



**T.C.**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**

**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI**

**MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**TEKNOLOJİ DESTEKLİ ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİNİN 5E**

**MODELİNE GÖRE MATEMATİK ÖĞRETİMİNE**

**ENTEGRASYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**CİLT I**

**DOKTORA TEZİ**

**Murat KESKİN**

**BURSA**

**2019**





**T.C.**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**

**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI**

**MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**TEKNOLOJİ DESTEKLİ ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİNİN 5E**

**MODELİNE GÖRE MATEMATİK ÖĞRETİMİNE**

**ENTEGRASYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Murat KESKİN**

**Danışman**

**Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN**

**BURSA**

**2019**

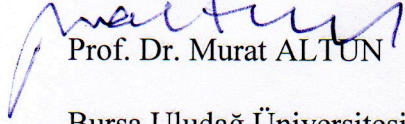
T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

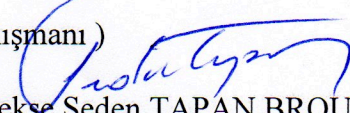
İlköğretim Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı'nda 811030005 numara ile kayıtlı Murat KESKİN'in hazırladığı "Teknoloji Destekli Öğretim Etkinliklerinin 5E Modeline Göre Matematik Öğretimine Entegrasyonunun Değerlendirilmesi" konulu Doktora çalışması ile ilgili tez savunma sınavı, 17/06/2019 günü 10:00-12:00 saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin/çalışmasının (başarılı/başarısız) olduğuna (oybirliği/oy çokluğu) ile karar verilmiştir.

Üye (Sınav Komisyonu Başkanı)

  
Prof. Dr. Murat ALTUN

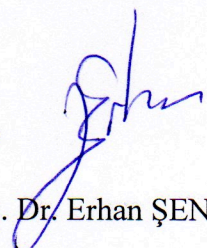
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye (Tez Danışmanı)

  
Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN

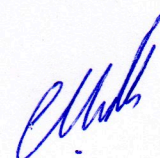
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye

  
Doç. Dr. Erhan ŞENGEL

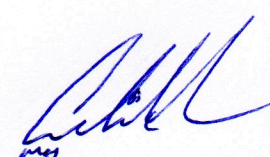
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye

  
Doç. Dr. Çiğdem ARSLAN

İstanbul Cerrahpaşa Üniversitesi

Üye

  
Dr. Öğr. Üyesi Levet ÇELİK

Afyon Kocatepe Üniversitesi

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

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

  
**Murat KESKİN**

**29/05/2019**



**EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS/DOKTORA İNTİHAL YAZILIM RAPORU**

**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA**

Tarih: 28/05/2019

Tez Başlığı / Konusu: Teknoloji Destekli Öğretim Etkinliklerinin 5E Modeline Göre Matematik Öğretimine Entegrasyonunun Değerlendirilmesi / Eğitim ve Öğretim

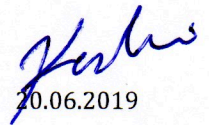
Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 899 sayfalık kısmına ilişkin, 08/05/2019 tarihinde şahsım tarafından *Ithenticate* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 5 'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/dahil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

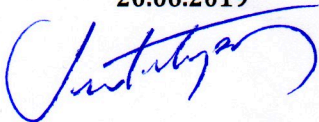
Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek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

Gereğini saygılarımla arz ederim.

  
20.06.2019

**Adı Soyadı:** Murat Keskin  
**Öğrenci No:** 811030005  
**Anabilim Dalı:** İlköğretim  
**Programı:** Matematik Eğitimi  
**Statusü:**  Y.Lisans  Doktora

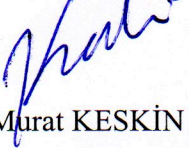
**Danışman**  
**Doç. Dr. Menekşe Seden Tapan-Broutin**  
20.06.2019



## YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

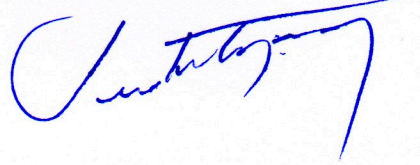
“Teknoloji Destekli Öğretim Etkinliklerinin 5E Modeline Göre Matematik Öğretimine Entegrasyonunun Değerlendirilmesi” adlı Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesine uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

  
Murat KESKİN

Danışman

Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN



İlköğretim ABD Başkanı

Prof. Dr. Handan Asude BAŞAL



## Önsöz

Lise yıllarında (1994-1998) “sıfır” aldığım Analitik Geometri 1 dersinden sonra geometri alanında doktora çalışması yapmanın şaşkınlığını üzerimden atmaya çalışırken, bir şaşkınlık daha yaşadım. Sevdiğim ama tercih edemediğim ve çekindiğim matematiğin, çekinilecek değil, insan hayatının anlamlı dizeleri olduğunu öğrenmem lisansüstü eğitim yıllarını bulmuştur. Sonrasında, “yeni tanıştığım matematik ise, ezberlediğim formüller, teoremler, çözüm yolları neydi?” sorusu ile geçmiş matematik eğitimlerimi sorgulamaya başladım. Çekincelerimin ve matematik korkumun sebebi matematik değil, matematiği ezberlemektir. Bu çalışmada yapılandırmacı öğretim anlayışı ile ezbercilikten uzak ve öğrencilerin korkulu rüyası olan matematik öğretimine bir nebze ışık tutmak amaçlanmıştır.

Danışman hocam olmadan önce dahi desteğini, bilgi ve tecrübelerini, manevi desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen ve herkesin sahip olması mümkün görünmeyen, akademisyenliği ve kişiliği ile örnek insan çok değerli Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN-BROUTIN hocamla çalışmaktan dolayı çok şanslı olduğumu düşünüyorum. Öğrencisi olmaktan mutluluk duyduğum hocamla uzun yıllar çalışma yapmaktan onur duyarım ve sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışma alanı olarak ekseninden çıktığım süreçten sonra, lisansüstü eğitimin ders aşamasında tekrar aynı eksene dönmemde büyük katkıları olan “gerçek ve gerçekçi matematik eğitimcisi” çok değerli Prof. Dr. Murat ALTUN hocama ve ders aşamasında katkıları olan diğer tüm hocalarıma sonsuz minnet duygularımı ve saygılarımı sunarım.

Tez çalışmasına başladığım sıralarda, danışman hocam olarak çalışmaya başladığım ancak sonrasında konu itibarıyla mevcut danışmanıma yönlendiren ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, eleştirileri dahi gururunuzu okşayacak kadar nazik, ilk tanıştığınız andan itibaren samimiyetini hissedebildiğiniz, örnek insan değerli Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ hocama sonsuz teşekkür ve saygılarımı iletirim.



Tez izleme komitesinde yer alan ve her ne olursa olsun, yapıcı eleştirileri ile çırağı olmaktan keyif aldığım ve örnek aldığım değerli ustalarımđan birisi olan Doç. Dr. Erhan ŞENGEL hocama ve tez savunma jürisinde yer almalarından dolayı onur duyduğum ve sorularıyla ne yaptığımın tam da farkında olmama büyük katkı sağlayan çok değerli Doç. Dr. Çiğdem ARSLAN ve Dr. Öğr. Üyesi Levent ÇELİK hocalarıma ayrıca sonsuz saygı ve teŐekkürlerimi sunarım.

Lise yıllarığan bu güne hiç ayrılmadığım dostum ve manevi kardeŐlerim Dr. Öğr. Üyesi BarıŐ ÇİFTÇİ ve Dr. Öğr. Üyesi İlteriŐ YILDIRIM'a akademik ve manevi desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Ayrıca alıŐmalarımđa emeği bulunan mesai arkadaŐım Öğr. Gör. Hüseyin GÜLEÇ ve desteklerini esirgemeyen diğer mesai arkadaşlarım değerli Dr. Öğr. Üyesi Figen ÖZPINAR, Öğr. Gör. Mustafa SAYAR, Öğr. Gör. Doğan ÖZTÜRK ve Öğr. Gör. Murat GÜR'e teŐekkürlerimi sunarım.

Hayatıma anlam katan sevgili eŐim Matematik ğretmeni Mine KESKİN ve kızım Beren KESKİN'e göstermiş oldukları sabır ve zor zamanlarığda verdikleri desteklerden dolayı sonsuz teŐekkürlerimi sunarım. Ayrıca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli annem, babam, kardeŐim, kayınvalidem ve kayınpederime manevi desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

  
Murat Keskin

29/05/2019

## Özet

Yazar : Murat KESKİN  
Üniversite : Bursa Uludağ Üniversitesi  
Anabilim Dalı : İlköğretim Anabilim Dalı  
Bilim Dalı : Matematik Eğitimi Bilim Dalı  
Tezin Niteliği : Doktora Tezi  
Sayfa Sayısı : LIII+842  
Mezuniyet Tarihi : ---.---.---  
Tez : Teknoloji Destekli Öğretim Etkinliklerinin 5E Modeline Göre Matematik Öğretimine Entegrasyonunun Değerlendirilmesi  
Danışmanı : Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN

### **TEKNOLOJİ DESTEKLİ ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİNİN 5E MODELİNE GÖRE MATEMATİK ÖĞRETİMİNE ENTEGRASYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Bu araştırmanın amacı, bilişim teknolojilerinin öğretim sürecinde etkin kullanımı için lise 11. Sınıf geometri öğretim programında yer alan “Çember” konusundaki kavram ve genellemelerin öğretimine yönelik akıllı tahta için etkileşimli ders modülü tasarlayarak uygulanması ve yapılandırmacı öğretim temeline dayanan 5E modeline göre öğretim sürecine olan katkısının incelenmesidir. Araştırmada *Karma Yöntem Araştırması* metodu kullanılmış olup, çalışma grubunun seçimi olasılık temelli örnekleme yöntemlerinden küme örnekleme yöntemine göre 2014-2015 öğretim yılında Afyonkarahisar ilinde bulunan bir lisenin 11. Sınıfların iki şubesi yansız olarak seçilerek gerçekleştirilmiştir. Gruplardan birisi deney diğeri kontrol grubu olarak belirlenirken, deney grubu 28, kontrol grubu ise 24 öğrenciden oluşmaktadır. Deney grubuna, araştırmada geliştirilen *Çember Ders Modülü* kullanılarak 5E

modeline göre öğretim yapılmış, kontrol grubunda öğretim programına göre öğretim sürdürülmüştür.

Veriler, *Matematik Dersinde Akıllı Tahtaya Yönelik Tutum Ölçeği*, *Öğrenci Çalışma Yapraklar*, *Ünite Değerlendirme Soruları* ve *Öğrenci Görüşme Formu* ile toplanmıştır. Ayrıca öğretim sürecinin video ve öğrenci görüşlerinin ses kaydı alınmıştır. Nicel veriler SPSS v.23 programında bağımsız gruplar için t-testi, bağlı gruplar t-testi, tek yönlü varyans analizi, frekans ile nitel veriler, betimsel ve içerik analizi yöntemleri ile analiz edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, tasarlanan çember ders modülünün, çember kavramının ve ilgili genellemelerin oluşturulması ve öğrenilmesine olumlu katkı sağladığı ortaya çıkmıştır. Deney ve kontrol gruplarının ünite değerlendirme soruları puanları arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine istatistiksel olarak fark olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, matematik derslerinde akıllı tahta kullanımına ilişkin tutumlarda deney ve kontrol grupları arasında anlamlı farklılığa rastlanmazken, diğer değişkenler bakımından bazı alt boyutlarda farklılıklar ortaya çıkmıştır. Öğrenci görüşleri bakımından uygulanan öğretim sürecine ilişkin genel olarak olumlu tutumlar gözlenmekle birlikte, olumsuz tutumların yapılandırmacı öğretime karşı önceden sahip olunan olumsuz tutumların ve zihinsel süreç becerilerini kullanmadaki isteksizliğe bağlı olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak çember ünitesinin öğretiminde akıllı tahtanın, 5E modelinin ve çember ders modülünün bu süreç için kullanımı, bunun yanında matematik ve diğer konu alanlarında araştırmalar yapılarak etkileşimli öğretim modüllerinin geliştirilmesi önerilmiştir.

***Anahtar sözcükler:*** *öğretim teknolojileri, çember, 5E modeli, akıllı tahta, dinamik geometri yazılımı*

## **Abstract**

Author : Murat KESKİN  
University : Bursa Uludağ University  
Field : Primary Education  
Branch : Mathematics Education  
Degree Awarded : PhD  
Page Number : LIII+842  
Degree Date : ---.---.---  
Thesis : The Evaluation Of Integration Of Technology Supported Activities  
According To 5e Model Into Mathematics Education  
Supervisor : Assoc. Prof. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN

### **THE EVALUATION OF INTEGRATION OF TECHNOLOGY SUPPORTED ACTIVITIES ACCORDING TO 5E MODEL INTO MATHEMATICS EDUCATION**

The aim of this study was to design and implement a smart board interactive course module for the teaching of concepts and generalizations related to *Circle* subject in the 11th-grade geometry curriculum of high schools and to investigate its contribution to the teaching process according to the 5E instructional model based on Constructivist Teaching Approach.

In this study, Mixed Methods Research design was used. Two groups of 11th-grade high school students in Afyonkarahisar province during the 2014-2015 academic year were chosen as the participants through the cluster sampling of probability-based sampling methods. One of the classes was labelled as an experimental group and the other one as control group neutrally. The experimental group included 28 students and the control group consisted of 24 students. The experimental group was taught through the Circle Course

Module – developed for this study – based on the 5E instructional model and the control group continued to the standard school curriculum.

The data for the study were collected through *The Smart Board in Mathematics Course Attitude Scale, Student Study Sheets, Unit Evaluation Questions* and *Student Interview Form*. Additionally, the instruction process was videotaped and student interviews were audiotaped. Quantitative data were analyzed by SPSS 23.0 software. Independent samples t-test, dependent samples t-test, one way ANOVA and frequencies were used in the analysis. And the qualitative data were analyzed through descriptive and content analysis methods.

The results of the study indicated the positive contributions of designed Circle Course Module to the teaching of circle concept and related generalizations. Statistically significant differences were found between the Unit Evaluation Questions scores of the participant groups in favor of the experimental group. However, there was not a statistically significant difference between the groups in terms of using the smart board in Mathematics courses but some differences were found in some sub-dimensions with regards to some other variables. In general, positive student attitude was observed towards the instruction process and some negative attitudes might be related to the previous experiences of constructivist teaching approach and unwillingness in using cognitive process skills. Finally, the use of Circle Course Model based on the 5E instructional model through the smart boards in teaching Circle subject and the development of interactive instruction modules in Mathematics and other subject fields was suggested.

**Keywords:** *Educational technologies, circle, 5E model, smart board, dynamic geometry software.*

## İçindekiler

Önsöz.....	v
Özet.....	vii
Abstract.....	ix
İçindekiler.....	xi
Tablolar Listesi.....	xx
Resimler Listesi.....	xxv
Kısaltmalar Listesi.....	liii
1. Bölüm.....	1
Giriş.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırma Soruları.....	7
1.3. Amaç.....	8
1.4. Önem.....	9
1.5. Varsayımlar.....	11
1.6. Sınırlılıklar.....	12
1.7. Tanımlar.....	12
2. Bölüm.....	14
Literatür.....	14
2.1. Matematik Öğretimi.....	14
2.2. Geometri Öğretimi.....	18

2.2.1. Çember ve daire. ....	28
2.3. Yapılandırmacılık ve Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı (YÖY) .....	30
2.3.1. YÖY ve matematik eğitimi. ....	41
2.3.2. YÖY ve öğrenme ortamı. ....	44
2.3.3. Öğrenci ve öğretmen rolleri. ....	47
2.3.4. 5E modeli. ....	57
2.3.5. Bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) ve yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı (YÖY). ....	69
2.4. İlgili Araştırmalar .....	128
2.4.1. Yurtiçinde yapılan araştırmalar. ....	129
2.4.2. Yurtdışında yapılan araştırmalar. ....	135
3. Bölüm .....	155
Yöntem .....	155
3.1. Araştırmanın Modeli .....	155
3.2. Çalışma Grubu .....	162
3.3. Öğretim Materyali .....	165
3.3.1. Çember ders modülü (ÇDM). ....	165
3.3.2. Öğretmen modül kılavuz kitapçığı (ÖMKK). ....	175
3.4. Pilot Uygulama. ....	176
3.5. Uygulama Süreci .....	182
3.5.1. Dersin işlenişi. ....	185
3.6. Ortam. ....	187

3.7. Araştırmacı.....	188
3.8. Veri Toplama Araçları .....	188
3.8.1. Matematik dersinde AT kullanımına yönelik tutum ölçeği. ....	189
3.8.2. Öğrenci çalışma yaprakları (ÖÇY). ....	193
3.8.3. Ünite değerlendirme soruları (ÜDS).....	195
3.8.4. Video verileri. ....	201
3.8.5. Öğrenci görüşme formu (ÖGF). ....	201
3.9. Verilerin Toplanması ve Çözümlemesi.....	204
3.9.1. Nitel veriler. ....	204
3.9.2. Nicel veriler. ....	206
3.10. Verilerin Geçerliliği ve Güvenirliği .....	208
4. Bölüm .....	213
Ön Analiz (Apriori Analysis).....	213
4.1. Birinci Kazanıma Ait Etkinlikler .....	218
4.1.1. Etkinlik 1.1.....	218
4.1.2. Etkinlik 1.2.....	219
4.1.3. Etkinlik 1.3.....	221
4.1.4. Etkinlik 1.4.....	222
4.1.5. Etkinlik 1.5.....	223
4.2. İkinci Kazanıma Ait Etkinlikler .....	224
4.2.1. Etkinlik 2.1.....	224
4.2.2. Etkinlik 2.2.....	224



4.2.3. Etkinlik 2.3.....	225
4.2.4. Etkinlik 2.4.....	226
4.2.5. Etkinlik 2.5.....	227
4.2.6. Etkinlik 2.6.....	228
4.2.7. Alıştırma 2. ....	230
4.3. Üçüncü Kazanıma Ait Etkinlikler.....	230
4.3.1. Etkinlik 3.1.....	230
4.3.2. Etkinlik 3.2.....	231
4.3.3. Etkinlik 3.3.....	231
4.3.4. Etkinlik 3.4.....	232
4.3.5. Alıştırma 3. ....	233
4.4. Dördüncü Kazanıma Ait Etkinlikler.....	234
4.4.1. Etkinlik 4.1.....	234
4.4.2. Etkinlik 4.2.....	234
4.4.3. Etkinlik 4.3.....	235
4.4.4. Etkinlik 4.4.....	236
4.4.5. Etkinlik 4.5.....	236
4.4.6. Alıştırma 4. ....	237
4.5. Beşinci Kazanıma Ait Etkinlikler.....	237
4.5.1. Etkinlik 5.1.....	237
4.5.2. Etkinlik 5.2.....	238
4.5.3. Etkinlik 5.3.....	238

4.5.4. Etkinlik 5.4.....	239
4.5.5. Etkinlik 5.5.....	240
4.5.6. Etkinlik 5.6.....	240
4.5.7. Alıştırma 5. ....	241
4.6. Altıncı Kazanıma Ait Etkinlikler .....	242
4.6.1. Etkinlik 6.1.....	242
4.6.2. Etkinlik 6.2.....	242
4.6.3. Etkinlik 6.3.....	243
4.6.4. Etkinlik 6.4.....	244
4.6.5. Etkinlik 6.5.....	245
4.6.6. Etkinlik 6.6.....	246
4.6.7. Etkinlik 6.7.....	247
4.6.8. Etkinlik 6.8.....	248
4.6.9. Etkinlik 6.9.....	249
4.7. Yedinci Kazanıma Ait Etkinlikler.....	250
4.7.1. Etkinlik 7.1.....	250
4.7.2. Etkinlik 7.2.....	251
4.7.3. Etkinlik 7.3.....	252
4.7.4. Alıştırma 7. ....	252
4.8. Sekizinci Kazanıma Ait Etkinlikler .....	253
4.8.1. Etkinlik 8.1.....	253
4.8.2. Etkinlik 8.2.....	253

