldığını kavrayabilmesi için onların kullanmasına imkân tanımıştır. Daha sonra öğrencilerden birine bir soru sorarak GeoGebra aracında bunu modellemesini istemiştir. Beyza, öğrencilerin geçmiş bilgilerini kullanarak 1 tam içinde kaç yarım vardır? ve 1 tam içinde kaç çeyrek vardır? Sorularını basitçe cevaplayabilmelerini sağlamıştır. Burada öğrencilerin, kesirlerde bölme işleminin doğal sayılarda olduğu gibi bir çokluğun içinde başka bir çokluğu arama anlamına geldiğini kavramalarını sağlamıştır. Ayrıca bu basit örnekler yardımıyla aracın nasıl kullanıldığı da kavranmış olmaktadır. Bu bakımdan bu aşamada öğrenci iş başında orkestrasyonunu kullandığı

söylenebilmektedir. Daha sonra Beyza, paydaları aynı olan iki kesrin birbirine bölünmesi işlemine geçmiştir.

21-Ö: Teşekkür ederiz. Şimdi asıl konumuz kesirlerde bölme olduğu için basit kesirler üzerinde örnekler yapmaya çalışalım. İlk örneği yazayım tahtaya. İki bölü dört olsun ilk kesimimiz. Diğer kesimimiz de bir bölü dört olsun. İlk olarak basit kesirlerde bölme işlemi yaparken şu örnekleri verelim. İki bölü dördü bir bölü dörde bölmeye çalışalım. Burada nasıl bir yol izleyebilir sizce? Kim cevaplamak ister? Cansu gelip tahtada bize göster

22-Öğr: Öğretmenim kesirlerde çarpma işlemi yaparken pay ve payı kendi arasında çarpıp paya yazıyorduk. Paydaları da kendi arasında çarpıp paydaya yazıyorduk. Aynı şeyi burada da yapabileceğimizi düşündüm.

23-Ö: Evet olabilir. Şimdi yazarak göster.

24-Öğr: İki bölü bir bölü Dört bölü dört. İkiyi bire bölersek, iki. Dördü dörde bölersek bir. Oradan da iki.

25-Ö: Yani sonuç iki olduk. Tamam. Bir de bunu etkinlik üstünde görelim. Bize gösterir misin?

26-Öğr: Birinci kesrimiz iki bölü dört? İkinci kesimiz bir bölü dört. Zaten var. Buradan sürüklediğimizde sizin yaptığınız gibi iki tane olduğunu görüyoruz

27-Ö: Tamam Cansu teşekkürler geçebilirsin. Şimdi farklı bir örnek verelim. Ne olsun? İlk testimiz dört bölü altı olsun. Diğer kesimimiz de bir bölü üç olsun. Bu işlemi bize göstermek isteyen var mı?

28-Öğr: Ben verebilirim hocam.

29-Ö: Gel. Gülşen Alalım kalemi.

30-Öğr: Cansu arkadaşımızın yaptığı gibi dört bölü bir altı bölü üç dersek şöyle Buradan dört, altına üç, iki. İki. İki olmuş oldu.

31-Ö: Şimdi üstünde görelim.

32-Öğr: Dört bölü altı

33-Ö: Evet.

34-Öğr: Bir, iki, üç. Şimdi buradan, şöyle tutuyorum

35-Öğr: Dört bölü altının içinde bir bölü üçten iki tane. Yani şurası iki parçaya ayrılmış gibi oluyor.

36-Ö: Evet. Aynen öyle. Şimdi başka bir örnek yapalım mesela iki bir olmasın. Bu örneği çözmek isteyen var mı?

37-Öğr: Ben gelebilirim.

38-Ö: Mücahit gel

39-Öğr: İkiyi bire böldüm. İkiyi.

40-Ö: Onu yazarak bize gösterirsen daha iyi olur. Hangi işlemleri yaptığını görelim

41-Öğr: Tamam.

42-Öğr: İki bölü bir. Burada da onu beşe böleceğim. İkiyi. Onu beşe bölüyorum. İki. İki bölü ikide. Bire eşit

43-Ö: Tamam bir de bunun üstünde görelim. Tamam. Arkadaşlarının yaptığı gibi

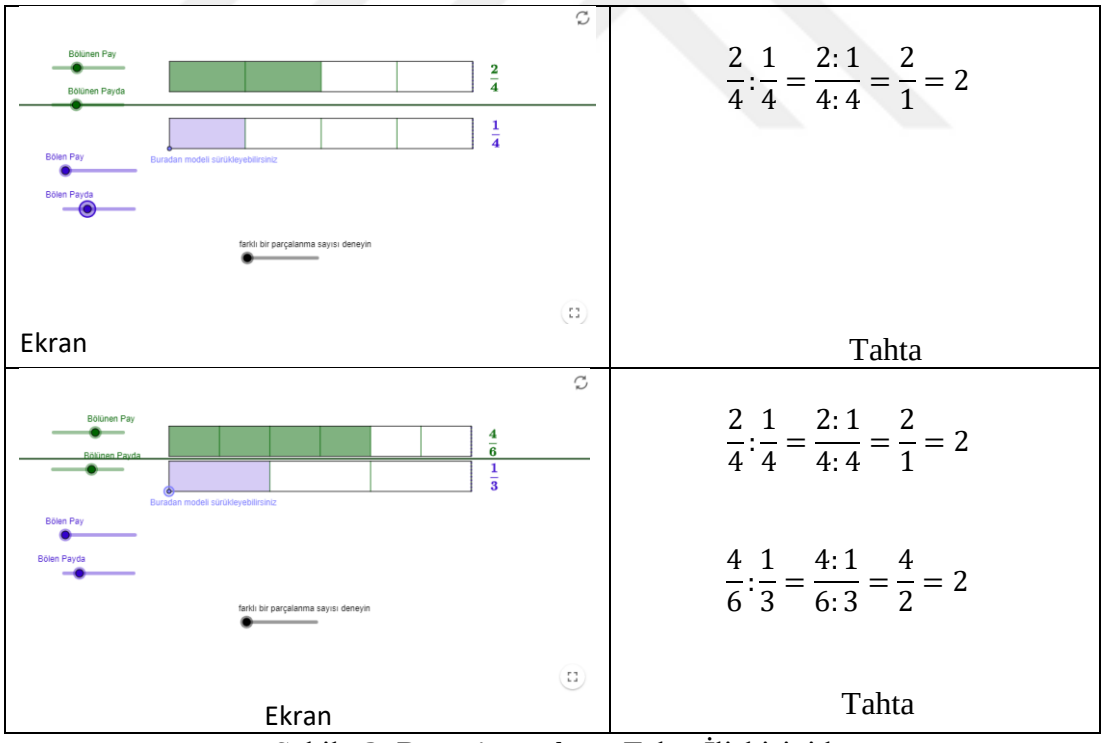
44-Öğr: İki bölü on ile 1 bölü 5'ti. Evet.

45-Ö: Şimdi kaç oldu

46-Öğr: Bir oldu.

47-Ö: Bir tane oldu değil mi? Tamam. Geçebilirsin. ...

Beyza'nın bu ana kadar ki süreçte paydaları aynı olan kesirleri bölme işleminde öğrencinin çarpma işlemine benzeterek kurduğu stratejiyi onayladığı ve kullandığı görülmektedir (Bkz. 22-Öğr). Daha sonra bu strateji ile elde edilen sonuç ile GeoGebra üzerinde modelleyerek elde edilen sonuç karşılaştırılmaktadır. Burada yapılan bölme işlemin ekrandaki gösterimlerden yola çıkılarak bulunabileceği bir öğretim stratejisi kullanılmadığı görülmektedir. Ekrandaki kesir çubuklarındaki boyalı parça sayılarının birbirine bölünmesi sayesinde ilk bölme işleminin anlamlandırılmasının daha basit olabileceği düşünülmektedir. Ancak buna ilişkin bir diyalog oluşturulmamıştır. Bu aşamaya kadar gerçekleşen diyaloglarda tam olarak bir tartışma oluşturulmadığı görülmektedir. Ancak öğrencilerin teknolojiyi kullandığı ve örneklerle ilişkilendirdiği bir tam sınıf orkestrasyonu kullanılmaktadır. Bu orkestrasyon ekranı açıkla ya da ekranı tartış orkestrasyon türlerine uymamaktadır. Faydalanma moduna bakıldığında öğrencilerin ekranda aktif olduğu ve çıkarımlarda bulunduğu görülmektedir.



Şekil 53: Beyza'nın Ekran-Tahta İlişkisini kurması

Ekranda öğrenciler zaman zaman çıkarımlarda bulunmakta ya da örnekler çözmektedir. Ancak öğrenci iş başında orkestrasyonunun tanımına da uygun görülmemektedir. Öğrencilerin ekrandaki gösterimleri ve tahtadaki matematiksel işlemleri arasında ilişki kurulmaktadır (Bkz. Şekil 53). Ekran üzerindeki bölme işlemi

ile yazı tahtasında yapılan bölme işlemi arasında ilişki kurulduğu için ekran tahta bağlantısı orkestrasyonu olarak kodlanmıştır.

Beyza sonraki aşamada paydaları eşit olmayan kesirlerin bölünmesi işlemine geçtiği açıklamıştır.

47-Ö: ... Evet, arkadaşlar kesirlerde paydaları eşit olanlarda ya da paydaları birbirine bölünebilen kesirlerde nasıl işlem yaptığımızı az önce gördük. Şimdi bir de eşit olmayan kesirlerde nasıl işlem yapıyoruz? Bununla alakalı yorum yapmaya çalışalım. Mesela Üç bölü beşi iki bölü üçe nasıl böleriz?

48-Öğr: Ben geleyim mi?

49-Ö: Gel istersen.

50-Öğr: Tamam.

51-Ö: GeoGebra üzerinde gösterelim bunu önce. Nasıl yaparız

52-Öğr: Tamam. Önce ilk kesri gösterelim. Üç bölü beşti. Evet. İkinci kesir iki bölü üç. ... İki bölü üç.

53-Ö: Şimdi sürükleyelim bakalım acaba. Kaçta kaç oluyor?

54-Öğr: Ama bunların birimleri... birbirinin üstüne gelmedi çizgiler. Nasıl yorum yapacağım şimdi?

55-Ö: Arkadaşlarına soralım. Burada nasıl bir şey yapabiliriz sizce? Aynı birimle ifade edebilmek için kesirleri.

56-Öğr: Paydalarını ne eşitleriz?

57-Ö: Başka ne yapabiliriz?

58-Öğr: Parçalanma sayısını kullanabiliriz. Genişletmiş oluruz.

59-Ö: Aynen parçalanma sayılarını kullanırım. Parçalanma sayısını kullanarak kesri genişletelim. Dene bakalım birazcık.

60-Öğr: Yani birimlerini eşitlemeye mi çalışacağım?

61-Ö: Eşitlemeye çalışacaksın. Aynen

62-Öğr: Evet... (Öğrenci parçalanma sayısı adlı sürgü yardımıyla her iki kesirdeki parça (birim) sayısının aynı olmasını sağlar). Evet, şimdi birimlerimin hepsi aynı oldu.

63-Ö: Şu an eşit olmuş oldu. Sonucumuz kaç çıkıyor buradan.

64-Öğr: Burada dokuz tane birim var. Burada da on tane birim var. Yani dokuz bölü on diyebiliriz.

65-Ö: Evet. Şimdi bize bu işlemi de göster bakalım tahtadan.

66-Öğr: Tamam. Paydaları eşitlemek için bunu üçle bunu da beşle genişletiyorum. Bu kesir dokuz bölü on beş. Bu kesir de on bir on beş oluyor. Bölme işlemini yaparsam dokuz bölü on Bölü on beş bölü on beş. On beş bölü on beş bir olduğu için bu şekilde Direkt dokuz bölü on olarak yazabilirim.

67-Ö: Evet. Tamamdır. Teşekkür ediyoruz.

Yukarıdaki diyalog incelendiğinde öğrenci bu aşamada daha önceki durumlardan farklı bir örnekle karşılaşmıştır. Bu aşamada öğrenciler "parçalanma sayısı" isimli sürgünün örnek üzerinde kullanılması gerektiği bir durumla karşılaşmışlardır. Tahtadaki öğrenci diğer öğrencilerin yardımı ile çözümü bulmuştur. Bura da öğrenci iş başında orkestrasyonunun biraz farklı bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Literatürde bu orkestrasyonda kavramada güçlü bir öğrencinin ekranda olduğu ve çıkarımlarda bulunduğu ifade edilmiştir. Bu durumda ise öğrenci diğer öğrencilerin fikirlerinden yararlanarak sonuca ulaşmıştır. Ancak yine de bütün sınıf için yeni olan bir problemin nasıl çözüleceğine ilişkin bir örnek olmuştur. Bu yüzden öğrenci iş başında orkestrasyonu olarak kodlanmıştır.

Daha sonra Beyza paydaları birbirinin katı olmayan kesirlerde bölme işlemi için öğrencilere iki örnek daha çözdürmüştür. Öğrenciler yine benzer şekilde örnekleri

çözmüştür. Bu aşamada öğrencilerin parçalanma sayısı adlı sürgü ile aslında kesirlerde genişletme işlemi yapıldığını anlamaları istenmektedir. Bu aşama, ekran ve tahta arasında sık sık ilişki kurulması gerektiren örnek çözümleri içerdiği için ekran tahta bağlantısı olarak kodlanmıştır.

…

87-Ö: Evet doğru düşünmüşsün. Yani biz burada parçalama sayısını değiştirerek payda eşitleme yapmaya çalışıyoruz.

88-Öğr: Evet.

89-Ö: Bunu anlamış olduk şu an. Tamam. Yerine geçebilirsin. Şimdi farklı bir örnek yapalım.

Yukarıda örnek çözümü için tahtaya gelen öğrencilerden biri ile Beyza arasında yaşanan bir diyalog kesiti verilmiştir. Burada parçalanma sayısı isimli sürgü ile kesir genişletme işleminin yapıldığının fark edildiği görülmektedir.

Sonraki aşamada Beyza, kesirlerde bölme işleminde kullanılan algoritmayı göstermek istemiştir. Burada Beyza öğrencilerin fikirlerinden yararlanmaktadır:

97-Ö: Evet arkadaşlar şimdi baştaki iki kesirle sonuç arasında nasıl bir ilişki görüyoruz? Arada bir bağlantı kurdunuz mu?

98-Öğr: Öğretmenim ben bir şey fark ettim.

99-Ö: Tamam. Gel bize göster o zaman

100-Öğr: Mesela burada üç bölü beşe baktığımda dokuz bölü ona baktım. Üçü üçle genişletmişim. Dokuz olmuş. Beşi de ikiyle genişletmişim on olmuş. Sonra burada da beş bölü yedi ve on beş bölü yirmi beşin üçü de genişlenmiş. On beş olmuş, yediyle birle genişletmişim, yedi olmuş.

101-Ö: Genişletme ifadesi doğru oldu mu sence?

102-Öğr: Çarpmışım.

103-Ö: Çarpmışsın.

104-Öğr: Sanki buradaki çapraz şeyleri birbirine çarpmışım gibi birinde paydaya birine paya yazmışım gibi olmuş

105-Ö: Peki en son örnekte aynı şey oluyor mu?

106-Öğr: Burada da önce ikiyi yediyle çarpmışım. On dört olmuş. Üçü de birle çarpmışım üç olmuş.

107-Ö: Tamam. Böyle bir sonuca ulaştık yani. Evet, yerine geçebilirsin. Şimdi arkadaşlar şu ana kadar yaptığımız tüm işlemlerle ilgili bir sonucumuz var. Yani her zaman biz tahtada göremiyoruz. Her zaman tahta yanımızda olmayacak. Kâğıtta da kendi başımıza bu işlemleri yapabilmemiz gerekiyor. Aslında burada parçalama sayısıyla ifade etmek istediğimiz şey paydaları eşitlemekti. Yani kesir genişletmekti. Şimdi bölme işlemlerini yaparken gördüğünüz gibi ilkesi de aynı kalıyor. İkinci kesri ters çevirip çarpıyoruz. Yani şu alt kısmı sileyim. Üstteki örnekle görmeye çalışalım. İlk kesirde aynen yazıyoruz. Üç bölü beş. İkinci kesri ters çevirmeye çalışıyoruz. İki bölü üçü ters çevirirsek ne oluyor? Üç bölü iki oluyor. Çarpma işlemini önceden yapmayı biliyoruz zaten. Ne oluyor? Üst kısım çarparsak dokuz. Paydaları çarparsak on. Ne yaptık? Aynı sonucu elde etmiş olduk. Burada anlamadığınız bir yer var mı?

Yukarıdaki diyalogdan anlaşılacağı üzere Beyza öğrencilerden fikri olan birini tahtaya davet etmekte ve açıklamasına olanak tanımaktadır. Öğrenci ekran üzerinde açıklama yapmadığı için bir orkestrasyon türü olarak kodlanmamıştır. Beyza, bölme işleminde kullanılan algoritmayı (Birinci kesri yaz, ikinci kesri ters çevirip birinci kesir ile çarp) kendisi açıklamak yerine bir öğrencinin fark ettiği bir öğrenme sürecini göstermek istemiştir. Bu durum Beyza'nın öğrenci merkezli bir ders oluşturmaya çalıştığını gösteren örneklerden biridir. Burada dikkat çeken başka bir durum da öğrencinin fikrini açıklamasından sonra Beyza'nın herhangi olumlu ya da olumsuz bir dönüt vermeden öğrenciye teşekkür edip yerine geçmesini söylemesidir. Öğrencinin

açıklamış olduğu fikir üzerine matematiksel bir tartışma başlatılabilecekken buna imkân tanınmadığı görülmektedir. Beyza sonraki aşamada ortaya çıkan algoritmayı kullanarak örnek çözdürmek istemiştir. Bu amaçla sırayla üç öğrenci GeoGebra aracını kullanmadan verilen algoritmayı kullanarak bölme işlemini yapmıştır ve 19 dk. süren ders böylece bitmiştir.

Genel bir değerlendirme yapılacak olursa, Beyza ve grup arkadaşlarının kesirlerde bölme işlemini basitten karmaşığa ve adım adım olacak şekilde bir müfredat içeriği hazırlayarak anlamlandırmaya çalıştığı anlaşılmaktadır. Beyza ve grup arkadaşları kesirlerde bölme işlemini anlamlandırmak için GeoGebra'dan etkili bir şekilde yararlanmışlardır. Araç üzerindeki sürgüler kullanılarak kesirlerde genişletme işleminin bölme işleminde nasıl kullanıldığı somut örnekler üzerinde gösterilmektedir. Öğrencilerin bölme işleminin algoritmasını ders sonuna doğru ortaya çıkarması ve dersin bu algoritma kullanılarak çözülen örneklerle bitirilmesi uygun bir ders kapanışı olmuştur.

Beyza simülasyonda iki kere öğrenci iş başında orkestrasyonunu kullanmıştır. Öğrenci iş başında, ekran tahta bağlantısı, öğrenci iş başında, ekran tahta bağlantısı ve tahtada öğretim sıralaması ile orkestrasyonların kullanıldığı görülmektedir. Öğrenci iş başında orkestrasyonları ile sınıfın yeni ve farklı bir duruma ilişkin öğrenmeleri desteklenmiş ve ardından ekran tahta bağlantısı orkestrasyonuyla ders boyunca bu yeni durum (ya da öğrenme) öğrencilerin dikkatine sunulmuştur. Kullanılan orkestrasyonlar öğrencilerin merkezde olduğu ve bölme işlemini anlamlandırabildiği bir öğretim sürecini destekler niteliktedir. Öğretmenin pedagojik söylemleri açısından bakıldığında tam sınıf tartışmasına uygun bazı fırsatlar değerlendirilememiş olsa da öğrenciyi katılıma davet (8), muhakemeye zorlama (6), öğrenci fikirlerini sondalama (4), daha fazlasını söyle (1) ve tekrarlama (3) eylemlerinin kullanıldığı görülmektedir.

C Grubunun Video Simülasyonu

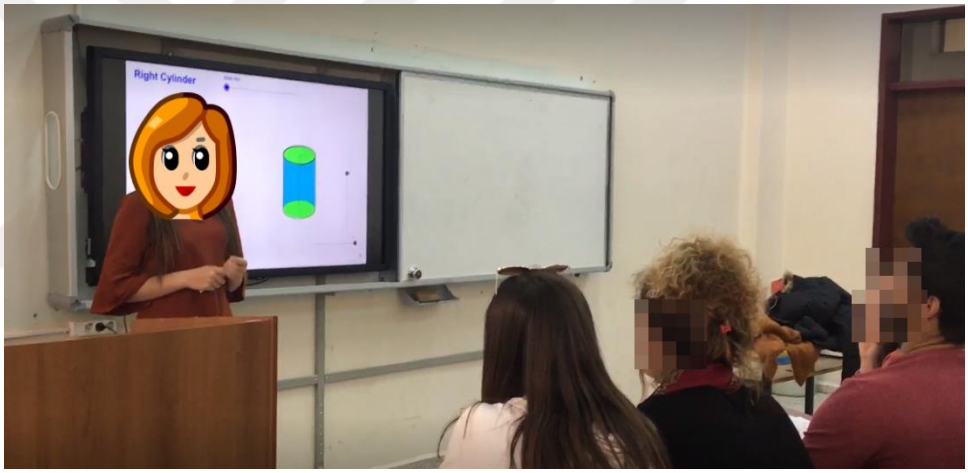
C grubundaki öğretmen adayları bir 8. sınıf kazanımını ele alarak GeoGebra materyalini kullandıkları bir dersin simülasyonunu hazırlamıştır. Kazanım aşağıdaki gibidir:

Dik dairesel silindirin temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımını çizer.

a) Somut modellerle çalışmalara yer verilir.

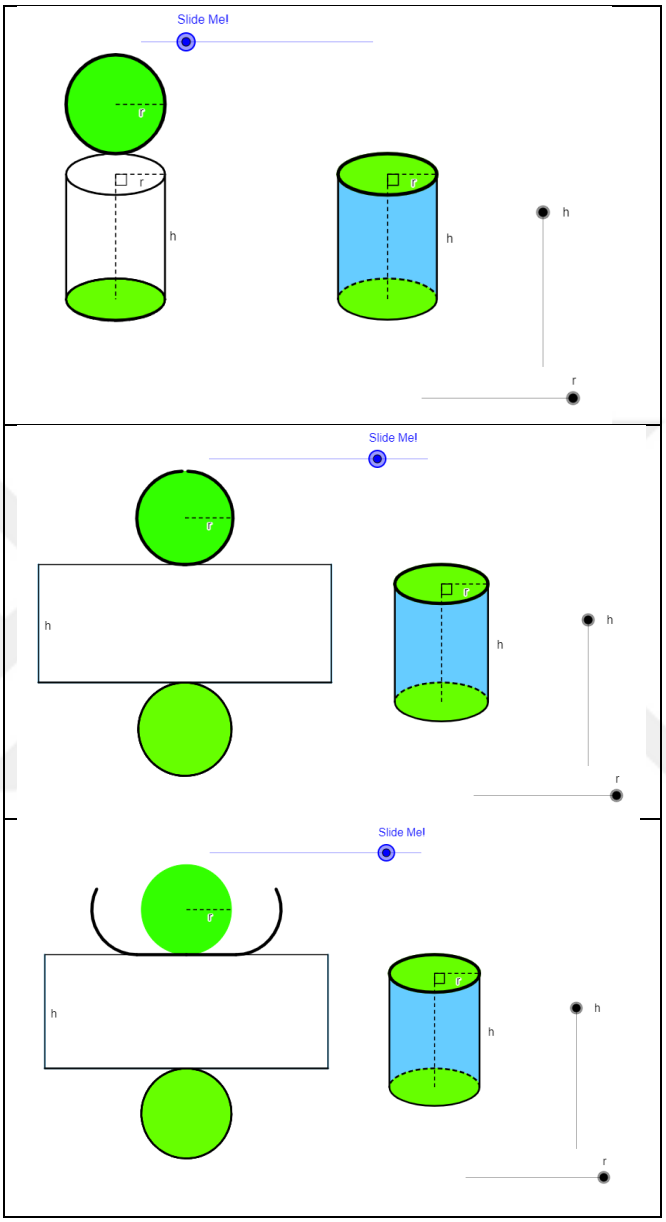
b) Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanılabilir.

Kullanılan materyal kazanımla uyumlu olarak silindirin açınımını yapmakta ve sürgülerle silindirin yarıçapı ve yüksekliği gibi elemanları değişebilmektedir (Bkz. Şekil 55). Ayrıca Silindirin alt ve üst tabanı ile silindirin açınımında oluşan dikdörtgenin kenarları arasındaki ilişki de materyal ile görülebilmektedir. 11 kişilik grupta Büşra, öğretmen rolünü alırken diğerleri öğrenci rolündedir (Bkz. Şekil 54). VSG, 11 dakika süren bir video kaydından oluşmuştur.