4.8.3. Etkinlik 8.3.....	254
4.8.4. Etkinlik 8.4.....	256
4.8.5. Etkinlik 8.5.....	257
4.8.6. Etkinlik 8.6.....	257
4.8.7. Etkinlik 8.7.....	258
4.8.8. Etkinlik 8.8.....	259
4.8.9. Etkinlik 8.9.....	260
4.8.10. Alıştırma 8. ....	260
4.9. Dokuzuncu Kazanıma Ait Etkinlikler.....	261
4.9.1. Etkinlik 9.1.....	261
4.9.2. Etkinlik 9.2.....	261
4.9.3. Etkinlik 9.3.....	263
4.9.4. Etkinlik 9.4.....	264
4.9.5. Etkinlik 9.5.....	265
4.9.6. Etkinlik 9.6.....	265
4.9.7. Alıştırma 9. ....	265
4.10. Onuncu Kazanıma Ait Etkinlikler.....	266
4.10.1. Etkinlik 10.1.....	266
4.10.2. Etkinlik 10.2.....	266
4.10.3. Etkinlik 10.3.....	267
4.10.4. Etkinlik 10.4.....	267
4.10.5. Etkinlik 10.5.....	268

4.10.6. Etkinlik 10.6.....	270
4.10.7. Alıştırma 10. ....	271
4.11. On Birinci Kazanıma Ait Etkinlikler .....	271
4.11.1. Etkinlik 11.1.....	271
4.11.2. Etkinlik 11.2.....	271
4.11.3. Etkinlik 11.3.....	272
4.11.4. Alıştırma 11. ....	274
5. Bölüm.....	275
Bulgular ve Yorumlar.....	275
5.1. Alt Problem 1 Bulgular: 5E Modeline Uygun Gerçekleşme Analizi.....	275
5.1.1. Birinci kazanım. ....	275
5.1.2. İkinci kazanım.....	282
5.1.3. Beşinci kazanım. ....	290
5.1.4. Altıncı kazanım. ....	297
5.1.5. Dokuzuncu kazanım.....	309
5.2. Alt Problem 2.1 Bulgular: Ders Modülünün Etkililiği Analizi.....	316
5.2.1. Birinci kazanım. ....	316
5.2.2. İkinci kazanım.....	343
5.2.3. Beşinci kazanım. ....	374
5.2.4. Altıncı kazanım. ....	403
5.2.5. Dokuzuncu kazanım.....	463
5.3. Alt Problem 2.2 Bulgular: Etkileşim Analizi.....	503

5.3.1. Birinci kazanım.....	512
5.3.2. İkinci kazanım.....	529
5.3.3. Beşinci kazanım.....	544
5.3.4. Altıncı kazanım.....	557
5.3.5. Dokuzuncu kazanım.....	583
5.4. Alt Problem 3.1 Bulgular: Öğrencilerinin Matematik Dersinde AT Kullanımına İlişkin Tutumlarının Analizi.....	588
5.5. Alt Problem 3.2 Bulgular: Öğrencilerin Matematik Dersinde AT Kullanımına İlişkin Tutumlarının Çeşitli Değişkenler Bakımından Analizi.....	599
5.6. Alt Problem 4 Bulgular: Öğretim Sonunda Uygulanan ÜDS’de Kavram ve Genellemeleri Öğrenme Düzeylerinin İncelenmesi .....	622
5.7. Alt Problem 5 Bulgular: Öğrencilerin ÇDM ile gerçekleştirilen öğretim ile ilgili görüşleri nelerdir? .....	666
6. Bölüm.....	675
Sonuç, Tartışma ve Öneriler.....	675
6.1. Sonuç ve Tartışma.....	675
6.1.1. Alt problem 1’e (5e modeline uygun gerçekleşme düzeyi) ilişkin sonuçlar.....	678
6.1.2. Alt problem 2.1’e (ders modülünün etkililiği) ilişkin sonuçlar.....	686
6.1.3. Alt problem 2.2’ye (etkileşim analizi) ilişkin sonuçlar.....	689
6.1.4. Alt problem 3.1’e (öğrencilerinin matematik dersinde AT kullanımına ilişkin tutumları) ilişkin sonuçlar.....	696

6.1.5. Alt problem 3.2 (öğrencilerin matematik dersinde AT kullanımına ilişkin tutumlarının çeşitli değişkenler bakımından analizi) sonuçlar.....	699
6.1.6. Alt problem 4'e (öğrencilerin öğretim sonunda uygulanan ÜDS'de kavram ve genellemeleri öğrenme düzeyleri) ilişkin sonuçlar. ....	705
6.1.7. Alt problem 5'e (öğrenciler 5e modeline uygun olarak geliştirilen ders modülü ile gerçekleştirilen öğretim ile ilgili görüşleri) ilişkin sonuçlar. ....	708
6.2. Öneriler .....	713
6.2.1. YÖY'e ilişkin öneriler. ....	713
6.2.2. Etkinlik tasarımına ilişkin öneriler.....	715
6.2.3. Öğretimde teknoloji kullanımına ilişkin öneriler.....	716
6.2.4. Öğretim sürecine ilişkin öneriler.....	722
6.2.5. Diğer araştırmacılar için öneriler. ....	723
Kaynakça.....	725
Ekler. ....	774
EK-1: MEB araştırma (uygulama ) izni .....	774
EK 2: Matematik Dersinde Akıllı Tahtaya Yönelik Tutum Ölçeği .....	775
EK 3: Öğretmen Modül Kılavuz Kitapçığı .....	777
EK 4: Geometri Dersi Çember Ve Daire Ünite Değerlendirme Soruları.....	834
EK 5: Öğrenci Görüşme Formu .....	839
Özgeçmiş.....	840

## Tablolar Listesi

<i>Tablo</i>		<i>Sayfa</i>
1.	Eşitlenmemiş kontrol grublu yarı deneysel model.....	160
2.	Araştırmanın Modeli .....	160
3.	Araştırmanın katılımcı dağılımı .....	164
4.	2010 tarihli MEB 11. sınıflar geometri öğretim programı kazanım listesi .....	165
5.	Pilot çalışma katılımcı sayısı.....	176
6.	Pilot uygulama programı.....	180
7.	Uygulama süreci planı.....	184
8.	Matematik dersinde AT kullanımına yönelik tutum ölçeği alt boyut soru dağılımı .....	190
9.	AT tutum ölçeğinin uygulandığı deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin cinsiyet dağılımı .....	190
10.	Matematik dersinde AT kullanımı tutum ölçeği cevapları normallik dağılımı..	191
11.	ÜDS değerlendirme tablosu .....	198
12.	ÜDS soruları puanlama örnekleri.....	199
13.	Geometri dersi ve ÜDS verilerinin dağılım tablosu.....	201
14.	Etkinliklerin 5E model aşama karşılıkları.....	214
15.	Etkinlik 2.6 birinci işlem basamağı alt maddeler .....	229
16.	Birinci kazanım işlem basamakları .....	317
17.	Birinci kazanım öğrenci cevap tablosu .....	318
18.	İkinci kazanım etkinlik işlem basamak sayıları .....	343
19.	İkinci kazanım öğrenci cevap tablosu .....	344
20.	Beşinci kazanım etkinlik işlem basamak sayıları.....	374
21.	Beşinci kazanım öğrenci cevap tablosu .....	376

<i>Tablo</i>	<i>Sayfa</i>
22.	Altıncı kazanım etkinlik işlem basamak sayıları.....403
23.	Altıncı kazanım öğrenci cevap tablosu .....404
24.	Dokuzuncu kazanım etkinlik işlem basamak sayıları .....463
25.	Dokuzuncu kazanım öğrenci cevap tablosu .....465
26.	Etkileşim Kategorileri .....504
27.	Etkileşim türleri.....508
28.	Birinci kazanım etkileşimli işlem basamakları .....512
29.	Etkinlik 1.1 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları.....514
30.	Etkinlik 1.2 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları.....516
31.	Etkinlik 1.3 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları.....520
32.	Etkinlik 1.4 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları.....525
33.	Etkinlik 1.5 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları.....527
34.	İkinci kazanım etkileşimli işlem basamakları .....529
35.	Etkinlik 2.2 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları.....531
36.	Etkinlik 2.3 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları.....535
37.	Etkinlik 2.4 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları.....537
38.	Etkinlik 2.5 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları.....540
39.	Etkinlik 2.6 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları.....542
40.	Beşinci kazanım etkileşimli işlem basamakları .....545
41.	Etkinlik 5.2 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları.....546
42.	Etkinlik 5.3 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları .....549
43.	Etkinlik 5.5 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları .....553
44.	Etkinlik 5.6 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları .....554
45.	Altıncı kazanım etkileşimli işlem basamakları .....557



<i>Tablo</i>	<i>Sayfa</i>
46. Etkinlik 6.2 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları .....	560
47. Etkinlik 6.3 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları .....	562
48. Etkinlik 6.4 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları .....	566
49. Etkinlik 6.5 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları .....	568
50. Etkinlik 6.6 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları .....	573
51. Etkinlik 6.7 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları .....	577
52. Etkinlik 6.8 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları .....	580
53. Etkinlik 6.9 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları .....	582
54. Dokuzuncu kazanım etkileşimli işlem basamakları .....	583
55. Etkinlik 9.2 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları .....	585
56. AT tutum ölçek maddelerinin ortalama puan ve standart sapmaları.....	589
57. Deney/kontrol grupları ön-test puanları t-testi sonuçları .....	590
58. Deney/kontrol grupları son-test puanları t-testi sonuçları.....	591
59. Deney/kontrol grupları olumsuz tutum alt boyutu ön test t-testi sonuçları.....	592
60. Deney/kontrol grupları olumlu tutum alt boyutu ön test t-testi sonuçları.....	592
61. Deney/kontrol grupları motivasyonel etki alt boyutu ön test t-testi sonuçları ...	593
62. Deney/kontrol grupları veri saklama özelliği alt boyutu ön test t-testi sonuçları .....	593
63. Deney/kontrol grupları olumsuz tutum alt boyutu son test t-testi sonuçları .....	594
64. Deney/kontrol grupları olumlu tutum alt boyutu son test t-testi sonuçları .....	594
65. Deney/kontrol grupları motivasyonel etki alt boyutu son test t-testi sonuçları .	595
66. Deney/kontrol grupları veri saklama özelliği alt boyutu son test t-testi sonuçları .....	595
67. Deney grubu ön-test – son-test t-testi sonuçları .....	596

<i>Tablo</i>	<i>Sayfa</i>
68. Deney grubu ön-test – son-test alt boyutlara ait t-testi sonuçları.....	596
69. Kontrol grubu ön-test – son-test t-testi sonuçları.....	597
70. Kontrol grubu ön-test – son-test alt boyutlar t-testi sonuçları.....	598
71. Deney/kontrol grupları cinsiyet değişkeni t-testi sonuçları.....	599
72. Deney grubu cinsiyet değişkeni t-testi sonuçları .....	602
73. Deney grubu cinsiyet değişkenine göre ön test – son test t-testi sonuçları.....	604
74. Deney/kontrol grupları teknoloji ilgisi değişkeni ön test ve son test One Way ANOVA testi sonuçları .....	606
75. Deney/kontrol grupları teknoloji ilgisi değişkeni alt boyutlar ön test One Way ANOVA testi sonuçları .....	608
76. Deney/kontrol grupları teknoloji ilgisi değişkeni alt boyutlar son test One Way ANOVA testi sonuçları .....	609
77. Deney grubu teknoloji ilgisi değişkeni alt boyutlar ön test ve son test One Way ANOVA testi sonuçları .....	611
78. Deney grubu teknoloji ilgisi değişkenine göre ön test – son test t-testi sonuçları .....	614
79. Deney/Kontrol grupları bilgisayara sahip olma değişkenine göre ön test ve son test t-testi sonuçları .....	616
80. Deney grubu bilgisayara sahip olma değişkenine göre ön test ve son test t-testi sonuçları .....	618
81. Deney grubu bilgisayara sahip olma değişkenine verdikleri cevaplara göre ön test-son test t-testi sonuçları .....	620
82. Deney/Kontrol grubu 2014- 2015 öğretim yılı I. dönem geometri ders notları.	623
83. Deney/Kontrol grubu geometri notları t-testi sonuçları .....	624

<i>Tablo</i>	<i>Sayfa</i>
84. Deney/Kontrol grubu ÜDS puanları .....	625
85. Deney/Kontrol grubu ÜDS ortalama puanları t-testi sonuçları.....	627
86. Deney/Kontrol grubu sorulara göre puan ortalamaları .....	627
87. Deney/Kontrol grubu öğrencileri cevap durum tablosu.....	628
88. ÜDS soru 1 öğrenci cevaplarına örnekler .....	630
89. ÜDS soru 2 öğrenci cevap örnekleri .....	632
90. ÜDS soru 3 öğrenci cevap örnekleri .....	637
91. ÜDS soru 4 öğrenci cevap örnekleri .....	639
92. ÜDS soru 5 öğrenci cevap örnekleri .....	641
93. ÜDS soru 6 öğrenci cevap örnekleri .....	644
94. ÜDS soru 7 öğrenci cevap örnekleri .....	646
95. ÜDS soru 8 öğrenci cevap örnekleri .....	649
96. ÜDS soru 9 öğrenci cevap örnekleri .....	652
97. ÜDS soru 10 öğrenci cevap örnekleri .....	655
98. ÜDS soru 11 öğrenci cevap örnekleri .....	657
99. ÜDS soru 12 öğrenci cevap örnekleri .....	660
100. ÜDS soru 13 öğrenci cevap örnekleri .....	663
101. İçsel özellik teması kategori ve kodlar.....	667
102. Öğrenme durumları teması kategori ve kodlar.....	668
103. Öğretim modülünü değerlendirme teması kategori ve kodlar.....	670
104. Uygulama sürecini değerlendirme teması kategori ve kodlar.....	672
105. AT kullanımı teması kategori ve kodlar.....	673

## Resimler Listesi

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
1. Eğitim yazılımlarından örnek görüntüler .....	11
2. Öğrenme Süreci .....	36
3. Öğrenme Ortamı Bileşenleri.....	45
4. Problem görseli olarak kullanılabilir bir çizim.....	94
5. Temel geometrik nesne: Çember .....	96
6. Geometrik oluşum: Yarıçap ile ilişkili olarak Teğet doğrusunun oluşturulması ve 90 derecelik açının oluşumu .....	97
7. Açının korunumu.....	101
8. Yer vektörü ve konum vektörünün matematiksel özellikleri .....	102
9. Makro yapılar kullanılarak çember çizimi.....	103
10. Düz zeminlere monte edilebilen kızılötesi ya da benzer teknolojilerle kullanılabilen sistem .....	107
11. İnteraktif ekrana sahip tahta .....	107
12. Yakın projeksiyon sistem .....	108
13. Bütünleşik bilgisayar sistemli AT .....	109
14. Çizilen bir şeklin ya da yazılan bir karakterin AT’de otomatik olarak düzeltilmesi.....	112
15. Karma Yöntem Araştırması (Mixed Method Research).....	156
16. Katılımcıların belirlenme süreci .....	163
17. Modülün çevirim dışı olarak çalışan web ara yüzü .....	167
18. Kazanıma göre etkinlik listesi .....	167
19. Modüldeki animasyonlardan örnek gösterim .....	169
20. Animasyondan bir nesneye dokunularak animasyonun oynatılması.....	169

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
21. Dokunularak seçilen nesneye ait animasyon görüntüsü .....	170
22. Etkileşimli Cabri etkinliği .....	171
23. ÖÇY’de yer alan işlem basamakları .....	171
24. Etkileşim gerçekleştirilen etkinlik örneği .....	172
25. ÖÇY’de öğrencilerin çizim yapabildikleri işlem basamakları .....	173
26. ÖÇY’de alıştırma sorusu örneği .....	174
27. ÖÇY’de alıştırma çözümü için işlem basamakları .....	174
28. Alıştırma çözümleri için Cabri etkinliği .....	175
29. ÖMKK’da olası ve beklenen cevap örneği .....	176
30. Pilot çalışmada kullanılan Mimio marka interaktif cihaz (Interactive Whiteboard) .....	177
31. Mimio marka interaktif cihazın kullanımı .....	177
32. Pilot çalışmada kullanılan sistem şeması .....	178
33. Pilot çalışmanın gerçekleştirildiği sınıf düzeni .....	179
34. Uygulama sürecinin gerçekleştirildiği sınıf düzeni .....	187
35. Uygulamalı işlem basamaklarına örnek .....	194
36. Çizim yapılabilir işlem basamaklarına örnek .....	194
37. ÖÇY’de yer alan alıştırma sayfalarına örnek .....	195
38. ÜDS sorularına örnekler .....	196
39. ÜDS’de alt maddeler bulunan sorulara örnek .....	197
40. Geribildirim .....	217
41. Etkinlik 1.2 olası cevap ve beklenen cevap .....	220
42. Etkinlik 1.2 çap ve giriş kavramı beklenen cevap .....	221
43. Etkinlik 2.5 olası cevap .....	227

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
44. Etkinlik 3.3 beklenen cevap.....	232
45. Etkinlik 4.1 olası cevaplar .....	234
46. Etkinlik 6.5 olası cevap .....	246
47. Etkinlik 6.5 beklenen cevap.....	246
48. Etkinlik 8.2 beklenen cevap.....	254
49. Etkinlik 8.3 beklenen cevap.....	255
50. Etkinlik 8.7 verilen şekil.....	258
51. Etkinlik 8.7 çizilmesi beklenen elemanlar.....	258
52. Etkinlik 8.8 verilen şekil.....	259
53. Etkinlik 8.8 çizilmesi beklenen elemanlar.....	259
54. Etkinlik 8.9 beklenen cevap.....	260
55. Etkinlik 9.2 ikinci işlem basamağında beklenen cevap.....	262
56. Etkinlik 9.2 beşinci işlem basamağında beklenen cevap.....	262
57. Etkinlik 9.3 beklenen cevap.....	264
58. Etkinlik 10.4 dördüncü işlem basamağında beklenen cevap.....	268
59. Etkinlik 10.5 ikinci işlem basamağında beklenen cevap.....	269
60. Etkinlik 11.3 altıncı işlem basamağında beklenen cevap.....	273
61. Etkinlik 11.3 yedinci işlem basamağında beklenen cevap.....	274
62. Öğrencilerin dersi dikkatle takip etmeleri .....	276
63. Kavramlar arasındaki ilişkileri keşfetme .....	277
64. Grup çalışması .....	278
65. Genelleme yaptıkları sıradaki görüntü .....	278
66. Eş çemberlerin üst üste getirilmesi.....	279
67. Öğrencilerin animasyonları dikkatle izlemeleri .....	282