Şekil 54: C grubunun Video Simülasyon Görevinden Bir Kesit

C grubuyla rehberlik amacıyla çekimlerden hemen önce bir araya gelinerek araç, kazanım ve senaryolar gözden geçirilmiştir. Öğretmen adaylarının teknolojik araca ek olarak somut materyalden faydalanmak istediği görülmüştür. Bu durumda çeşitli kavramların verilmesi sırasında somut ve sanal materyallerin birbirinin yerine kullanılmayacağı bir senaryo oluşması için hangi aşamada somut materyalin kullanılacağı belirlenmiştir. Grup, senaryoda GeoGebra aracı ile gösterilemeyen ve somut materyalin kullanılmasını gerektiren durumlar oluşturarak diyalogları revize etmiştir.



Şekil 55: C Grubunun Kullandığı GeoGebra Aracı

Büşra, derse öğrencilerden günlük hayatta silindire örnek olarak verebilecekleri nesneleri sorarak başlamıştır. Ardından silindirin açınımını tahtaya çizebileceğini söyleyen iki öğrenciyi davet etmiştir.

9-Ö: ... Peki arkadaşlar bir de şuna bakalım, verdiğiniz örneklere bakacak olursak. Mesela bir kavanozu, bir konserve şişesini açtığımız da nasıl bir şekil ortaya çıkar sizce, fikri olan var mı?

10-Öğr: Öğretmenim ben çizebilir miyim?

11-Ö: Hadi bi çizelim bakalım hangi şekiller ortaya çıkabilirmiş.

12-Öğr: Öğretmenim ben şimdi şöyle düşündüm. Kavanozu açmış olsak.

13-Ö: Evet.

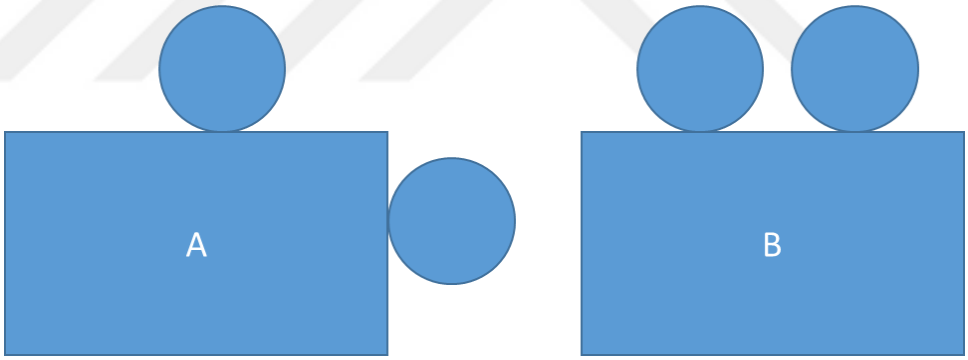
14-Öğr: Şöyle bir şey olurdu herhalde kapağı burada, taban kısmı burada olur diye düşünüyorum (Şekil 50'deki A açınımı).

15-Ö: Peki arkadaşınız bu fikirde, başka fikri olan var mı?

16-Öğr: Hocam bende çizebilir miyim?

17-Ö: Olur gel canım bir de sen çiz.

18-Öğr: Bence böyle olur, bu da burada olur (Şekil 50'deki B açınımı).



Şekil 56: Öğrencilerin Tahtaya Çizdiği Silindir Açınımları

Öğrenciler Şekil 56'daki gibi iki farklı açınım çizdikten sonra dikdörtgen şeklindeki renkli kâğıtlar ve daireler vererek bunları silindire dönüştürmelerini ister. Bu sırada aşağıdaki gibi bir diyalog gelişir.

19-Ö: İkisi de yan yana olur diye bir fikir ortaya attı arkadaşınız. Şimdi sizin çizdiğiniz şekilleri arkadaşlar bir de materyal üzerinde göstermenizi istiyorum. Sende gel. Sana bunu veriyorum, sana da pembe kartonumuzu ve aynı çizdiğiniz şekli bu materyallerle göstermenizi istiyorum ikinizin de.

20-Öğr: Tamam.

21-Ö: Şöyle arkadaşlarınıza göstererek ve tahtadakinin aynısını yapmaya çalışalım (Öğrenciler renkli ve dikdörtgen şeklinde bir kâğıdı kıvırıp silindire dönüştürmeye çalışır).

22-Öğr: Evet ben yaptım hocam.

23-Ö: Şimdi bu daireleri bu şeklimizi kapatalım. Bakalım gerçekten bir silindir ortaya çıkacak mı?

24-Öğr: Altı boş kaldı (silindirin kapaklarını tahtaya çizdikleri gibi yerleştirmeye çalışırlar).

25-Ö: 2 tane üst üste kapak oldu. Şimdi doğrusu ne olabilir, bi de kapağı altına koyalım.

26-Öğr: Evet.

27-Ö: Sen bunu altına koy, sende aynı şekilde. Bir alt kapakta olması gerekiyor değil mi, üstteki gibi sizde ikisi de kapalıydı. Şu an tam olarak oldu dimi silindir.

28-Öğr: Evet öğretmenim.

29-Ö: Açın bakalım açılımı neymiş aslında. Aslında olması gereken açılımımız buymuş. Herkes gördü mü arkadaşlar?

30-Öğr: Evet.

31-Ö: O zaman şu şekillerde yanlış olan yerleri silelim (öğrenciler tahtadaki açılımları düzeltirler). Evet siz bi de doğru gördüğünüz şekli çizin bana bakalım nasılmış açılım. Evet çok güzel (öğrenciler açınımın doğrusunu çizer).

Büşra, A ve B şeklindeki açınımlarda olduğu gibi daireleri dikdörtgenle bantlayarak birleştirir. Şekli kapatıp tekrar silindire dönüştürmelerini ister. Bu sırada öğrenciler şeklin alt ve üst tabanlarının hatalı şekilde yerleştirildiğini anlamış olur.

Büşra buraya kadarki süreçte teknoloji yerine somut materyal kullanmayı seçmiş ve öğrencilerin silindirin açınımı hakkındaki yanılgılarını gidermek için bu materyalleri etkili bir şekilde kullanmıştır. Bu süreçte teknolojiyi kullanmadığı için tahtada öğretim orkestrasyonu olarak kodlanmıştır. Daha sonra GeoGebra materyalini tanıtmış ve dersi bu materyal üzerinden işlemiştir.

31-Ö: … Bir de GeoGebra diye bir program var. Öncelikle size bu programı tanıtmak istiyorum. Bir de buradan görelim, arkadaşlar GeoGebra dediğimiz program da sürgülerimiz var. Sürgüleri hareket ettirerek bazı şeylerin değiştiğini fark edeceğiz şimdi. Bakalım sen gel şimdi şu sürgülerle neler değişiyormuş.

32-Öğr: Hangisini yapsam.

33-Ö: Fark etmez istediğini hareket ettirebilirsin.

34-Öğr: Küçüldü, hocam bu da hareket ediyor.

35-Ö: Evet.

36-Öğr: Bunu da denemek istiyorum.

37-Ö: Dene bakalım. r dediğimiz şey neydi arkadaşlar?

38-Öğr: Yarıçap öğretmenim.

39-Ö: Güzel peki h dediğimiz şey neydi?

40-Öğr: Yükseklik öğretmenim.

41-Ö: Evet demek ki bu sürgüleri değiştirdikçe yüksekliğimiz ve yarıçapımız da değişiyormuş. Peki arkadaşlar şimdi buradan gördük. Bi de bunun açılımına bakalım. Yukarda gördüğümüz silindir ise bu silindiri açacak. Arkadaşlarımızın materyalle gösterdiği şekli bi de GeoGebra üzerinden yavaş yavaş…

42-Öğr: Açıldı.

43-Ö: Gördünüz mü arkadaşlar? Peki bu silindir hangi şekillerden oluşuyor? Tam şurada gördüğünüz şey ne?

44-Öğr: Dikdörtgen.

45-Ö: Peki burada gördüğünüz ne?

46-Öğr: Daire.

47-Ö: Aşağıda da yine daire olduğunu görüyoruz.

48-Öğr: Öğretmenim bir şey sormak istiyorum.

49-Ö: Efendim?

50-Öğr: Az önceki renkli kağıtlarda kapaklardan birini mavi diğerini pembe yaparsak yine silindir oluşur mu?

Büşra, bir öğrenciyi ekrana davet ederek GeoGebra materyalini kullanmasını ve sürgüleri denemesini ister. Bu sırada bir öğrenci tekrar somut materyali hatırlatarak silindirin alt ve üst tabanlarının farklı olması durumunda şeklin nasıl olacağını sorar. Bu soruya cevap vermek için soruyu soran öğrenciyi tahtaya davet eder ve denemesini yaparlar.

51-Ö: Öyle bir şekil oluşur muydu? Görelim, gel Gürkancım tahtaya. Hepimiz deneyerek ve görerek öğrenelim ki kalıcı bir bilgi olsun. Şimdi arkadaşımızın dediği şu biri mavi, biri pembe daire olsaydı yine kapalı dik dairesel silindir şekli oluşur muydu?

52-Öğr: Olmadı (Öğrenci farklı büyüklükteki alt ve üst tabanla silindirin oluşamayacağını kasteder).

53-Ö: Olmadı değil mi?

...

60-Ö: Peki biz burada neyi değiştiriyoruz arkadaşlar şu gördüğümüz şeyde? Buradaki…

61-Öğr: Daireyi.

62-Ö: Peki dairenin nesini değiştiriyoruz arkadaşlar? Şimdi görelim aynı arkadaşımızın bize sorduğu gibi ben şu sürgüsünü değiştiriyorum. Neler değişiyor?

63-Öğr: Yarıçap değişiyor.

64-Ö: Başka neler değişiyor? (Sürgüleri hareket ettirmeye devam ederek sorar) (Daha fazlasını söyle)

65-Öğr: Öğretmenim yarıçap değişirse alanı da değişir.

66-Ö: Evet.

67-Öğr: Öğretmenim dikdörtgenin uzun kenarı da değişiyor.

68-Ö: Evet çok güzel, çok güzel yere değindi arkadaşlar. Peki dikdörtgenin kenarı da değişiyor dedik (tekrarlama). O zaman bu dikdörtgenin uzun kenarı ile bu dairenin çevresi arasında bir ilişki olabilir mi, nasıl bir ilişki vardır? (Muhakemeye zorlama)

69-Öğr: Olabilir yarıçap değiştiğinde dikdörtgende değişiyorsa…

70-Öğr: hocam ilişki uzun kenarla daire arasında gibi duruyor.

71-Ö: Evet. Az önce şunu görmüştük dimi arkadaşlar bu büyük bir dikdörtgen olduğundan küçük bir daireyle kapanmadığını görmüştük. O zaman bu alttaki büyük daireyle diğer kapakta birbirine ne olmalı, eşit olmalı. Aynı zamanda arkadaşımızın da dediği gibi bunun çevresini bu dikdörtgenin uzun kenarı kaplamalı ki tam olarak kapalı bir cisim oluşturabilelim. Yani buradan vardığımız çıkarımlara göre biz bunun yarıçapına r dersek. Bunun çevresi ne olur?

72-Öğr: 2 π r.

73-Ö: Güzel. Peki bu 2πr olan kısım neye eşit olmalı dedik,

74-Öğr: Dikdörtgenin uzun kenarına...

75-Ö: dikdörtgenin uzun çevresine eşit olmalı. Buraya eşit olmalı dedik o zaman 2πr diye belirtelim. Bi de bunu GeoGebra programından görelim arkadaşlar. En son buraya kadar açılım yapmıştım. Şimdi bunun çevresini tam açtığımızda dikdörtgenin bir uzun kenarına tam denk geliyor mu bunu görelim. Açıyorum (sürgüyü hareket ettirir) …

76-Öğr: Aaa evet.

77-Öğr: Gerçekten eşitmiş öğretmenim.

78-Ö: Bu eşit olmadığı sürece ne olmuyordu arkadaşlar?

79-Öğr: Kapanmıyordu.

Büşra öğrencinin sorduğu sorudan hareketle GeoGebra'dan gösterimlerde bulunmuştur. Bu sırada Büşra ve sınıf arasında bir soru cevap şeklinde diyaloglar oluşmuştur. Materyalin kullanımının zaman zaman öğrencilerde olması ve ekrandaki gösterimler sonucu oluşan matematiksel çıkarımları öğrencinin yapmasından dolayı ekranı tartış orkestrasyonunun kullanıldığı görülmektedir. Büşra daha sonra öğrencilerin katılımıyla silindirin açınımıyla oluşan yanal alanın alan bağıntısını tahtaya yazar.

80-Ö: Evet tam olarak kapalı bir cisim oluşturmuyordu. Şimdi arkadaşlar bu çıkarıma ulaştığımıza göre yüksekliği sabit h olarak alıyorum. Buradaki değişimi gördünüz. Yukardaki r yarıçaplı aşağıdaki yine ne yarıçaplı.

81-Öğr: r yarıçaplı.

82-Ö: r yarıçaplı olması gerekiyor. Şimdi çok önemli bir kısma geldik. Tüm dikkatleri buraya toplayalım. Silindirin açılımını gördük bir kenarının açılımını da gördük. Peki ben bu silindirin yüzey alanını nasıl hesaplarım?

83-Öğr: Tüm alanı mı hocam?

84-Ö: Evet tüm alanı hesaplamamız gerekiyordu. Peki arkadaşlar tüm alan dediğimiz şimdi başta sormuştum size neyden oluşuyor bu silindir açtığımız da?

85-Öğr: Dikdörtgen ve 2 tane daire.

86-Ö: Çok güzel, peki bir dairenin alanı neydi?

87-Öğr: πr2.

88-Ö: Üstteki yarıçap dairemizin alanı πr2'ydi. Peki aşağıdakinin alanı neydi?

89-Öğr: O da πr2.

90-Ö: Çok güzel bu da πr2'ydi. O zaman dikdörtgenin alanını nasıl buluyorduk?

91-Öğr: Uzun kenarla kısa kenarı çarpıyorduk.

92-Ö: Çok güzel, peki bunun uzun kenarı ne?

93-Öğr: 2πr ile h'ı çarpacağız.

94-Ö: Çünkü alanımız kısa kenarla uzun kenarımızın çarpımıydı. Ben size yüzey alan ne dediğimde, tüm alan dediniz. Yani bunu çevreleyen tüm alan o zaman burada ne oluyor arkadaşlar? Tüm alanımız yani yüzey alanımız ne oluyor? O zaman 2 tane πr2 artı bir de dikdörtgenimizin alanını topladığımız da bunun alanına ulaşıyormuşuz.

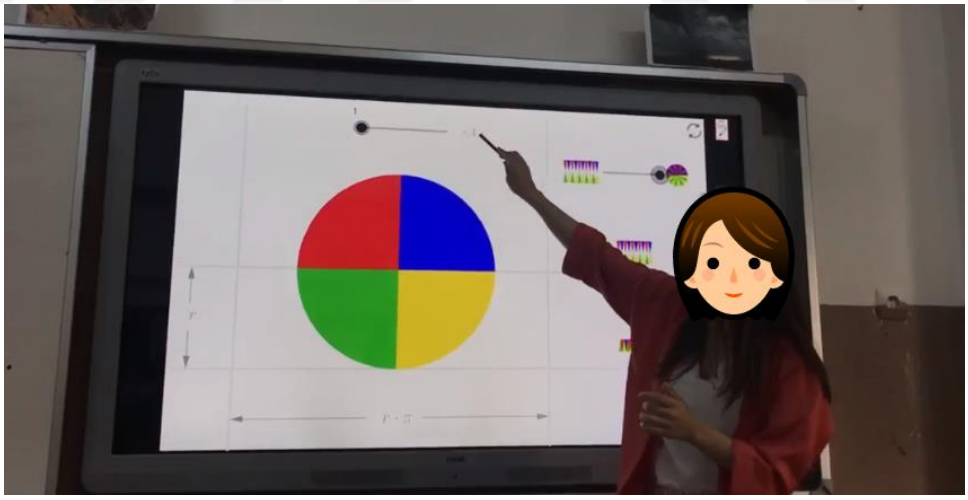
Büşra, VSG süresince GeoGebra materyali ile açınımı gösterebileceği halde somut bir materyal ile açınımı göstermeyi tercih etmiştir. Öğrencilerin açınımı gösterirken alt ve üst tabanları hatalı yerlere çizebileceğini düşündükleri için bu şekilde bir senaryo hazırlamışlardır. Bu durumda kullandıkları geogebra materyali ile bu kavram yanılgısını gösteremeyecekleri için somut materyal kullanmışlardır. GeoGebra materyali ile hem açınımı göstermiş hem de açınımın dikdörtgensel bölgesi ile alt ve üst taban arasındaki ilişkiyi göstermişlerdir. VSG ile ekranı tartış

orkestrasyonuna bir örnek verilmiştir. Daha önceki VSG'lerde olduğu gibi öğrenciler tahtaya ya da ekrana davet edilmiş ve öğrencinin katılımı sağlanmaya çalışılmıştır.

VSG'de ortaya çıkan öğretmen eylemleri muhakemeye zorlama (2), yeniden ifade etme (1), daha fazlasını söyle (1) ve öğrenci katılımını davet (2)'dir. Öğretmen eylemleri oldukça az sayıda kullanılmıştır. Materyal ile matematiksel çıkarımlar yüksek bir bilişsel çaba gerektirmeden ortaya koyulabilmektedir. Bilişsel talebinin düşük kalması sınıfça tartışmaların ortaya çıkıp öğretmen eylemlerinin kullanılmasına engel olmuştur denilebilir. Materyalin kullanımı ile matematiksel çıkarımların hemen ortaya çıkması bilişsel talebin düşük kalmasına bu da Muhakeme sorularının sorulabileceği durumların azalmasına sebep olmuş gibi görünmektedir.

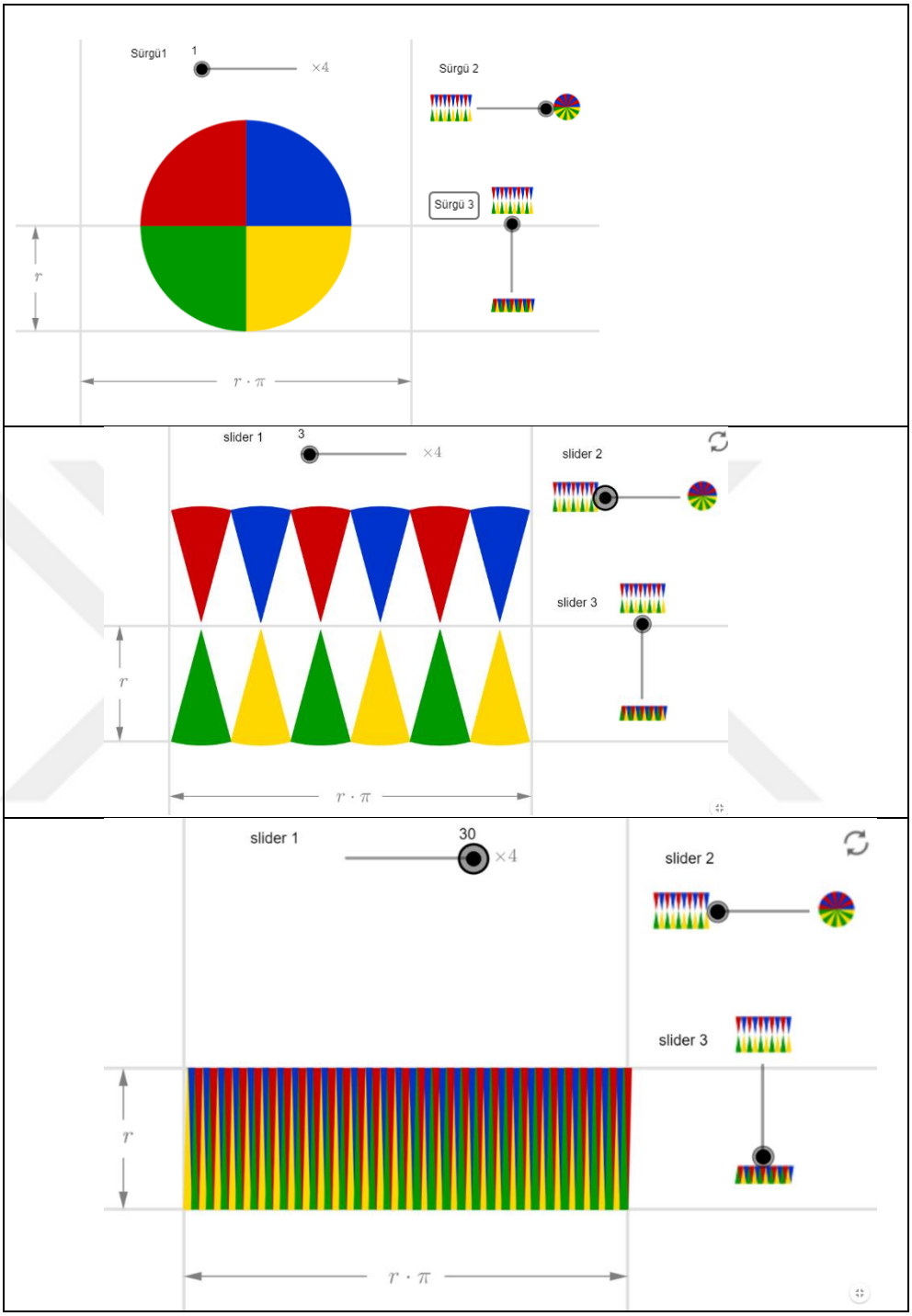
Makbule'nin Sınıf Uygulaması

Makbule isimli öğretmen adayı öğretmenlik uygulaması kapsamında 7. Sınıflarda "dairenin ve daire diliminin alanını hesaplar" kazanımı için 15 dk. süren bir ders anlatmaktadır (Bkz. Şekil 57).



Şekil 57: Makbule'nin Sınıf Uygulamasından Bir Kesit

Makbule, dairenin alan bağıntısını sınıfça oluşturmak için aşağıdaki GeoGebra uygulamasını kullanmıştır. Bu araçla benzer mantıkla çalışan başka bir araç A1 VSG'sinde kullanılmış ve video sınıfta yansıtılmıştı. Makbule, VSG'de kullanılan araç yerine GeoGebra kütüphanesinde bulduğu bu aracı (Bkz. Şekil 58) kullanmayı tercih etmiştir.



Şekil 58: Makbule'nin Kullandığı GeoGebra Aracı

Araçta üç adet sürgü bulunmaktadır. Sürgülerden ilki dairenin 4 çeyrek dilimini eş parçalara ayırmaktadır. İkinci sürgü bu daire dilimlerini birbirinden ayırmaktadır. Üçüncü sürgü ise birbirinden ayrılan dilimleri iç içe geçirerek birleştirmektedir. Daire

dilim sayısı arttıkça nihai şekil dikdörtgene dönüşmektedir. En sonunda dairenin alan bağıntısı dikdörtgenin alan hesabı yapılarak oluşturulmaktadır.

Makbule derse amaç ve içerik hakkında bilgilendirme yaparak başlamaktadır. Daha sonra aracı ve sürgülerini tanıtarak devam etmektedir.

Ö: Öğretmen, Öğr: Öğrenci

1-Ö: Dersimizde, dairenin alanını bulmaya çalışacaksınız, bu uygulamada. Şimdi ne görüyorsunuz tahtada?

2-Öğr: Daire.

3-Ö: Daire. Daireyi ne yapmışlar, dört farklı renk var dimi arkadaşlar?

4-Öğr: Dört eş parçaya…

5-Ö: Dört parçaya bölmüşler. Bu dört nerde gösteriyor? Burada. Uygulamada çarpı 4, sadece 4'e bölündüğünde gösteriyor, yani bir bütünün 4'e bölündüğünü gösteriyor. Şimdi bu sürgüye bakalım… bi dakika bu sürgüyü biraz mesela burada, burada kaça bölünmüş peki?

6-Öğr: 8

7-Ö: 8 Parçaya bölünmüş. Bu sürgü, kaç parçaya bölündüğünü gösteriyor. Kaça kadar sürüyor, 30'a kadar, bu uygulamada 30'a kadar. Yani kaç parçaya bölünmüş şimdi?