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
68. Verilen problem üzerine tartışmaları.....	283
69. Soruya doğru cevap verdiği sırada öğrencilerin birbirlerini tebrik etmesi.....	283
70. Öğrencinin genellemeyi keşfettiği sırada .....	284
71. Etkileşim yoğun etkinlikler sırasında öğrenci tartışmaları.....	285
72. Öğrencilerin zorlandığı sırada örneklendirme.....	288
73. Alıştırmalar sırasında öğrencilerin hemen çözmeye başladıkları görüntü .....	289
74. Öğrencilerin jestlerle etkinlikleri tartışmaları.....	291
75. Dersin öğretmeninin aktiviteleri merak ve ilgiyle izlemesi.....	294
76. Öğrencilerin heyecanla aktiviteyi gerçekleştirmeleri .....	294
77. Dersin öğretmeni öğrencilerin ÖÇY'ye verdikleri cevapları izlemesi.....	295
78. Öğrencilerden birinin sınıf ortamında tartışma sırasında görüntüsü .....	296
79. Öğrencilerin çözüm yolunu araştırmacıya anlatmaları.....	297
80. Tanımlamalar sırasında grup çalışması .....	299
81. Soruya doğru cevap veren öğrencinin şaşkınlık ifadesi .....	304
82. Doğru cevap veren öğrencilerin sevinç görüntüsü .....	305
83. Hatalı cevap veren öğrencilerin üzüntüleri.....	306
84. Cevaplarını düzelterken öğrencilerin mutluluk görüntüsü .....	307
85. Tartışma görüntüsü .....	307
86. Genellemeyi hatırlayan öğrencilerin şaşkınlık ifadeleri.....	309
87. Grup tartışması .....	310
88. Araştırmacının yönlendirici davranışları .....	311
89. Diğer gruplarla tartışma görüntüsü.....	311
90. Sonuca doğru ulaşan öğrencilerin birbirlerini kutlamaları.....	313
91. Öğrencilerin araştırmacıdan yardım istemeleri .....	315

92.	Etkinlik 1.1 birinci işlem basamağı olası doğru cevap örneği.....	319
93.	Etkinlik 1.1 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	319
94.	Etkinlik 1.1 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	320
95.	Etkinlik 1.1 ikinci işlem basamağı olası doğru cevap örneği .....	320
96.	Etkinlik 1.1 üçüncü işlem basamağı olası doğru cevap örnekleri .....	321
97.	Etkinlik 1.1 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	321
98.	Etkinlik 1.1 dördüncü işlem basamağı olası doğru cevap örneği .....	322
99.	Etkinlik 1.2 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	322
100.	Etkinlik 1.2 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	323
101.	Etkinlik 1.2 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	323
102.	Etkinlik 1.2 beşinci işlem basamağı olası doğru cevap örneği.....	324
103.	Öğrencilerin sonraki işlem basamağı ilgili çıkardıkları sonuç örnekleri.....	324
104.	Etkinlik 1.2 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	325
105.	Etkinlik 1.2 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	325
106.	Etkinlik 1.2 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	325
107.	Etkinlik 1.2 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	326
108.	Etkinlik 1.2 sekizinci işlem basamağı farklı genelleme örneği.....	326
109.	Etkinlik 1.3. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	327
110.	Etkinlik 1.3. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	327
111.	Etkinlik 1.3. üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	328
112.	Etkinlik 1.3. dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	328
113.	Etkinlik 1.3. beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	329
114.	Etkinlik 1.3. altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	329
115.	Etkinlik 1.3. yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	330



116.	Etkinlik 1.3. yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	330
117.	Etkinlik 1.4. birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	331
118.	Etkinlik 1.4. birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	331
119.	Etkinlik 1.4. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	331
120.	Etkinlik 1.4. birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	331
121.	Etkinlik 1.4. ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	332
122.	Etkinlik 1.4. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	332
123.	Etkinlik 1.4. üçüncü işlem basamağı eş-benzer çember kavramlarını birlikte kullanım örneği.....	332
124.	Etkinlik 1.4. üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	333
125.	Etkinlik 1.4. dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	333
126.	Etkinlik 1.4. dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örnekleri .....	333
127.	Etkinlik 1.4. beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	334
128.	Etkinlik 1.4. beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	334
129.	Etkinlik 1.4. beşinci işlem basamağı çemberlerin büyüme oranını çevresiyle ilişkilendirerek örneği.....	334
130.	Etkinlik 1.4. altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	335
131.	Etkinlik 1.4. yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	335
132.	Etkinlik 1.4. yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	335
133.	Etkinlik 1.4. sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	336
134.	Etkinlik 1.4. beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	336
135.	Etkinlik 1.4. sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	336
136.	Etkinlik 1.4. sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	337
137.	Etkinlik 1.4. dokuzuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	337

138.	Etkinlik 1.5. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	338
139.	Etkinlik 1.5. ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	338
140.	Etkinlik 1.5. üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	339
141.	Etkinlik 1.5. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	339
142.	Etkinlik 1.5. dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	339
143.	Etkinlik 1.5. dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	340
144.	Etkinlik 1.5. dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	340
145.	Etkinlik 1.5. beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	340
146.	Etkinlik 1.5. beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	341
147.	Etkinlik 1.5. beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	341
148.	Etkinlik 1.5. altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	341
149.	Etkinlik 1.5. altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	342
150.	Etkinlik 1.5. yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	342
151.	Etkinlik 1.5. yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	342
152.	Etkinlik 1.5. yedinci işlem basamağı eksik cevap örneği.....	343
153.	Etkinlik 2.1. birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	346
154.	Etkinlik 2.1. birinci işlem basamağı doğru cevap örneği-2 .....	347
155.	Etkinlik 2.1. birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	347
156.	Etkinlik 2.1. birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	348
157.	Etkinlik 2.1. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	348
158.	Etkinlik 2.1. ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	348
159.	Etkinlik 2.2. birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	349
160.	Etkinlik 2.2. birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	349
161.	Etkinlik 2.2. birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	349

162.	Etkinlik 2.2. birinci işlem basamağı doğrudan genelleme yapılan cevap örneği	350
163.	Etkinlik 2.2. ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	350
164.	Etkinlik 2.2. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	350
165.	Etkinlik 2.2. üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	351
166.	Etkinlik 2.2. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	351
167.	Etkinlik 2.3. birinci işlem basamağı ikinci basamağa ait cevabı içeren örnek ....	352
168.	Etkinlik 2.3. birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	352
169.	Etkinlik 2.3. birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	352
170.	Etkinlik 2.3. ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	353
171.	Etkinlik 2.3. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	353
172.	Etkinlik 2.3. ikinci işlem basamağı harici gözlem belirtilen doğru cevap örneği.....	353
173.	Etkinlik 2.3. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	354
174.	Etkinlik 2.3. üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örnekleri.....	354
175.	Etkinlik 2.3. üçüncü işlem basamağı K noktasına bağlı koşul belirtilen yanlış cevap örneği.....	355
176.	Etkinlik 2.3. dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	355
177.	Etkinlik 2.3. dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	355
178.	Etkinlik 2.3. beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	356
179.	Etkinlik 2.3. beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	356
180.	Etkinlik 2.3. beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	356
181.	Etkinlik 2.3. altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	357
182.	Etkinlik 2.3. altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	357
183.	Etkinlik 2.3. yedinci işlem basamağı eksik cevap örneği.....	358

184.	Etkinlik 2.3. yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	358
185.	Etkinlik 2.3. yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	358
186.	Etkinlik 2.3. yedinci işlem basamağı diğer yanlış cevap örneği .....	359
187.	Etkinlik 2.4. birinci işlem basamağı diğer doğru cevap örneği .....	359
188.	Etkinlik 2.4. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	360
189.	Etkinlik 2.4. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	360
190.	Etkinlik 2.4. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	360
191.	Etkinlik 2.4. üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	361
192.	Etkinlik 2.4. dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	361
193.	Etkinlik 2.4. dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	361
194.	Etkinlik 2.4. beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	362
195.	Etkinlik 2.4. altıncı işlem basamağı beklenen kavrama yakın cevap örneği.....	362
196.	Etkinlik 2.4. altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	363
197.	Etkinlik 2.5. beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	363
198.	Etkinlik 2.5. beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	364
199.	Etkinlik 2.5. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	364
200.	Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	364
201.	Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	365
202.	Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	365
203.	Etkinlik 2.5. altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	365
204.	Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	366
205.	Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	366
206.	Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı beklenen cevap örneği .....	366
207.	Etkinlik 2.5. dokuzuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	366

208.	Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	367
209.	Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı beklenen cevap örneği .....	367
210.	Etkinlik 2.5. onunca işlem basamağı doğru cevap örneği .....	367
211.	Etkinlik 2.5. onunca işlem basamağı eksik cevap örneği .....	367
212.	Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	367
213.	Etkinlik 2.5. on birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	368
214.	Etkinlik 2.5. on birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	368
215.	Etkinlik 2.5. on ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	369
216.	Etkinlik 2.5. on ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	369
217.	Etkinlik 2.5. on üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	369
218.	Etkinlik 2.5. on üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	370
219.	Etkinlik 2.5. on dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	370
220.	Etkinlik 2.5. on dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	371
221.	Etkinlik 2.5. on beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	371
222.	Etkinlik 2.5. on beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	371
223.	Etkinlik 2.5. on beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	372
224.	Etkinlik 2.6. birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	372
225.	Etkinlik 2.6. birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	373
226.	Etkinlik 2.6. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	373
227.	Etkinlik 2.6. birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	374
228.	Alıştırma 2. doğru cevap örneği .....	374
229.	Etkinlik 5.1 birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	377
230.	Etkinlik 5.1 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	377
231.	Etkinlik 5.1 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	378

232.	Etkinlik 5.1 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	378
233.	Etkinlik 5.1 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği-metinsel ifade.....	379
234.	Etkinlik 5.1 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği-çizim .....	379
235.	Etkinlik 5.2 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	380
236.	Etkinlik 5.2 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	380
237.	Etkinlik 5.2 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri .....	380
238.	Etkinlik 5.2 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	381
239.	Etkinlik 5.2 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	381
240.	Etkinlik 5.2 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	381
241.	Etkinlik 5.2 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	382
242.	Etkinlik 5.2 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	382
243.	Etkinlik 5.2 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği-2.....	382
244.	Etkinlik 5.2 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği-3.....	383
245.	Etkinlik 5.2 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	383
246.	Etkinlik 5.2 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	383
247.	Etkinlik 5.2 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örnekleri .....	384
248.	Etkinlik 5.2 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	384
249.	Etkinlik 5.3 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	385
250.	Etkinlik 5.3 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	385
251.	Etkinlik 5.3 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	385
252.	Etkinlik 5.3 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	385
253.	Etkinlik 5.3 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	386
254.	Etkinlik 5.3 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	386
255.	Etkinlik 5.3 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	387

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
256. Etkinlik 5.3 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	387
257. Etkinlik 5.3 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	387
258. Etkinlik 5.3 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	388
259. Etkinlik 5.3 beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	388
260. Etkinlik 5.3 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	388
261. Etkinlik 5.3 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	389
262. Etkinlik 5.4 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	389
263. Etkinlik 5.4 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	390
264. Etkinlik 5.4 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	390
265. Etkinlik 5.5 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	390
266. Etkinlik 5.5 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	391
267. Etkinlik 5.5 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	391
268. Etkinlik 5.5 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği-2 .....	391
269. Etkinlik 5.5 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	392
270. Etkinlik 5.5 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	392
271. Etkinlik 5.5 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	392
272. Etkinlik 5.5 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	393
273. Etkinlik 5.5 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	393
274. Etkinlik 5.5 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri.....	393
275. Etkinlik 5.5 beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	394
276. Etkinlik 5.5 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	394
277. Etkinlik 5.5 altıncı işlem basamağı eksik cevap örneği.....	394
278. Etkinlik 5.5 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	395
279. Etkinlik 5.5 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	395

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
280. Etkinlik 5.5 yedinci işlem basamağı eksik cevap örneği.....	395
281. Etkinlik 5.5 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	396
282. Etkinlik 5.5 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği.....	396
283. Etkinlik 5.5 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği-2.....	396
284. Etkinlik 5.5 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	397
285. Etkinlik 5.5 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	397
286. Etkinlik 5.6 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği.....	398
287. Etkinlik 5.6 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	399
288. Etkinlik 5.6 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	399
289. Etkinlik 5.6 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği.....	399
290. Etkinlik 5.6 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	400
291. Etkinlik 5.6 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örnekleri.....	400
292. Etkinlik 5.6 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	401
293. Etkinlik 5.6 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	401
294. Etkinlik 5.6 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	401
295. Alıştırma 5 yanlış cevap örneği.....	402
296. Alıştırma 5 doğru cevap örneği.....	402
297. Etkinlik 6.1 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği.....	406
298. Etkinlik 6.1 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	406
299. Etkinlik 6.1 birinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri.....	406
300. Etkinlik 6.2 birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	407
301. Etkinlik 6.2 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	407
302. Etkinlik 6.2 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	407
303. Etkinlik 6.2 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	408



<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
304. Etkinlik 6.2 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	408
305. Etkinlik 6.2 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	408
306. Etkinlik 6.2 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği-2 .....	409
307. Etkinlik 6.2 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örnekleri .....	409
308. Etkinlik 6.2 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	409
309. Etkinlik 6.2 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri.....	410
310. Etkinlik 6.2 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	410
311. Etkinlik 6.2 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	410
312. Etkinlik 6.2 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	410
313. Etkinlik 6.2 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	411
314. Etkinlik 6.2 yedinci işlem basamağı eksik cevap örnekleri.....	411
315. Etkinlik 6.2 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	411
316. Etkinlik 6.2 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	412
317. Etkinlik 6.2 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri .....	412
318. Etkinlik 6.2 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	412
319. Etkinlik 6.2 dokuzuncu işlem basamağı doğru cevap örneği .....	413
320. Etkinlik 6.2 onuncu işlem basamağı yanlış cevap örnekleri .....	413
321. Etkinlik 6.2 onuncu işlem basamağı doğru cevap örneği.....	413
322. Etkinlik 6.2 on birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	414
323. Etkinlik 6.2 on birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	414
324. Etkinlik 6.2 on birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	414
325. Etkinlik 6.2 on ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	414
326. Etkinlik 6.2 on ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	415
327. Etkinlik 6.2 on ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	415

328.	Etkinlik 6.3 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	416
329.	Etkinlik 6.3 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	416
330.	Etkinlik 6.3 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	416
331.	Etkinlik 6.3 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	417
332.	Etkinlik 6.3 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	417
333.	Etkinlik 6.3 üçüncü işlem basamağı beklenenin dışında doğru cevap örneği .....	417
334.	Etkinlik 6.3 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	418
335.	Etkinlik 6.3 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	418
336.	Etkinlik 6.3 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	418
337.	Etkinlik 6.3 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	419
338.	Etkinlik 6.3 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	419
339.	Etkinlik 6.3 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	419
340.	Etkinlik 6.3 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	420
341.	Etkinlik 6.3 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	420
342.	Etkinlik 6.3 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	420
343.	Etkinlik 6.4 birinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri.....	421
344.	Etkinlik 6.4 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	421
345.	Etkinlik 6.4 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	421
346.	Etkinlik 6.4 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	422
347.	Etkinlik 6.4 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	422
348.	Etkinlik 6.4 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	422
349.	Etkinlik 6.4 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	422
350.	Etkinlik 6.4 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	423
351.	Etkinlik 6.4 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	423

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
352. Etkinlik 6.4 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	423
353. Etkinlik 6.4 altıncı işlem basamağı eksik cevap örneği.....	424
354. Etkinlik 6.4 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	424
355. Etkinlik 6.4 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri .....	424
356. Etkinlik 6.4 yedinci işlem basamağı eksik cevap örneği.....	424
357. Etkinlik 6.4 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	425
358. Etkinlik 6.4 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	425
359. Etkinlik 6.4 dokuzuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	425
360. Etkinlik 6.4 dokuzuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği-2.....	426
361. Etkinlik 6.4 dokuzuncu işlem basamağı eksik cevap örneği .....	426
362. Etkinlik 6.4 dokuzuncu işlem basamağı doğru cevap örneği .....	426
363. Etkinlik 6.5 birinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri.....	427
364. Etkinlik 6.5 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	428
365. Etkinlik 6.5 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	428
366. Etkinlik 6.5 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	429
367. Etkinlik 6.5 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	429
368. Etkinlik 6.5 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	429
369. Etkinlik 6.5 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	430
370. Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	430
371. Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	430
372. Etkinlik 6.5 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	430
373. Etkinlik 6.5 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	431
374. Etkinlik 6.6 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	431
375. Etkinlik 6.6 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	431

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
376. Etkinlik 6.6 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	432
377. Etkinlik 6.6 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	432
378. Etkinlik 6.6 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	432
379. Etkinlik 6.6 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	432
380. Etkinlik 6.6 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örnekleri.....	433
381. Etkinlik 6.6 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	433
382. Etkinlik 6.6 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	434
383. Etkinlik 6.6 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	434
384. Etkinlik 6.6 beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	434
385. Etkinlik 6.6 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	434
386. Etkinlik 6.6 beşinci işlem basamağı beklenenin dışında doğru cevap örneği ....	435
387. Etkinlik 6.6 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örnekleri .....	435
388. Etkinlik 6.6 altıncı işlem basamağı eksik cevap örneği.....	435
389. Etkinlik 6.6 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	436
390. Etkinlik 6.6 dokuzuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	436
391. Etkinlik 6.6 dokuzuncu işlem basamağı eksik cevap örneği .....	437
392. Etkinlik 6.6 dokuzuncu işlem basamağı doğru cevap örneği .....	437
393. Etkinlik 6.7 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	438
394. Etkinlik 6.7 birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	439
395. Etkinlik 6.7 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği-2.....	439
396. Etkinlik 6.7 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	440
397. Etkinlik 6.7 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	440
398. Etkinlik 6.7 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	441
399. Etkinlik 6.7 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	441

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
400. Etkinlik 6.7 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	441
401. Etkinlik 6.7 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	441
402. Etkinlik 6.7 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	442
403. Etkinlik 6.7 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	442
404. Etkinlik 6.7 beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	443
405. Etkinlik 6.7 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	443
406. Etkinlik 6.7 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örnekleri .....	444
407. Etkinlik 6.7 altıncı işlem basamağı eksik cevap örneği.....	444
408. Etkinlik 6.7 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	444
409. Etkinlik 6.7 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	445
410. Etkinlik 6.7 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	445
411. Etkinlik 6.7 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-1 .....	445
412. Etkinlik 6.7 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-2 .....	446
413. Etkinlik 6.7 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-3 .....	446
414. Etkinlik 6.7 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	446
415. Etkinlik 6.7 dokuzuncu işlem basamağı eksik cevap örneği .....	447
416. Etkinlik 6.7 dokuzuncu işlem basamağı doğru cevap örneği .....	447
417. Etkinlik 6.7 onuncu işlem basamağı eksik cevap örneği.....	447
418. Etkinlik 6.7 onuncu işlem basamağı eksik cevap örneği-2 .....	448
419. Etkinlik 6.7 onuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	448
420. Etkinlik 6.8 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	449
421. Etkinlik 6.8 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	449
422. Etkinlik 6.8 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	449
423. Etkinlik 6.8 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	450

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
424. Etkinlik 6.8 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	450
425. Etkinlik 6.8 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	450
426. Etkinlik 6.8 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği-2 .....	451
427. Etkinlik 6.8 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	451
428. Etkinlik 6.8 beşinci işlem basamağı boş bırakılan cevap örneği.....	451
429. Etkinlik 6.8 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	452
430. Etkinlik 6.8 altıncı işlem basamağı eksik cevap örneği.....	452
431. Etkinlik 6.8 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	452
432. Etkinlik 6.8 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örnekleri .....	453
433. Etkinlik 6.8 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	453
434. Etkinlik 6.9 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	454
435. Etkinlik 6.9 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	454
436. Etkinlik 6.9 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	455
437. Etkinlik 6.9 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	455
438. Etkinlik 6.9 ikinci işlem basamağı eksik cevap örnekleri .....	456
439. Etkinlik 6.9 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	456
440. Etkinlik 6.9 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	457
441. Etkinlik 6.9 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	457
442. Etkinlik 6.9 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	458
443. Etkinlik 6.9 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	458
444. Etkinlik 6.9 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	459
445. Etkinlik 6.9 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-2.....	459
446. Etkinlik 6.9 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	459
447. Etkinlik 6.9 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	459

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
448. Etkinlik 6.9 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	460
449. Etkinlik 6.9 altıncı işlem basamağı eksik cevap örneği.....	460
450. Etkinlik 6.9 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	461
451. Etkinlik 6.9 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-2 .....	461
452. Etkinlik 6.9 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-3 .....	461
453. Etkinlik 6.9 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	461
454. Alıştırma 6 yanlış cevap örneği .....	462
455. Alıştırma 6 doğru cevap örneği .....	463
456. Etkinlik 9.1 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	467
457. Etkinlik 9.1 birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	467
458. Etkinlik 9.1 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	467
459. Etkinlik 9.1 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	468
460. Etkinlik 9.1 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	468
461. Etkinlik 9.1 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	468
462. Etkinlik 9.1 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği-2.....	469
463. Etkinlik 9.1 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	469
464. Etkinlik 9.2 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	470
465. Etkinlik 9.2 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	470
466. Etkinlik 9.2 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	470
467. Etkinlik 9.2 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	471
468. Etkinlik 9.2 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	471
469. Etkinlik 9.2 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	472
470. Etkinlik 9.2 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	472
471. Etkinlik 9.2 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	473

472.	Etkinlik 9.2 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği.....	473
473.	Etkinlik 9.2 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	474
474.	Etkinlik 9.2 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-2 .....	474
475.	Etkinlik 9.2 yedinci işlem basamağı doğru cevap örnekleri.....	474
476.	Etkinlik 9.2 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği-2.....	475
477.	Etkinlik 9.2 yedinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	475
478.	Etkinlik 9.2 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	476
479.	Etkinlik 9.2 dokuzuncu işlem basamağı doğru cevap örneği .....	476
480.	Etkinlik 9.2 dokuzuncu işlem basamağı eksik cevap örneği .....	476
481.	Etkinlik 9.3 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	477
482.	Etkinlik 9.3 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	477
483.	Etkinlik 9.3 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	478
484.	Etkinlik 9.3 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	478
485.	Etkinlik 9.3 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	479
486.	Etkinlik 9.3 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	479
487.	Etkinlik 9.3 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	480
488.	Etkinlik 9.3 dördüncü işlem basamağı beklenenin dışında doğru cevap örneği..	480
489.	Etkinlik 9.3 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	481
490.	Etkinlik 9.3 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	481
491.	Etkinlik 9.3 beşinci işlem basamağı beklenenin dışında doğru cevap örneği .....	481
492.	Etkinlik 9.3 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	482
493.	Etkinlik 9.3 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği-2 .....	482
494.	Etkinlik 9.3 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	483
495.	Etkinlik 9.3 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	483



496.	Etkinlik 9.3 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	483
497.	Etkinlik 9.3 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	484
498.	Etkinlik 9.3 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	484
499.	Etkinlik 9.3 dokuzuncu işlem basamağı doğru cevap örneği .....	485
500.	Etkinlik 9.3 onuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	485
501.	Etkinlik 9.3 onuncu işlem basamağı doğru cevap örneği .....	485
502.	Etkinlik 9.3 onuncu işlem basamağı doğru cevap örneği-2.....	486
503.	Etkinlik 9.3 on birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	486
504.	Etkinlik 9.3 on birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-2.....	486
505.	Etkinlik 9.3 on birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	487
506.	Etkinlik 9.3 on birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	487
507.	Etkinlik 9.3 on ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	487
508.	Etkinlik 9.4 birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	488
509.	Etkinlik 9.4 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	488
510.	Etkinlik 9.4 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	489
511.	Etkinlik 9.4 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	489
512.	Etkinlik 9.4 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-2 .....	490
513.	Etkinlik 9.4 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	490
514.	Etkinlik 9.4 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	491
515.	Etkinlik 9.4 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	491
516.	Etkinlik 9.4 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	492
517.	Etkinlik 9.4 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	492
518.	Etkinlik 9.4 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	492
519.	Etkinlik 9.5 birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	493

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
520. Etkinlik 9.5 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	494
521. Etkinlik 9.5 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	494
522. Etkinlik 9.5 birinci işlem basamağı beklenenin dışında doğru cevap örneği .....	495
523. Etkinlik 9.5 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	495
524. Etkinlik 9.5 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	496
525. Etkinlik 9.5 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	496
526. Etkinlik 9.5 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	497
527. Etkinlik 9.5 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	497
528. Etkinlik 9.5 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	497
529. Etkinlik 9.5 beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	497
530. Etkinlik 9.5 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	498
531. Etkinlik 9.6 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	499
532. Etkinlik 9.6 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği-2.....	499
533. Etkinlik 9.6 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	500
534. Etkinlik 9.6 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği .....	500
535. Etkinlik 9.6 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	500
536. Etkinlik 9.6 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği .....	501
537. Etkinlik 9.6 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	501
538. Alıştırma 9 yanlış cevap örneği.....	502
539. Alıştırma 9 yanlış eksik örneği.....	502
540. Alıştırma 9 doğru cevap örneği .....	503
541. 1a- Doğrudan, bağımlı olarak nesnelere taşıma davranışı .....	506
542. 1b- Doğrudan, bağımsız olarak nesnelere taşıma davranışı.....	506
543. 1c- Dolaylı yoldan, bağımlı olarak nesnelere taşıma davranışı .....	507

544.	1d- Dolaylı yoldan, bağımsız olarak nesnelere taşıma davranışı .....	507
545.	1e-Nesnelerin hareketinden değer, ifade, formül vs. gözlenmesi.....	508
546.	Etkinlik 1.1 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	513
547.	Etkinlik 1.1 ikinci ve dördüncü işlem basamakları doğru cevap örneği .....	515
548.	Etkinlik 1.2 beşinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	516
549.	Etkinlik 1.2 beşinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü-2 .....	517
550.	Etkinlik 1.2 beşinci, altıncı ve yedinci işlem basamakları doğru cevap örneği...518	
551.	Etkinlik 1.2 sekizinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	519
552.	Etkinlik 1.2 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	519
553.	Etkinlik 1.3 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	520
554.	Etkinlik 1.3 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	521
555.	Etkinlik 1.3 üçüncü ve dördüncü işlem basamakları etkileşim görüntüleri .....	522
556.	Etkinlik 1.3 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği.....	522
557.	Etkinlik 1.3 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	522
558.	Etkinlik 1.4 birinci ve ikinci işlem basamakları etkileşim görüntüleri.....	523
559.	Etkinlik 1.4 beşinci ve altıncı işlem basamakları etkileşim görüntüleri.....	524
560.	Etkinlik 1.4 öğrencilerin isteği üzere gerçekleştirilen etkileşim görüntüsü .....	524
561.	Etkinlik 1.4 öğrencilerin isteği üzere gerçekleştirilen etkileşim görüntüsü-2 .....	525
562.	Etkinlik 1.4 birinci, ikinci, beşinci ve altıncı işlem basamaklarına verilen doğru cevap örnekleri .....	526
563.	Etkinlik 1.4 beşinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	527
564.	Etkinlik 1.4 ikinci, üçüncü ve dördüncü işlem basamaklarına verilen doğru cevap örnekleri.....	528
565.	Etkinlik 2.2 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	530

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
566. Etkinlik 2.2 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	530
567. Etkinlik 2.3 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	532
568. Etkinlik 2.3 üçüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	532
569. Etkinlik 2.3 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	533
570. Etkinlik 2.3 birinci ve ikinci işlem basamakları doğru cevap örneği .....	534
571. Etkinlik 2.3 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	534
572. Etkinlik 2.4 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	536
573. Etkinlik 2.4 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	536
574. Etkinlik 2.4 ikinci, dördüncü ve beşinci işlem basamakları doğru cevap örneği	538
575. Etkinlik 2.5 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	539
576. Etkinlik 2.5 üçüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	539
577. Etkinlik 2.5 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği .....	540
578. Etkinlik 2.6 birinci ve alt işlem basamakları etkileşim görüntüleri.....	541
579. Etkinlik 2.6 öğrencilerin ilişkileri görmelerini kolaylaştırması beklenen etkileşim görüntüleri .....	542
580. Etkinlik 2.6 birinci ve alt işlem basamakları doğru cevap örneği .....	544
581. Etkinlik 5.2 beşinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	545
582. Etkinlik 5.2 beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	547
583. Etkinlik 5.2 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	547
584. Etkinlik 5.3 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	548
585. Etkinlik 5.3 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	548
586. Etkinlik 5.3 birinci, ikinci ve üçüncü işlem basamakları doğru cevap örneği.....	550
587. Etkinlik 5.5 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	551
588. Etkinlik 5.5 beşinci işlem basamağı etkileşim görüntüleri.....	552

589.	Etkinlik 5.3 dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci işlem basamakları doğru cevap örneği.....	554
590.	Etkinlik 5.6 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	556
591.	Etkinlik 5.6 üçüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	556
592.	Etkinlik 5.6 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	557
593.	Etkinlik 6.2 birinci, üçüncü, beşinci ve altıncı işlem basamakları etkileşim görüntüsü .....	559
594.	Etkinlik 6.2 dokuzuncu işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	559
595.	Etkinlik 6.2 ilk dokuz işlem basamağın doğru cevap örneği.....	561
596.	Etkinlik 6.3 birinci ve ikinci işlem basamakları etkileşim görüntüsü .....	562
597.	Etkinlik 6.3 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	562
598.	Etkinlik 6.3 ilk beş işlem basamağın doğru cevap örneği .....	564
599.	Etkinlik 6.4 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	565
600.	Etkinlik 6.4 Üçüncü işlem basamağında etkileşim görüntüsü.....	565
601.	Etkinlik 6.4 Sekizinci işlem basamağında etkileşim görüntüsü .....	566
602.	Etkinlik 6.4 ikinci, üçüncü ve dördüncü işlem basamakları doğru cevap örneği	567
603.	Etkinlik 6.4 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	568
604.	Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü-1 .....	570
605.	Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü-2 .....	570
606.	Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü-3 .....	570
607.	Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü-4 .....	570
608.	Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği.....	571
609.	Etkinlik 6.6 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	571
610.	Etkinlik 6.6 üçüncü ve dördüncü işlem basamakları etkileşim görüntüsü .....	572

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
611. Etkinlik 6.6 yedinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	573
612. Etkinlik 6.6 sekizinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	573
613. Etkinlik 6.6 ikinci, üçüncü, dördüncü, beşinci, yedinci, sekizinci ve dokuzuncu işlem basamakları doğru cevap örneği .....	575
614. Etkinlik 6.7 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	576
615. Etkinlik 6.7 dokuzuncu işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	577
616. Etkinlik 6.7 ikinci ve dokuzuncu işlem basamakları doğru cevap örneği .....	578
617. Etkinlik 6.8 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	579
618. Etkinlik 6.7 üçüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	579
619. Etkinlik 6.8 birinci ve üçüncü işlem basamakları doğru cevap örneği.....	581
620. Etkinlik 6.8 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	582
621. Etkinlik 6.9 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği .....	582
622. Etkinlik 9.2 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü .....	584
623. Etkinlik 9.2 sekizinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	585
624. Etkinlik 9.2 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	586
625. Etkinlik 6.9 birinci işlem basamağı olası doğru cevap örneği.....	586
626. Etkinlik 9.2 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği .....	587
627. Etkinlik 9.3 on ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü.....	587
628. Etkinlik 9.2 on ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği.....	588
629. ÜDS soru 1 .....	630
630. ÜDS soru 2 .....	632
631. ÜDS soru 3 .....	635
632. ÜDS soru 4 .....	639
633. ÜDS soru 5 .....	641

<i>Resim</i>	<i>Sayfa</i>
634. ÜDS soru 6 .....	643
635. ÜDS soru 7 .....	646
636. ÜDS soru 8 .....	648
637. ÜDS soru 9 .....	651
638. ÜDS soru 10 .....	655
639. ÜDS soru 11 .....	657
640. ÜDS soru 12 .....	659
641. ÜDS soru 13 .....	662

## Kısaltmalar Listesi

**AIBS:** The American Institute of Biological Sciences

**AT:** Akıllı Tahta

**BCS:** Bilgisayar Cebir sistemi

**BİT:** Bilgi ve İletişim Teknolojileri

**BSCS:** Biological Sciences Curriculum Studies

**ÇDM:** Çember Ders Modülü

**EBA:** Eğitim Bilişim Ağı

**DGY:** Dinamik Geometri Yazılımı

**FATİH:** Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi

**MEB:** Milli Eğitim Bakanlığı

**NCTM:** National Council of Teachers of Mathematics

**ÖÇY:** Öğrenci Çalışma Yaprakları

**ÖMKK:** Öğretmen Modül Kullanım Kılavuzu

**ÜDS:** Ünite Değerlendirme Soruları

**YÖY:** Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı

**LSD:** Least Significant Differences



## 1. Bölüm

### Giriş

Bu bölümde; araştırmaya ait problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın önemi ve amacı, tanımlar, sınırlılıklar ve kısaltmalara yer verilmiştir.

#### 1.1. Problem Durumu

Eğitim ve öğretimin en önemli unsurlarından birisi olan öğretim programı, öğretim sürecinin planlanmasına, yürütülmesine ve değerlendirilmesine rehberlik etmektedir. Öğretim programına gerekli önemi veren ülkeler, sürekli olarak programlarını geliştirmekte, bu gün ihtiyaç duyulan demokratik, iletişim becerileri gelişmiş, işbirliği içerisinde çalışabilen, akıl yürütme ve problem çözme becerilerini kazanmış, teknolojiyi etkin ve verimli kullanabilen bireyleri geliştirme çabası içerisinde.

Eğitim sistemi gelişmiş ülkelerde, sürekli olarak üzerinde yoğun araştırmalar yapılan, gelişen ve değişen bir sistemdir. İnsanın nasıl öğrendiği ile ilgili araştırmaların yapılmaya başlanmasından bugüne kadar oldukça derinleştiği ve nasıl gerçekleştiği konusuna ilginin oldukça arttığı görülmektedir. Bu araştırmalar ve ilginin sonucunda temelde bilgi kuramı olan *Yapılandırıcılık* ve bu kuramın eğitime yansımaları olan, ülkemizde 2005 yılında hayata geçirilen *Yapılandırıcı Öğretim Yaklaşımı (YÖY)* ortaya çıkmıştır. YÖY aynı zamanda statik bir yaklaşım olarak kalmamış ve bu yaklaşımı temele alan birçok eğitim modeli geliştirilmiştir. Bunlardan birisi de, *5E Modeli* olarak bilinmektedir. 1980'lerden bu güne ilk ve orta öğretim düzeylerinde kullanılan modelin kökenleri Johann Herbart, John Dewey, and Jean Piaget'in görüşlerine dayanmaktadır (Jobrack, 2013). Amerika'da *The American Institute of Biological Sciences (AIBS - Amerikan Biyolojik Bilimler Enstitüsü)* tarafından *Biological Sciences Curriculum Studies (BSCS – Biyoloji Bilimleri Müfredat Çalışmaları)* adlı çalışmanın eseri olarak 1980'lerde geliştirilen öğretim program ve eğitim modelinin revize edilmesi ile BSCS 5E modeli olarak ortaya çıkmıştır (Bybee, 2009).

Literatürde farklı isimlerle geçen model öğretim sürecini basamaklara ayırarak ele almaktadır. Model, aşağıdaki basamakları içermektedir (Hebert & Overbaugh, 2011; Jobrack, 2013):

- Dikkat Çekme (Engagement)
- Keşfetme (Exploration)
- Açıklama (Explanation)
- Derinleştirme (Elaboration)
- Değerlendirme (Evaluation)

Her aşamanın kendine özgü fonksiyonları bulunmaktadır. Tutarlı bir öğretim yapılmasına ve öğrencilerin bilimsel bilgiyi en iyi şekilde öğrenmelerine katkıda bulunur (Bybee ve diğerleri, 2006). Bu aşamalar araştırmanın ilerleyen bölümlerinde açıklanmıştır (bkz. 2.3.4. 5E Modeli).

YÖY'ü temele alan modeller sadece öğrenmeye vurgu yapmamaktadır. Aynı zamanda *Bilgi ve İletişim Teknolojileri'nin (BİT)* entegre edildiği öğretimin önemini işaret edilmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar da BİT kullanımının olumlu etkilerine işaret etmektedir (Bülbül Y., 2010).

Eğitim ortamları, artık geleneksel ortamlara göre önemli farklılıklar içermektedir (Mason, Burton & Stacey, 2010). Öğretim ortamında öğrencilerin düşüncelerini özgürce söyleyebilmeleri, sorgulayıcı olmaları ve karşı fikir üretmede kendilerine güvenmeleri gerektiğine vurgu yapılırken, Kemankaşlı (2010) mevcut eğitim ortamlarının özelliklerini şu şekilde sıralamıştır:

- Öğrenmenin sınıf sınırlarının dışına çıkması
- Birlikte çalışmaya elverişli ortamın oluşturulması
- Öğrenmenin bilgisayar ve diğer teknolojilerle desteklenmesi
- Kavramların anlaşılmasını destekleyici çok yönlü etkinlikler kullanılması

- Farklı ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin kullanılması

Ortamın bu özellikleri dikkate alındığında eğitim ve öğretim faaliyetlerinde BİT'in ve BİT ile geliştirilen öğretim materyallerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu sayede ülkemizde *FATİH (Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi)* projesinin gündeme gelmiştir. Proje kapsamında ilkokul, ortaokul ve liselerde kademeli olarak öğretmen, öğrenci ve sınıflara AT, yazıcı ve tablet bilgisayar, internet alt yapısı kurma ve öğretim etkinlikleri paylaşımı gibi teknoloji desteği hedeflenmiştir (Mahiroğlu ve diğerleri, 2011).

2000'li yıllara doğru ülkemizde büyük ivme kazanan teknoloji kullanımı, her alanda vazgeçilmez bir bileşen durumuna gelmiştir. Özellikle interaktif teknolojilerin gelişmesiyle insanlar günlük hayatta aşırı derecede kullanmaya zorlanmıştır (Şengel, 2013). Sağlık, eğitim, hukuk, sanayi, ulaşım, iletişim gibi hayatımızın her alanında kullanılan teknoloji tabanlı cihazlar bazen faaliyet alanının temel unsuru, bazen de destek unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. BİT içerisinde temel bileşen olarak belirtilebilecek bilgisayar, verilerin depolanması, işlenmesi, raporlanması, iletilmesi ve bu tür faaliyetlerin bilgisayar tabanlı cihazlarda gerçekleştirilmesini sağlar. Yani az kullanıldığı düşünülen bir alanda bile oldukça yoğun kullanımı olan teknolojinin hayatımızın ayrılmaz bir parçası olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Bu durum eğitim alanında yapılan araştırmaları etkilemiş ve ilgili araştırmalar hızla artmıştır. Böylece insanın nasıl öğrendiği sorusuna teknoloji boyutunda da cevap arayışı süre gelmektedir. *Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)* matematik dersi öğretim programında (MEB, 2013a), BİT'in matematik öğrenimi ve öğretiminde etkin kullanımını teşvik etmekte, kavramların farklı temsil biçimleri ile sunulması ve bu temsil biçimleri arasındaki ilişkileri sağlayan ve öğrencilerin matematiksel ilişkileri kavramalarını ve keşfetmelerini mümkün kılan BİT'den faydalanılmasını özellikle vurgulamaktadır.