8-Öğr: 30

9-Ö: 30 çarpı 4, 120. Şimdi bu sürgüye geçelim, bu sürgüde de bakın şurada işaret var, yuvarlak işareti. Bu bir bütün, bütünleşmiş. Bunu yavaş yavaş dilimlerini açıyorum. Böyle ikisi üstte, ikisi altta olarak ikiye ayrılıyor. Şimdi bu parça ne işe yarıyor, bu sürgü?

10-Öğr: Açılıp, sıklaşıyor.

11-Ö: Şuradaki, boşlukları… Birbirini tamamlıyor dimi? Şimdi, bunu denemek isteyen var mı arkadaşlar? Evet

Makbule'nin sürgüleri kullanarak tanıttığı anlaşılıyor. Bu sırada matematiksel bir amaç gütmeden aracın kullanımı ve bu kullanımın sonucunda neler olduğunu öğrencilerin anlamasını istiyor. Bu sırada Makbule aracı kullanırken ekranda aracın kullanımıyla ilgili bir sorun yaşıyor. Sürgüler akıcı bir şekilde hareket etmiyor. Parmak ya da bir kalem ile sürgünün üzerine dokunulduğunda sürgü hareket etmiyor. Bunun yerine kalem ucuyla ekrana sürekli dokunarak sürgüyü hareket ettirmeye çalışıyor. Bazen sürgü kolay ve akıcı bir şekilde hareket ediyor. Makbule bunun teknik bir sorun olduğunu anlıyor. Sürgüyü kullanmada zorluk yaşamasına rağmen soğukkanlı bir şekilde derse devam ediyor. Daha sonra peş peşe iki öğrenciyi ekrana davet ederek aracı kullandırtıyor.

12-Öğr: İstediğim gibi… (yapabilir miyim?)

13-Ö: İstediğin gibi. Yani ister daire yap ister arttır. Evet.

14-Öğr: Tarak oldu.

15-Ö: Bunların hepsi tarak mı oldu? Neye benzedi arkadaşlar?

16-Öğr: Tarak. Şapka. Yelpaze.

17-Ö: Yelpaze, evet.

18-Öğr: Günbatımı oldu.

19-Ö: Değişik görüntüler çıktı. Evet, tam bütüne benzet artık.

20-Öğr: Eski haline…

21-Ö: Eski haline getirebilirsin evet, sonuna kadar. Şimdi bi de… Evet başka denemek isteyen arkadaşlar. Gel. Kaç parçaya böldün, şimdi sen onu? Evet…

22-Öğr: 14x4, 56.

23-Ö: 56, evet. Parçalarımızı ayırdık. Bu sürgü ne yapıyor? Birbirinin iç içine geçmesini sağlıyor dimi? Evet, teşekkür ederiz.

24-Öğr: Hocam, herhalde fazla şey olmadı. Soldaki iki… Sağ üstteki yenileye basın isterseniz.

Öğrenciler ekranda aracı kullanırken Makbule'nin yaşadığı problemle karşılaşıyorlar ancak yine de aracı kullanmaya devam ediyorlar ve dersin sekteye uğramasına izin vermiyorlar. Makbule, öğrenciler sürgüleri kullanırken sürgüler ile neler yapılabildiğini sınıfta anlatıyor. Bu sırada öğrenci iş başında orkestrasyonu kullanılmıyor. Çünkü öğrenciler ekranda aracın kullanımını deneyimliyorlar. Herhangi bir çıkarımda bulunmuyorlar. Makbule, aracın nasıl kullanıldığını ve sürgülerin ne işe yaradığını sınıfa gösterdikten sonra sınıfça tartışmaya kaldığı yerden devam ediyor.

25-Ö: Evet. Şimdi arkadaşlar, biraz daha anlatıyım ondan sonra kaldıracağım. Şimdi, ne demiştik? 4 parçaya… Yani bir bütün diye düşünün, kesirlerde nasıldı 1 bölü 4, 1 bölü 4, 1 bölü, 1 bölü 4 kesri, birim kesirdi değil mi 1 bölü 4 aynı zamanda.

26-Ö: Evet. Şimdi 2' ye geliyorum. Şimdi kaça ayrıldı? Bi bütüne 2 çarpı 4, 8' e, 8' e ayrıldı, yani

27-Ö: 1,2,3,4 1,2,3,4 yani bir daire dilimini, hangi kesirle gösterebilirim?

28-Öğr: 1 bölü 8.

29-Ö: 1 bölü 8 değil mi. Bir bütün neydi 8 parçaya bölündüğüne göre, bir daire dilimini biz 1 bölü 8'e şey yapıyoruz. Şimdi 3' e gelelim. Kaça bölündü şimdi?

30-Öğr: 12

31-Ö: 12'ye bölündü. Yani bir daire dilimi hangi kesre denk geldi?

32-Öğr: 1 bölü 12

33-Ö: 1 bölü 12. Şimdi biraz daha arttıralım. Mesela 15' te bir dairenin bi dilimi kaç bölü…

34-Öğr: 60

35-Ö: 60. Yani bir dairenin şu kadarı, 1/60.

Makbule yukarıdaki diyaloglar ile daire dilimlerinin dairenin kaçta kaçı olduğunu göstermek istemektedir. Kazanım daire diliminin alanını hesaplamayı içerdiği için öğrencilerin daire diliminin alanını hesaplayabilmesinde gerekli olan bilgiyi hatırlatıyor. Makbule daha sonra sınıfa aşağıdaki soruyu sorarak bir tartışma başlatıyor:

35-Ö: … Şimdi size bir soru sormak istiyorum. Bunu 4 parçaya ayırdık, Sizce bu parçalar arttı mı?

36-Öğr: Evet.

37-Ö: Evet. Arttı mı yoksa parçalar bölündü mü?

38-Öğr: Parçalar bölündü. Hocam şu büyüklüğü küçüldü...

39-Ö: Tekrar gösteriyorum. Şimdi dört parça. Sonra bu parçalar artıyor mu, yoksa bölünüyor mu?

40-Öğr: Bölünüyor.

41-Ö: Herkes hemfikir mi?

42-Öğr: Evet.

43-Ö: Bölünürken mi artıyor.

44-Öğr: Evet. Bölündükleri için fazlalaşıyor.

45-Ö: Evet, aslında…

46-Öğr: Hocam, aslında artmıyor, aslında parçalar aynı ama kendi içlerinde bölünüyorlar.

47-Öğr: Hocam artsaydı mesela, 4'e bölündü ya, aynı büyüklükte devam ederdi ama inceldiği için bölünüyor.

48-Ö: Artsaydı ne dedin? Bi daha alalım.

49-Öğr: Artsaydı hepsi aynı olurdu, büyük olurdu.

50-Ö: Evet. Aynı olurdu, büyük olurdu. Yani eş artardı mesela, dört parça, dört parça… Ama bu noluyo? Gittikçe parçalar n'apıyor? Küçülüyor. Yani demek istiyorum ki, parçalar aslında artmıyor, bölünüyor.

51-Öğr: Çevresi ve alanı değişir mi?

52-Ö: Çevresi ve alanı… Çevre ne olur? çevresi, gerçi… değişir mi sence sen bul. Şimdi bi dur bi dakika.

53-Öğr: Değişmez hocam.

54-Ö: Bir çember…

55-Öğr: Evet.

56-Ö: Çevresi, çemberin çevresi neydi? 2πr'ydi. 2πr olduğuna göre, biz yarıçapında oynama yapabiliyor muyuz peki?

57-Öğr: Hayır

Makbule yukarıdaki tartışma ile dairenin dilimlerinin daha küçük parçalara ayrıldığını ve böylece dilim sayısının arttığını, dolayısıyla dairenin alanında değişiklik olmadığını öğrencilerin anlamasını sağlıyor. Makbule daha sonra sürgüler aracılığıyla gösterimlerine devam ediyor ve artık matematiksel sonuçlara dikkat çekmeye başladığı görülüyor:

58-Ö: Yani bunun yarıçapında hiçbir değişiklik olmuyor dimi arkadaşlar?

59-Öğr: Evet.

60-Ö: O yüzden çevre değişmez ne kadar arttırsak ne kadar dilimlere bölersek çevre değişmiyor, ama bizim şu an konumuz alan, alanla ilgili şeyler

yapıcaz. Burada hemfikiriz değil mi arkadaşlar? Parçalar Artmadı bölündü. Şimdi, bu parçaları ayırıyorum, yarısı altta yarısı üstte. Hangi kesre denk geliyor?

61-Öğr: Nasıl yani?

62-Ö: Bir daire diliminin parçası hangi kesre denk geliyor?

63-Öğr: Birim kesre.

64-Ö: Evet, hangisi? Yani bi daire evet?

65-Öğr: 68 birim

66-Ö: Evet. Şimdi, ilk önce şöyle gösteriyim, Bir daha... n'oluyordu bunlar, şöyle geldiğinde? Birleşiyordu.

67-Öğr: Evet.

68-Ö: Şimdi biraz daha arttıralım, bunu arttırdık yine artmıyordu bölünüyordu parça parça, aslında bu dairenin dilimi sonsuza kadar gider, sonsuza kadar parçalanır ama buradaki uygulamada sadece 30' a kadar parçalandı. Ama ben şimdi 30' kadar parçalanmış halinde bile, birleştireceğim bunları. Normal tarağa benziyor dimi arkadaşlar?

69-Öğr: Evet.

70-Ö: Bunu birleştiriyorum, dikkatli izleyin. Şimdi içleri doldurulacak şekilde, evet, şimdi neye benzedi?

71-Öğr: Dikdörtgen.

72-Ö: Dikdörtgene benzedi. Dikdörtgene mi benzedi, peki ben bu dikdörtgeni… Peki şöyle nasıl, şuraya gittikçe noluyo?

73-Öğr: Gökkuşağı.

74-Ö: Dikdörtgene benziyor mu böyle?

75-Öğr: Hayır. Baklava dilimine benziyor.

76-Ö: Baklava dilimine. Peki gittikçe artıyor, artıyor, artıyor, dilim sayısı artıyor, artıyor dikdörtgene yaklaşıyor mu arkadaşlar?(Sürgüyü yavaş yavaş ilerleterek)

77-Öğr: Evet. Dilim sayısı arttıkça dikdörtgen şekline dönüşüyor.

Makbule yukarıdaki diyaloglardan da anlaşılacağı üzere dairenin alan bağıntısı için dikdörtgen şeklinden yararlanmak istediği için şekil son halinde iken daire dilimlerinin sayısını arttırıp azaltıyor. Dilim sayısı az iken öğrenciler şekli baklava dilimine, dilim sayısı arttıkça dikdörtgen şekline benzetiyorlar. Daha sonra öğrencilere dikdörtgenin alanının nasıl bulunduğunu soruyor.

78-Ö: Evet, aynen. Peki söyleyin bakalım, dikdörtgenin alanı neydi?

79-Öğr: Kısa kenar çarpı uzun kenar.

80-Ö: Kısa kenar çarpı uzun kenar. Şimdi bunu bana tahtada gösterir misin? Evet. Gel, gel tahtaya.

81-Öğr: Ben gelmesem?

82-Ö: Tamam başkası gelsin. Sen gel.

83-Öğr: Hocam burası…

84-Ö: Şuradan geriye bas. Hayır ileriye bas.

85-Ö: Sen istersen elde et ben elde etmeyeyim. Şimdi bana dikdörtgeni elde etmeye çalış, evet parçalar… biraz arttır. Bize artıyormuş gibi geliyor dimi? Ama aslında bölünüyor ve dikdörtgene benziyor. Şimdi söyleyin bana, yani onlar ne, burası ne arkadaşlar?

86-Öğr: Kısa kenar.

87-Ö: Kısa kenar ve uzun kenar. Uzun kenarımızın uzunluğu ne kadar?

88-Öğr: πr.

89-Ö: πr. Kısa kenar ne?

90-Öğr: r.

91-Ö: r. Peki alanı ne oluyor o zaman?

92-Öğr: Büyük r çarpı.

93-Ö: Büyük r mi? Büyük r mi?

94-Öğr: Hocam ikisi çarpılınca…

95-Ö: Küçük r dimi arkadaşlar? Aslında bu r bizim neyimiz? Yarıçapımız değil mi? Şu uzunluğun yarıçap olduğunu biliyorsunuz. r, π çarpı r, noluyo o zaman

96-Öğr: πr².

97-Ö: πr².

98-Öğr: πr².

Makbule bir öğrencinin gelerek ekrandaki dikdörtgenin alanını bulmasını istiyor. Öğrenci dikdörtgenin kısa ve uzun kenarının sırasıyla r ve πr olduğunu ifade ediyor. Ve alan bağıntısını kuruyor. Daha sonra başka bir öğrenciyi kaldırarak dairenin dikdörtgene nasıl dönüştüğünü ve alanını nasıl bulunacağını göstermesini istiyor.

99-Ö: Evet. Evet, teşekkür ederiz. Şimdi bi arkadaşımızı daha alalım.

100-Öğr: Ben

101-Ö: Gel bakalım. Şimdi sen ilk önce yuvarlak…

102-Öğr: Yuvarlak.

103-Ö: Aynen. Sonra bize en baştan anlat bakalım. Şimdi dikdörtgen yapmayı elde et bakalım, ben nasıl anlattım ona göre anlatabilirsin.

104-Öğr: Bu şimdi çember.

105-Ö: Evet.

106-Öğr: Bunu ilk başta parçalara bölüyoruz.

107-Ö: Parçalara… Kaç parçaya böldün?

108-Öğr: 120.

109-Ö: Evet.

110-Öğr: 120 tane parça var. Bunu birbirine yaklaştırdığımız zaman dikdörtgene benziyor. Alanı bulmak içinde uzun kenarla kısa kenarı çarpmamız gerek.

111-Ö: Bana tahtada da bu formülü yazar mısın? Kısa kenarla uzun kenar, kısa kenarımız kaç?

112-Öğr: r.

113-Ö: r.

114-Öğr: r, uzun kenar r çarpı π…

115-Ö: Evet, şimdi alanını yap bakalım.

116-Öğr: Dikdörtgenin alanını, uzun kenar çarpı kısa kenarla buluyoruz

117-Ö: Evet.

118-Öğr: Burada da r çarpı πr, bunu parantez içine alabilir miyim?

119-Ö: Evet.

120-Öğr: Bu da πr²' yi verir

121-Ö: Aferin, teşekkür ederiz. Alanı bi de şöyle yazalım; alan eşittir… Herkes anladı mı arkadaşlar?

122-Öğr: Evet.

123-Ö: Teşekkür ederim.

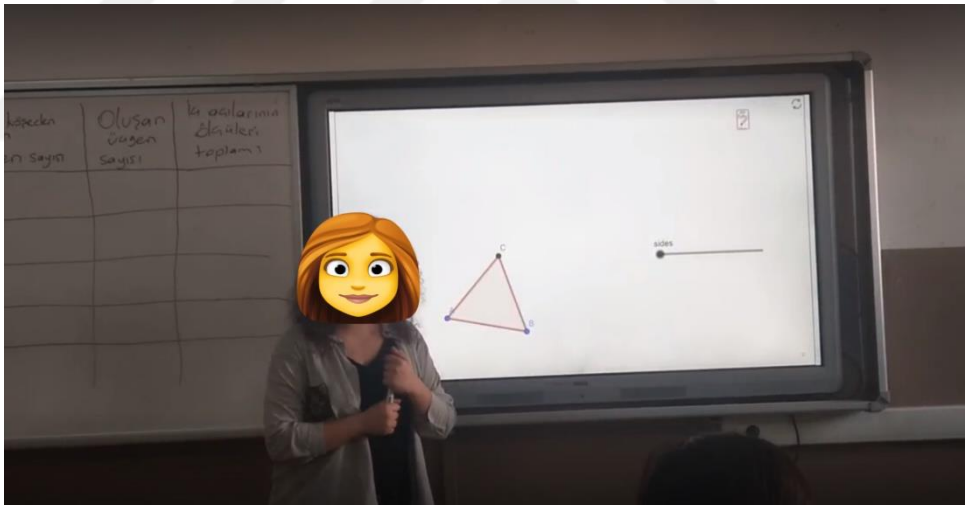
Makbule tam sınıf tartışması ve soru cevap yöntemi ile öğrencilerin katılımını teşvik etmektedir. Makbule'nin genellikle ekranı tartış orkestrasyonunu kullandığı görülmektedir. Son aşamada iki öğrenciyi ekrana davet etmekte ve dairenin alan bağıntısının dikdörtgenden yola çıkılarak nasıl bulunduğunu göstermelerini istemiştir. Öğrenciler, öğretmenin herhangi bir desteği olmadan dairenin dikdörtgene nasıl dönüştürüldüğünü ve alan bağıntısının dikdörtgenin alanı ile nasıl ilişkilendirildiğini ve oluşan dikdörtgenin kenar uzunluklarının nasıl bulunduğunu gösterebilmişlerdir. Bu durumda öğrenci iş başında orkestrasyonunun kullanıldığı görülmektedir. Makbule sırasıyla ekranı tartış, öğrenci iş başında (art arda 2 defa) orkestrasyonunu kullanmıştır. Öğrencilerin alan bağıntısını ezberlemek yerine kavramsal öğrenmeleri sağlanmış ve öğrencilerin öğrenmede ön planda olduğu bir ders işlenmiştir. Makbule ders sırasında zorlayıcı tek sorunlar yaşamıştır. Normal bir hızla 2-3 saniyede akıcı bir şekilde hareket ettirilebilen sürgüler, sorun nedeniyle bir uçtan diğer uca kadar 10-15 sn. sürekli tıklayarak hareket edebilmiştir. Makbule'nin bu problemi iyi yönettiği ve ders akışını ve didaktik performansını olumsuz etkilemediği görülmüştür. Dairenin alan bağıntısının oluşturulabilmesi için dersin hangi aşamasında nelerin yapılması gerektiğinin iyi planlandığı görülmektedir. Araç sınıfta ilk defa kullanıldığı için Makbule, derse aracı tanıtarak başlamıştır. Sürgülerin ne amaçla kullanıldığı ilk olarak öğretmen tarafından gösterilmiştir. Ardından öğrencilerin aracı kullanması sağlanmıştır. Öğrencilerin araçla tanışma aşamasında kasıtlı olarak herhangi bir matematiksel sonuca değinilmediği görülmektedir. Öğrenciler aracın kullanımı hakkında bilgi sahibi olduktan sonra Makbule alan kavramı hakkında konuşmaya başlamıştır. Bu, aracın enstrümanlaştırılması sürecine katkı sağlamıştır. Çünkü sürgüler daireyi dilimlere ayıran ve daireyi parçalayıp dikdörtgene dönüştüren bir araç iken artık oluşturulan dikdörtgen yoluyla alan bağıntısını oluşturan bir enstrümana dönüşmüştür. Bu dönüşüm sürecinde öğretmenin aşama aşama olacak şekilde yaptığı planlama etkili görülmektedir. Öğrencilerin rahatlıkla oluşan dikdörtgenin kısa kenarının r ve uzun kenarının πr olduğunu söyleyebilmeleri, aracın enstrümanlaştırıldığının kanıtı olarak görülebilir.

Makbule, ders sırasında bekleme (3), tekrarlama (11), yeniden ifade etme (3), muhakemeye zorlama (2), daha fazlasını söyle (2), öğrencinin fikrini sondalama (2)

ve öğrenciyi katılıma davet (2) pedagojik söylemlerini kullanmıştır. Bu pedagojik söylemlerin arasında birbirlerinin muhakemesinden yararlanma ve öğrenciye yeniden ifade ettirme eylemlerinin yer almadığı görülmektedir. Bu tür eylemlerin geleneksel sınıf ortamında kullanılmayan ya da çok az kullanılan eylemler olduğu dikkat çekmektedir.

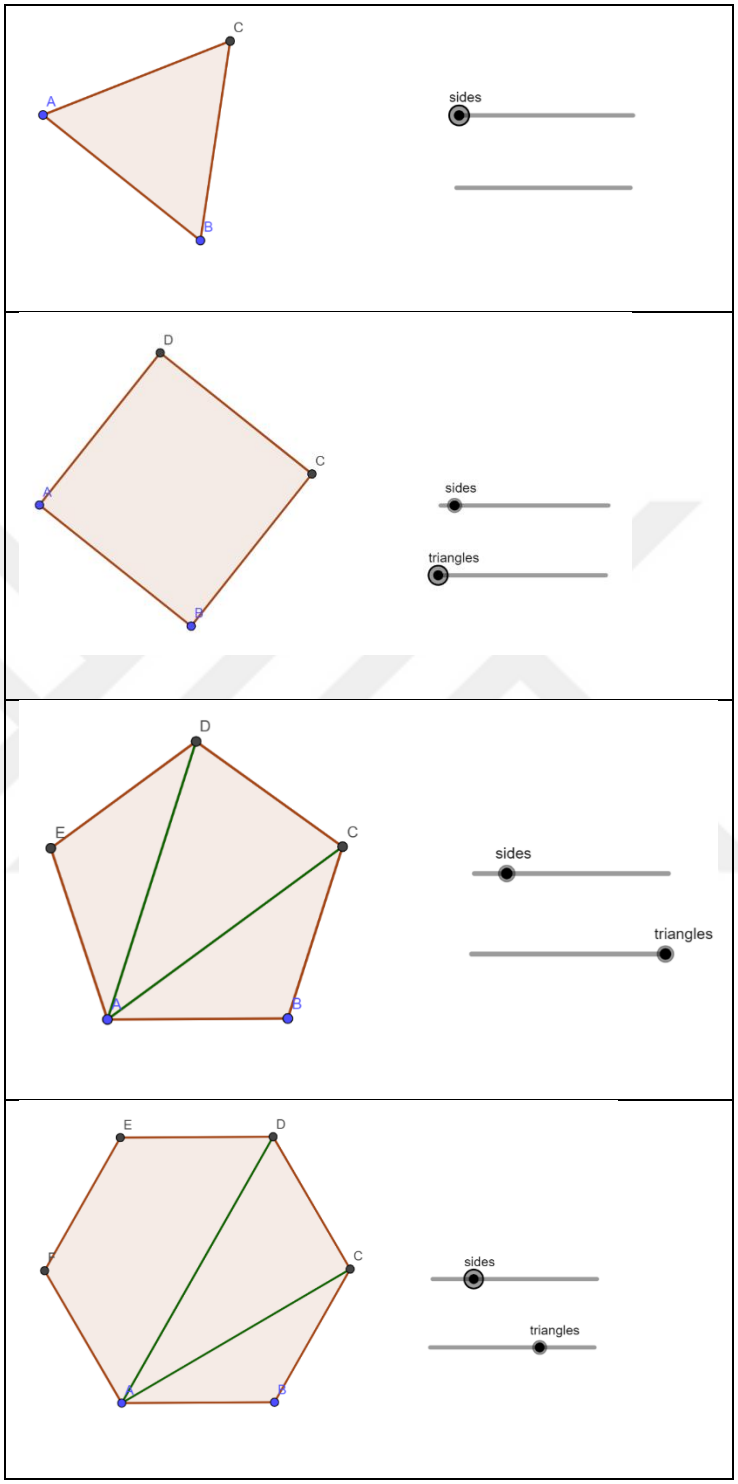
Dilan'ın Sınıf Uygulaması

Dilan, 7. sınıf geometri ve ölçme alt öğrenme alanında "çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar" kazanımını ele almıştır. Dilan çalışmanın 3. döngüsünde A grubunda yer alan bir öğretmen adayıdır. Kendi grubunun VSG'sinde kullanılan kazanım öğretmenlik uygulamasını yaptığı sınıfa denk gelmiş ve bu yüzden aynı aracı kullanmak istemiştir. Şekil 59, Dilan'ın Sınıf uygulamasından alınan bir kesittir.



Şekil 59: Dilan'ın sınıf Uygulamasından Bir Kesit

Sınıf uygulaması daha uzun sürse de Dilan dersin 12 dakikalık bölümünü paylaşmıştır. 12. Dakikadan sonra öğrencilerle alıştırma yaptığını belirtmiş ve bu sırada teknoloji kullanımı ya da herhangi bir öğretim yapılmadığı için çekime devam etmediğini belirtmiştir. Kullandığı GeoGebra materyalinde başlangıçta bir eşkenar üçgen ile iki adet sürgünün olduğu görülmektedir. Kenarlar isimli sürgü ilerletildiğinde çokgenin kenar sayısı artmaktadır (Bkz. Şekil 60).



Şekil 60: Dilan'ın Kullandığı GeoGebra Aracı

Üçgenler isimli sürgü ilerletildiğinde ise çokgenin bir köşesinden çizilebilen köşegenler teker teker gösterilmektedir (Bkz. Şekil 60). Bu sayede çokgen üçgenlere

ayrılmış olmaktadır. Dolayısıyla materyal ile dışbükey çokgenlerde çizilebilen köşegen sayısı ve iç açılar toplamını keşfetmeye yönelik çalışmalar yapılabilmektedir.

Ders başlamadan önce tıpkı VSG'de olduğu gibi yazı tahtasında Şekil 61'deki gibi bir tablonun çizili olduğu görülmektedir. Bu durumda Dilan'ın VSG'den tam manasıyla yararlanarak *ekran-tahta ilişkisi* orkestrasyon türünü kullanacağı anlaşılmaktadır.

Çokgen	Kenar Sayısı	Köşegen Sayısı	Üçgen sayısı	İç Açılar Toplamı
Üçgen				
Dörtgen				
Beşgen				
Altıgen				
...				
Onbeşgen				
n gen				

Şekil 61: Dilan'ın Tahtaya Çizdiği Tablo

Dilan derse bir önceki öğrenmeleri hatırlatarak başlamakta ve ardından materyali tanıtmaktadır.

1-Ö: Merhaba arkadaşlar, önceki dersimizde biz, köşegen kavramının ne anlama geldiğini öğrenmiştik. Çokgenlerde köşegen. Köşegenin tanımını yapmak isteyen var mı öncelikle, neydi köşegen? Söyle.

2-Öğr: Ardışık olmayan kenarları birleştiren doğru parçası.

3-Ö: Arkadaşımız ne diyor, ardışık olmayan köşeleri birleştiren doğru parçalarına, biz köşegen diyoruz. Eee, bir de iç açı kavramını öğrenmiştik, iç açı kavramımız neydi? Onu da biri söylesin. Neydi iç açı? Çokgenin iç açısı, en basit haliyle. Söyleyebilirsin.

4-Öğr: Tüm açıların toplamı…

5-Ö: İç açı.

6-Öğr: İç açıların…

7-Ö: Başka söylemek isteyen var mı? Toplamı değil, iç açının ne demek olduğunu mesela. Söyle.

8-Öğr: Çokgenin içinde kalan açılar.

9-Ö: Evet, çokgenin iç bölgesinde kalan açılara iç açı diyorduk, en basit olarak dimi. E bi de biz üçgenin iç açıları ölçüleri toplamının kaç olduğunu biliyoruz. Kaçtı üçgenin iç açıları ölçüleri toplamı?

10-Öğr: 180.

11-Ö: 180'di. Evet şimdi, bu bildiğimiz bilgilerden faydalanarak, bütün çokgenlerin iç açıları ölçüleri toplamını öğreneceğiz. Nasıl buluyoruz bunu öğreneceğiz. Öncelikle böyle bir materyalimiz var, bu materyalimizden yararlanacağız. Bakın burada sürgümüz var, böyle. Bu materyalimizi incelemek isteyen var mı öncelikle, gelip? Gelebilirsin. Noluyo bize bi anlat, neler değişiyor mesela üstteki sürgüyle?

Dilan'ın materyali kullanarak tanıtmayı tercih etmediği anlaşılmıştır. Bunun yerine öğrencilerin materyali kullanarak keşfetmelerini tercih ettiği görülmektedir. Materyal ile üçgenden başlayarak düzgün çokgenler oluşturulmaktadır. Her çokgen için sürgü ilerletildiğinde bir köşeden çizilebilecek köşegenler ortaya çıkmaktadır. Materyalin anlaşılması basit olduğu için Dilan direkt öğrencilere materyali kullandırmak istemiştir.

12-Öğr: Burada Çokgenlerde kenar sayısı falan değişiyor. Burada köşegenler çiziliyor

13-Ö: Orda da köşegenleri çiziliyor dimi? Tamam teşekkür ederiz. Başka incelemek isteyen var mı aynı şekilde? Gelebilirsin.

14-Öğr: Yedigenden

15-Ö: Yedigeni mi incelemek istiyorsun? Tamam.

16-Öğr: Yedigenden 4 tane köşegen çıkar. 1,2,3 ve 4

17-Ö: Evet, aferin. Teşekkür ederiz. Evet gördüğünüz gibi arkadaşlar, buradan köşegen sayımızı buradan da kenar sayımızı ayarlayabiliyoruz. Şimdi sırayla bu çokgenlerimizin köşegenlerini bulacağız, buradaki tabloya yerleştireceğiz. Etkinliğimize başlayalım. Öncelikle üçgeni kim incelemek ister? Gelecek buraya, tabloyu dolduracak. Kim ister, başka? Sen gelebilirsin.

Dilan, öğrenciler materyalin nasıl çalıştığını ve ne işe yaradığını anladıktan sonra tabloyu doldurmak istemiştir. Tablonun doldurulmasında her satır için bir öğrencinin ekrana gelip ilgili çokgeni oluşturması ve ardından tahtaya bu bilgileri yazması istenmiştir.

18-Öğr: Öğretmenim üçgenin iç açıları toplamı 180 derecedir.

19-Ö: Önce şey yapalım bak, tablonun en başından başlayalım, doldurmaya başlayalım burayı. Birazda yüksek sesle.

20-Öğr: Kenar sayısı 3'tü.

21-Ö: Evet. Peki, bi köşeden çizilen köşegen sayısı sence kaç? Önce bak buraya, materyalimizden.

22-Öğr: Bir köşesinden çizilen köşegen sayısı yoktur. Sıfır.

23-Ö: Şu an sadece materyalimize bakarak bunu söyleyelim. Materyalimize bakarak. Neden bir köşesinden çizilemez? çünkü…

24-Öğr: Bütün köşeleri birbirine bağlı.

25-Ö: Bütün köşeleri ardışık çünkü üçgenin dimi? Yani köşegen sayısına, yok. Oluşan üçgen sayısı, kaç üçgen var burada? Bir tane yazalım. İç açılarının ölçüleri toplamı, evet 180. Tamam. Şimdi dörtgeni incelesin bi arkadaşımız. Gelebilirsin. Önce materyalimizden bak. Sence… önce bi dörtgeni oluştur. Beşgen oldu. Kaç tane vardır köşegeni sence?

26-Öğr: İki tane vardır.

27-Ö: İki tane mi vardır? Hangileri mesela?

28-Öğr: Şurayla şurası.

29-Ö: Ama bir köşesinden çizilen diyoruz.

30-Öğr: Bir köşesinden bi tane vardır.

31-Ö: Bi tane varmış. Bakalım, görelim materyalimizde. İyice çek bu tarafa. Çek çek o gelecek, sen iyice sağ tarafa götür. Evet gördük, kaç tane varmış?

32-Öğr: 1.

33-Ö: 1 tane, onu da yerleştirelim. Tablomuzu dolduralım.

34-Öğr: Dörtgenin kenar sayısı 4 tanedir. Bir köşeden çizilen köşegen sayısı burada 1 tanedir. Oluşan üçgen sayısı ise 2 tane.

35-Ö: Evet.

36-Öğr: İç açıları ölçüleri toplamı…

37-Ö: Oluşan üçgen sayısından bak, 2 tane üçgen oldu…

38-Öğr: 180 çarpı 2'den 360.

39-Ö: Şey yap, yazarak yapalım. 2 çarpı 180 eşittir. Evet, şimdi beşgen için inceleyeceğiz bunu kim incelemek ister, gelebilirsin. Önce beşgenimizi oluştur, şunu sıfırlayalım. Kaç tane vardır sence, bakarak şöyle. 1 tane yap bakalım. 1, 2 evet tablomuzu dolduralım bakalım.

40-Öğr: Beşgenin 5 kenarı vardır.

41-Ö: Evet.

42-Öğr: Bir kenarından çizilen köşegen... 2 tane var.

43-Ö: Evet.

44-Öğr: Oluşan üçgen sayısı da 3 tane.

45-Ö: Evet 3 tane üçgenimiz var.

46-Öğr: 3 çarpı 180'den de 540 yapıyor.

47-Ö: Evet. Şimdi altıgen için bakacağız gelebilirsin. Kaç tane vardır sence?

48-Öğr: Köşegenler 1, 2, 3 tanedir.

49-Ö: Evet. Göster materyalimiz de. Evet 3 taneymiş.

50-Öğr: Adı üstünde altıgen olduğu için kenar sayısı da 6'dır. Bir köşesinden çizilebilen köşegen 3 tanedir. Oluşan üçgen sayısı da 1, 2, 3, 4 tanedir.

51-Ö: Evet.

52-Öğr: 180'le 6'yı çarptığımızda 720.

53-Ö: 180'le neden 6'yı çarptın?

54-Öğr: 4'ü çarpıyorum üçgen sayısı 4 olduğu için.

55-Ö: Evet 4 tane üçgeni olduğu için dimi. Teşekkür ederiz.

Dilan bu aşamaya kadar sırayla üçgen, dörtgen, beşgen ve altıgen için birer öğrenciyi davet ederek ekrandaki aracı kullandırtmış ve tahtadaki tablonun ilgili hücrelerini öğrencilere doldurtmuştur. Ekran tahta ilişkisi orkestrasyon türünü başarıyla uygulamaya devam ettiği ve bu sırada öğrencilere yeterli bir rehberlik yaptığı görülmektedir. Örneğin, öğrenciler hatalı bir işlem yaptığında (52-Öğr satırında olduğu gibi) direkt hata yaptığını söylemek ya da direkt hatasını düzeltmek yerine 53-Ö satırında olduğu gibi yaptığı işlemin nedenini sormaktadır.

Dilan bu aşamadan sonra öğrencilerin düzgün çokgenlerde kenar sayısı-köşegen sayısı ve kenar sayısı-oluşturulan üçgen sayısı arasında bir bağlantı kurup kuramadıklarını öğrenmek istemiştir. Bu amaçla Dilan aşağıdaki soruyu sormuştur:

55-Ö: ... Peki, arkadaşlar bu tablomuza bakarak materyallerimizden faydalanarak, bu tabloya bakarak ilginizi çeken

fark ettiğiniz bir şey var mı, aralarında bağlantı var mı bu sayıların? Nasıl bir bağlantı var ya da söyleyebilirsin.

Dilan öğrencilerin dikkatini kenar sayısı- köşegen sayısı arasındaki bağlantıya çekerek soru sormamıştır. Örneğin "kenar sayısı ile köşegen sayısı arasında nasıl bir bağlantı var?" sorusu yerine "... Tabloya bakarak ilginizi çeken fark ettiğiniz bir şey var mı, aralarında bağlantı var mı bu sayıların?" sorusunu yöneltmiştir. Yönlendirme olmadan sorulan bu sorular sayesinde öğrencilerin kendi buldukları bağlantıları öğrenme fırsatımız olmaktadır. Örneğin, 56-Öğr satırında görüldüğü gibi öğrencinin bir köşeden çizilebilen köşegenlerle oluşturulan üçgen sayısının çokgenin iç açılarının toplamı ile ilişkili olduğunu keşfettiğini görmekteyiz.

56-Öğr: Mesela materyaller de oluşan üçgen sayısıyla, ne kadar üçgen sayısı varsa 180'le onu çarptık çıkan sonuç iç açılarının toplamını verdi.

57-Ö: Mesela bir köşeden çizilen köşegen sayısıyla, kenar sayısı arasında nasıl bir bağlantı var? Bu da doğru sonuca vardık. Başka nasıl yaptık, söyleyebilirsin.

58-Öğr: Bir köşeden çizilen köşegen sayısı, kenar sayısının 3 eksiği.

59-Ö: 3 eksiği kadarmış. Peki, oluşan üçgen sayısı ne kadarmış?

60-Öğr: 2 eksiği.

61-Ö: 2 eksiği kadarmış. Oluşan üçgen sayısıyla da napıyoruz, iç açıları toplamını bulmak için üçgen sayımızı 180'le çarpıyoruz, iç açıların toplamını buluyoruz.

Dilan öğrencilerin gerekli bağlantıları bulabildiğini anladığı anda n kenarlı bir çokgen için tablonun ilgili alanlarını doldurmak istemiştir. Bunun için gönüllü bir öğrenciyi kaldırmıştır.

61-Ö: ... O zaman şurada n-gen olsa bizim. Bunları yazmak isteyen var mı? Bağıntılarımızı yazalım, bulduğumuz şeyleri, gelebilirsin (Gönüllü bir öğrenci ekrana gelir). Yani n kenarlı çokgenimiz varmış. Kenar sayısı

kaçtır, bir köşeden çizilen köşegen sayısı kaçtır, tabloyu dolduralım (öğrencinin n kenarlı çokgen için tabloyu dolduramamaktadır). Kenar sayısı kaçtır n-gen'in? Bak üçgenin kaç kenarı var adı üstünde üçgen ya 3, n-gen'in kaç kenarı vardır? n tane kenarı varmış. Arkadaşımıza yardımcı olmak isteyen var mı, gelebilirsin. Sen de burada kal.

Dilan, bir öğrenciyi gönüllü olarak tahtaya kaldırmıştır. Ancak öğrenci tablodaki ilgili hücreleri dolduramadığı için önce öğrenciye yardımcı olmak istemiştir. Daha sonra öğrencinin cevap veremediğini anladığında bir başka öğrencinin yardımını istemiştir. Bu sırada zorluk çeken öğrenci tahtada bekleyip izlemektedir.

62-Öğr: n-gen olduğu için n kenar sayısıdır.

63-Ö: Evet n kenar. n-gen olduğu için n tane kenarı var. Devamını bunu sen yapabilirsin. n tane kenarı varsa… teşekkür ederim. Yani ne olacak köşegen sayısı.

64-Öğr: n-3 olacak.

65-Ö: Oluşan üçgen sayımız kaç olacak? n kenardı ya çokgenimiz.

66-Öğr: n-3.

67-Ö: n-3 köşegen sayımız. Yapmak isteyen biri daha var mı, gelebilirsin.

68-Öğr: Oluşan üçgen sayısını bulmak için n-2 yapıyoruz.

69-Ö: Evet. Peki iç açı ölçülerinin toplamını nasıl bulabiliriz? Bak nasıl yaptık, bir köşeden çizilen köşegen sayısı n-3 olmuş dimi, üçgen sayısı da n-2 olmuş, sonra üçgen sayımla 180'i çarmışım yani 180 çarpı oluşan üçgen sayım (Öğrenci gerekli sonucu hücreye yazar). Aynen öyle teşekkür ederiz (Öğrenci yerine geçer).

Yardıma gelen öğrenci açıklayarak bir hücreyi doldurmuştur. Sonraki hücreyi yine zorluk çeken öğrenciye doldurtmuştur. Ancak bir sonraki hücrede öğrenci (n-2) ifadesini yazamayınca Dilan yine başka bir öğrenciden yardım istemiştir. Yardıma gelen öğrenci bu hücreyi doldurduktan sonra son hücreyi yine zorluk çeken öğrenciye

doldurtmak istemiştir. Öğrenci (n-2).180 ifadesini nihayet yazabilmiştir. Dilan'ın, bu öğrencinin tahtada arkadaşları karşısında kırılmaması ve gerekli ifadeleri kendisinin doldurabilmesi için çabaladığı görülmektedir. Öğrencinin doldurması gereken 4 hücreden ikisini kendisinin doldurabilmesini sağlamıştır. Dilan, öğrencinin zorluk çektiğini anladığında onun yerine geçmesini istememiştir. Öğrencinin gururunu kırmamak için dikkatli davrandığı ve öğrenciyi sonuca ulaşabileceği şekilde yönlendirmek istediği anlaşılmaktadır. Bu sırada diğer öğrenciler ısrarla tahtaya kalkıp bu öğrenci yerine tabloyu doldurmak istemişlerdir. Bu, öğrencilerin gerekli öğrenmeyi gerçekleştirebildiği anlamına gelmektedir.

69-Ö: … Tamam bu sonuca ulaştık. Peki şimdi bu materyalimizi kullanmadan ulaştığımız sonuca göre mesela 12-geni bulalım biz. 12-genin iç açıları ölçüleri toplamını bulalım biz. 12-gen diyelim. Kim gelsin, sen gel hadi.

70-Öğr: 12-gen olunca kenarı 12.

71-Ö: 12.

72-Öğr: Bir köşeden çizilen köşegen sayısı 12'den 3 çıkınca 9.

73-Ö: Evet.

74-Öğr: Oluşan üçgen sayısı da 12'den 2 çıkınca 10.

75-Ö: Evet.

76-Öğr: İç açıları ölçülerinin toplamı 12 çarpı…

77-Ö: Evet neyle çarptın yani.

78-Öğr: 10 ile 180'i.

79-Ö: Aynen oluşan üçgen sayısı 10 olduğu için yaptın. Teşekkür ederiz. Evet bu şekilde biz hangi çokgen olursa olsun, kaç kenarlı olursa olsun iç açıları ölçülerinin toplamını oluşan üçgen sayısı yani bir köşeden çizilen köşegen sayısını buluyoruz ve oluşan üçgen sayısını buluyoruz ve 180'le

çarparak iç açılar ölçülerinin toplamını buluyoruz. Sorusu olan var mı? Teşekkür ederim dersimiz bitti.

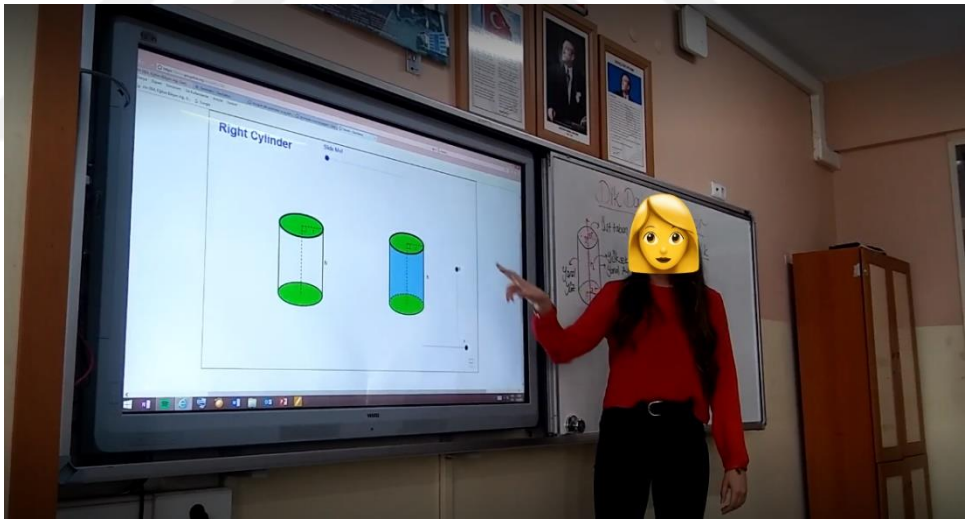
Dilan son aşamada onikigen için ekrandaki aracı kullanmadan iç açılar toplamını ve köşegen sayısını öğrencilerden birinin bulabilmesi için tahtaya davet etmiştir. Dilan'ın bu örneği n kenarlı bir çokgen için bağıntının bulunmasından hemen önce vermesinin daha uygun olabileceği düşünülmektedir. Çünkü beşgen ve altıgen gibi araç kullanarak basitçe bulunabilen örneklerle tabloyu doldurduktan sonra aracı kullanmadan onikigen gibi kenar sayısı çok olan bir şekilde iç açılar toplamını ve diğer bilgileri bulabilmek soyutlamanın gerçekleşmesi için gerekli olabilir. Bağıntının yazılmasından önce sayılar arasındaki bağlantılar yardımıyla onikigen için gerekli bilgileri doldurmak soyutlamayı kolaylaştıracak ve bağıntının yazılması daha basit hale gelecektir. Tahtada n kenarlı çokgen için bağıntıyı yazamayan öğrenci bu yüzden zorluk yaşamış olabilir.

Dilan'ın sınıf uygulaması incelendiğinde tahtaya davet edilen öğrencinin isteneni yapamaması durumuyla karşılaştığı görülmektedir. Bu, birçok öğretmen için zorlayıcı bir durumdur. Özellikle Dilan gibi sadece birkaç kere sınıf uygulaması yapmak dışında bir öğretmenlik tecrübesi olmayan öğretmen adayı için çok daha zorlayıcı bir durumdur. Birçok öğretmen ya da öğretmen adayının bu durumda istemeden de olsa öğrenci duygusal olarak incitici bir biçimde davranabileceği düşünülmektedir. Buna rağmen Dilan bu durumun üstesinden başarılı bir şekilde gelmiştir. Bu, ders içerisinde anlık oluşabilen ve önceden planlanmayan bir durum olduğu için enstrümantal orkestrasyonun didaktik performans bileşeni açısından incelenebilir. Bu açıdan baktığımızda, Dilan'ın gerek sorduğu sorularla öğrencilere uygun bir rehberlik yapması gerekse de tahtada zorlanan bir öğrenciyi uygun bir şekilde desteklemesi düşünüldüğünde çok iyi bir didaktik performans sergilediği görülmektedir. Ayrıca Dilan 3. döngünün A grubunda yer alan bir öğretmen adayı olarak VSG'de yer alan çalışmalarını kendi sınıf uygulamasına iyi bir şekilde uyarlamıştır. Bu açıdan baktığımızda bu uygulama, VSG'lerin sınıf uygulamalarını desteklediğini gösteren bir örnek olmuştur.

Dilan pedagojik söylemlerden etkili bir şekilde faydalanmıştır. Bu uygulamada özellikle ilgili bağlantıların keşfedilmesi için uygun bir orkestrasyon türü kullanılmış ve pedagojik eylemlerle gerekli destekler sağlanmıştır. Örneğin, 55-Ö satırında sorulan soru bir *muhakemeye zorlama* söylemidir. Ekran tahta ilişkisi orkestrasyon türünün kritik bir aşamasında sorularak öğrencilerin ilgili keşifleri ortaya çıkmıştır. Kullanılan pedagojik söylemler şunlardır: yeniden ifade etme (5), tekrarlama (2), öğrencinin fikrini sondalama (1), muhakemeye zorlama (2) ve bekleme (3).

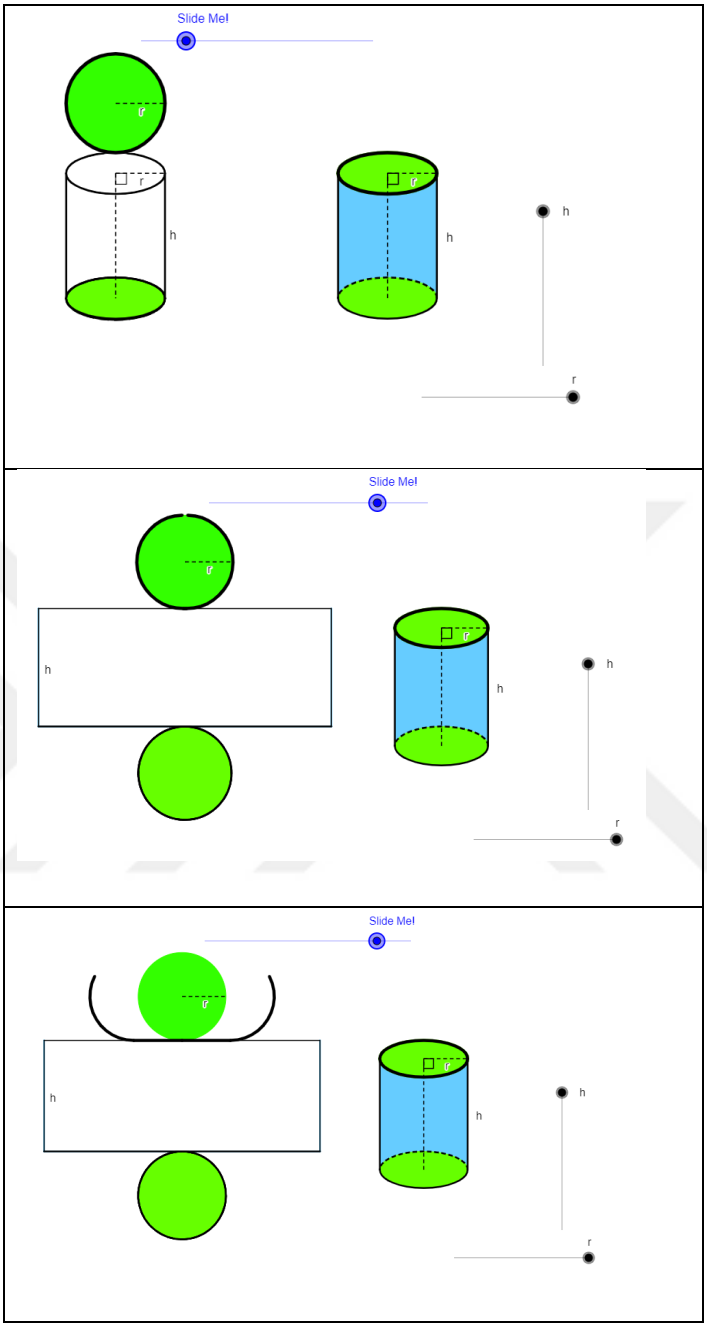
Büşra'nın Sınıf Uygulaması

Büşra, üçüncü döngüde C grubunun VSG'sinde öğretmen rolündeydi. Öğretmenlik uygulaması kapsamında sınıf uygulamaları yaptığı 8. sınıfta aynı konu ve kazanıma denk geldiği için VSG'deki görevi sınıf uygulamasında yapma fırsatı elde etti (Bkz. Şekil 62).