İstinasız olarak tüm bilim dallarının faydalandığı matematik (Alkan & Altun, 1998), bilimsel ve teknik alanlardaki gelişmelerin temeli olarak görülmüş ve bu gelişmelerin

sağlanması matematiğin iyi öğrenilmesine bağlanmıştır (Altun, 2009a). Tüm ülkeler matematiğin hayatımızdaki yeri ve bilimsel yapının gelişmesine yaptığı katkılardan dolayı matematiğin gelişmesine ve öğretimine büyük önem vermişlerdir (Alkan & Altun, 1998; Yenilmez & Demirhan, 2013). Günlük hayatta, en basit olaylarda bile kullandığımız akıl yürütme, mantıklı düşünme, iletişim kurabilme, örüntü ve ilişkileri keşfetme, genelleme yapma, sezgisel düşünme gibi becerileri geliştirmek (İnan, 2006) amaçları arasında yer alan matematik öğretimine, ilköğretimin ilk kademelerinden başlayarak hemen hemen tüm eğitim kademelerinde yer verilmiş ve genellikle geniş süreler ayrılmıştır (Alkan & Altun, 1998; Yenilmez & Demirhan, 2013). Bu matematik öğretiminin önemine işaret etmektedir. Çünkü bilimsel ya da günlük hayatta sürekli düşünce üretme, açık seçik ifade etme, bir takım verileri sistematik düzenleme ve yorumlama gibi faaliyetler matematiğin iyi öğrenilmesi ile ilişkilendirilmiştir (İnan, 2006).

Matematik öğretiminin önemine karşın ülkemizdeki matematik öğretiminin geldiği nokta henüz istenilen düzeyde olmadığı söylenebilir. Peker ve Mirasyedioğlu (2003), ilk ve ortaöğretimde matematikteki başarısızlığa dikkat çekerken, uluslararası düzeyde yapılan değerlendirme araştırmalarının sonuçları bunu doğrulamaktadır (Kemankaşlı, 2010; Olkun & Aydoğdu, 2003; Özerbaş & Kaygusuz, 2012; Zopluoğlu, 2013). Geometri alt alanında da durum çok farklı görünmemektedir. Bu sonuçlara paralel olarak yapılan araştırmalarda çoğu öğrencinin geometriyi öğrenmede zorluk çektiği ortaya çıkmıştır (Kemankaşlı, 2010). Bunun birçok sebebi olacağı gibi, Olkun & Aydoğdu (2003), öğrencilerin geometri bilgisini kazanma sürecinde ezbere öğrenmeye yönlendirildiğinin ve öğrencilerin geometriyi formül ve kuralların ezberleneceği bir konu olarak gördüklerinin altını çizmektedir. Özerbaş ve Kaygusuz (2012), geometri öğretiminde karşılaşılan en önemli zorluklardan birisini temel kavramların öğrenilmesi olarak belirtmiş, işlem becerilerine daha fazla ağırlık verilmesi ve ders kitaplarında geometri konularının sonlarda yer almasından dolayı geometri konularına

yeteri kadar önem verilmediğini savunmuştur. Bununla birlikte Peker ve Mirasyedioğlu (2008), matematikteki başarısızlığın bir nedenini matematiğe karşı olumsuz tutumlarla ilişkilendirirken, ön yargıların azalmasının matematiğe karşı olumlu tutumların gelişmesini sağlayacağını ifade etmiştir. Ayrıca Peker ve Mirasyedioğlu (2003), lise 2'inci sınıf öğrencilerinin olumlu tutuma sahip olmalarına karşın başarısız olmalarını, öğrencilerin başarı konusundaki kaygılarından kaynaklandığını belirtmiştir.

Yunanlı Filozof ve Matematikçi Eflatun, geometrinin önemine dikkat çekmek için tanrının insanlara kurallarını bildirme aracı olarak geometriyi kullandığını belirtmiştir. Geometrinin dikkat çeken ve diğer matematik ve geometri konuların öğrenilmesinde önemli bir kaynak olan konulardan birisi *çember* alt konusudur. İnsanlığın en önemli icatlarından birisi olan tekerin icadına modellik etmiş, fizik, kimya, astronomi gibi bilim dallarının ana bileşenlerinden olmuştur. Atomun yapısından ve uzayda gök cisimlerinin hareketine, hacim hesaplamaların yapılmasından sanayi üretimine kadar çembersel ve dairesel yapılar ve hesaplamalar her yerde karşımıza çıkmaktadır. Pi sayısı ( $\pi$  ile gösterilir) gibi önemli bir sabitin keşfine temel oluşturmuştur. Cudnovski kardeşler uğraşları sonucunda Pi sayısının virgülden sonra 1 milyar basamağını hesaplamış ve bu basamakları bulma sebebini, evrenin Pi sayısında saklı olması olarak ifade etmiştir. Bu ifadeler MÖ 400'lü yıllarda Eflatun'un söylediği sözlerin diğer bir ifadesi gibidir. Bu denli önemli bir konunun öğrenilmesinde, yeteri kadar ilginin hem öğrenciler hem de öğretim süreci açısından gösterilmemesi sonucunda ortaya çıkan kavram yanılgıları ve öğrenme eksiklikleri çeşitli araştırmalara konu olmuştur (Güven & Karataş, 2005; Özsoy & Kemankaşlı, 2004).

Geometrinin öğrenilmesinde uzamsal becerilerin önemli bir etken olduğu bilinmektedir. BİT ve bunlar ile hazırlanan öğretim etkinlik ve materyallerinin sağlamış olduğu görselleştirme, etkileşim, dönüşüm, boyutlandırma gibi imkânlarla uzamsal becerilerin gelişimine büyük katkıda bulunabilir. Olkun ve Altun (2003), öğrencilerin bilgisayarlı

ortamda geometriyi daha iyi öğrenebildiğini belirtmiştir. Öğrenim-öğrenme sürecinde iyi tasarlanmış öğretim etkinlik ve materyalleri, öğretim ortamını uyarıcı açısından zenginleştirerek dikkat çekmekte, konulara ilişkin eski bilgileri hatırlamayı kolaylaştırmakta, motivasyonu ve öğretimin kalitesini artırmakta, öğretmenin işini kolaylaştırmaktadır (İşman, Baytekin, Balkan, Horzum & Kıyıcı, 2002; Yarar, 2010). Yapılandırmacı öğrenme sürecinde aktif rol oynayan öğrenci, öğrenme faaliyetlerini gerçekleştirirken ve arkadaşları ile iletişim kurarken teknolojiyi kullanmasının büyük önemi vardır. Özellikle öğrenme ürünlerinin elde edilmesi ve öğrenmenin kalıcılığının sağlanmasında etkin kullanımı öğrenme faaliyetlerinin verimliliğini artırmaktadır (İşman ve diğerleri, 2002).

Öğretim materyal ve etkinliklerinin kalitesi öğrenci başarısını önemli ölçüde etkilerken, iyi tasarlanmamışlar ise öğretime katkı sağlamak yerine engelleyici olabilirler (Kaya, 2005). BİT ortamında hazırlanan öğretim materyalleri genellikle bireysel öğretime yönelik ve öğrencileri sosyalleşme sürecinden yoksun bırakabilmektedir (Kızıllöz, 2009). Ayrıca bu tür öğretim materyalleri öğretmenin öğretici kimliğini tamamen ortadan kaldırmaktadır. Özellikle bir dersi tamamen ele alan öğretim materyalleri, sınıf ortamı ve hatta YÖY'e uygunluk göstermeyebilir. Bir diğer durum ise bu tür öğretim materyallerinin hemen temin edilemeyecek ya da maliyetli olmasıdır (Sezer, 2011). Bu durumda BİT atıl durumda kalabilmektedir.

Ancak bu gibi sınırlılıkların olması BİT'in kullanılmaması anlamına gelmemeli, sağladığı faydalar ve dünyada öğretim sürecinde hızlı ve etkin olarak yerini alması göz önüne alınmalıdır. Teknoloji kullanımının alışkanlıkları ve uygulamaları değiştirdiği ortadadır. Ancak eğitimde hızla yaygınlaşan AT'nin, yazı tahtasının kullanım biçimini ortadan kaldırdığını ya da kaldırması gerektiğini söylemek yanlış olur. Bu sebeple gerek FATİH projesi ile okullara gönderilen, gerekse özel olarak okullar tarafından tedarik edilen AT sistemleri beyaz tahta ile birleşik olarak tedarik edilmektedir. Buna gerek var mıdır? Bu

sorunun cevabı, AT sisteminin yapısı ve öğretim sürecinde kullanımını incelendikten sonra verilmelidir.

Bilgisayar teknolojilerini kullanırken sınırlılıkları ortadan kaldırmak ve ayrıca teknoloji destekli öğretimi daha verimli hâle getirmek üzere yapılan çalışmalardan özellikle FATİH projesi kapsamında araç-gereç alımı göz önüne alındığında öğretim sürecine katkıda bulunmak amacıyla bu araştırmanın yapılmasında fayda görülmüştür. Başka bir deyişle, bilgisayar teknolojilerinin öğretim sürecinde etkin kullanımı için lise 11. sınıf geometri öğretim programında yer alan çember konusundaki kavramların ve genellemelerin öğretimine yönelik AT ortamı için etkileşimli ders modülü tasarlanarak uygulanması ve YÖY temeline dayanan 5E modeline göre gerçekleştirilen öğretim sürecine katkısının incelemesi ihtiyacı hissedilmiştir.

Bunun yanında yapılan literatür taramasında, 5E modeli ile çember konusunun öğretimine ilişkin bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ayrıca Kemankaşlı (2010), geometri konularıyla ilgili çalışmaların daha çok ilköğretim düzeyinde yapıldığını belirtmiştir. Bu durum ve sözü edilen ihtiyaçtan yola çıkarak araştırmanın ana problemi, “Lise 11. sınıf geometri öğretim programında yer alan çember ünitesindeki kavramların ve genellemelerin öğretimine yönelik AT için etkileşimli ders modülü tasarlanarak uygulanmasının YÖY temeline dayanan 5E modeline göre gerçekleştirilen öğretim sürecine 4 bileşen (5E modeline uygun gerçekleşme, kavram ve genellemeleri öğrenme, AT kullanımına karşı tutum ve akademik başarı) bakımından anlamlı bir katkısı var mıdır?” biçiminde belirlenmiştir. Bu problem aşağıda verilen alt problemlerde ayrıntılı olarak cevaplanmaya çalışılmıştır.

## **1.2. Araştırma Soruları**

1. *Çember Ders Modülü (ÇDM)* ile gerçekleştirilen öğretim sürecinin 5E Modeline uygun gerçekleşme düzeyi nedir?

2. ÇDM ile 5E modeline uygun olarak gerçekleştirilen öğretimin, öğrencilerin çember ünitesine ilişkin kavram ve genellemeleri öğrenmelerine etkisi nedir?
  - 2.1. ÇDM'nin etkililiği öğrenci cevapları açısından nasıldır?
  - 2.2. ÇDM'nin etkileşim düzeyinin öğrencilerin öğrenmelerine yansması nasıldır?
3. Öğrencilerin, yarı deneysel desende, ön test – son test modeline göre uygulanan matematik dersinde AT kullanımına ilişkin tutumlarında istatistiksel olarak farklılık var mıdır?
  - 3.1. Deney ve kontrol grubunun, yarı deneysel desende, ön test – son test modeline göre uygulanan matematik dersinde AT kullanımına ilişkin tutumları arasında istatistiksel olarak farklılık var mıdır?
  - 3.2. Öğrencilerin, yarı deneysel desende, ön test – son test modeline göre uygulanan matematik dersinde AT kullanımına ilişkin tutumlarında çeşitli değişkenler bakımından (cinsiyet, teknoloji ilgisi, bilgisayara sahip olma ve derste kullanılmasını isteme) istatistiksel olarak farklılık var mıdır?
4. Öğrencilerin, ÇDM ile 5E modeline uygun olarak gerçekleştirilen öğretim sonunda, yarı deneysel desende, ön test – son test modeline göre uygulanan *Ünite Değerlendirme Sorularında (ÜDS)* kavram ve genellemeleri öğrenme düzeyleri nasıldır?
5. Öğrencilerin, ÇDM ile 5E modeline uygun olarak gerçekleştirilen öğretim süreci ile ilgili görüşleri nelerdir?

### 1.3. Amaç

Bu araştırmanın temel amacı, bilişim teknolojilerinin öğretim sürecinde etkin kullanımı için lise 11. Sınıf geometri öğretim programında yer alan çember konusundaki kavram ve genellemelerin öğretimine yönelik AT için etkileşimli ders modülü tasarlanarak



uygulanması ve YÖY temeline dayanan 5E modeline göre gerçekleştirilen öğretim sürecine olan katkısının incelenmesidir.

#### 1.4. Önem

Değişmeyen tek şeyin değişimin kendisi olduğu felsefesinden hareketle, insanın yaşam mücadelesini sürdürmede en etkili araç sürekli öğrenme ve bu sayede değişime ayak uydurmaktır (Keser, 2003). Değişimin her alanda gerçekleştiği ve eğitimin de bundan etkilenen bir alan olduğu düşünülürse geleneksel öğretim yaklaşımı günümüzde yeterliliğini yitirmeye başlamıştır. Bireyin öğrenirken elde ettiği bilgileri anlamlı yapılar haline getirmesinin yanında, etkili bir sosyal anlayış, iyi bir iletişim ve işbirliği içinde çalışma becerisi gösterme, önemli kararlar için sorumluluk alma ve bilgi üretme, bilgiyi kullanma gibi birçok yeterliliğe sahip olması beklenir (Tynjala, 1999). Geleneksel öğretim bu tür yeterlilikleri kazandırmakta etkisiz kalmış ve bu gün Amerika, İngiltere, Almanya, Tayvan, İspanya, Avustralya, Kanada, İsrail, Yeni Zelanda gibi birçok ülkenin öğretim programında yer alan YÖY ülkemiz orta öğretim programlarında yerini almıştır (Kemankaşlı, 2010).

Yenilikçi ve değişime açık, teknolojiyi öğretim ortamlarında kullanmanın gerekliliğini vurgulayan bu yaklaşım günümüzde hızla yaygınlaşan ve böylece öğretim ortamlarını değişime zorlayan bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Bundan hareketle ülkemizde FATİH projesi öğretim ortamları 5 basamakta teknoloji donanımlı hale getirilmektedir (Mahiroğlu ve diğerleri, 2011):

- Bileşen 1: Donanım ve Yazılım Altyapısı
- Bileşen 2: e-İçeriğin Geliştirilmesi ve Sağlanması
- Bileşen 3: Derslerde BT Kullanımı için Öğretmenlere Hizmet İçi Eğitim Verilmesi
- Bileşen 4: Öğretim Programlarında Etkin BT Kullanımı
- Bileşen 5: BT'nin Bilinçli, Güvenli, Yönetilebilir ve Ölçülebilir Kullanımının Sağlanması

Bu proje ile donanım alt yapısı önemli ölçüde tamamlanan öğretim kurumlarında, teknoloji ortamında kullanılacak öğretim materyal ve etkinlikleri ile ilgili soru işaretleri ortaya çıkmıştır. Birçok ders konusunda yeterli düzeyde olmayan öğretim materyal ve etkinlikleri matematik ve dolaylı olarak geometri konularının öğretiminde eksikliği hissedilen bir durum olmuştur. Kemankaşlı (2010), ülkemizde ortaöğretim geometri öğretiminde öğrenme ortamının tasarımı ile ilgili bir çalışma olmadığını ve Geometri öğretim programında yapılandırmacı öğrenme etkinliklerinin yer almadığını belirtmiştir. Özellikle teknoloji ile hazırlanan öğretim etkinlik ve materyalleri ile bilgiler sadeleştirilerek ve basitleştirilerek, hayati tehlike arz eden uygulamalar üzerinde tehlikesiz bir şekilde ya da soyut uygulamaları kolaylaştırarak oluşturulan simülasyonlarla denemeler yapma, başka bir deyişle yaparak yaşayarak öğrenme ortamı hazırlar (İşman ve diğerleri, 2002). Yalın (2004), öğretim materyallerinin, öğretim sürecine sağladığı faydaları aşağıdaki gibi sıralamıştır:

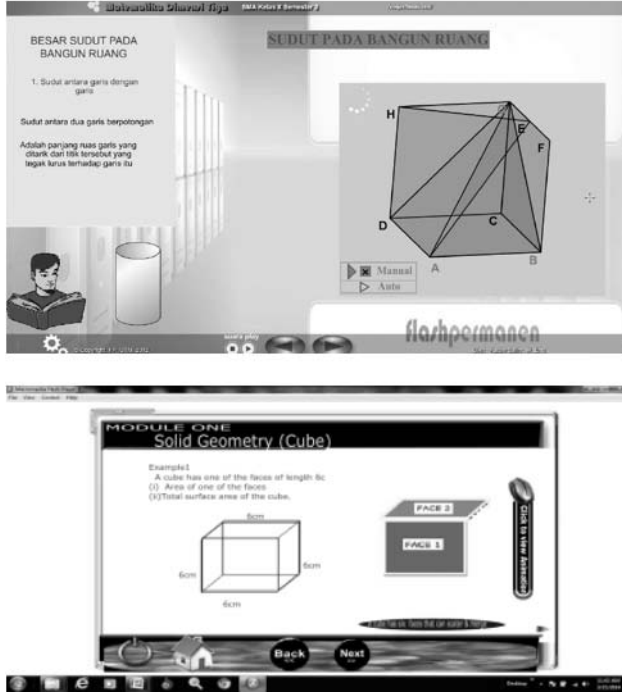
1. Çoklu öğrenme ortamı
2. Dikkat çekme
3. Hatırlamayı kolaylaştırma
4. Öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarını karşılamasını sağlama
5. Soyut kavramları soyutlaştırma
6. Zamandan tasarruf sağlama
7. Güvenli gözlem yapma
8. Farklı zamanlarda birbiri ile tutarlı içerik sunma
9. Tekrar tekrar kullanabilme
10. İçeriğin basitleştirilmesi

Birçok etkinlik tasarımında öğrenci sadece dinleyen ya da kalıplaşmış bir takım bilgileri alan, sadece ileri, geri gibi yönlendirme butonlarını kullanan pasif alıcı durumundadır

(bkz. Resim 1). Bununla birlikte kavram ve genellemelerin doğrudan verilerek, YÖY'e uygun olmayan bir biçimde sunulduğu görülmektedir.

Resim 1

*Eğitim yazılımlarından örnek görüntüler*



(Gambari, Falode & Adegbenro, 2014; Salim & Tiawa, 2015)

Bu nedenle araştırmada, belirtilen eksikliklerin giderilmesi ve geometri dersi öğretim sürecinde teknolojiyi etkili ve verimli kullanılması amacıyla YÖY'ü temele alan 5E modeline uygun, geometrinin çember ünitesine ait kavram ve genellemelerin öğretimi için etkileşimli ders modülü tasarlanıp, uygulanarak yapılandırmacı öğretime katkı yapılacağı düşünülmektedir.