Şekil 62: Büşra'nın Sınıf Uygulamasından Bir Kesit

Bir önceki sınıf uygulamasında A grubundan Dilan, kendi grubundaki VSG'de kullanılan materyali (Bkz. Şekil 48: A grubundan Selin'in kullandığı materyal) sınıf uygulamasında kullanmıştı. Bu sınıf uygulamasında ise Büşra, C grubunun VSG'sinde öğretmen rolünde olan kişidir. Üstelik sınıf seviyesi, kazanım ve kullanılan araçlar da aynıdır (Bkz. Şekil 63). Yani sınıf uygulaması ve VSG'de öğretmenin, kazanımın ve kullanılan teknolojik aracın değişmediği bir örnek incelenecektir.



Şekil 63: Büşra'nın Kullandığı GeoGebra Aracı

Büşra, VSG'de olduğu gibi 8. sınıf kazanımını ele alarak aynı GeoGebra materyalini kullandığı bir sınıf uygulaması yapmıştır. Kazanım aşağıdaki gibidir:

Dik dairesel silindirin temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımını çizer.

a) Somut modellerle çalışmalara yer verilir.

b) Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanılabilir.

Kullanılan materyal kazanımla uyumlu olarak silindirin açınımını yapmakta ve sürgülerle silindirin yarıçapı ve yüksekliği gibi elemanları değişebilmektedir. Ayrıca Silindirin alt ve üst tabanı ile silindirin açınımında oluşan dikdörtgenin kenarları arasındaki ilişki de materyal ile görülebilmektedir.

Büşra derse teknoloji kullanmadan başlamakta ve dik dairesel silindirin temel elemanlarını tanıtmaktadır.

1-Ö: Daha önce işlemediniz değil mi? O yüzden beni çok dikkatli bir şekilde dinlemenizi istiyorum. Şimdi dik dairesel silindir deyince aklımıza ilk ne geliyor? Neler olabilir, bir silindir örneği. Var mı örnekleriniz?

2-Öğr: Rulo kâğıt.

3-Ö: Evet rulo kâğıt.

4-Öğr: Teneke kutu.

5-Ö: Teneke kutu.

6-Öğr: Dairemsi bir cisim.

7-Ö: Dairemsi bir cisim nasıl bir cisim?

8-Öğr: Ayrıtı olmayan

9-Ö: Örnek ver mesela...

10-Öğr: Kalem.

11-Ö: En basitinden gördüğünüz gibi kalem dik dairesel silindir olabilir. Peki arkadaşlar şimdi dik dairesel silindiri bir de şekil üzerinden görelim. Evet bu bizim dik dairesel silindirimiz. Tabanlarımız da 2 tane ne var dairelerimiz var. 1 daire yukarıda, 1 daire aşağıda ve aynı daire olmak zorunda. Bunu çevreleyen kapatan bir cisim düşünün biz buna dik dairesel silindir diyoruz. Şimdi elemanlarını tanıyalım. Altta 1 tane

tabanımız var ve üstte de 1 tane tabanımız var. Buna alt taban, yukarıdakine ise üst taban diyorum. Peki üst taban ve alt taban eş olmak zorunda olduğuna göre yukarıdaki dairenin yarı çapı ile alttaki dairenin yarı çapı birbirine eşittir değil mi, bunu böyle biliyorsunuz. Peki bu h harfi ile gösterdiğim şey nedir?

12-Öğr: Yükseklik.

13-Ö: Yükseklik, peki bu yükseklik neleri birleştiriyor?

14-Öğr: Üst tabanla, alt tabanı.

15-Ö: Evet üst taban ve alt tabanı birleştiriyor. Bir de ve üst tabanda 1 merkezimiz var ve alt tabanda da 1 merkezimiz var. Buradan geçen eksene biz ne diyoruz, bunu biliyor musunuz?

16-Öğr: Doğru değil mi?

17-Ö: Asal eksende diyebilirsiniz direkt eksende diyebilirsiniz. Neymiş eksen üstteki o merkezi ile alttaki o merkezi birleştiren doğruya biz eksen diyormuşuz. Peki bi alt tabanımız var bir de üst tabanımız var dedik. Peki bu geriye kalan yan yüzeyler nedir, neyi oluşturur?

18-Öğr: Dikdörtgenin yan yüzeyini.

19-Ö: Dikdörtgenin hangi yüzünü oluşturur? Yanal yüzünü oluşturur. Peki, bu yanal yüzünü oluşturan bu dik çizgiye ne diyoruz biz arkadaşlar? Yanal ayrıt diyoruz. Peki, bu dik silindir olduğuna göre h harfiyle gösterdiğimiz şey yükseklik olduğuna göre bu dik dairesel silindir de yanal ayrıt neye eşit çıkacaktır?

20-Öğr: h'ye.

21-Ö: Evet çok güzel. Bu sorularda işinize yarayacak bir bilgi, yüksekliğim yanal ayrıta eşit çıkmak zorunda. Aynı zamanda burada yanal ayrıtla yükseklikte eksenime paralel olmak zorunda. Şimdi silindir örneğini açalım. Bunu GeoGebra diye bir uygulama üzerinden göstereceğiz. Peki

GeoGebra nedir, geometrik şekilleri açmamıza, farklı görünümlerini sağlamamıza yarayan bir programdır. Burada gördüğümüz bir h var biz h'ye ne demiştik arkadaşlar?

Büşra tahtada çizili olan silindir üzerinde temel elemanlar hakkında bilgi vermiştir. Dersin bu aşamasında yanal alan, yükseklik, yarıçap ve daire gibi silindir ile ilgili temel elemanlar tanıtılmıştır. Bu aşamada açınım hakkında bilgi vermemiştir. Dersin içeriği açısından bakılacak olursa Büşra'nın bu aşamadaki anlatımları tahtada öğretim olarak kodlanmıştır. Bu aşamadan sonra GeoGebra materyalini kullanmıştır. Dik dairesel silindirin temel elemanlarını bir de GeoGebra materyali üzerinden göstererek derse devam ettiği görülmektedir.

22-Öğr: Yükseklik.

23-Ö: Peki r neydi?

24-Öğr: Yarıçap.

25-Ö: Yarıçap. Şimdi burada gördüklerimize biz sürgü diyoruz. Şimdi denemek isteyen arkadaşımız var mı? Nasıl kullanacağını? Sen gel. Mesela r'yi dene. Şu an r'yi büyütüyoruz, r'yi büyütünce ne değişiyor arkadaşlar?

26-Öğr: Yarıçap.

27-Ö: Yarıçap değişiyor yani alttaki ve üstteki dairelerimiz ne oluyor?

28-Öğr: Büyüyor.

29-Ö: Büyüyor veya küçülüyor. Geçebilirsin yerine, peki yüksekliği denemek isteyen var mı? Gel bakalım. Bakın yüksekliği değiştirdikçe neler değişiyor aynı zamanda?

30-Öğr: Uzunluk.

31-Ö: Uzunluğu değişiyor. Evet yanal ayrıtı değişiyor. Uzunluğu değişiyor tamamdır teşekkür ederiz. Şimdi arkadaşlar hangi konuya geçeceğiz? Evet, arkadaşlar silindirin açınımına baklalım hep beraber. Silindiri

açınca daha önce prizmaları açtık ne ortaya çıkabilir? Canlandırın kafanızda.

Büşra, bu aşamada öğrencilerden zihinlerinde açınımı canlandırmalarını ve açınım sonucunda nasıl bir şeklin oluşacağını söylemelerini istemiştir.

32-Öğr: Bir dikdörtgen parçasıyla 2 yuvarlak.

33-Ö: Evet çok güzel.

34-Öğr: Uzun kenarlar üzerinde 2 eş daire.

35-Ö: Evet çok güzel. Çizimini birazdan yapıcaz öncelikle görelim bakalım herkesin kafasında bi canlansın. Dinliyor muyuz burayı? Şimdi açıyorum, önce kapaklarını çıkardım. Şimdi dik dairesel silindiri açınca ne çıkıyormuş arkadaşlar?

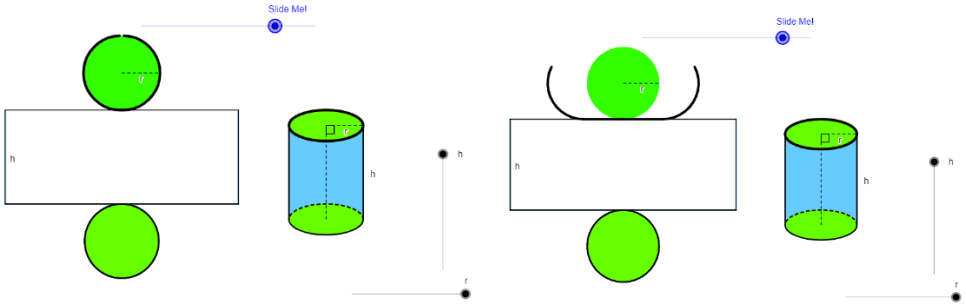
36-Öğr: 1 tane dikdörtgen, 2 tane eş yuvarlak.

37-Ö: Ve 2 tane eş daire çıkıyormuş. Peki, arkadaşlar şimdi ben bu, efendim?

38-Öğr: Hocam yuvarlak ve daire arasındaki fark ne? Yuvarlak diyoruz, daire diyoruz mesela.

39-Ö: Yuvarlak çizerek bir daire bir de çember çizebilirsin. Yuvarlak bir işarettir sonuçta geometrik bir cisim olarak uyarladığımız da bir daire, bir de çemberdir. Daire bunun kapalı hali, çember ise sadece çevreden oluşan içi boş bir cisim.

Büşra sürgüleri oynatarak belli bir aşamaya kadar açınımın nasıl olduğunu gösteriyor. Sürgüyü sonuna kadar açmıyor çünkü son aşmada açınım gerçekleştikten sonra dairenin etrafındaki uzunluk açılarak yanal yüzeyin kenarını kaplıyor (Şekil 64'deki gibi).



Şekil 64: Dairenin çevresinin dikdörtgenin kenarına eşit olduğunun gösterimi

Öğrencilere bunu göstermeden önce dairenin çevresi ile yanal yüzeyin kenarı arasındaki ilişkiyi öğrencinin keşfetmesini istiyor. Bu şamadaki diyaloglar aşağıdaki gibi gelişiyor:

39-Ö: ... Şimdi size bir şey sormak istiyorum. Silindirimin çevresini bulmak istiyorum ben ama sadece bunun yarıçapını biliyorum. Bir de buranın uzunluğunu (h) biliyorum. Ama burayı (yanal yüzeyin yani açınımla oluşan dikdörtgenin diğer kenarı) bilmiyorum, burayı nasıl bulabilirim?

40-Öğr: Oradaki dairenin çevresi

41-Ö: Evet çok güzel, başka fikri olan var mı? Peki, neden oradaki dairenin çevresi bana yanal yüzeyin kenarını veriyor?

42-Öğr: Çünkü (Şekli) kapattığımızda uzun kenar dairenin çevresini kaplıyor.

Büşra, öğrencilerden beklediği keşfi yaptıklarını fark ettiği anda sürgüyü kaldığı yerden ilerletmeye devam etmektedir.

43-Ö: Evet çok güzel. O zaman şimdi bunu GeoGebra programında buraya kadar açmıştık değil mi? Bunu biraz daha açarak bunun çevresini tam olarak açıldığında buna eşit olduğunu görebiliyoruz. Açıyorum ve açtım. Bu kenar neye eşit çıkıyor? Bunun çevresine eşit çıkıyor. Programda bir sıkıntı var. Şimdi tekrar açtım siz bunu gördünüz değil mi?

44-Öğr: Evet.

45-Ö: Kapatmak istediğimde kapatıyorum ve tam kapalı dik dairesel silindiri oluşturuyorum. Bunu görebildiniz değil mi, bir problemi olan var mı?

Ders içeriği bakımından öğretmenin çeşitli tanımlamaları yapmasını gerektiren muhtevaya sahiptir. Örneğin öğretmenin böyle bir derste silindirin temel elemanlarını (yanal yüzey, yükseklik, ayırt, daire vb.) açıklamak zorunda olması dersin düz anlatım şeklinde ilerlemesine sebep olmaktadır. Ancak açınım ile ilgili öğrencilerin kavraması gereken noktalara GeoGebra materyali ile değinilmiştir. Ayrıca açınım yapılmadan önce öğrencilerin zihinlerinde canlandırmaları istenmiştir. Dersin kritik noktalarından biri dairenin çevresinin uzunluğunun yanal yüzeyin bir kenarına eşit olduğudur. Büşra bu durumu öğrencilerin kavrayıp kavramadığını görmek için materyali kullanmadan önce öğrencilere sormuştur. Tüm bunlara bakıldığında Büşra'nın VSG'de oldu gibi sınıf uygulamasında da teknolojinin dersin hangi anında işe konulması ve nasıl hizmet etmesi gerektiğini iyi bir şekilde planladığını göstermektedir. Büşra teknolojiden etkili bir şekilde yararlanmıştır. Tahtada öğretim orkestrasyonundan sonra ekranı açıkla orkestrasyonunu kullanmış olmasına rağmen kritik yerlerde öğrenci fikirlerini almış ve gerekli sorgulamaları yapabilmek için pedagojik eylemlerden uygun olanları yerinde ve zamanında kullanmıştır. Örneğin, 31-Ö satırında açınımı yapmadan önce öğrencilere açınım sonucunda ne oluşabileceğini tahmin etmelerini istemesi, 39-Ö satırında öğrencilere sürgülerle göstermeden önce açınımla ortaya çıkan dikdörtgenin kenar uzunluğunu nasıl bulabileceklerini sorması pedagojik söylemlerden *muhakemeye zorlamaya* birer örnektir. Ders pedagojik söylemlerden yararlanmayı zorlaştıran bir içeriğe sahip olmasına rağmen Büşra bazı pedagojik söylemleri yerinde ve etkili kullanmıştır. Öğrencilerin keşfe ulaşmadan önce aceleci davranıp direkt sonucu söylemek ya da direkt sürgülerle gösterimi yapmak yerine öğrenci katılımını teşvik etmektedir.

4.3.3 Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Dersin Meslek Hayatlarına Katkısı Hakkındaki Görüşleri

Öğretmen adayları ile yapılan odak grup görüşmelerinde kendilerine tasarlanan dersin meslek hayatlarına katkısı hakkındaki görüşleri sorulmuştur. Alınan cevaplar ile oluşan temalar Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 24: Öğretmen Adaylarının Görüşlerinden Ortaya Çıkan Temalar

Temalar	**Örnek Cevaplar**
Teknoloji kullanmaya karşı niyet ve olumlu tutum	A Grubu ÖA1: mesela kendi sınıfıma anlatacağım zaman ileride atandığımda, kullanabileceğim bir uygulama yani. Bilmiyorduk bu derse kadar açıkçası GeoGebra'nın ne olduğunu. B Grubu ÖA2: Bir öğretmenin bence teknolojiyi bir etkinlikte kullanmayı bilmesi ya da öğrenmeye hevesli olması lazım.
Teknolojinin sağlayıcılığı	A Grubu ÖA3: Şeyden biraz kurtuluyorlar hani. Ezberlemek zorunda değilmişim! Aslında gerçekten bir mantığı varmış hani buradan geliyormuş. Hani o biraz daha oturuyor öğrencide. C Grubu ÖA4: Akıllı tahtayı kullanmak mesela sadece şey değilmiş hocam bir sayfa açıp üçgen çizmek değilmiş. Yani böyle programları mesela staj okulumuzdaki hocamız da duymamıştı. O kadar ilgisini çekmiş ki o da kullanmaya başlamıştı mesela. Teknolojinin daha doğru kullanılması gerektiğini anladık.
Öğrenci seviyesi	C Grubu ÖA1: Ders planı hazırlarken özellikle öğrenciler nerelerde anlamayabilir? Bana böyle bir soru gelebilir mi? Bu sorulara göre plan yapmamız gerekir bence. B Grubu ÖA5: Yani ne kadar biliyorlar. Şimdi biz üniversite öğrencisiyiz. Onlar ortaokul. Hani onlar neyi biliyorlar neyi bilmiyorlar diye düşünüyoruz.
Ders içeriğinin katkıları	A Grubu ÖA4: Bizim için daha iyi oldu onları (videoları) görmek aslında. Ya hani beğendiğimiz yerleri uyarlamaya çalıştık. A Grubu ÖA6: Bizim hani derste deney falan yapma ihtimalimiz olmadığı için hani ya da daha fazla önce araştır gel şöyle yap böyle yap hani… Onu proje gibi yapma fırsatımız yok ama hani en azından bu tartışma teknikleriyle hareket geliyor sınıfa. Çünkü matematik hep soyut bir şey olduğu için bir tık daha somutlaştırıyor en azından.

	B Grubu ÖA1: Etkinlikte mesela öğrencilerin birbirine fikir verip yardımlaşmaları güzel bir şey. Bir not kaygısı olmadan bunu yapmaları da avantajlı. Arkadaşının ona yardım etmesi mesela. Hani arkadaşı ona yardım ederken O bilemedi. Ben biliyorum demesi değil de hani etkinlik olduğunu bilmeleri hani bunun bir yardımlaşma olduğunu, fikir yürütme olduğunu bilmeleri aslında iyi bir şey. C Grubu ÖA2: Bence yararlı oldu (Videoları izlemek) çünkü yani hiç yoktan iyidir. Şu ana kadar hiçbir arkadaşımı gidip ben izlemedim sonuçta ders anlatırken ve farklı bir uygulama. Ben neden bunu yapmadım diye insan bir düşünüyor. Yani kendimiz video çekerken de şu şöyle yapmış, bu şekilde yapabiliriz gibi fikir edinmiş oluyoruz.

Öğretmen adaylarının verdiği cevaplar 4 farklı temada toplanmıştır. Temalardan ilk üçü 2. Döngüde elde edilen temalar ile aynıdır. Bu döngüde elde edilen *ders içeriğinin katkıları* isimli son temada öğretmen adayları tartışma teknikleri (pedagojik söylemler) ve video durumlar hakkındaki düşüncelerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları pedagojik söylemlerin sınıfta matematiksel tartışmaları teşvik ettiğini ve öğrencilerin birbirleriyle faydalı diyaloglar geliştirdiğini ifade etmektedir. Ayrıca öğretmen adayları video durumların VSG'leri hazırlamada kendilerine katkı sağladığını ifade etmişlerdir.

Tablo 25: Kod-Grup Matrisi

Dersin Meslek Hayatına Katkıları	**Grup A**	**Grup B**	**Grup C**	**TOPLAM**
Teknoloji kullanmaya karşı niyet ve olumlu tutum	2	1	1	**4**
Teknolojinin sağlayıcılığı	3	4	2	**9**
Öğrenci seviyesi	2	3	4	**9**
Ders içeriğinin katkıları	9	3	3	**15**
TOPLAM	**16**	**11**	**10**	**37**

Tablo 25 incelendiğinde en çok kodlamanın ders içeriğinin katkıları isimli temada yer aldığı görülmektedir. Bütün gruplar en fazla açıklamayı, araştırmacı tarafından tasarlanan entegrasyon dersindeki aktivitelerin ve içeriklerin meslek hayatlarına olumlu katkıları olduğu konusunda yapmıştır.

4.3.4 Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Derse İlişkin Önerileri

Öğretmen adaylarının araştırmacı tarafından tasarlanan derse ilişkin önerileri Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26: Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Derse İlişkin Önerileri

Öneriler	**Örnek Cevaplar**
Olumlayıcılar	C Grubu ÖA2: Bence güzeldi her şey. Siz gösterip yaptırdınız. Anlatmak istediğimizin hepsi bence o hazır programlarda (GeoGebra ders kaynaklarında) yok zaten. Farklı bir yere değinmek istediğimizde en azından programda bir şeyleri nasıl hazırlayacağımızı da gördük. C Grubu ÖA4: Genel olarak iyiydi bence.
Ders Sürecine Yönelik Öneriler	A Grubu ÖA4: Mesela en başta siz GeoGebra'yı anlatırken falan hani oradan direkt videolara geçtik. Böyle bir anda sanki onlar hiç işimize yaramayacakmış gibi oldu. Onlarla ilgili bir ödev yapacağımızı düşünüyorduk. Biz kendimiz bir şeyler yapacağımızı. Oradan bir anda videoya geçince biz böyle bir hani neden oradaydık? Neden böyle oldu diye şaşırdık. B Grubu ÖA2: Bence zaten matematik öğretmenliği için geogebra bir dönem değil daha fazla olmalı yani. Hani bu ders bir dönemden bence daha fazla döneme yayılmalı. C Grubu ÖA3: … Böyle bir dönem boyunca bir programı tanıtmak için bence yeterli ama zaman iyi

	değildi. Dediğim gibi dördüncü sınıfta bu programın tanıtılması biraz saçma üçüncü sınıfta olmalıydı. C Grubu ÖA5: … Uygulamayı ilk dönem öğrenmiş olsaydık ikinci dönem her dersimize aktarmaya çalışabilirdik. Daha tecrübeli olurduk, en azından bilirdik. Yani bir kere yaptığımız bir hatayı diğerinde yapmazdık.
Tekniklerin Öğretimine Yönelik Öneriler	A Grubu ÖA2: Teknikleri öğrenmenin bize faydası oldu ama biraz daha bilgiye sahip olmamız gerekiyor bence. İlk denemede şey oluyor, emanetmiş gibi duruyor VSG'de. Hatta böyle onların üstünde düşünmemiz gerekiyor A Grubu ÖA3: Video çekimlerinde gösterdiğiniz bu tartışma tekniklerinin biraz daha uygulaması artmış olsa. Yani ne bileyim sınıflarda onu daha çok öğretebilirsiniz yani. B Grubu ÖA1: Bence tartışma tekniklerini anlatırken çok şey havada kalıyor. Aslında hani bu tekniklerle ne bileyim daha önce karşılaşmış olsak hani daha bir sindire sindire öğrenirdik hani.

Tablo incelendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmının bir öneride bulunmayıp bütün sürecin yeteri kadar iyi olduğunu düşündüğü anlaşılmaktadır. Diğer öğretmen adayları ise ders sürecine ve kuramsal çerçevelerde yer alan tekniklerin (orkestrasyon türleri ve pedagojik söylemler) öğretimine ilişkin önerilerde bulunmuştur. Bir öğretmen adayı dersin ilk aşamasındaki tasarım sürecinden sonra video durumlara keskin bir geçişin olduğunu söylemiştir. Tabloda yer almasa da diğer öğretmen adaylarının bu görüşe katıldığını ifade etmekte fayda vardır. Geliştirilen modelde ilk aşama olan tasarımdan sonra keşfet aşamasına geçilmiştir. Keşfet

aşamasında ise video durumlar ile çeşitli tekniklerin öğretimi yapılmıştır. Birbirinden oldukça farklı olan iki aşama olduğu için öğretmen adayları dersin ilk iki aşaması arasında bir bağlam kuramamıştır. Bu yüzden ders öncesinde öğretmen adaylarına bütün aşamalardan ayrıntılı bir şekilde bahsetmek sürece psikolojik olarak hazır olmalarına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Ders sürecine ilişkin diğer öneriler ise sürecin bir derse değil iki yarıyılda yapılan farklı derslerde tamamlanmasına ilişkindir. Öğretmen adayları ders içeriğini faydalı bulsa da entegrasyon sürecinin bir derse sığdırılmaması gerektiğini düşünmektedir. Bu da öğretmen eğitimi programlarının düzenlenmesini gerektiren haklı bir öneridir.

Öğretmen adayları tekniklerin öğretimine ayrılan sürenin ve video durumların yetersiz olduğunu belirtmiştir. Video durumlar geliştirilen modelde önemli bir yer tutmasına karşın ders sürecinde 2 hafta gibi kısa bir süreye yayılmaktadır. Bu bakımdan video durumlardan yararlanılan sürecin özellikle pedagojik söylemlerin öğretimi aşamasında arttırılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Tablo 27'de kod-grup matrisi incelendiğinde en çok kodlamanın tekniklerin öğretimine yönelik önerilerle ilgili olduğu görülmektedir.

Tablo 27: Önerilere İlişkin Kod-Grup Matrisi

Derse İlişkin Öneriler	**Grup A**	**Grup B**	**Grup C**	**TOPLAM**
Olumlayıcılar	0	0	4	**4**
Ders Sürecine Yönelik Öneriler	2	1	4	**7**
Tekniklerin Öğretimine Yönelik Öneriler	5	2	1	**8**
TOPLAM	**7**	**3**	**9**	**19**

4.3.5 3. Döngünün Değerlendirilmesi ve Modelin İşlerliği

Öğretmen adaylarının üç gruba ayrıldığı 3. Döngüde her grup ile VSG çekimleri öncesinde rehberlik amacıyla bir araya gelinerek senaryolarda, teknolojik aracın kullanılmasında ve öğretimde çeşitli hataların önlenmesi amaçlanmıştır. Rehberlik olarak yapılan faaliyetler her grubun VSG'leri analiz edilmeden önce açıklanmıştır. Burada özetleyecek olursak, yapılan rehberlik faaliyetleri ile çeşitli zorlukların giderilmesi ve araçtan yeterince faydalanılması sağlanmıştır. Bu bakımdan revize edilen kılavuz modelde rehberlik sürecinin ve geri bildirimde bulunmanın önemi ortaya çıkmaktadır. 2. Döngüde gruplarla yaptıkları çalışmaların başında sadece araç ve kazanımın uygunluğuna dair sınırlı bir rehberlik yapılmışken; 3. Döngüde gruplarla VSG çekimlerinin hemen öncesinde aracın nasıl kullanılacağı ve senaryoların nasıl hazırlandığı detaylı bir biçimde incelenip geri bildirimde bulunulmuştur.

Öğretmen adayları ile yapılan odak grup görüşmelerinde senaryoların hazırlanması ve araç seçimlerinin yapılması sırasında önemli bulgulara ulaşılmıştır. Öğretmen adayları, 2. Döngüde olduğu gibi, senaryoları hazırlarken kavramsal öğrenmeyi desteklemek ve matematiksel ilişkileri öğrencilerin keşfetmesini sağlamak ve öğrencilerin genellemelere ulaşmasını sağlamak gibi düşüncelerle hareket ettiği ortaya çıkmıştır.

Öğretmen adayları yaptıkları açıklamalarda teknolojik aracın seçiminde uygulama okullarındaki gözlemlerinin etkili olduğuna dair açıklamalarda bulunmuştur. Örneğin, A grubundaki öğretmen adayları, mentör öğretmenlerinin bir derste kullandığı yöntem yerine teknolojinin kullanıldığı bir dersin daha faydalı olabileceğini düşünmüştür. Bu yüzden bu gözlemlerinde mentör öğretmenin anlattığı konu alanı ve kazanımı kullanmış ve uygun teknoloji destekli etkinliği bularak VSG'de kullandıklarını belirtmişlerdir.

C grubu öğretmen adayları ise uygulama okullarındaki öğrencilerin silindirin açınımı konusunda belli noktalarda kavram yanılgılarına ve öğrenme zorluklarına sahip olduklarını gözlemlediklerini belirtmiştir. Bu gözlemlerin sonucunda VSG'de bu kazanımı ve uygun materyalleri bulup kullandıklarını belirtmiştir.

Öğretmen adaylarının VSG'leri incelendiğinde üç grubun da kompleks birer konu ve kazanıma uygun olan materyalleri kullandığı görülmektedir. Özellikle A ve B grubunun bilişsel talebin yüksek olduğu, karmaşık, doğrudan anlaşılamayacak ve kestirilemeyecek materyalleri kullandığı görülmüştür. Buna rağmen grupların öğrenci merkezli bir ders planı yapıp uyguladıkları ve pedagojik söylemlerden ve öğrenci merkezli orkestrasyon türlerinden yararlandığı görülmektedir. A ve B grupları literatürde öğretmen merkezli olan ekran tahta ilişkisi orkestrasyonunu öğrenci katılımını ve öğrencilerin çıkarımlarda bulunmalarını teşvik ederek öğrenci merkezli olacak şekilde kullandıkları görülmektedir.

Sınıf uygulamaları bu döngüde ilk defa yer almıştır. Sınıf uygulamalarında videoları incelenen üç öğretmen adayından Makbule ve Dilan daha önce herhangi bir VSG'de öğretmen rolünde olmamıştır. VSG'lerde öğrenci rolünde görev almışlardır. Büşra ise hem VSG'de öğretmen rolünde olmuş hem de sınıf uygulamasına katılmıştır. VSG'de öğretmen rolünde olan öğretmen adayları ile öğrenci rolünde olan öğretmen adayları arasında sınıf uygulamalarında ve teknoloji entegrasyon becerilerinde farklılaşmanın olup olmadığını inceleme fırsatı elde edilmiştir. VSG çalışmalarında öğrenci rolünde olan Makbule ve Dilan'ın sınıf uygulamaları incelendiğinde uygun materyal seçip uyguladıkları görülmüştür. Makbule dairenin alan bağıntısının kavranması için daha önce kullanılmamış bir materyali seçmiştir. Dilan ise kendi grubunda kullanılan kazanım ve materyalin kullanılabileceği bir sınıf uygulamasına denk gelmiştir. Bu yüzden kendi grubunda kullanılan materyali VSG'deki öğretime benzer şekilde kullanmak istemiştir. Her iki öğretmen adayı da aracı öğrenci merkezli bir eğitim anlayışı ile kullanmış ve öğrencilerin katılımını, keşfini ve kavramsal öğrenmelerini destekleyen bir planlamayı başarıyla uygulamışlardır. Büşra ise VSG'de uyguladığı kazanıma sınıf uygulamasında denk gelmiş ve aynı materyalleri kullanarak öğrencilerin etkin katılımını destekleyen bir planlamayı sınıfta uygulayabilmiştir.

3. Döngüdeki tüm süreçler göz önüne alındığında, modelde *Keşfet* aşamasında video durumların kullanıldığı sürecin genişletilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Öğretmen adaylarının bu doğrultudaki önerilerinde haklı oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma ile ilköğretim matematik öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu için tasarım tabanlı bir araştırma metodolojisiyle ders tasarımı yapılıp model geliştirilmesi hedeflenmiştir. Modelin geliştirilmesinde önceki literatür taraması etkili bir şekilde kullanılmaya çalışılmıştır. Model ile matematik öğretiminde kullanılan teknolojilerin kavranması ve bu teknolojiler ile etkinlik geliştirilmesi, öğretimsel içeriklerin video durumlar ile aktarılması ve içeriklerin uygulamaya dayalı bir şekilde kavranması sağlanmıştır.

Öğretmen adaylarının bir kısmı yapılan görüşmelerde GeoGebra ve diğer teknolojilerin öğrenildiği aşamanın (Tasarım aşaması) kendileri için faydalı olduğunu ancak sürenin yeteri kadar uzun olmadığını belirtmiştir. Bazı öğretmen adayları ise GeoGebra ders kaynakları kütüphanesindeki bir etkinliği kendi sınıf uygulamasında kullanmadan önce indirerek etkinlik üzerinde çeşitli düzenlemeler yapabildiğini belirtmiştir. Öğretmen adaylarının gerek VSG'lerde gerekse de sınıf uygulamalarında konu ve kazanımlarına uygun şekilde bir teknoloji destekli etkinliği tasarlayabildiği ya da hazır etkinlikler arasından seçebildiği anlaşılmaktadır. 3. Döngüde C grubundaki öğretmen adaylarının bir kısmı ders tasarımına ilişkin olumlayıcı ifadeler kullanmıştır. Ancak genel itibariyle her gruptan bazı öğretmen adayları GeoGebra ve diğer teknolojileri kullanmayı öğrenme sürecinin (Tasarım aşaması) önceki dönemlere aktarılması ve daha geniş bir zamana yayılması gerektiğini düşünmüştür. Öğretmen adayları, geliştirilen modelin tasarım aşamasındaki çalışmaların önceki dönemlerde yapılmasının kendileri için daha faydalı olacağını belirtmektedirler. Yapılan açıklamalar incelendiğinde iki sebepten dolayı bu önerileri yaptıkları anlaşılmaktadır. Birincisi GeoGebra programını bir dönem boyunca çok ayrıntılı bir şekilde öğrenmek; ikincisi ise aldıkları teknoloji entegrasyon dersi ile öğretmenlik mesleğine atanmak için girecekleri merkezi sınavın aynı yarıyılda olması ve merkezi sınavın getirmiş olduğu çalışma yükünden dolayı bu dersi önceki sınıf seviyelerinde almak istemeleridir. Öğretmen adaylarının bu önerileri geliştirilen modelin *Tasarım* aşaması

ile ilgilidir. Öneriler, 4 hafta süren bu aşamanın faydalı olmasına karşın kısa sürdüğü ya da daha önceki dönemlerde daha detaylı verilmesi gerektiği ile ilgilidir. *Tasarım* aşamasının gereksiz ya da faydasız olduğuna dair bir açıklama ya da bulgu yoktur. Bununla birlikte, modelin uygulanması sonucunda öğretmen adaylarının geliştirdikleri VSG'leri ve sınıf uygulamaları incelendiğinde matematiksel görevler için uygun teknolojik materyallerin seçildiği, kütüphaneden seçilen materyaller üzerinde değişiklikler yapılabildiği ve başarılı bir şekilde (matematiksel tartışmaların ve sorgulamaların yer aldığı, kavramsal öğrenmenin ve öğrencilerin keşfederek öğrenmesinin desteklendiği öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı oluşturularak) kullanılabildiği görülmüştür. Bundan dolayı, *Tasarım* aşaması ile ilgili bir değişiklik yapılmasına gerek duyulmamıştır. Ayrıca, bu aşamanın, öğretmen adaylarının önerilerine paralel şekilde daha ayrıntılı ve geniş bir zamana yayılarak yapılması modelin değiştirildiği anlamına gelmemektedir. Modelin teknoloji entegrasyonu ile ilgili bir derste uygulanması, onu 14 haftalık bir sürece sıkıştırmış olsa da bu haliyle dahi çok etkili olduğuna dair sonuçlar vermiştir.

İkinci ve üçüncü döngüde yapılan odak grup görüşmelerinde öğretmen adaylarının aldıkları dersin (araştırmacı tarafından tasarlanan ders) meslek hayatlarına katkıları olup olmadığı sorulmuştur. Her iki döngüdeki görüşmelerden edinilen bulgulara göre *teknoloji kullanmaya karşı niyet ve olumlu tutum* ve *teknolojinin sağlayıcılığı* adında benzer iki kod oluşmuştur. Öğretmen adayları bu kodlarda teknoloji kullanmaya karşı niyet ve olumlu tutum geliştirdiklerini, öğretmenlik uygulaması kapsamında yaptıkları sınıf uygulamalarında araştırmacının talebi olmadığı halde uygun teknolojik araçları seçip ya da tasarlayıp kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları, teknolojinin sınıfta çeşitli imkânları arttırdığını ve sağladığı faydaların farkına vardıklarını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Halat (2009), Zengin ve Tatar (2015) ve Koparan (2016)'ın çalışmaları, dinamik yazılım veya etkileşimli web tabanlı öğrenme araç ve kaynaklarını kullanan öğretmen adaylarının teknolojiyle matematik öğretme ve öğrenmeye yönelik olumlu tutum geliştirebileceğini göstermektedir. Özetle, Halat (2009), Zengin ve Tatar (2015) ve Koparan (2016)'ın çalışmalarına göre, öğretmen adaylarının dinamik araçlarla ve diğer teknolojilerle etkileşim halinde bulunması tutumlarını olumlu yönde

etkilemektedir. Araştırmadaki katılımcı öğretmen adaylarının teknoloji kullanmaya karşı olumlu tutum geliştirmelerinin sadece *Tasarım* aşamasından kaynaklandığı söylenemese de *Tasarım* aşamasının, öğretmen adaylarının teknoloji ile etkileşim halinde olarak materyal tasarladığı bir aşama olmasından dolayı olumlu tutum ve niyet geliştirmede etkili olduğu söylenebilir.

Modelde yer alan *Keşfet* aşaması, öğretmen adaylarına video durumlar aracılığıyla orkestrasyon türlerinin ve pedagojik söylemlerin öğretildiği ve öğretmen adaylarının teknoloji destekli matematik öğretimi hakkında izleyerek bilgi sahibi olabileceği bir aşamadır. Süreçte, ikinci döngüde elde edilen videolar 3. döngüde izlenerek ilgili içerik aktarılmış ve sınıfça tartışılmıştır. Sürecin iki önemli öğesinden biri video durumlar iken diğeri sınıf tartışmalarıdır. Enstrümantal orkestrasyon çerçevesinde ortaya çıkan orkestrasyon türleri ve pedagojik söylemlerin nasıl kullanıldığı video durumlarda gösterilmiştir. Her bir teknik izletildikten sonra video durdurulup araştırmacının yorumu ve sınıfın görüşleri alınmış ve ilgili tekniği tanımlamaları istenmiştir. Böylece bir tartışma ortamı oluşturularak tekniklerin öğrenilmesi hedeflenmiştir. Araştırmacının direkt içeriği aktarmak yerine video ve sınıf tartışmalarını ön plana alıp öğretmen adayının ilgili içeriği keşfetmesi hedeflendiğinden dolayı bu aşama *keşfet* olarak adlandırılmıştır. Ayrıca Hur, Cullen ve Brush (2010) tarafından geliştirilen Durumlu Teknoloji Modelinde (SiTI) öğretmen adaylarına hazırlık, keşif ve uygulama isimli üç aşamada çeşitli beceriler kazandırılmaya çalışılmaktadır. Geliştirdikleri Durumlu Teknoloji Modelinde keşif aşaması bu çalışmada ikinci döngüdeki keşif aşamasına benzer bir içeriğe sahiptir. Bu aşamaya *keşfet* isminin verilmesinde etkili olsa da nihai modelde video durumların kullanılması amaçlandığından Hur, Cullen ve Brush (2010)'ın keşif aşamasından yöntem olarak farklılaşmaktadır.

Odak grup görüşmelerinden elde edilen bilgilere göre, öğretmen adaylarının video durumların kullanıldığı aşamayı faydalı bulduğu ancak sürecin genişletilmesi ve daha çok örneğin verilmesi gerektiğini düşündüğü ortaya çıkmıştır. Elde edilen videoların analizi ve öğretmen adaylarının odak grup görüşmelerindeki açıklamalarına göre süreçte öğrenilmesi ve uygulanması en zor içerik pedagojik söylemlerdir. Pedagojik söylemler içinde *tekrarlama* ve *yeniden ifade etme* gibi örneklerin öğretmen

adaylarının farkında olmadan da olsa zaten kullanıldığı görülmektedir. Bunun dışında *birbirlerinin muhakemesinden yararlanma* isimli pedagojik söylemin hiç kullanılmadığı görülmüştür. Hiç kullanılmayan bu söylem, bir öğrencinin matematiksel bir fikir ortaya koyduğu sırada br başka öğrencinin bu fikre atıfta bulunarak ekleme veya düzeltme yapabilmesini ya da bu fikirden yola çıkarak başka bir fikre varabilmesini sağlayabilecek bir tekniktir. Sınıfta matematiksel bir tartışma sırasında öğrencilerin birbirlerinin görüşlerinden yararlandığı durumlarda etkili kullanılabilir. Öğretmen adaylarının VSG ve sınıf uygulamalarında diğer pedagojik söylemleri uygulayarak IRE (başlatma-yanıtlama-değerlendirme) dizisine (Mehan, 1979) uygun bir biçimde diyalog kurmaya daha yatkın oldukları anlaşılmaktadır. Öğretmenin merkezde olduğu IRE dizisine olan yatkınlığın öğrencilerin birbirlerinin muhakemesinden ve fikirlerinden yararlanabildiği tartışma ortamlarının oluşturulmasını engellediği düşünülse de bunun için daha fazla kanıta ihtiyaç duyulmaktadır.

Keşfet aşamasının kullanılmadığı ikinci döngüde, araştırmacı ilgili içeriği aktarmak için gerçek zamanlı modelleme (West ve Graham, 2007) yöntemini uygulamıştır. Ancak ikinci döngüdeki öğretmen adayları bu yöntem ile teknikleri öğrenemediklerini belirtmiştir. Üçüncü döngüde ise daha fazla zaman ve örneğe ihtiyaç duyduklarını belirtenler olduğu gibi sürecin gayet iyi olduğunu ve değişikliğe gerek olmadığını belirten öğretmen adayları da bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının dersin katkıları hakkındaki düşünceleri analiz edildiğinde ikinci ve üçüncü döngüde dört kodun oluştuğu görülmüştür. Bu dört koddan üçü, iki döngüde de ortak iken, *ders içeriğinin katkıları* isimli kod üçüncü döngüde ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları bu kodda tartışma tekniklerinin (pedagojik söylemler) faydalarına ve video durumları izlemenin katkılarına değinmiştir. Dersin meslek hayatına katkıları ile ilgili görüşler incelendiğinde üç gruptan toplam 37 girdinin olduğu ve bu girdilerden 15'inin *ders içeriğinin katkıları* koduna ait olduğu (Bkz. Tablo 25) göz önüne alındığında; *Keşfet* aşamasının bu sonuçların alınmasında etkili olduğu söylenebilir. Özetle, video durumların daha geniş bir zamana yayılması ve daha fazla örnek içermesi gerektiği gibi önerilerin olmasına rağmen; çok sayıda öğretmen adayı pedagojik söylemlerin faydası ve önemine dair açıklamalarda bulunmuş ve video durumların katkısına

değinmiştir. Bu araştırmadakine benzer bir amaçla matematik öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonunda video vakalardan yararlanan Krueger ve diğerleri (2004), katılımcıların videolar sayesinde teknoloji entegrasyonuna dair bilgi edindiklerini ve matematik öğretimine teknolojinin entegre edilmesinin ne anlama geldiğini daha iyi anladıklarını belirtmiştir. Krueger ve diğerlerinin (2004) sonuçlarıyla benzer şekilde, bu çalışmanın katılımcıları videoları izlemenin kendileri için faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca katılımcıların, video durumlarla öğrendikleri tartışma tekniklerini (pedagojik söylemler) uygulamanın önemini anladıklarını ve bunları uygulamalarında kullanmaya başladıklarını ifade etmeleri dolaylı da olsa video durumların kullanıldığı *Keşfet* aşamasının modeldeki başarısını göstermektedir. Çünkü katılımcılar bu teknikler ile *Keşfet* aşamasındaki video durumlarda karşılaşmıştır. Star ve Strickland (2007), tasarladıkları öğretim yöntemleri dersinde video kullanımının, öğretmen adaylarının dersin matematiksel içeriğini ve ders sırasında öğretmen ve öğrenci iletişimini fark etme becerilerini geliştirdiğini göstermiştir. Bu çalışmada Star ve Strickland (2007) ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak bu sonuçlar çalışmamızdaki katılımcılar tarafından daha çok VSG'lerin hazırlanması ve uygulanması sırasındaki deneyimlerini aktarması ile ortaya çıkmıştır. Keşfet aşamasında kullanılan video durumların öğretmen adaylarının fark etme becerilerinin gelişimindeki etkisi ne yazık ki bu çalışmada bilinmemektedir. VSG'ler ise modelin *Hazır Ol* aşamasının bir parçasıdır.

Öğretmen adayları video simülasyonlarında teknolojiyi kullanarak uygun bir orkestrasyon türüne göre öğretimlerini planlayabilmişlerdir. VSG'ler için oluşturulan grup çalışmalarında öğretmen adayları işbirlikçi bir çalışma ve sınırlı bir araştırmacı rehberliği ile teknolojiyi derse entegre edebilmiş ve kavramsal öğrenmeyi destekleyecek şekilde bir ders anlatımını tercih etmişlerdir. Öğretmen adaylarının 2. Döngüde hazırladıkları ikinci VSG'leri birinci VSG'lere nazaran daha öğretmen merkezli bir anlatım ve daha fazla sayıda pedagojik söylem içermiştir. Bunun nedeninin, birinci VSG'lerde bilişsel talebin daha fazla olduğu daha karmaşık materyallerin kullanılması olduğu düşünülmektedir. Bu döngüdeki simülasyonlardan sadece E2 simülasyonunda faydalanma modunda hatalar olduğu gözlenmiştir. Buna rağmen E2 simülasyonunda seçilen araç ve kullanılan orkestrasyon türleri ile

pedagojik söylemler gelişmeyi destekler niteliktedir. 2. Döngüde araştırmacının analizleri ve katılımcıların önerileri ile öğretmen adaylarına daha fazla rehberlik edilmesi ve geri bildirimde bulunulması gerektiği ortaya çıkmıştır. 3. Döngüde bu yönde girişimlerde bulunulmuş ve öğretmen adaylarının VSG'lerde yapabileceği hataların önüne geçildiği anlaşılmıştır.

Öğretmen adayları VSG'lerde ele alacakları kazanımları belirleme ve teknolojik materyali seçme konusunda herhangi bir yönlendirilmeye tabi tutulmamıştır. VSG'lerde kazanım ve teknolojik materyalleri hangi sebeple seçtiklerine ilişkin açıklamalarında, öğretmenlik uygulamasında yaptıkları gözlemlerin materyal ve kazanımı seçmede etkili olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları uygulama okullarındaki gözlemlerinde, öğrencilerin öğrenme zorlukları yaşadığı konu alanı ve kazanımlarda teknolojinin çözüm sağladığı durumları fark ettiklerini ve bu yüzden VSG'de aynı kazanımı seçtiklerini belirtmiştir. Ayrıca mentör öğretmenlerinin teknolojiden yararlanmadığı öğretimleri gözlemledikleri sırada alternatif olarak kullanılabilecek teknolojik materyallerin olduğunu fark ettiklerini belirtmişlerdir. Angeli ve Valanides (2009), geliştirdikleri Teknoloji Haritalama Modelinde öğretmen adaylarından öğrencilik zamanlarında yaşadıkları öğrenme zorluklarını düşünmelerini ve teknoloji destekli etkinlikleri bu bağlamda geliştirmelerini istemektedir. Bu doktora çalışması ile geliştirilen modelde öğretmen adayları kazanım ve materyalin belirlenmesinde özgür bırakıldığı halde öğretmen adayları gözlemlerine göre kavram yanılgıları yaşanılan ve öğrenme zorluklarının oluştuğu konu alanı ve kazanımlara yönelmiştir. Bu sonuçların ortaya çıkmasında öğretmen adaylarının işbirliği halinde çalışmasını ve grup dinamiklerini harekete geçiren VSG'lerin etkili olduğu düşünülmektedir.

Lee ve Kim (2017) geliştirdiği modelde, teknoloji entegreli ders planlarının öğrenci merkezli bir şekilde uygulanması konusunda aktiviteler geliştirmiştir. Bunlardan biri *rol yapma* aktivitesinin uygulandığı aktivitedir. Rol yapma uygulamasında araştırmacılar öğretmen rolünde olurken öğretmen adayları öğrenci rolünde olmaktadırlar. Araştırmacılar teknoloji entegreli öğrenci merkezli bir ders öğretimi yaparak öğretmen adaylarının öğrenci merkezli ders hakkında fikir sahibi olmaları hedeflenmektedir. Bu çalışma ile geliştirilen modelimizde ise öğretmen

adayları *Keşfet* aşamasında izledikleri video durumlar ile öğrenci merkezli öğretimi, teknoloji entegrasyonunu ve sınıf tartışmalarının nasıl yönlendirildiğini görebilmektedir. Tartışma aşaması Lee ve Kim (2017) ile benzer şekilde modelimizde yer almaktadır. Lee ve Kim (2017)'in geliştirdiği modelde öğretmen adayları, çeşitli konu alanları ve kazanımlara göre öğretimi tasarladıktan sonra akranlarından ve araştırmacılardan dönüt alarak ders planlarını revize ettikleri bir aşamadan geçmektedir. Nihai aşamada ise öğretmen adayları revize edilmiş planları mikro öğretim benzeri bir yöntem ile uygulayıp videoya kaydetmektedirler. Kendi modelimizle karşılaştırdığımızda, öğretmen adayları *Hazır ol* aşamasında VSG'lerden önce araştırmacıdan geri bildirim alabilmekte ve akranları ile çekimlerin yapıldığı sırada sürekli bir revizyon-yeniden çekim yapma aşamasından geçmektedir. Yani Hazır ol aşamasında, Lee ve Kim (2017)'in TPAB-ÖT modeline nazaran ders planlarının revize edilmesi daha çok öğretmen adaylarının sorumluluğundadır. Ayrıca revize işlemi video çekimleri izlendikten sonra ve çekim esnasında fark edilmekte ve uygulanabilir ders planının oluşmasında grupça verilen kararlar daha etkili olabilmektedir. Lee ve Kim (2017)'in modelinde ise ders planı uygulanmadan önce sürekli bir geri bildirim ve revize işlemine tabi tutulmakta ve uygulama sırasında ihtiyaç duyulan düzeltmelerin neler olduğu konusunda açıklama yapılmamaktadır. Bu yüzden VSG'lerin diğer modellerdeki aktivitelere nazaran birçok özelliği bir arada sağladığı görülmektedir.