## 1.5. Varsayımlar

Bu araştırmada;

1. Öğretim ortamının doğal ortamı içerisinde öğretimin gerçekleştirildiği,
2. Hazırlanan ölçek ve etkinliklerle ilgili görüş alınan uzmanların ve öğretmenlerin yansız oldukları,

3. Yapılan görüşmelerde öğrencilerin gerçek fikirlerini açıkça belirttikleri,
4. Öğrencilerin ön test, son test, ÖÇY’de yer alan işlem basamaklarındaki soruları ve ÜDS sorularını ciddiyet ve samimiyetle cevapladıkları varsayılmıştır.

### 1.6. Sınırlılıklar

Bu araştırma;

- 2014-2015 öğretim yılı 2. döneminde Afyonkarahisar İl Merkezi’nde bulunan bir lisenin 11. Sınıflarından 2 şubede öğrenim gören toplam 52 öğrenciden elde edilen verilerle,
- Yöntem açısından araştırma sürecinde elde edilen nitel ve nicel verilerin analizi ile sınırlıdır.

### 1.7. Tanımlar

**Yapılandırmacı Öğretim Yaklaşımı:** Bilginin öğrenci tarafından aktif olarak keşfedildiğini ve oluşturulduğunu, yeni bilginin fiziksel ve bilişsel aktiviteler ile yansıtılabileceğine, realitenin oluşturulmasının dünyanın bireysel yorumlanması olduğuna ve öğrenmenin sosyal bir aktivite olduğuna inanılan ve öğretimde bilgi aktarmaya karşı olan öğretim anlayışıdır (Clements & Battista, 2002).

**5E Modeli:** Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) tarafından ortaya atılan ve başlangıç olarak biyoloji bilimleri alanında öğretim programı için geliştirilen, dikkat çekme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme aşamalarından oluşan ve İngilizce karşılıklarının baş harfleri ile anılan ve yapılandırmacı öğretim yaklaşımını temele alan ve günümüzde tüm disiplinlerde öğretim süreçlerinde kullanılan öğretim yaklaşımıdır (Bybee, 2009).

**Dinamik Geometri Yazılımları:** Çizim ile geometrik şekil arasındaki ilişkileri yani görsel ve matematiksel bilgi arasındaki farklılıkları görmede kullanılabilen, etkileşimli

geometri öğrenme ortamı sunan ve görsel ve matematiksel bilgi arasında tutarlı bağlantıların kurulmasını sağlayan yazılımlardır (Tapan-Broutin M. S., 2010)

## 2. Bölüm

### Literatür

Çalışmanın kuramsal çerçevesinde, *Matematik Öğretimi*, *Geometri* ve *Geometri Öğretimi* gibi matematik ve geometrinin ve aralarındaki ilişkinin açıklandığı ve geometrinin alt konularından *Çember* ünitesine ilişkin konulara yer verilmiştir. Ardından *Yapılandırmacı Öğretim Yaklaşımı (YÖY)* ile matematik öğrenme ve öğretimini yapılandırmacı perspektiften incelendiği *YÖY ve Matematik Öğretimi* konuları yer almış, sonrasında *YÖY ve Öğrenme Ortamı* ile *Öğrenci ve Öğretmen Rollerini* irdelenmiştir. YÖY 'de temel bileşenlerden birisi öğretim etkinlikleri ve materyaller ile çalışma yaprakları gibi araçlardır ve bunların kullanımında ortaya çıkan faydalar ve kullanım gereklilikleri açıklanmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın öğretim yöntemi olarak kullanılan temel teori YÖY'e dayanan 5E modeli işlendikten sonra, *Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT)* ve *YÖY* ve bu başlık altında *Dinamik Geometri Yazılımları (DGY)*, *Akıllı Tahta (AT)* ve *Animasyon* konularına ve son olarak çalışmanın konusu ile bağlantılı araştırmalara yer verilerek bu bölüm tamamlanmıştır.

### 2.1. Matematik Öğretimi

Toplum hayatında, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişimlere paralel olarak köklü değişimler yaşanmaktadır. Bununla birlikte problemler ortaya çıkarmakta ve matematiksel akıl yürütme ve problem çözme becerileri temelinde çözümler üretilmesi beklenmektedir. Matematik her düzeyde ve her meslek dalında önemli role sahip olduğundan (Aksu & Keşan, 2011) ve günlük yaşantıda ve işyerlerinde matematiği kullanabilmeye ve anlamaya olan ihtiyaç arttığından (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2008), neredeyse yaşamın tüm alanları matematiksel düşünmeyi ve problem çözmeyi gerektirmektedir. Dolayısıyla matematik dinamizmini koruyarak insanoğlunun kullandığı en önemli araçların başında gelmeye devam etmektedir.

Matematiği tanımlamanın güc olduğu bilinmekle birlikte, Skemp (1987), insan aklının zihinsel fonksiyonlarının örneklerini ve kendi kullanımı için sahip olduğu en güçlü ve en uyum sağlayabilir zihinsel araçlarını matematikte gördüğünü belirtmiştir. İnsanoğlu matematiği kullanarak modeller üretir ve bunlar üzerinde çalışarak, düşünerek ve sonuç çıkararak çeşitli icatlar geliştirir. De Corte (2004), matematiği gerçekliğin matematiksel modeline dayanan anlam oluşturma ve problem çözme aktiviteleri olarak tanımlamıştır. Matematik zihinsel süreçtir ve düşünme ile ilgilidir. Soyut tanım ve şekiller arasındaki ilişkiyi, özellikleri ve ilişkinin durumunu inceler (Gözen, 2001). İşcan (akt. Altun, 2009b, s. 1), matematiğin ortak bir bilim dalı olduğunu belirterek “matematik, aritmetik, cebir, geometri gibi sayı ve ölçü temeline dayanan niceliklerin özelliklerini inceleyen bilimlerin ortak adıdır” demiştir. Yıldırım C. (2010), matematiği iki aşamalı olacak biçimde, ilk aşamada sayı, nokta, küme gibi soyut nesnelere ve aralarındaki ilişkileri bulma ve ikinci aşamada bunların ispatı olarak ele alınabileceğini ve böylece iki aşamalı matematiğin yöntemine ulaşılabileceğini belirtmiştir. Matematiğin, öğretilmesi gereken soyut kavram ve beceriler koleksiyonu olmayıp, bunun yerine realitenin modellenmesi temelinde, problem çözme ve anlamlandırma süreçlerinden elde edilen bilgiler ve gelişen beceriler olarak algılanması gerekmektedir (Altun, 2009a).

Değişen dünyada, gelecek nesillerin yaşamdaki yeri, matematiksel bilgiyi kullanma ve matematiksel bilgi ile akıl yürütme becerilerine sahip olmayı kapsar ve geleceğe yön verecek artan sayıdaki fırsat ve seçeneklere matematiği anlayabilenler ve yapabilenler sahip olabilecektir (NCTM, 2008; Toptaş, 2012). Matematik geleceğe açılan fırsatlar sağladığına göre, matematiksel becerilerdeki eksiklikler açılacak fırsatlar için engel olabileceğinden tüm öğrencilerin, matematikle çalışmaları desteklenmeli ve fırsatlar sağlanmalıdır (NCTM, 2008).

Matematik, kendi başına bir dil olduğundan, birçok temel kavrama sahiptir ve etkili öğretim bunların tam olarak kazandırılmasından geçmektedir. Doğrudan alıştıurma ya da

uygulama çalışmalarına geçmek, anlamaya değil ezbere öğrenmeye yol açar (Altun, 2009a). Anlayarak öğrenme, öğrencilerin gelecekte karşılaşmaları kaçınılmaz olan yeni tür problemleri çözerken, öğrendiklerini kullanmada onları aktif edecek temel etkidir (NCTM, 2008). Kavram, kavram ilişkileri, temel matematiksel işlemler ve işlemlerdeki matematiksel anlamlar önemsenmeli, ezberciliğe neden olan işlem ve bilgi odaklı öğretim anlayışı terk edilerek, işlem ve kavramı anlama arasında bir denge yakalanmalı (MEB, 2013b), matematiksel modeller, yapılar ve gösterimler için anlam oluştururken öğrencilere fırsatlar sağlamalıdır (NCTM, 2004).

Matematiğe bakış açısı, bireyin matematiği öğrenme biçimi ile doğrudan ilgilidir (Hare, 1999). Hayatında matematiği kullanabilen, problem çözebilen, çözümlerini ve düşüncelerini paylaşabilen, ekip çalışması yapabilen, matematikte öz güven duyabilen ve matematiğe yönelik olumlu tutum geliştiren bireyler yetiştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Özerbaş & Kaygusuz, 2012). Öğrencilerin yanında öğretmenlerin matematik ve matematiği öğretme üzerine inanışlarının etkisi, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarındaki değişime neden olmakta (Stipek, Givvin, Salmon & MacGyvers, 2001) ve dolayısıyla öğrenci tutum ve başarılarında etkisi görülebilmektedir. Matematik öğretmenlerinin öğretim uzmanlığının birçok bakımdan önemli bir bileşen olması beklenmektedir (Peker, 2009). Matematik öğretiminde, salt matematik ve işlem becerisi öğretimi yerine keşfederek, yaparak, yaşayarak, yansıtarak ve buna benzer öğrenme biçimleri benimsenmiştir. Matematiğin doğasına uygun öğretimde, öğrencilerin şu beş yeterliliğe sahip olması gerekir (Van de Walle, Karp & Bay-Williams, 2016).

1. Kavramları anlama
2. Stratejik yetenek
3. Uyarlanabilen mantık
4. İşlemleri akıcılık



## 5. Üretkenlik eğilimi

Bu yeterliliklerin kazandırılmasında öğretim programının tasarımının rolü belirgindir. NCTM (2008)'in belirttiği prensiplerde, öğretim programını bir aktivite koleksiyonundan fazlası olduğunu vurgulayarak, tutarlı olması, matematiğin önemine odaklanması ve sınıf düzeyi geçişlerinin iyi bir şekilde belirtilmesi gerektiğini belirtilmiştir. Bilgi çağı, öğretim programının değerine katkı yaparken ve BİT öğretim programı tasarımlarını etkilemiştir. Matematik öğretim programında *Matematiksel modelleme ve problem çözme ve BİT'i yerinde ve etkin kullanmanın* geliştirilmesi gereken beceriler içerisinde yer alması bunu göstermektedir.

Matematiğin değerini bilen, matematiksel düşünme becerisi gelişmiş, matematiksel modelleme yapabilen ve bunu problem çözme süreçlerine uygulayabilen nesiller yetiştirmek üzere matematik programı ile öğrencilerin kişisel, sosyal ve mesleki gelişimlerini sağlamaları amaçlanmaktadır (MEB, 2013b). Bunlar matematik öğretiminde, çeşitli arka plan ve yeteneklere sahip öğrencilerin deneyimli öğretmenlerle çalışmaları, önemli matematiksel düşünceleri anlayarak öğrenmeleri, donatıcı, destekleyici ve teknoloji donanımlı çevre (NCTM, 2008) ve onları zorlayan problemler ile gerçekleşir. Altun (2009b), rutin olmayan problemlerle öğrencilerin düzeyine uygun araştırma çalışmaları yapmanın öğretim etkinliklerindeki önemine vurgu yapmaktadır ve öğrencilerin bireysel ya da grup olarak bu tür çalışmalar yapmasının öğrendiklerini uygulama fırsatı yanında bağımsız çalışmalar yapma, özgün düşünce üretme ve açıklama yapma becerilerinin geliştirebileceğini belirtmektedir.

Matematik öğretimi, sınıf düzeylerinde ihtiyaca ve becerilere göre çeşitlilik gösterirken, verilen matematik bilgilerinin ne olduğu ve uygulama alanları anlatılmalı ve öğrencilerin uygulayabileceği ortamlar hazırlanmalıdır (Alkan & Altun, 1998). Matematiğin ne olduğu ve öğrenilmesine gerekenin nasıl ve ne ölçüde genişleyeceğine dair düşünceler, geliştirmekte ve yenilikler meydana getirmektedir (Skemp, 1987). Bugün matematik

eğitiminde amaç öğrencilere, matematiği anlayabileceği ve matematiksel düşünmeyi öğrenmesine yardım edebilecek bir sistem kazandırmak (Franke & Kazemi, 2001; Smith M. S., 2000), matematiksel istek edinebilmelerini (De Corte, 2004) ve matematiksel bilgi ve becerileri gerektiğinde kullanmalarını, gerektiğinde de yeni bilgilere uyarlayabilmelerini sağlamaktır (Tuncer, 2008). Bunların gerçekleşmesi öğretimin içeriğini iyi organize etme, problem çözme becerilerini ustaca kullanma, bilişsel olarak ve isteklik yönünden kendini hazırlama ve problem çözmeye karşı inançlar ile ilgilidir (Altun, 2009b). Günlük hayatta yapılan eşya ve araçları kullanırken ölçümler yapma, elde edilen sonuçları ve verileri yorumlama, karşılaştırma gibi faaliyetler için temel matematik kavram ve becerilerin kazandırılması gerekir (Altun, 2009b). Bu temel kavramların ve becerilerin başlıca bulunduğu ve gerekli becerileri kazandırmaya yönelik alanlardan birisi de geometridir.

## 2.2. Geometri Öğretimi

Geometri kelimesinin Türkçe karşılıkları *yer* ve *ölçme* olan kelimelerinden oluştuğu bilinmektedir. Matematiğin nokta, doğru, düzlem, düzlemsel şekiller, uzay, uzaysal şekiller ve bunlar arasındaki ilişkiler ile geometrik şekillerin uzunluk, açı, alan, hacim gibi ölçümlerini içerir (Baykul, 2005; Kemankaşlı, 2010).

Matematik doğada ve bilimde uygulamalarına sıkça rastlanılan bir bilim olarak kendine has desene sahip olmakla birlikte, bu desen sadece sayı ve işlemleri ifade etmediği gibi, çevremizdeki olgu ve olayların anlaşılmasında ve ifade edilmesinde kullanılan bir dildir (Yaman, 2010). Geometri, yüksek düzeyde görselliğini çekici bulmamız ile ilgili olarak yaygın uygulamalara ve uzun bir geçmişe sahip, matematiğin önemli alt dalıdır (Joint Mathematical Council [JMC], 2001). Dünyayı tanımlamak, analiz etmek ve anlamak, yapısındaki güzellikleri görmek için bir araçtır (NCTM, 2008). Matematiğin aksiyometrik yapısının anlaşılmasını sağlamaktadır (Bal, 2012).

Geometri öğretimi ve problem çözümü şekil adı verilen temsiller ve bunların sahip olduğu matematiksel özelliklerle gerçekleştirilmektedir (Tapan-Broutin, 2010). Temelinde şekil ve nesne olduğundan insan hayatı ile iç içedir. Şekil, teorik matematiksel nesneyi ifade etmekle birlikte geometrik özellikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri içerdiği gibi çizim, geometrik şeklin somut temsilidir ve kâğıt, kumaş, ekran vb. ortamdaki izlerini ifade etmektedir (Tapan-Broutin, 2010). Geometrinin uygulama alanı çok geniştir ve mimarlık, mühendislik, astronomi ve sanata kadar her alanda kendini gösterir. Aksiyomlar tarafından oluşturulan mükemmel bir mantıksal sistemdir ve evren ve evrendeki ilişkileri anlamlandırırken her şeyin kesin bir tanımını yapar (Freudenthal, 1971). Kline (1963, s. 73), geometrinin önemini vurgulamak için, Rodos adası yakınında terkedilmiş gibi görünen bir adada Yunan filozof Aristippus'un ve birkaç arkadaşının gemiyle yaptığı kaza ile ilgili hikâyeyi hatırlatarak, Aristippus'un sahilde kumlara çizilmiş geometrik şekilleri fark ettiği sırada, arkadaşlarının kötü şansa üzülmelerine karşın onlara, "müsterih olun, medeni insanların izlerini gördüm" şeklinde verdiği cevabı aktarmıştır.

İnsanlık tarihinin ilk dönemlerden itibaren geometrinin izlerine rastlanmaktadır. Ortaya çıkışında Sümer, Hindistan, Babil, Mısır, Çin ve Yunan medeniyetlerinin katkısı olmuştur (Kemankaşlı, 2010). Mezopotamya'da temelleri atılmasına rağmen Babil tabletleri çok geç çözüldüğünden temellerinin Mısırdaki atıldığı sanılmıştır (Kaya R., 2004). Arkeolojik çalışmalar, Sümerler zamanında Ortadoğu'da ortaya çıktığını, daha sonra Babiller ve sonra da Mısırlılar tarafından geliştirildiğini gösterirken geometrik kuralların ilk kez MÖ 300'lerde Öklid tarafından sistematik biçimde belirtildiğini göstermektedir (Yazdani, 2007).

Geometri kavram, beceri ve uygulamalarını öğrenmek teknoloji çağında daha önemli hale gelmiştir. Temelde geometri öğretimi üzerine Piaget, Van Hiele, Clements ve Battista gibi bilim adamları çalışmalarına rastlanmaktadır. Geometri öğretimi üzerine yapılan önemli çalışmalardan birisi, geometrik düşünme düzeyleri üzerine yaptığı çalışmadır. Öğrencilerde

geometrik düşünmenin gelişimini izleyen Van Hiele, gelişimin 5 düzeyde gerçekleştiğini savunmuştur. Düzeyler, farklı türlerde geometrik düşünme biçiminin bulunduğunu ve bunları dikkate alınarak geometri öğretiminin yapılacağını işaret etmektedir. Düzeyler arası geçiş kendiliğinden gerçekleemekte, öğretim sürecinde belli bir program rehberliğinde gerçekleşir. Geometrik düşünme düzeyleri aşağıda görülmektedir (Clements & Battista, 1992):

I. Düzey (Görsel Dönem): öğrenciler ilk olarak şekil ve diğer geometrik nesnelere şekillerine göre ayırt ederler ve üzerlerinde buna göre işlem yaparlar.

II. Düzey (Tanımlayıcı / Analitik): bu düzeye erişen öğrenciler, geometrik şekillerin özellikleri ayırt edilebilir ancak şekil sınıfları aralarında bir ilişki kuramazlar.

III. Düzey (Soyut/İlişkisel): öğrenciler, soyut tanımlar oluşturabilir, kavramlar ile ilgili durumları ayırt edebilir, geometrik konularda mantıksal deliller üretebilir ya da anlayabilirler. Şekilleri hiyerarşik olarak sınıflayabilirler ve sınıflama özelliklerine ilişkin kanıtlar sunabilirler.

IV. Düzey (Mantıksal Çıkarım): bu düzeyde öğrenciler, aksiyom sistemi içerisinde teoremler oluşturabilir, açıklanmayan terimler, tanımlar, aksiyomlar ve terimler arasındaki farklılıkları anlayabilir ve orijinal ispatlar yapma yeterliliğine erişebilirler.

V. Düzey (En Üst Düzey): öğrenciler, matematiksel sistemlere ilişkin mantıksal düşünebilirken, referans modeller olmadan geometri ile çalışabilir ve aksiyom, tanım ve teorem gibi geometrik yapıları biçimsel olarak değiştirebilirler. Mantıksal akıl yürütmede kuramsal yapılar arasındaki ilişkiler kullanılır ve bunun sonucunda geometrinin aksiyomatik sistemlerini oluşturabilirler, değerlendirebilirler ve karşılaştırabilirler.