Video simülasyon görevleri, Amador (2017)'un sonuçlarıyla paralel olarak öğretmen adaylarının öğretim yaptıkları sınıf seviyesinde neler bildiklerini sorgulamalarına, nasıl düşüneceklerini ve nasıl sorular sorabileceklerini düşünmelerine neden olmuştur. Öğretmen adayları genel olarak her iki döngüde de bu sürecin kendileri için hem zorlayıcı hem de geliştirici olduğunu belirtmiştir. Video simülasyon görevlerinde öğretmen adayları video çekimleri sırasında ya da ilk deneme çekimlerinden sonra senaryoları üzerinde değişiklikler yapmış ve sürekli olarak en iyisini ortaya çıkarana kadar süreci optimize etmişlerdir. Bu anlamda video simülasyon görevlerinin bu çalışmada mikro öğretim yöntemine nazaran daha avantajlı ve entegrasyonu destekleyici özelliklere sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra VSG'ler, orkestrasyon türlerinin ve pedagojik söylemlerin öğretmen

adayları tarafından deneyimlenmesini sağlamıştır. Bu da öğretmen adaylarının sınıf uygulamasına daha hazır olmasını sağlamıştır.

Öğretmen adayları tartışma tekniklerini öğrenmenin matematik öğretimine karşı bakış açılarını değiştirdiğini ve sınıf uygulamaları sırasında öğrencilerin merkezde olduğu bir ders anlayışı geliştirmelerinde kendilerine yardımcı olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca öğrendikleri tekniklerin matematik derslerinde öğrencilerin anlamlı ve kavrayarak öğrenmelerini ve ezbercilikten kurtulmalarını desteklediğini ifade etmişlerdir. İkinci döngüde teorik çerçevelerin aktarılmasında kullanılan yöntem öğretmen adayları tarafından uygun bulunmamıştır. Ancak üçüncü döngüde video durumlardan yararlanılmıştır. Öğretmen adayları matematik öğretiminde teknolojinin kullanıldığı sınıf ortamını yansıtan video durumlarını izlemeyi ilk defa deneyimlediklerini, bu şekilde teknikleri öğrenmenin kolaylaştığını ancak ders sürecinde video durumlardan yararlanılan sürenin yetersiz olduğunu ve arttırılması gerektiğini belirtmiştir. Öğretmen adayları öğrencilerin kendi aralarında tartışma ya da fikir alışverişini destekleyen tekniklerden bazılarını her iki döngüde de kullanamadığı ya da kullanmayı tercih etmediği anlaşılmıştır. Öğretmen adaylarından biri bu durumu tüm öğrenim hayatlarında geleneksel bir eğitimle yetişmiş olmalarına bağlayarak kendileri için zorlayıcı olduğunu ifade etmiştir. Fakat buna rağmen öğretmen adayları sondalama soruları ya da muhakemeye zorlayıcı sorularla sınıfı ya da öğrencileri meşgul ederek öğrencilerin öğrenme sırasında aktif olmasını sağlamıştır.

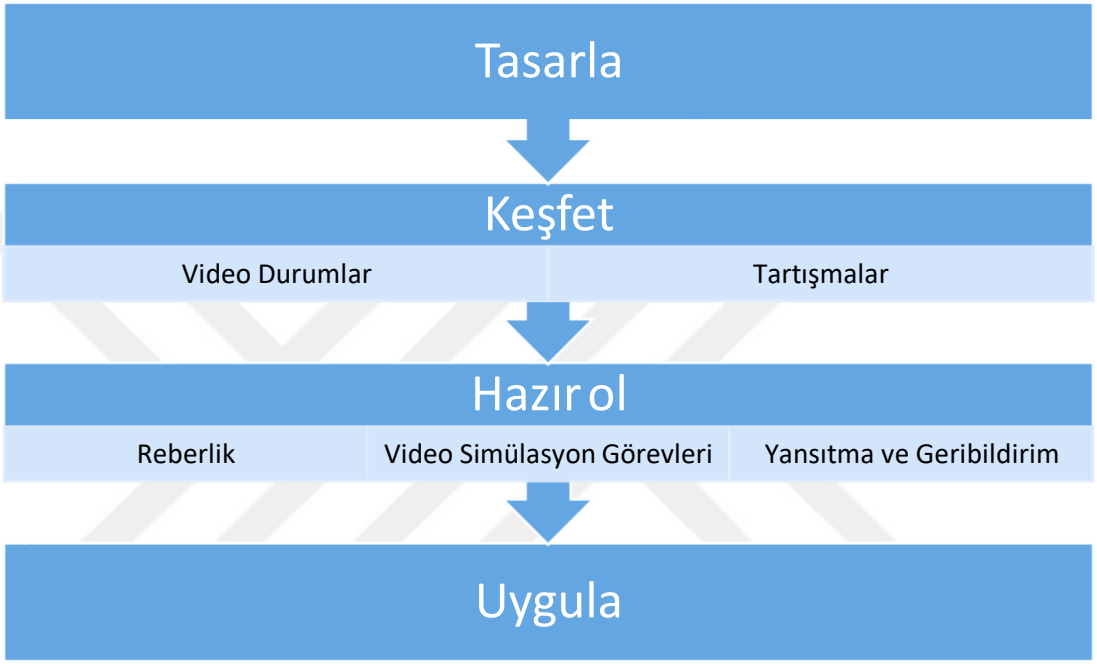
Öğretmen adayları sınıf uygulamalarında video simülasyonlarda kullanılan teknoloji destekli etkinliklerden yararlanmış ve orkestrasyonların ve diğer tekniklerin kullanılmasında başarılı olmuştur. Ayrıca sınıf uygulamasında öğrencilerle yaptıkları teknolojik eylemler, kullandıkları orkestrasyonlar ve pedagojik söylemler VSG'lerde kullandıkları ile benzer olmuştur. Örneğin Makbule sınıf uygulamasında öğrencileri sık sık tahtaya kaldırmış ve önce öğrencilerin etkinliği kullanmayı öğrenmesini sağlamıştır. Dersin sonuna doğru ise öğrenci iş başında orkestrasyonunu kullanarak bir öğrencinin araç üzerinde gösterimlerde bulunup öğrenilenleri özetlemesini sağlamıştır. Öğretmen adaylarının VSG'lerinde de buna benzer uygulamalar bulunmaktadır. Bu yüzden VSG'lerin öğretmen adaylarını sınıf uygulamalarına hazırlamada destekleyici olduğu söylenebilmektedir. Sınıf uygulamaları ile ortaya

çıkan bir diğer sonuç da öğretmen adaylarının VSG'lerde öğretmen rolünde olmasa dahi sınıf uygulamasında başarılı olabilmesidir. Öğretmen adaylarından VSG'lerde öğretmen rolünü alanlar teknoloji entegreli derste öğretmenliği deneyimleme bakımından öğrenci rolünde olanlara göre daha avantajlı görünse de mevcut veriler sonuçların böyle olmadığını göstermiştir. VSG'lerde öğrenci rolünde olan iki öğretmen adayının sınıf uygulaması, öğrenci merkezli orkestrasyonların kullanıldığı, sınıf tartışmalarında pedagojik söylemlerden etkili bir biçimde yararlanıldığı uygulamalar olmuştur. Makbule, sınıf uygulaması sırasında etkileşimli tahtada GeoGebra materyalini kullanırken teknik sorunlar yaşamıştır. Bu teknik sorunlar materyalin kullanımını çok zor hale getirse de Makbule'nin sabırla durumu idare edebildiği görülmüştür. Öğrencilerin ekranda gösterim yaparken teknik sorunları görmezden gelerek teknolojik eylemlere katıldığı görülmüştür. Ertmer vd. (2012), teknoloji entegrasyonuna güçlü inançları ve güvenleri olan öğretmenlerin, erişim ve kaynak engelleri yaşamalarına rağmen, vazgeçmek yerine, bu engelleri aşmanın yollarını bulmaya çalıştıklarını belirtmiştir. Makbule'nin yaşamış olduğu teknik sorunlara rağmen uygulamasına devam etmesi, Ertmer (2012)'in de belirttiği gibi teknoloji entegrasyonuna güçlü inanç ve güven geliştirdiğini göstermektedir.

Üçüncü döngüde C grubunun simülasyonunda öğretmen adayları ekran-tahta bağlantısı orkestrasyonunu kullanmıştır. Drijvers ve diğerleri (2010) bu orkestrasyonu öğretmen merkezli olarak nitelese de C grubu bu simülasyonda pedagojik söylemleri etkili bir şekilde kullanarak öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı oluşturmaya çalışmıştır. Buna benzer deneyimler ikinci döngüde de mevcuttur. Öğretmen adayları

orkestrasyon türlerini kullanırken genellikle öğrenci merkezli bir bağlamda hareket etmiştir.

Geliştirilen model ile öğretmen adaylarının kullanmış olduğu enstrümantal orkestrasyon teorik çerçevesine de atıfta bulunmak amacıyla Teknolojiyi



Şekil 65: Teknolojiyi Araçsallaştırma Modeli

araçsallaştırma Modeli (TAM) ismi verilmiştir

Teknoloji entegrasyonunun öğretmen adaylarının mesleklerini icra ettikleri sırada hizmet içi deneyimlerinde teknolojiyi kullandıkça gelişeceği düşünülmektedir. Buna rağmen geliştirilen model öğretmen adaylarının mesleki hayatlarında karşılarına çıkan zorluklara rağmen teknolojiyi kullanmayı istemelerini, deneyimlemelerini ve birçok açıdan öğrencilerin öğrenme sürecini göz önüne alarak ders planı yapmalarını ve farklı bakış açılarını geliştirmelerini sağlamıştır. Yani hazır ol aşaması ve daha önceki aşamalar öğretmen adaylarını modeldeki uygulama aşamasına hazırlar niteliktedir.

5.2. Öneriler

İlköğretim matematik öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonu için geliştirilen modelde öğretmen adaylarının *Tasarla* adımıyla hem teknolojik bilgi kazanması hem de materyal geliştirmesi planlanmaktadır. Bu aşama 4 haftalık bir sürece sıkıştırılmıştır. Bu aşamanın farklı bir derste alınarak uzun bir sürece yayılmasının sağlandığı bir öğretmen eğitimi programında modelin nasıl işlediği araştırılmaya değer görülmektedir. Bu şekilde bir yaklaşımla uygulanan modelde video durumlardan daha fazla yararlanılması sağlanabilir.

Öğretmen adayları her ne kadar birçok pedagojik eylemi başarıyla uygulasa da bazı pedagojik söylemleri hiç kullanamamış ya da kullanmayı tercih etmemiştir. Bunun nedeni, araştırmacının bir şart öne sürmeden öğretmen adaylarının kendi inisiyatifi ile öğrenci merkezli bir eğitimi ve güçlü matematiksel tartışmaları başlatıp yönlendirebilmeyi başardıklarını görmelerini sağlamaktadır. Öğretmen adayları, öğrencilerin birbirlerinin muhakemelerine faydalandıkları ya da muhakemelerini geliştirdikleri öğrenci-öğrenci etkileşimini gerektiren bir sınıf kültürüne yabancı olduklarından dolayı bu pedagojik söylemleri kullanmayı tercih etmemiştir. Öğrenci-öğrenci etkileşimini sağlamayı gerektirecek şekilde pedagojik söylemlerin kullanılmasını gerektiren VSG'lerin tanımlanması durumunda öğretmen adaylarının matematiksel tartışmaları nasıl başlatıp yönlendireceği ve ne ölçüde başarılı olacağı bir başka araştırma konusu olabilir.

Geliştirilen modelde tasarla ve keşfet adımına ilişkin çok az veri toplama aracı vardır. Bu süreçlere ilişkin daha ayrıntılı verilerin toplanması ile sürecin etkililiği arttırılacak şekilde modelde revizyonların yapılması sağlanabilir.

Çalışmada yer alan okullardaki müfredat ve staj faaliyetlerinin sınırlılıklarından ve olumsuz koşullarından dolayı sadece üç öğretmen adayının sınıf uygulaması incelenebilmiştir. Daha fazla öğretmen adayının birden fazla sınıf uygulaması yaptığı durumda teknoloji entegrasyonundaki gelişimleri daha ayrıntılı incelenebilir.

KAYNAKÇA

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü bünyesinde yazılacak tüm tezlerde metin içi kaynak gösterimi ve metin sonu kaynakça yazımında APA 6 yazım kuralları (http://tk.org.tr/APA/apa_2.pdf) baz alınmalıdır.

Akkoç, H. (2013). Pre-service mathematics teachers' practice of questioning in computer learning environments. In Proceedings of the Eighth Congress of European Research in Mathematics Education (pp. 6-10).

Aldon, G. (2010). Handheld calculators between instrument and document. ZDM, 42(7), 733-745. doi:10.1007/s11858-010-0275-4

Amador, J.M. (2017), Preservice teachers' video simulations and subsequent noticing: a practice-based method to prepare mathematics teachers, Research in Mathematics Education, DOI: 10.1080/14794802.2017.1315317

Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? Educational Researcher, 41(1), 16–25. https://doi.org/10.3102/0013189X11428813

Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT–TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). Computers & Education, 52 (1), 154–168.

Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, *7*(3), 245-274. doi:10.1023/a:1022103903080

Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. The Journal of the Learning Sciences, 13(1), 1-14.

Baturay, M. H., Gökçearslan, Ş., & Ke, F. (2017). The relationship among pre-service teachers' computer competence, attitude towards computer-assisted education,

and intention of technology acceptance. International Journal of Technology Enhanced Learning, 9(1), 1-13.

Beaudin, M., & Bowers, D. (1997). Logistics for facilitating CAS instruction. In J. Berry, J. Monaghan, M. Kronfellner, & B. Kutzler (Eds.), The state of computer algebra in mathematics education (pp. 126-135). Lancashire, England: Chartwell-York.

Belland, B. (2009). Using the theory of habitus to move beyond the study of barriers to technology integration. Computers & Education, 52, 353–364.

Beyerbach, B., Walsh, C., & Vannatta, R. A. (2001). From teaching technology to using technology to enhance student learning: Preservice teachers' changing perceptions of technology infusion. journal of Technology and Teacher Education, 9(1), 105-127.

Black, P., & Wiliam, D. (1998). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. The Phi Delta Kappan, 80(2), 139-144, 146-148.

Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. Educational Assessment, Evaluation and Accountability (formerly: Journal of Personnel Evaluation in Education), 21(1), 5-31. doi:10.1007/s11092-008-9068-5

Bozkurt, G., & Koyunkaya, M. Y. (2020). From micro-teaching to classroom teaching: An examination of prospective mathematics teachers' technology-based tasks. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 11(3), 668-705.

Bowers, J.S., Stephens, B., (2011). Using technology to explore mathematical relationships: a framework for orienting mathematics courses for prospective teachers. J Math Teacher Educ 14, 285–304. https://doi.org/10.1007/s10857-011-9168-x

Bozkurt, G., Koyunkaya, M.Y., (2022). Supporting prospective mathematics teachers' planning and teaching technology-based tasks in the context of a practicum

course, Teaching and Teacher Education, 119, https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103830.

Brenner, A. M., & Brill, J. M. (2016). Investigating practices in teacher education that promote and inhibit technology integration transfer in early career teachers. TechTrends, 60, 136-144.

Brown, D., & Warschauer, M. (2006). From the university to the elementary classroom: students' experiences in learning to integrate technology in instruction. Journal of Technology and Teacher Education, 14(3), 599–621.

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. Educational Researcher, 18(4), 32–42.

Brush, T., & Saye, J. (2009). Strategies for preparing preservice social studies teachers to effectively integrate technology: models and practices. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 9(1), 46–59.

Brush, T., Glazewski, K., Rutowski, K., Berg, K., Stromfors, C., Van-Nest, M. H., et al. (2003). Integrating technology into a field-based teacher training program: the PT3@ASU project. Educational Technology Research and Development, 51(1), 57–72.

Bussi, M. G. B., & Mariotti, M. A. (2008). Semiotic mediation in the mathematics classroom. In L. D. English (Ed.), Handbook of international research in mathematics education (pp. 746-783). New York, NY: Routledge.

Cayton, C. S.-A. (2012). Teachers' implementation of pre-constructed dynamic geometry tasks in technology-intensive algebra 1 classrooms (Unpublished doctoral dissertation). North Carolina State University, Raleigh.

Cazden, C. (2001). Classroom discourse: The language of teaching and learning (2nd ed.). Portsmouth, NH: Heinemann.

Chapin, S. H., O'Connor, M. C., & Anderson, N. C. (2003). Classroom discussions: Using math talk to help students learn, grades 1-6. Sausalito, CA: Math

Solutions. Dick, T. P., & Hollebrands, K. F. (2011). Focus in high school mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Chapin, S. H., O'Connor, M. C., & Anderson, N. C. (2009). Classroom discussions: Using math talk to help students learn, Grades K-6. Math Solutions.

Collins, A., Joseph, D. ve Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. Journal of the Learning Sciences, 13(1), 15–42.

Dawson, K., Pringle, R., & Adams, T. L. (2003). Providing links between technology integration, methods courses, and school-based field experiences: A curriculum-based and technology-enhanced microteaching. Journal of Computing in Teacher Education, 20(1), 41–47

Dede, C. (2004). If design-based research is the answer, what is the question? A commentary on Collins, Joseph, and Bielaczyc; diSessa and Cobb; and Fishman, Marx, Blumenthal, Krajcik, and Soloway in the JLS special issue on design-based research. The Journal of the Learning Sciences, 13(1), 105-114.

Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. Educational Researcher, 32(1), 5-8.

Drijvers, P. (2003). Learning algebra in a computer algebra environment: Design research on the understanding of the concept of parameter (Unpublished doctoral dissertation). Utrecht University, Netherlands.

Drijvers, P. (2011). From ‘work-and-walk-by’ to ‘sherpa-at-work.’ Mathematics Teaching, 222, 22-26.

Drijvers, P. (2015). Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn’t). In Selected regular lectures from the 12th international congress on mathematical education (pp. 135-151). Springer, Cham.

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 (Vol. 36, pp. 163-196): New York, NY: Springer.

Drijvers, P., & Trouche, L. (2008). From artifacts to instruments: A theoretical framework behind the orchestra metaphor. In M. K. Heid & G. W. Blume (Eds.), Research on technology and the teaching and learning of mathematics: Volume 2: Cases and perspectives (pp. 363-391). Charlotte, NC: Information Age.

Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H., & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: Instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. Educational Studies in mathematics, 75, 213-234.

Drijvers, P., Tacoma, S., Besamusca, A., Doorman, M., & Boon, P. (2013). Digital resources inviting changes in mid-adopting teachers' practices and orchestrations. ZDM, 45(7), 987- 1001. doi:10.1007/s11858-013-0535-1

Engin, M. (2011). Research Diary: A Tool for Scaffolding. International Journal of Qualitative Methods, 10(3), 296–306.

Erfjord, I. (2011). Teachers' initial orchestration of students' dynamic geometry software use: Consequences for students' opportunities to learn mathematics. Technology, Knowledge and Learning, 16(1), 35-54. doi:10.1007/s10758-011-9176-z

Ertmer, P., Ottenbreit-Leftwich, A., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. Computers & Education, 59(2), 423–435.

Fluck, A. E. (2003). Integration or transformation: a cross-national study of information and communication technology in school education (Doctoral dissertation, University of Tasmania).

Gibbs, G. (2007). Analyzing qualitative data. Los Angeles: Sage Publications

Gronseth, S., Brush, T., Ottenbreit-Leftwich, A., Strycker, J., Abaci, S., Easterling, W., ... & Leusen, P. V. (2010). Equipping the next generation of teachers:

Technology preparation and practice. Journal of Digital Learning in Teacher Education, 27(1), 30-36.

Guin, D., & Trouche, L. (1998). The complex process of converting tools into mathematical instruments: The case of calculators. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 3(3), 195-227. doi:10.1023/a:1009892720043

Guin, D., & Trouche, L. (2002). Mastering by the teacher of the instrumental genesis in CAS environments: Necessity of instrumental orchestrations. The International Journal on Mathematics Education (ZDM), 34(5), 204-211-204-211. doi:10.1007/BF02655823

Halat, E. (2009). Perspectives of Pre-Service Middle and Secondary Mathematics Teachers on the Use of Webquests in Teaching and Learning Geometry. International Journal for Technology in Mathematics Education, 16(1).

Hall, J. K., & Walsh, M. (2002). Teacher-student interaction and language learning. Annual Review of Applied Linguistics, 22, 186-203. doi:10.1017/S0267190502000107

Hasan, R. (2002). Semiotic mediation, language and society: Three exotropic theories. Macquarie University, Sydney, Australia. Unpublished manuscript.

Haspekian, M. (2005). An “instrumental approach” to study the integration of a computer tool into mathematics teaching: The case of spreadsheets. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 10(2), 109-141. doi:10.1007/s10758-005-0395-z

Herbel-Eisenmann, B., Steele, M., & Cirillo, M. (2013). (Developing) teacher discourse moves: A framework for professional development. Mathematics Teacher Educator, 1(2), 181-196. http://www.jstor.org/stable/10.5951/mathteaceduc.1.2.0181

Hew, K., & Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. Educational Technology Research and Development.

Hofer, M. (2005). Technology and teacher preparation in exemplary institutions: 1994 to 2003. Journal of Computing in Teacher Education, 22(1), 5–14.

Hogreve, J., & Gremler, D. D. (2009). Twenty Years of Service Guarantee Research: A Synthesis. Journal of Service Research, 11(4), 322–343. https://doi.org/10.1177/1094670508329225

Hollebrands, K., Laborde, C., & Sträßer, R. (2008). Technology and the learning of geometry at the secondary level. In M. K. Heid & G. W. Blume (Eds.), Research on technology and the teaching and learning of mathematics: Volume 1: Research syntheses (pp. 155-205). Charlotte, NC: Information Age.

Howard, J. (2002). Technology-enhanced project-based learning in teacher education: addressing the goals of transfer. Journal of Technology and Teacher Education, 10(3), 343–364.

Hoyles, C., Noss, R., & Kent, P. (2004). On the integration of digital technologies into mathematics classrooms. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 9, 309-326. https://doi.org/10.1007/s10758-004-3469-4

Huang, R., & Zbiek, R. M. (2017). Prospective secondary mathematics teacher preparation and technology. In M. E. Strutchens et al. (Eds.), The mathematics education of prospective secondary teachers around the world (pp. 17–24). Dordrecht: Springer.

Hur, J. W., Cullen, T., & Brush, T. (2010). Teaching for application: A model for assisting pre-service teachers with technology integration. Journal of Technology and Teacher Education, 18(1), 161-182.

International Society for Technology in Education (2002). National educational technology standards for teachers: Preparing teachers to use technology. Danvers, MA: ISTE

Jang, SJ., Chen, KC. (2010). From PCK to TPACK: Developing a Transformative Model for Pre-Service Science Teachers. J Sci Educ Technol 19, 553–564. https://doi.org/10.1007/s10956-010-9222-y

Karatas, I. (2014). Changing pre-service mathematics teachers' beliefs about using computers for teaching and learning mathematics: The effect of three different models. European Journal of Teacher Education, 37(3), 390-405.

Kaya, Z., & Yılayaz, Ö. (2013). Öğretmen eğitimine teknoloji entegrasyonu modelleri ve teknolojik pedagojik alan bilgisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(8), 57-83.

Keeler, C. G. (2008). When curriculum and technology meet: technology integration in methods courses. Journal of Computing in Teacher Education, 25(1), 23–30.

Kendal, M., & Stacey, K. (1999). Varieties of teacher privileging for teaching calculus with computer algebra systems. International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education, 6(4), 233-247.

Koehler, M. J. (2016). The TPACK image. Retrieved from http://tpack.org

Koh, J. H., & Divaharan, H. (2011). Developing pre-service teachers' technology integration expertise through the TPACK-developing instructional model. Journal of Educational Computing Research, 44(1), 35-58.

Koparan, T. (2016). The effect on prospective teachers of the learning environment supported by dynamic statistics software. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 47(2), 276-290.

Kratky, J. L. (2013). One teacher's instrumental orchestrations. Paper presented at the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Chicago, IL.