Öğrencilerin düzeylerde kavram ve ilişkileri ne düzeyde ve nasıl anlamlandıracağı ile ilgili zihinsel süreçlerin belirlenir. Düşünme biçimi ve düşünce tipleri ile öğretmen ve öğrencilerin yaşantılarında düzeylere göre farklılıklar bulunmaktadır (Büyüköztürk, Çakan,

Tan & Atar, 2014). Buna göre Piaget, lise öğrencilerinin soyut düşünebilmeleri, bilimsel yöntemlerle problem çözebilmeleri, düşünebilmelerini ve düşüncelerini etkinliklere yansıtılabilmeleri gerektiğini belirtir (Kemankaşlı, 2010). Aksiyometrik yapılar oluşturabilmeleri, ispatın önemini ve anlamını kavrayabilmeleri, ispatlanmış aksiyom ve teoremleri başka teoremlerin ispatlanmasında kullanabilmeleri beklenmektedir. Bu nedenle, çalışmanın odak noktalarından birisi de kavram ve genellemelerin ispatlarıdır. Bunların öğrenilmesi, bilginin nerede, nasıl ve ne zaman kullanılacağını ve kullanım amacını belirlemede rol oynadığından, öğrencilerin bilgileri öğrenmesi yanında bu soruları cevaplayabilmeleri beklenir (MEB, 2010).

Baki (2001), geometri öğretiminin genel amaçlarını iki ana başlıkta toplamıştır.

- Öğrenciler, fiziksel dünyayı, çevresini ve evreni açıklamada, anlam vermede geometriden yararlanabilmelidir.
- Öğrencilerin, problem çözme becerileri geliştirilmeli, geometrik şekilleri tanımayabilmeli, açıklayabilmeli, karşılaştırma, sınıflama ve ilişkilendirme yapabilmeli, geometrik yer kavramını ve dönüşümleri anlayabilmeli ve açıklayabilmelidir.

Geometri öğrenme geometrik nesnelere anlamak, bunları ölçmek için gerekli aletleri kullanmak ve elde edilen sonuçları değerlendirmek, görsel verileri (grafik, tablo vs.) anlamak ve daha uygun ve daha iyi olanı seçmek için karşılaştırmalar yapmak gibi temel matematik becerileri gerektirir (Alkan & Altun, 1998). NTCM, geometri ile öğrencilerin usavurma ve yargılama becerilerinin geliştiğini ve problem çözümede geometrinin önemli olduğunu vurgularken, geometri öğretimine yönelik bazı standartlar önermiştir (NCTM, tarih yok):

- İki ve üç boyutlu geometrik şekillerin özelliklerini çözümlenme ve geometrik ilişkilerle ilgili matematiksel kanıtlar geliştirmek,

- Koordinat geometri ve gösterim sistemleri aracılığıyla konumsal ilişkileri tanımlama ve yer göstermek,
- Matematiksel durumları çözmek amacıyla dönüşümleri uygulayıp simetriyi kullanmak,
- Problemleri çözmek için görselleştirme, usavurma ve geometrik modellemeyi kullanmaktır.

İşlev ve görsel estetik, yararlanılan nesnelerin düzgün geometrik şekilde olmasını sağladığından günlük yaşamımızda geometrik cisimlere sıkça rastlanmaktadır. İş hayatında, uzayı algılamada ve günlük yaşantımızda yüzey kaplamada, yapılar inşa etmede, çevre düzenlemede ve resim yaparken ve problemleri modellerken geometrik düşünce öncülük eder (Altun, 2009a). Matematik ve fiziksel dünya arasındaki arayüz olan geometri diğer alanlardaki bilgileri görselleştirmede kullanılır. İstatistik, cebir, fonksiyon, grafik gibi matematiksel alanlarda, görselleştirme özelliğinden faydalanılır. Matematik, fizik, astronomi, kimya, biyoloji, mühendislik, mimarlık alanındaki gelişmelere ve ilerlemelere katkı yapar (Yazdani, 2007). Goldenberg, Cuoco ve Mark (1998), geometrinin ideal düşünme yapısını oluşturmada uygun bir araç olduğunu belirtir.

Geometri öğretimi, problemleri tartışma ve düşüncelerini ifade etme olanağı sağlayarak, öğrencilerin geometrinin matematiğe kattığı zenginliklerden yararlanmalarını sağlar. Geometri, öğrenme sürecinde sonuç çıkarma ve ispatlama becerilerinin gelişmesine fırsatlar sunan ortamlar oluşur (Bal, 2012). Şekillerin ve cisimlerin özellikleri ve yapısını, aralarındaki ilişkileri inceleyen öğrencilerin problem çözme, akıl yürütme, analiz ve sentez yapma, kıyaslama, sıralama, genelleme gibi birçok becerilerini geliştirir. Usavurmayı ve matematiğin aksiyometrik yapısını öğrenmelerine yardım ederek ispatlar üzerine odaklar (Ersoy, 2003).

Geometri ile uğraşmanın yararları, geometrinin neden programda yer aldığını gösterir (Jones, 2002). Geometri öğretim programı, öğrencilerin seviyelerine göre matematikle en üst düzeyde uğraşacakları biçimde düzenlenmelidir. Öğrenci ihtiyaçları ve düzeylerinin çeşitliliğine uygun biçimde dersleri zenginleştirmek, tüm öğrenciler için gerekli matematik öğretimini sağlayabilir. Programda geometrinin bulunması aşağıdaki nedenlere bağlanmıştır (Alkan & Altun, 1998):

- Çevremizi saran ve kullandığımız nesnelere geometrinin konusudur ve insan için en varoluş sebebi olan yaşam bu nesnelere yaralanmayı gerektirir. Yararlanmak için ise eşyaların şekilleri ve özellikleri arasındaki ilişkileri bilmeyi gerektirir.
- Uzamsal yeteneklerin gelişimi geometri ile sağlanabilir. Günlük hayatta karşılaşılan birçok problem çözümünde geometrik beceriler kullanılır.

NCTM, 9-12. sınıflar için, problem durumlarını geometrik modellerle temsil etmeyi, eşlik ve benzerlik terimleri ile şekilleri sınıflandırmayı, aksiyometrik sistemi araştırmayı ve anlamayı önermektedir (Yazdani, 2007). Belirlenen standartlar, öğrencilerin geometri derslerinde geometrik şekillerin yapısını ve özelliklerini öğrendiğini, uzamsal görselleştirmenin, iki ve üç boyutlu şekilleri zihinde canlandırabilmenin ve farklı açılardan bakabilmenin geometrik düşünmede önemli yeri olduğunu belirtir. Programlardaki önerilerin başarılmaması öğretmenlerin gerekli stratejileri sınıfta kullanmalarını ile ilgilidir. 9 – 12'inci sınıflarda, öğrenciler yeni fonksiyon sınıfları, yeni geometrik perspektif tipleri ve yeni veri analiz yöntemleri ile karşı karşıya kalmalıdır (NCTM, 2008). Bu karşın, geometri ihmal edilmiş bir alan görünümündedir. Programlar, görsellikten yoksun bir matematik sunma eğilimindedir (Goldenberg ve diğerleri, 1998).

Öğrencilerin öğrenecekleri geometri konularının, buldukları düzeyle uyumlu olması beklenmektedir. Ülkemizde öğrenciler üst sınıflara, ulaşılması gereken kazanımlardan yoksun bir şekilde geçmektedir (Şengel & Özden, 2010). Duatpe ve Ubuz (2004) tarafından,

öğrencilerin geometri başarısızlıklarının sebeplerinden birisi, geometrinin seviyelerinin üzerinde sunulması olarak belirlenmiştir. Öğrenciler kavramları yeteri derecede öğrenemediklerinden, geometrik kavramlara ait özel kuralları bilimsel bir karşılığı olmadan ezberlemektedir (Clements & Battista, 1992). Derslerde sürekli ezbere bilgi alan, sürekli yazı yazan, pasif katılan öğrenciler belli bir süre sonra öğrenmekten vazgeçerek geometriye ilgi ve isteği azalabilmekte ve tutumları olumsuz olabilmektedir. Bu nedenle geometri öğretirken, öğrencilerin geometrik şekillerin ve özelliklerini, bunlarla ilgili problem durumlarını analiz ettiği akıl yürütme süreçlerine yer verilmelidir (Teltik Başer, 2008). Ne anlama geldiği cevaplanamayan bilginin, nerede ve nasıl kullanılacağı bilinmemekte ve öğrenildiği sanılan bilginin aslında ezberlendiğini göstermektedir.

Başarısızlığın diğer bir sebebi de çoğu sınıf öğretmenin okul hayatları sürecinde geometri konuları ile ilgili kötü deneyimleridir (Van de Walle ve diğerleri, 2016).

Freudenthal için, geometri öğretimine, aksiyomlar ve teoremlerle başlamak yanlış bir yaklaşımdır (Goffree, 1993). Aslında, aksiyom ve teorem gibi gösterişli ürünlerle başlama, öğrencileri teorem ve aksiyomların nasıl elde edildiğini bulma fırsatını engeller (Nakin, 2003).

Geometri öğretiminin istenilen düzeye henüz ulaşmadığı görülmektedir. Bu bulguları özellikle ülkemizde hem ulusal, hem de uluslararası sınavlarda elde edilen sonuçlar desteklemektedir (Bal, 2012). 2016 yılında *Öğrenci Seçme ve Yerleştirme (ÖSYM)* tarafından yapılan *Liselere Yerleştirme Sınavı* 'ndan (*LYS*) elde edilen sonuçlara göre lise son sınıf öğrencilerinin 30 geometri sorusundan doğru cevap ortalaması sadece 4.58 iken, sınava giren tüm öğrencilerin doğru cevap ortalaması ise 4.22 de kalmıştır.

Matematikte ise, doğru cevap sayısı ortalaması sırasıyla 10.38 ve 9.85 tir (Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi [ÖSYM], 2016). Sınava giren son sınıf adayları ve tüm adayların başarı düzeyi tüm dersler içerisinde en düşük geometride görülmektedir. *Ortaokul*



*Temel Eğitimden Ortaöğretime Geçiş (TEOG)* 2016 öğretim yılı 2. dönem sınavında ise, en az matematik dersinde soruların tam olarak doğru cevaplandığı ve en düşük ortalamanın %42.05 ile matematik dersine ait olduğu görülmüştür (MEB, 2016).

Benzer şekilde uluslararası sınavlarda da başarı düzeyi olumlu düzeyde değildir. Buna göre *Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment – PISA)* sınavlarında, ülkemizin başarı düzeyi önceki yıllara göre artış göstermekle birlikte matematik başarı sıralamasında 448 puanla 65 ülke arasında 44. sırada yer almıştır. Üst performansa öğrenci oranında ise %6 ile 42. sırada yer almaktadır. Çin bu alanda %55 oranı yakalayarak 1. sırada yer almıştır (Yıldırım, Yıldırım, Yetişir & Ceylan, 2013).

Matematik ağırlıklı 2012 yılındaki PISA sınavının sonuçlarda önemli düzeyde farklılık görülmemektedir. Başka bir deyişle Türkiye'den katılan öğrencilerin sayısı 0,1,2 düzeylerde *Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD)* ülkelerinden katılanların iki katına kadar çıkarken, 3., 4. ve 5. düzeylerde bu oran 2/3'ü kadardır (Anıl, Özer Özkan & Demir, 2015).

*Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (Trends in International Mathematics and Science Study – TIMMS)* sınavlarında genel olarak verilerde iyileşme görülmekle birlikte, sınıf düzeylerine göre ve alt düzeylerde katılımcı ülke ortalamalarının altında kalmıştır. Matematik öğretimi açısından da istenilen seviyede değildir. Diğer alanlarda gerçekleştirmek istenen amaçlarda başarılı olmak için eğitimde de önemli oranda iyileşmelerin görülmesi gerekir (Zopluoğlu, 2013). 2015 yılında yapılan TIMMS sınavında, sekizinci sınıflarda 621 puanlı Singapur birinci sırada yer alırken, Türkiye 500 ortalama ölçekli puanlamada 458 puan alarak 39 ülke arasında 24. sırada yer almıştır (Polat, Gönen, Parlak, Yıldırım & Özgürlük, 2016). 2011 yılında yapılan değerlendirmeye göre, 6 puan artış olmakla birlikte, 2011 yılındaki sınavda 42 ülke arasında konumunu korumuştur

(Büyüköztürk ve diğerleri, 2014). 2015 yılında geometri alanından alınan puan tüm matematik puanına göre 5 puan fazladır (463 / 458) (Trends In International Mathematics And Science Study [TIMSS] & The Progress in International Reading Literacy Study [PIRLS], 2016).

Geometride karşılaşılan zorlukları aşmanın yolu, geometrinin yapısını dikkate alarak yapılacak öğretimdir (Ertekin, 2006). Geometri öğretiminin temelinde diğer birçok alanda olduğu gibi kavrayarak anlama vardır. Belli kuralların ezberlenerek belli problem durumlarına uygulanması yanlış bir yöntemdir. Bu sebeple geometri öğretiminde Problem-Keşfetme-Hipotez Kurma-Doğrulama-Genelleme-İlişkilendirme yaklaşımı kullanılır (MEB, 2013b). Bu yaklaşımla problemi ve çözüm önerilerini keşfederek bir takım bilgileri elde eden birey hipotezler kurar ve bunları ispatlamaya çalışır. İspatlardan elde edilen bilgiler ile kavram ve genellemelere ulaşılır. Kavram ile genellemeler arasında ilişkiler kurularak bireyin zihninde kavramsal öğrenme gerçekleşir. Başka bir deyişle, keşfedilerek öğrenilen bilgi zihinde belli bir yapı ve düzen içerisinde yapılandırılır (Ertekin, 2006). İspatın önemi kavratıldığında, iletişim becerileri gelişir, katılım gösterdikleri öğretim sürecinde kültürel ve sosyal gelişim göstererek geometriyi anlarlar (Kemankaşlı, 2010).

Öğrenciler geometrik nesnelere, özellikleri ve nesne sınıfları arasındaki ilişkileri keşfetmek ve anlamak üzere çaba harcamaları sağlanmalıdır. Bunun için günlük hayatta karşılaşılabilecekleri dikkat çekici bir problem durumu ya da olay ile yüz yüze kalmaları sağlanır. Anlayarak öğrenmeleri sayesinde anlamsız tekrar ve ezberleme yoluna gitmeleri engellenebilir (Tuncer, 2008). Geometri ile ilgili kavramları ve kavramların kendi aralarındaki ilişkileri doğru bir şekilde öğrenmek geometri öğrenmenin önemli koşullarından biridir (MEB, 2009). Kavramsal bilgi doğrudan verilir arkasından alıştırma yapmak yerine, küçük basamaklardan oluşan süreçler halinde öğrencilerin anlayacağı biçimde sunmak, mantıksal ilişkiler kurma ve açıklama cesareti kazandırır (Kemankaşlı, 2010). Bu süreçte görselleştirme,

geometriyi öğrenmenin köşe taşıdır. Gerçek ve görsel nesnelere etkileşim gerektirir. Görselleştirme, görselleştirilecek nesneye ve böyle bir görselleştirmeden edinilen uzamsal becerilere bağlıdır (Nakin, 2003). Görsel temsillerin matematikte karmaşık soyutlama sürecine güçlü bir giriş sunabilir. Görselleştirmeyi öğretmenin aşağıda belirtilen yararları vardır (Nakin, 2003):

- Görselleştirme insan aklının bir parçasıdır.
- Görsel eğitim entelektüel gelişime katkı sağlar.
- Geleneksel (Öklid) bakış açısı yerine görsel düşünmeyi vurgulayan geometri öğrenme biçimine bir alternatiftir.
- Öğrenciler öğretim-öğrenme durumuna aktif olarak katılır (Hershkowitz, Parzys & van Dormolen, 1996).

Öğrencileri mümkün olduğunca bir çaba sürecine dâhil edecek ve bunu matematik öğretimi boyunca sürdüreceği bir öğrenme ve öğretim stratejisine yer verilmelidir. Stratejinin önemi *işitirsem unuturum, görürsem hatırlarım, yaparsam anlarım* Çin atasözü ile vurgulanmakla birlikte (Tuncer, 2008), *anlatırsam öğrenirim* ifadesi eklenebilir ki, öğrenilenlerin ifade edilebilmesi ile öğrenmenin gerçekleştiği söylenebilir. Sgroi'ye (1990) göre, uzamsal görselleştirme aşırı derecede matematiksel dil ve iletişim ile ilgilidir. Öğrenciler, matematiksel kavramları bilmeli ve öğretmenlerine ve yaşlılarına anlatmalıdır (Nakin, 2003).

Geometri birçok öğrenen için akıl yürütmeksizin, sonuç çıkarmaksızın ve ispat gerektirmeyen *şekil ve uzaydır*. Ancak, geometrinin güçlü yanlarından biri aslında geometrinin ispat ve matematiksel biçimlendirme yaparken öğrencilere tümevarım için ideal ortamı ve onların matematikçi gibi düşünmelerini sağlamasından kaynaklanır (Tapan & Arslan, 2008). Öğrencilerin çoğunluğu matematikçi, bilim adamı, mühendis ya da ekonomist

olmayacak olmasına rağmen, tümenden gelimli geometri esas değerini, somut düşünebilenlere mantıksal ve soyut düşünebilmeyi sağlamasından alır (Rowlands & Carson, 2006).

Geometri eğitimi, geometrinin öğretimine ilişkin felsefe, ilke ve metotlar ile ilgilidir. Geometri öğrenme ve geometri öğretim stratejileri de geometri gibi dinamik olarak gelişir. Geometri düzleminde en etkili öğretim metodununun araştırmak, tarihte geometrinin sahip olduğu öğretme, uygulama, öğrenme ve hatırlama için olan farklı stratejileri değerlendirmek için avantajdır (Yazdani, 2007). Öğrencilerin geometri problemlerini tartışmaları, iddia ve savlarını açıklamalarına fırsat vermek ve iddialarını geliştirme çabaları, iddialarında haklı çıkmaktan aldıkları haz düşünüldüğünde, bu, öğrencilere moral verip sosyal ve ruhsal gelişimlerine katkı yapar (MEB, 2010). Matematiğin güzelliğinden zevk almak, görsel düşünme ve uygun bir öğretim nesnesinin hoş olmasının olası bir çıktısı (Zimmerman, akt. Malabar, 2003) olduğundan, görsel matematiğin gücü ve estetiği, motivasyon ve ilham kaynağı olarak kullanılmalıdır.

Geometrinin gelişiminde ve estetik yapısına katkı yapan alanlardan birisi çember ve daire ile ilgili kavram ve genellemelerdir. İlk önemli geometri araştırması MÖ 1700'lerde yazılmış Ahmes'in çemberin alanını içermesi (Yazdani, 2007) ve MÖ 3000-2500 yıllarında tekerleğin icadının ve sonrasında gerçekleştirilen bilimsel ve estetik çalışmaların insanlığın gelişimine katkısı bu konudaki kavram ve genellemelere verilmesi gereken önemin işaretidir.

**2.2.1. Çember ve daire.** Çember ve daire konusu birçok bilim dalında hesaplamalara kaynaklık etmiştir. Bu konuda yaşanan eksik ve yanlış bilgiler sonraki geometri bilgilerini doğrudan etkiler ve geometri ve matematikte olduğu gibi, konu özelindeki çalışmalar kavram yanlışlarına (Çetin & Dane, 2004; Özsoy & Kemankaşlı, 2004; Yazgan, 2006) ve ön bilgileri hatırlamakta zorlandıklarını göstermektedir (Güngörmüş, akt. Özerbaş & Kaygusuz, 2012).