Krueger, K., Boboc, M., Smaldino, S., Cornish, Y., & Callahan, W. (2004). InTime impact report: What was InTime's effectiveness and impact on faculty and preservice teachers? Journal of Technology and Teacher Education, 12(2), 185-210.

Kumar, S., & Vigil, K. (2011). The net generation as preservice teachers: transferring familiarity with new technologies to educational environments. Journal of Digital Learning in Teacher Education, 27(4), 144–153.

Kuzu, A., Çankaya, S. ve Mısırlı, Z. A. (2011). Tasarım Tabanlı Araştırma ve Öğrenme Ortamlarının Tasarımı ve Geliştirilmesinde Kullanımı. Anadolu Journal of Educational Sciences International, 1 (1): 19-35.

Lagrange, J.-B. (1999). Complex calculators in the classroom: Theoretical and practical reflections on teaching pre-calculus. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 4(1), 51-81. doi:10.1023/a:1009858714113

Lagrange, J.B., & Monaghan, J. (2009). On the adoption of a model to interpret teachers' use of technology in mathematics lessons. Paper presented in WG7, Cerme6 conference, 28 January–1 February 2009, Lyon, France.

Lagrange, J.B., Ozdemir Erdogan, E. (2009). Teachers' emergent goals in spreadsheet-based lessons: analyzing the complexity of technology integration. Educ Stud Math 71, 65–84. https://doi.org/10.1007/s10649-008-9160-2

Lee, C. J., & Kim, C. (2017). A technological pedagogical content knowledge based instructional design model: a third version implementation study in a technology integration course. Educational Technology Research and Development, 65, 1627-1654.

Lim, C. P. (2007). Effective integration of ICT in Singapore schools: Pedagogical and policy implications. Education Technology Research & Development, 55(1), 83-116.

Lim, C. P., Teo, Y. H., Wong, P., Khine, M. S., Chai, C. S., & Divaharan, S. (2003). Creating a conducive learning environment for the effective integration of ICT: Classroom management issues. Journal of Interactive Learning Research, 14(4), 405-423.

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). Establishing trustworthiness. Naturalistic Inquiry, 289(331), 289-327.

Linn, M. C., Bell, P., & Davis, E. A. (2004). Specific design principles: Elaborating the scaffolded knowledge integration framework. In M.C. Linn, E.A. Devis, & P. Bell (Eds.). Internet environments for science education (pp. 315-340). Lawrence Erlbaum Associates.

McKenney, S., & Reeves, T. C. (2018). Conducting educational design research. Routledge.

McKenney, S., Nieveen, N., & van den Akker, J. (2006). Design research from a curriculum perspective. In J. Van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), Educational design research (pp. 67-90). Routledge.

McMullen, S., Oates, G. N., & Thomas, M. O. J. (2015). An integrated technology course at university: Orchestration and mediation. In The 39th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (Vol. 1, pp. 249-257).

Mehan, H. (1979). Learning lessons: Social organization in the classroom. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Merriam, S.B. (2009). Qualitative research: A guide to design and implementation. John Wiley and Sons.

Mishra P, Koehler MJ (2006) Technological pedagogical content knowledge: a new framework for teacher knowledge. Teachers College Record 108(6):1017–1054

Morton, A. (1996). Factors Affecting the Integration of Computers in Western Sydney Secondary Schools.

Moyer, P. S., & Milewicz, E. (2002). Learning to question: Categories of questioning used by preservice teachers during diagnostic mathematics interviews. Journal of Mathematics Teacher Education, 5(4), 293-315. doi:10.1023/a:1021251912775

Nathan, M. J., & Knuth, E. J. (2003). A study of whole classroom mathematical discourse and teacher change. Cognition and Instruction, 21(2), 175-207. doi:10.1207/S1532690XCI2102_03

National Council for Accreditation of Teacher Education (1997). Technology and the new professional teacher: Preparing for the 21st century classroom. Washington, D.C.: NCATE

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: Author.

National Council of Teachers of Mathematics. (2014). Principles to actions: Ensuring mathematical success for all. Reston, VA: Author.

Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. Teaching and Teacher Education, 21(5), 509-523.

Niess, M. L. (2012). Rethinking pre-service mathematics teachers' preparation: Technological, pedagogical and content knowledge (TPACK). In D. Polly, C. Mims, & K. Persichitte (Eds.), Developing technology-rich, teacher education programs: Key issues (pp. 316-336). Hershey, PA: IGI Global.

O'Connor, M. C., & Michaels, S. (1993). Aligning academic task and participation status through revoicing: Analysis of a classroom discourse strategy. Anthropology & Education Quarterly, 24(4), 318-335. doi:10.2307/3195934

Ottenbreit-Leftwich, A., Millard, M., & van Leusen, P. (2011). Instructional Technical and Pedagogical Design: Teaching Future Teachers Educational Technology. In Society for Information Technology & Teacher Education International Conference (Vol. 2011, No. 1, pp. 1615–1623).

Parker, A., & Tritter, J. (2006). Focus group method & methodology: Current practice & recent debate. International Journal of Research & Method in Education, 29, 23–37

Pea, R. D. (1985). Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning. Educational Psychologist, 20(4), 167-182. Pierce, R., & Ball, L. (2009). Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes. Educational Studies in Mathematics, 71(3), 299-317. doi:10.1007/s10649-008-9177-6

Pierce, R., & Ball, L. (2009). Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes. Educational Studies in Mathematics, 71(3), 299–317.

Plomp, T. (2013). Educational design research: An introduction. In N. Nieveen & T. Plomp (Eds.), An introduction to educational design research (pp. 9–35). Enschede: SLO.

Polly, D., Mims, C., Shepherd, C. E., & Inan, F. (2010). Evidence of impact: transforming teacher education with preparing tomorrow's teachers to teach with technology (PT3) grants. Teaching and Teacher Education, 26(4), 863–870.

Rabardel, P. (2002). People and technology (H. Wood, Trans.). Université Paris 8.

Ravitz, J., Becker, H., & Wong, Y. (2000). Constructivist-compatible beliefs and practices among U.S. teachers. Irvine, CA: Center for Research on Information Technology and Organizations.

Rieber, L. & Welliver, P. (1989). Infusing educational technology into mainstream educational computing. International Journal of Instructional Media, 16(1), 21-31.

Robin H. Kay (2006) Evaluating Strategies Used To Incorporate Technology Into Preservice Education, Journal of Research on Technology in Education, 38:4, 383-408, DOI: 10.1080/15391523.2006.10782466

Royer, R., & Richards, P. (2009). Field experiences in digital storytelling: Increasing teacher confidence and transfer into the classroom. In I. Gibson et al. (Eds.),

Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference (pp. 1307–1311).

Ruthven, K. (2002). instrumenting mathematical activity: Reflections on key studies of the educational use of computer algebra systems. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 7(3), 275-291. doi:10.1023/a:1022108003988

Ruthven, K. (2014). Frameworks for analysing the expertise that underpins successful integration of digital technologies into everyday teaching practice. The mathematics teacher in the digital era: An international perspective on technology focused professional development, 373-393.

Santagata, R., & Taylor, K. (2018). Novice teachers' use of student thinking and learning as evidence of teaching effectiveness: A longitudinal study of video-enhanced teacher preparation. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 18(1), 11-28.

Seels, B., Campbell, S., & Talsma, V. (2003). Supporting excellence in technology through communities of learners. Educational Technology Research and Development, 51(1), 91–104.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher, 15(2), 4-14. doi:10.3102/0013189X015002004

Silverman, D. (2005). Doing qualitative research: A practical handbook. London: Sage Publications.

Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. Journal for Research in Mathematics Education, 26(2), 114-145. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/749205

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333–339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Stahl, R. J. (1994, May). Using “think-time” and “wait-time” skillfully in the classroom. ERIC Digest, 1-6.

Star, J. R., & Strickland, S. K. (2007). Learning to observe: Using video to improve preservice mathematics teachers’ ability to notice. Journal of Mathematics Teacher Education, 11, 107–125.

Stein, M. K., & Smith, M. S. (2011). 5 practices for orchestrating productive mathematics discussions. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Strudler, N., & Wetzel, K. (1999). Lessons from exemplary colleges of education: factors affecting technology integration in preservice programs. Educational Technology Research and Development, 47(4), 63–81.

Suh, J. K. (2016). Examining teacher epistemic orientations toward teaching science (EOTS) and its relationship to instructional practices in science. The University of Iowa.

Thomas, L.H. (1999). A study of pre-service teachers’ integration of technology applications into the elementary classroom. Unpublished doctoral dissertation, Mississippi State University.

Tobin, K. (1986). Effects of teacher wait time on discourse characteristics in mathematics and language arts classes. American Educational Research Journal, 23(2), 191-200. doi:10.3102/00028312023002191

Tondeur, J., Pareja Roblin, N., van Braak, J., Voogt, J., & Prestridge, S. (2017). Preparing beginning teachers for technology integration in education: Ready for take-off?. Technology, Pedagogy and Education, 26(2), 157-177.

Trimmer, K. (2020). Skilling up: Evaluation of a design-based research methodology. The Australian Educational Researcher, 47(2), 357-375.

Trouche, L. (2003). From artifact to instrument: mathematics teaching mediated by symbolic calculators. Interacting with Computers, 15(6), 783-800. doi:10.1016/j.intcom.2003.09.004

Trouche, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: Guiding students' command process through instrumental orchestrations. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 9(3), 281-307. doi:10.1007/s10758-004-3468-5

Trouche, L. (2005). Instrumental genesis, individual and social aspects. In D. Guin, K. Ruthven, & L. Trouche (Eds.), The didactical challenge of symbolic calculators: Turning a computational device into a mathematical instrument (pp. 197-230). New York, NY: Springer.

Trouche, L., & Drijvers, P. (2010). Handheld technology for mathematics education: Flashback into the future. ZDM, 42(7), 667-681. doi:10.1007/s11858-010-0269-2

Tünde Varga-Atkins, Jaye McIsaac & Ian Willis (2017) Focus Group meets Nominal Group Technique: an effective combination for student evaluation. Innovations in Education and Teaching International, 54:4, 289-300, DOI: 10.1080/14703297.2015.1058721

U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics, The Condition of Education 2002, NCES 2002–025, Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 2002.

Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In J. van den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (Eds.) Design Approaches and Tools In Education And Training (pp. 1-14). Springer, Dordrecht.

Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (Eds.). (2006). Educational design research. Routledge.

Varga-Atkins, T., McIsaac, J., & Willis, I. (2017). Focus Group meets Nominal Group Technique: an effective combination for student evaluation?. Innovations in Education and Teaching International, 54(4), 289-300.

Vergnaud, G. (1996). The theory of conceptual fields. In L. P. Steffe, P. Nesher, P. Cobb, G. A. Goldin, & B. Greer (Eds.), Theories of mathematical learning. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Verillon, P., & Rabardel, P. (1995). Cognition and artifacts: A contribution to the study of though in relation to instrumented activity. European Journal of Psychology of Education, 10(1), 77-101. doi:10.1007/bf03172796

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wagner, D., Herbel-Eisenmann, B., & Choppin, J. (2012). Inherent connections between discourse and equity in mathematics education. In B. Herbel-Eisenmann, J. Choppin, D. Wagner, & D. Pimm (Eds.), Equity in discourse for mathematics education: Theories, practices, and policies (pp. 1-16). New York, NY: Springer.

Wang, Q., & Woo, H. L. (2007). Systematic planning for ICT integration in topic learning. *Educational Technology & Society*, *10*(1), 148-156.

Ward, V., House, A., & Hamer, S. (2009). Developing a framework for transferring knowledge into action: a thematic analysis of the literature. Journal of health services research & policy, 14(3), 156-164.

Wenger, E. (1998). Communities of practice: Learning, meaning, and identity. New York, NY: Cambridge University Press.

West, R., & Graham, C. (2007). Benefits and challenges of using live modeling to help preservice teachers transfer technology integration principles. Journal of Computing in Teacher Education, 23(4), 131–141.

Williams, M. K., Foulger, T. S., & Wetzel, K. (2009). Preparing preservice teachers for 21st century classrooms: transforming attitudes and behaviors about innovative technology. Journal of Technology and Teacher Education, 17(3), 393–418.

Wilson, V. (1997). Focus Groups: A useful qualitative method for educational research? British Educational Research Journal, 23, 209–224.

Wright, V., Wilson, E., Gordon, W., & Stallworth, J. B. (2002). Master technology teacher: A partnership between preservice and inservice teachers and teacher educators. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education [Online serial], 2(3). Retrieved from http://www.citejournal.org/vol2/iss3/currentpractice/article1.cfm

Zbiek, R. M., & Hollebrands, K. (2008). A research-informed view of the process of incorporating mathematics technology into classroom practice by in-service and prospective teachers. In M. K. Heid & G. W. Blume (Eds.), Research on technology and the teaching and learning of mathematics: Volume 1: Research syntheses (pp. 287-344). Charlotte, NC: Information Age.

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

Zengin, Y., & Tatar, E. (2015). The teaching of polar coordinates with dynamic mathematics software, International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 46 (1), 127-139.

EKLER

EK 1. ÖĞRENCİNİN AKADEMİK ÖZGEÇMİŞİ

Kişisel Bilgiler			
Adı ve Soyadı	Yusuf ERKUŞ		
E-postası/Web Sayfası			
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce		
Uzmanlık Alanı	Matematik Eğitimi		
Öğrenim Bilgileri			
	Üniversite	Bölüm/ ABD	Yıl
Lisans	Erzincan Üniversitesi	İlköğretim Matematik Öğretmenliği	2010
Yüksek Lisans	Erzincan Üniversitesi	İlköğretim Matematik Öğretmenliği	2014
YL Tez Başlığı	İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Bilgisayar Destekli Eğitim Yapmaya Yönelik Görüşlerinin Belirlenmesi ve Geometer's Sketchpad Yazılımını Öğrenme Süreçlerinin Değerlendirilmesi		
Akademik Eserler *ERKUŞ, Y., & KEŞAN, C. (2022). MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARINI TEKNOLOJİ DESTEKLİ MATEMATİK ÖĞRETİMİNE HAZIRLAMADA VİDEO SİMÜLASYONLARININ KULLANIMI. International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE), 11(2), 101-123 Kaya, D., Keşan, C., İzgiol, D., & Erkuş, Y. (2016). Yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel muhakeme becerilerine yönelik başarı düzeyi. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 7(1), 142-163. KEŞAN, C., COŞAR, M. Ç., & ERKUŞ, Y. (2016). Matematik uygulamaları dersini seçen ortaokul öğrencilerinin derse ilişkin görüşleri. Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, 7(14), 33-44. HAZAR, D., COŞAR, M. Ç., ERKUŞ, Y., & KEŞAN, C. (2021). İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİK FOTOĞRAFLARI. International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE), 10(5), 353-369.			
Alanıyla İlgili Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler			
Alanıyla İlgili Aldığı Ödüller			

EK 2. Uygulama İzni-1

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Genel Sekreterlik

E-İmzalıdır

Sayı : 75619136-604.01.02-E.22834 03/05/2018
Konu : Yusuf ERKUŞ'un Araştırma İzni

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : İzmir Valiliği, İl Milli Eğitim Müdürlüğünün 24.04.2018 tarih ve E.8117557 sayılı yazısı.

Biriminiz İlköğretim Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Öğretmenliği doktora programı öğrencisi Yusuf Erkuş'un "Teoriden Uygulamaya: İlköğretim Matematik Öğretmen Eğitiminde Teknolojinin Entegrasyonuna yönelik Bir Model" konulu tez çalışması için kullanacağı ölçekleri Buca Ötüken Ortaokulu, Buca Ortaokulu, Makbule Süleyman Alkan Ortaokulu ve Meşkure Şamlı Ortaokulunda uygulama isteğinin, Valilik Onayı ile uygun görüldüğü ilgi yazıyla bildirilmiş olup, araştırmacı tarafından yapılan araştırmanın tamamlanmasından itibaren iki hafta içerisinde Araştırmanın Teslimine İlişkin Taahhütname Tutanağının doldurulup CD'ye aktarılarak İl Milli Eğitim Müdürlüğüne gönderilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Bilgilerine ve gereğini arz ederim.

Doç.Dr. Recep YİĞİT
Genel Sekreter

Ek : Yazı Fotokopisi (8 Sayfa)

Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğü
Adres: Cumhuriyet Bulvarı No:144 35210 Alsancak / İZMİR
Tel: 0[redacted] Elektronik Ağ: www.deu.edu.tr
Kep Adresi: dokuzeyluluniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi İçin İrtibat:
Dilek ÖZÇELİK
Dahili: -
E-Posta: [redacted]deu.edu.tr

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Doç.Dr. Recep YİĞİT tarafından 03.05.2018 tarihinde e-imzalanmıştır.

EK 3. Uygulama İzni-2

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Buca Eğitim Fakültesi

E-imzalıdır

Sayı : 85316909-44.99-E.19941
Konu : Tez Uygulaması (Yusuf ERKUŞ)

19/04/2018

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İlgi : 05.04.2018 tarih ve 750 sayılı yazınız.

Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Öğretmenliği Doktora Programı 2015950004 nolu öğrencisi Yusuf ERKUŞ'un Teoriden Uygulamaya: "İlköğretim Matematik Öğretmen Eğitiminde Teknolojinin Entegrasyonuna Yönelik Bir Model" konulu tez çalışması kapsamında uygulama isteği kendisinin takip etmesi koşuluyla uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Ercan AKPINAR
Dekan V.

Dokuz Eylül Üniversitesi - Buca Eğitim Fakültesi
Adres: Uğur Mumcu Cad. 135. Sk. No:5 35150 Buca-İZMİR
Tel: 0 ( ) Elektronik Ağ: http://befd.deu.edu.tr
Kep Adresi: dokuzeylulüniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi İçin İrtibat:
Sevin KARADENİZ
Dahili:
E-Posta: ...du.tr

EK 4. Araştırma İzni

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 12018877-604.01.02-E.5152647 11.03.2019
Konu : Yusuf ERKUŞ'un
Araştırma İzni

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİNE
(Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü)

İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 22/08/2017 tarihli ve 12607291 sayılı yazısı (Genelge 2017/25)
b) 22/02/2019 tarihli ve 545 sayılı yazınız.
c)11/03/2019 tarihli ve 5078129 sayılı Valilik Onayı.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Öğretmenliği doktora programı öğrencisi Yusuf ERKUŞ'un "Teoriden Uygulamaya: İlköğretim Matematik Öğretmen Eğitiminde Teknolojinin Entegrasyonuna Yönelik Bir Model" konulu tez çalışması için kullanacağı ölçekleri, Müdürlüğümüz Buca İlçesine bağlı ekli listedeki okullarda uygulama isteği ilgi (c) Valilik Onayı ile uygun görülmüştür.

Araştırmacı tarafından yapılan araştırmanın tamamlanmasından itibaren en geç iki hafta içinde Araştırmanın Teslimine İlişkin Taahhütname Tutanağı doldurulup, araştırmanın CD'ye aktarılması sağlanarak Müdürlüğümüze gönderilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinize ve gereğini arz ederim.

İlker ERARSLAN
Müdür a.
Müdür Yardımcısı

Ek:
1- Valilik Onayı (1 sayfa)
2- Araştırma Değerlendirme Formu
3- Anket Formlar
4- Taahhüt Formu

Aslı ile Aynıdır
5079 sayılı yasa uyarınca
elektronik imzalıdır
12 Mart 2019

Adres: Fevzipaşa mh. 452 sk. no:15 Konak /İZMİR
Elektronik Ağ: izmir.meb.gov.tr
e-posta: strateji35_16@meb.gov.tr

Bilgi için: Nihal GÜR
Tel: (
Faks: 0 (___) ___ __ __

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden f47c-71a6-39ea-9fbf-ac16 kodu ile teyit edilebilir.

EK 5. Uygulama İzni

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

ARAŞTIRMA DEĞERLENDİRME FORMU

ARAŞTIRMA SAHİBİNİN	
Adı Soyadı	Yusuf ERKUŞ
Kurumu / Üniversitesi	DEU Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Matematik Öğretmenliği
Araştırma yapılacak iller	İzmir
Araştırma yapılacak eğitim kurumu ve kademesi	Buca 30 Ağustos Ortaokulu Buca Çakabey İmam Hatip Ortaokulu Buca Makbule Süleyman Alkan Ortaokulu Buca Ötüken Ortaokulu Buca Şehit Selim Topal Ortaokulu Buca Şehit Üsteğmen Konuralp Özcan Ortaokulu
Araştırmanın konusu	Teoriden Uygulamaya: İlköğretim Matematik Öğretmen Eğitiminde Teknolojinin Entegrasyonuna Yönelik Bir Model
Üniversite / Kurum onayı	---
Araştırma/proje/ödev/tez önerisi	Teoriden Uygulamaya: İlköğretim Matematik Öğretmen Eğitiminde Teknolojinin Entegrasyonuna Yönelik Bir Model (Tez)
Veri toplama araçları	Öğretmen Adayı Görüşme Soruları Gözlem Formu Veli izin belgesi Bilgilendirilmiş Onam Formu
Görüş istenilecek Birim/Birimler	-----
KOMİSYON GÖRÜŞÜ	
İlgi: Milli Eğitim Bakanlığı'nın 22/08/2017 tarihli ve 3558626-10.06-e.12607291 sayılı Araştırma, yarışma ve Sosyal Etkinlik İzinleri Konulu, 2017/25 Sayılı Genelgesi. Genelge gereğince; araştırma başvurusu olması gereken nitelikler açısından incelenmiş olup, araştırmanın 2018-2019 öğretim yılında eğitim öğretimi aksatmayacak ve eğitim kurumları yöneticilerinin uygun gördüğü şekli ile yapılmasına oybirliği ile karar verilmiştir.	
Komisyon Kararı	Oybirliği ile alınmıştır.
Muhalif üyenin Adı ve Soyadı: ----	**Gerekçesi; ----------**

KOMİSYON

(Başkan)	Üye	Üye	Üye	Üye
Beyhan GÖKDEMİR	Nurdan MARAL	Selahattin ANIK	Özlem GÖRÜR	Aslı DEMİREL
Şube Müdürü	Öğretmen	Öğretmen	Öğretmen	Öğretmen

EK 6. Uygulama İzni

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Buca Eğitim Fakültesi

Sayı : 85316909-399.99-E.16834 01/03/2019
Konu : Tez Uygulaması (Yusuf ERKUŞ)

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 22.02.2019 tarih ve 544 sayılı yazınız.

Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Matematik Öğretmenliği Doktora Programı 2015950004 numaralı öğrencisi Yusuf ERKUŞ'un "Teoriden Uygulamaya: İlköğretim Matematik Öğretmen Eğitiminde Teknolojinin Entegrasyonuna Yönelik Bir Model" konulu tezi kapsamında Fakültemiz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programında uygulama yapma isteği dersleri aksatmamak ve uygulamayı kendisinin takip etmesi koşuluyla uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Ercan AKPINAR
Dekan V.

Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi
Adres: Uğur Mumcu Cad. 135. Sk. No:5 35150 Buca-İZMİR
Tel: ( ) Elektronik Ağ: http://buca.deu.edu.tr
Kep Adresi: dokuzeylulbucaegitim@hs01.kep.tr

Bilgi için: İmha
Sevgi TİFTİK
Dahili:
E-Posta: @deu.edu.tr

İzmir

EK 7. Odak Grup Görüşmelerinde Sorulan Sorular

1) Hazırladığınız dersi planlarken nelere dikkat ettiniz?

Uygulamayı geliştirmeden önce, geliştirme sürecinde ve süreci tamamlayıp sunduğunuzda ne şekilde çalıştığınızı anlatınız.

Ders planını oluşturmadan önce ilk olarak ne yaptınız? Bu aşamada gruptakiler bireysel olarak ne(ler) yapıyor?

Akabinde grupça nasıl bir çalışma sürecine geçtiniz?

Ders planını düşünürken işe nereden başladınız?

Matematikteki konuyu seçmenizde ne(ler) etkili oldu? Bu aşamada grubunuzdaki karar verme süreci nasıl işledi?

Ders planını geliştirirken gerekli olan bilgi, araç-gereç ve kaynaklar için nasıl bir araştırma süreciniz oldu? Grubunuzdaki bireyler bu aşamada hangi görevleri yaptı?

2) Dersi tartışma tekniklerine yer verecek şekilde hazırlarken hangi aşamada zorlandınız?

3) Planını yapıp sunduğunuz dersin size meslek hayatınızda nasıl bir katkısı olmuş olabilir?

4) Bu dersin içeriğinde ve araştırmacının dersi işleyişinde bir değişiklik yapma fırsatınız olsaydı nasıl bir değişiklik yapardınız?