Çember konusu, 2014 – 2015 yıllarında, öğretim programında lise 9. ve 11. sınıfta yer almaktadır. Yapılan araştırmalar öğrencilerin çember ve daire konularında zorlandıklarını ve

bu konuda bilimsel çalışmaların az olduğunu göstermektedir (Ertekin, 2006). Özsoy ve Kemankaşlı (2004), çember konusunda oluşabilecek kavram yanlışlığı, ileriki geometrik bilgileri doğrudan etkileyebilecek nitelikte olduğu düşüncesiyle yaptıkları araştırmalarında, orta öğretim düzeyindeki öğrencilerin çember konusuna ait kavram yanlışlıklarına sahip olduklarını ortaya koymuşlardır (Özerbaş & Kaygusuz, 2012). Öğrencilerin, geometrik düşünme yeteneklerinin geliştirilmesinde de, kavramlar arasındaki bağıntıların ayrıntılı açıklanması gerektiği belirtilmiştir. Güngörmüş (akt. Özerbaş & Kaygusuz, 2012), ortaöğretim öğrencilerinin çember kavramına ait ön bilgileri hatırlamada güçlük çektiklerini belirlemiştir. Yazgan (2006), ortaöğretim öğrencileriyle yaptığı çalışmada, öğrencilerin *geometrik yer* kavramını iyi yapılandıramadıkları, yanlış kavramlara sahip oldukları ve bu kavram yanlışlıklarını irdelemeksizin kullandıkları görülmüştür (Özerbaş & Kaygusuz, 2012).

Çember ile ilgili kazandırılan temel kavramlardan birisi Pi sayısıdır. Çemberin çevresinin, çapa bölümünden elde edilen Pi sayısı geometri hesaplamalarının temel elemanlarından biridir. Uzun yıllar çalışma konusu olmuştur. Virgülden sonraki basamak sayısı tarihinden de uzun olup, son olarak 1995 yılında Yasumasa Kanada, rekor kıran hesaplaması ile 6.442.450.000 basamağı elde etmiştir (Zafer, 2012). Dairenin çevresinin hesaplanmasında farklı olarak pi sabitinin bilinmesi yani önce pi sabiti kavramının kazandırılması gerekir (Alkan & Altun, 1998). Basit uygulamalar yaptırılarak, örneğin öğrencilerden çembere nesnelere çevrelerini yarıçaplarına oranını bulmaları istenerek keşfettirilebilir. Farklı cisimlerden elde edilen oranların yaklaşık olarak aynı olduğunu keşfetmeleri ve buradan da çevre formülünü elde edebilmeleri sağlanabilir.

Türkiye 'de geometri öğretimi 2014-2015 öğretim yılında TTKB'nin 2010 tarihli ve 330 sayılı kararı ile Ortaöğretim Geometri Eğitimi Programı'na göre uygulanmıştır. Bu araştırma, 11. Sınıflar için yürürlükte olan bu programa göre hazırlanmış ve yürütülmüştür. Programda çember ünitesine ait kavram ve genellemeler aşağıda verilmiştir (MEB, 2010):

1. Çemberi, temel ve yardımcı elemanlarını açıklar, uygulamalar yapar.
2. Çemberin vektörel, standart ve genel denklemini elde eder, uygulamalar yapar.
3. Çemberin parametrik denklemini elde eder ve uygulamalar yapar.
4. Bir çember ile bir doğrunun birbirlerine göre konumunu belirler ve uygulamalar yapar.
5. Çemberin bir noktasındaki teğeti ile ilgili teoremleri ispatlar ve uygulamalar yapar.
6. Bir çemberde merkez, iç, dış, çevre ve teğet-kiriş açıları ile ilgili özellikleri açıklar ve uygulamalar yapar.
7. Denklemleri verilen iki çemberin birbirine göre konumlarını belirler.
8. Çemberde kiriş ve kesenler ile ilgili özellikleri ispatlar, uygulamalar yapar.
9. Teğetler dörtgenini ve özelliklerini açıklar.
10. Kirişler dörtgenini ve özelliklerini açıklar.
11. Bir çemberin çevre uzunluğu ve dairenin alan bağıntısını elde eder, uygulamalar yapar.
12. Düzlemde çember yardımıyla desen, fraktal görüntüsü oluşturur.

Programın öğretimde başarılı bir biçimde uygulanması aynı zamanda kullanılan öğretim yaklaşımları ile ilgilidir. Öğrencilerin kazanımlarda belirtilen becerilere sahip olması öğretmenlerin bu yaklaşımları başarılı bir biçimde uygulamasını gerektirirken, yaklaşımların da içerik ile uyumlu olması da gerekmektedir. Günümüzün en geçerli yaklaşımlarından birisi *Yapılandırmacı* anlayış temeline dayanan YÖY'dür.

### **2.3. Yapılandırmacılık ve Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı (YÖY)**

İnsanoğlu çağlar boyunca öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini araştırmış (Alkan & Altun, 1998), etkili bir öğrenmenin nasıl olması gerektiğini ve bilginin nasıl kalıcı olabileceği üzerine çalışmalar yapmış (Aksu & Keşan, 2011; Toptaş, 2012), hangi ilke ve anlayışla

öğrenmenin gerçekleşeceği sorularını cevaplamaya çalışmıştır. İnsanların asırlarca kullanmış olduğu geleneksel öğretim anlayışı 21. YY’da yoğun olarak eleştirilmiştir. İnsanın nasıl öğrendiği ile ilgili çalışmalar çeşitli teorilerin doğmasına sebep olmuştur. Yapılandırmacılık da bunlardan birisi olup, *oluşturmacılık, kurmacılık, bütünleştiricilik, yapılandırmacı öğrenme, oluşturmacı yaklaşım* gibi kavramlarla farklı şekillerde ifade edilmiştir (Tuncer, 2008).

Sembolik-analitik ya da bilgi-yoğun işler ile bilgi teknolojilerindeki gelişme ve ağlara ve takımlara dayalı yeni iş organizasyonundaki artış, profesyonel iş dünyasının ihtiyaç duyduğu beceri yelpazesini genişletmiştir (Tynjala, 1999). Güncel problemlere çözüm bulacak bireylerin yeni beceriler geliştirme gereği, öğrenci merkezli bir anlayışla, sorgulayıcı, analitik düşünen, problemlerin çözümünde aktif rol ve sorumluluk almaktan kaçınmayan (MEB, 2010) bireylerin yetiştirilmesini gerektirmektedir. Bunun için birçok teknik ve model geliştirmiş ve gelinen noktada öğrencinin aktif olduğu, çağdaş ve bilimsel öğretim yöntemleriyle öğrenci başarısında, tutumunda ve güdülenmesinde etkili olabilecek yöntemler üzerinde çalışmalara odaklanılmıştır (Aksu & Keşan, 2011). Gelişmelerle birlikte öğretimde yapılandırmacı anlayışı benimseyen öğretim metotları sıkça kullanılmaktadır. Böylece programları sürekli güncelleme ihtiyacı belirmiştir. Ülkemizde 2005 yılında, YÖY’ün uygulanmasına yönelik önemli basamaklar atılmıştır. Bu güncellemelerden önemli bir kısmı matematik öğretim programında da uygulanmış ve son olarak 2013 yılında ortaya çıkan Ortaöğretim Matematik Programı kademeli olarak uygulamaya geçilmiştir. Bununla birlikte yeniliğin ortaya çıkardığı gelişmeler, ne tür bir hazırlık gerektirdiğinin belirlenememesinden dolayı tartışma konusu olmuştur (Jackson, 1997) ve matematik eğitimi konusunda bu tartışmalar sürmekle birlikte (Gil-Pérez ve diğerleri, 2002), yeni yöntemlerin eksiklikleri görülmeye ve yöntemler üzerine çalışmalar sürmektedir. İdeallik arayışı içerisinde, bu noktada kuramsal boyutta YÖY temelinde yeni yöntemler üretilmiş ve uygulamaya

konulmuştur (Teltik Başer, 2008). Ancak, ülkemizde matematik öğretimine önem verilmekte, buna karşın öğretim yöntemlerine yeterince önem verilmemektedir (Aksu & Keşan, 2011).

Yapılandırmacılık, bir öğrenme teorisidir, öğretimin tarifi değildir (Malabar, 2003). Bir teori olarak bilginin yapılandırılması ile ilgilenirken, bilginin oluşumu üzerine bir düşünme biçimini temsil etmektedir (Kemankaşlı, 2010). Öğrencilerin aktif oldukları süreçlerde var olan bilgileri ile yeni bilgileri arasında bağ kurarak yeni bilgi düzeni kurmasıdır. Bilginin pasif olarak elde edildiği düşüncesini reddederek (İnan, 2006; Tynjala, 1999), bilginin tamamen sunulduğu gibi hatırlamak yerine önceden bilinenler temelinde, sunulanları yorumlamayı önerir (Nakin, 2003). Bilgi, bireyin kendisinin sahip olduğu ve sosyal çevresinden elde ettikleri ile oluşturulur. Teori bileşimi değil, çeşitli vurgular ile farklı görüşlerin elde edilmesidir (Tynjala, 1999).

Yapılandırmacılık, bilginin doğasına ve insanın nasıl öğrendiğine bir açıklama sunan bir öğrenme ve anlam oluşturma teorisinin bir bilgi kuramı olarak son 20 yılda en güçlü öğrenme teorisi olmuştur (Ernest, 1993; Tobin, 1993). Geleneksel kuramlara (davranışsal ve bilişsel) alternatif (İnan, 2006; İşman ve diğerleri, 2002) ve çağın ihtiyaçlarına cevap vermek için geliştirilmiştir (İnan, 2006). Öğretime çağdaş bir bakış açısı sunmaktadır. Ortan'a (akt. Nakin, 2003, s.70) göre yapılandırmacılık, "hepimizin dünyayı kendi kendimize anlamlandırmak zorunda olduğumuz ve hayatımız boyunca anlamlandırmayı geliştirmeye devam ettiğimiz, tıpkı kendimizin herhangi belli bir kelimenin tanımına ulaştığımız ve onu düzeltmeye devam ettiğimiz" görüşüne dayanır.

Yapılandırmacılığın tarihte uzun bir geçmişi sahip olduğu ve ilk olarak 18. YY'da İtalyan eğitimci Giambattista Vico tarafından öne sürüldüğü belirtilmektedir (Duffy & Cunningham, 2003; Tynjala, 1999). Ancak görüşleri pek fazla dikkat çekmeyen Vico'dan sonra (Teltik Başer, 2008), William James ve John Dewey gibi Amerikan pragmatistler (İnan, 2006) ve bilişsel ve sosyal psikolojinin önde gelen Bartlett Piaget, Vygostky, Ausubel, Bruner



ve Von Glasersfeld gibi bilim insanları tarafından çalışılmıştır (Kemankaşlı, 2010; Tynjala, 1999). Bugünkü anlamına, Matematik eğitimini etkileyen en önemli kuramcılardan Piaget'in (1896-1980) (Altun, 2009b), bilişsel gelişim ve bilgi oluşumu üzerine çalışmaları sonucu kavuşmuştur (Kindsvatter, Wilen & Ishler, 1992). Piaget, özellikle zihin gelişimi üzerine derin çalışmalar yapmıştır (Altun, 2009b). Piaget ve Vygostky'nin araştırmaları sonucu öğretim ve öğrenmeye öncülük eden bilgi teorisi ortaya çıkmıştır (Malabar, 2003). Matematik öğretiminde ise 1980'lerde gelişmeye başlamıştır (Kemankaşlı, 2010). Piaget'in amacı, insan bilişini ve onun gelişimi için mümkün olan tutarlı bir şekilde bir model üretmektir (Von Glasersfeld, 1995). Piaget (akt. Liao, 1993, s. 202), "birisinin, bir çocuğa deneyler yapacağı ve böylece kendi kendine birçok şeyi keşfedeceği olağanüstü bir katılımcı öğretim metodu geliştirebileceğine inanıyorum. Benim için eğitimin anlamı üretken yapmaktır" düşüncesine sahipti. Piaget'in bu düşüncesine yapılandırmacı felsefenin temeli diyebiliriz. Bu, öğrencilerin kendileri için düşünmeyi öğrendiği bir eğitim felsefesidir (Malabar, 2003).

Yapılandırmacılık, kuramsal yapıda, öğretim ve öğrenme yöntem ve ilkelerinde, öğretim ortamlarının yapısında, ölçme ve değerlendirmede ve öğretim sürecinde yer alan kişilerin ve kurumların rollerinde önemli değişimlere neden olmuştur (Kemankaşlı, 2010). Literatür incelendiğinde yapılandırmacılığın getirdiği değişimin temelinde 4 esas olduğu anlaşılmaktadır:

1. Bilgi deneyimlerle yapılandırılır ve öğrenme bilginin yapılandırıldığı içsel bir süreçtir (İşman, akt. Tuncer, 2008). Öğrenme, bir adaptasyon süreci sonucunda gerçekleşir (Doolittle, akt. Altun, 2009b), yani oluşturma eski bilgilerin asimile edilmesi ve değiştirilmesi, anlamlı öğrenme bilişsel çatışmanın çözümlenmesi ve yansıması yoluyla gerçekleşir. Kısaca, bilgi eski bilgi yapılarından oluşur (Fosnot, 1989).

2. Dünya bireyin kendi yaşantısı yoluyla yorumlanır ve her bireyin dünyayı algılama yorumu farklı olacağından öğrenme bireysel gerçekleşir (İşman, akt. Tuncer, 2008). Öğrenme, kişiye özgüdür ve herkes kendine özgü bir biçimde öğrenir (Doolittle, akt. Altun, 2009b). Mekanik bir işlemden çok organik bir işlemdir (Fosnot, 1989).
3. Bilgi, birey tarafından pasif alınmaz, bireyin kendi kontrolünde gerçekleşen bilişsel bir eylemdir (Doolittle, akt. Altun, 2009b). Öğrenme aktif bir faaliyettir ve öğrenme için birey, yaşantı içerisinde aktif ve etkin olmalıdır (İşman, akt. Tuncer, 2008).
4. Öğrenme gerçek yaşamda gerçekleşir ve öğrenme ortamı gerçek yaşamla bağlantılı olmalı, bu nedenle öğrenme ortamları zenginleştirilmelidir (İşman ve diğerleri, 2002; İşman, akt. Tuncer, 2008). Öğrenme süreci, sosyal etkileşim, dil ve kültürden etkilenir (Doolittle, akt. Altun, 2009b).

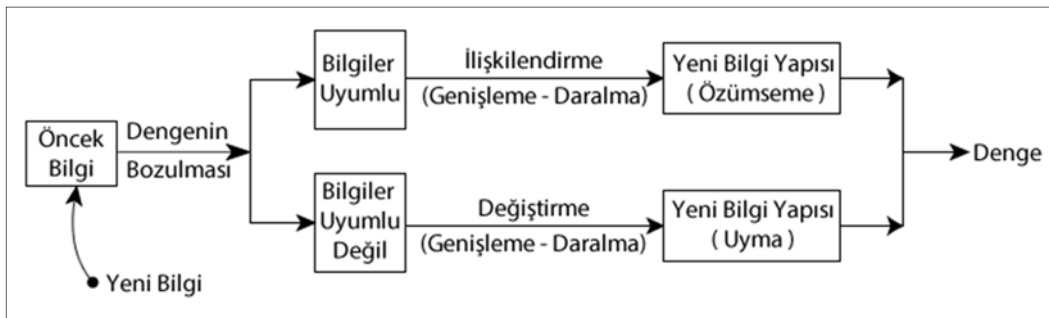
Çalışmalar incelendiğinde, yapılandırmacılığın genellikle *Bilişsel Yapılandırmacılık*, *Sosyal Yapılandırmacılık* ve *Radikal Yapılandırmacılık* olmak üzere üç türüne rastlanmaktadır. Bazı kaynaklarda ise, radikal ya da bilişsel yapılandırmacılık, sosyal yapılandırmacılık, sosyokültürel yaklaşım, sembolik etkileşim teorisi ve sosyal yapılandırmacılık (Altun, 2009b; Confrey, 1995; Derry, 1996; Ernest, 1995; Gergen, 1995; Marshall, 1996; Phillips, 1995; Prawat, 1996; Richards, 1995; Steffe, 1995; Tynjala, 1999; Von Glasersfeld, 1984) gibi türlerine ve türevlerine rastlanmaktadır. Literatürde genel olarak bilişsel, sosyal ve radikal yapılandırmacılık türleri ele alındığı için bu çalışmada yapılandırmacılığın bu üç türüne değinilmiştir.

**1. Bilişsel yapılandırmacılık:** Bilişsel yapılandırmacılık kuramı ilk iki ilkeyi temele alır. Bilişsel yapılandırma sürecinde, öğrencinin zihinsel yapılandırmasına odaklanılmıştır. Bilişsel kuramcılar öğretimi bütüncül olarak ele almışlar ve bütünü oluşturan parçalar

arasındaki ilişkileri önemsemişlerdir (Olkun & Altun, 2003). Anlamlandırma, parçalar kadar, parçalar ve aralarındaki ilişkilerden oluşan bütünü anlamayı da gerektirir ve parçalar bütünü oluşturan çerçevede ele alınmalıdır. Piaget 'in bilişsel gelişim teorisini temele almaktadır (Kemankaşlı, 2010). Piaget, düşünce sürecinde tüm insanların doğal olarak sahip olduğu iki temel eğilimin varlığına inanır; biyolojik algılama ve çevresel boyutlardan giderek değişen organizasyon ve uyum (Pulaski, 1980). İnsanın gelişen bir varlık olduğuna inanırdı, sadece fiziki ve biyolojik anlamda değil, aynı zamanda bilişsel anlamda da (Malabar, 2003).

Piaget öğrenmeyi birkaç aşamada ele almış ve özümseme, düzenleme ve denge kavramları ile açıklamıştır. Birey yeni bir durumla karşılaştığında, mevcut bilgisinin yeterli olmadığını ya da yanlış olduğunu ve yeni bir şeyler öğrenmesi gerektiğini fark ettirir. Bu duruma dengenin bozulması denir. Zihin bir denge kurma çabası içine girer. Yeni durumdan elde ettiği bilgiler, zihindeki bilgi yapısıyla çelişmiyorsa, yeni bilgiyi eski bilgi yapısıyla ilişkilendirerek özümsemeyi gerçekleştirir. Eğer çelişiyorsa yeni bilgiyle birlikte zihnindeki bilgi yapılarını yeniden organize eder. Yani düzenleme gerçekleşir. Bilişsel yapılar bozulduğu zaman, yeni olanaklar oluşturur – yeni faaliyet ve açıklama olanakları (Malabar, 2003). Böylece özümseme ya da düzenleme süreçleri ile bilişsel denge yeniden sağlanır. Piaget özümseme ve düzenleme süreçlerine uyum (adaptasyon) adını vermiştir. Düzenlemenin, özümsemeye göre daha zor bir uyum olduğunu ifade eder (Altun, 2009b). Her iki durumda da uyum olarak bilinen bir öğrenme faaliyeti gerçekleşir (Malabar, 2003). Bu süreçlerde kavramların anlamı genişler ya da daha özele indirgenir. Öğrenme süreci bu şekilde, bilişsel dengenin sürekli bozulup tekrar sağlanarak bilişsel yapıların değişmesiyle gerçekleşir. Bu olaylar zinciri aslında bireyin ön bilgi ve yeni bilgiyi bütünleştirerek bir denge kurma çabasıdır (Tapan-Broutin, 2010). Öğrenme isteği bilişsel dengenin bozulma sebebidir. Açıklamalar ışığında Piaget'in teorisi, yani öğrenme süreci Resim 2'de olduğu gibi görselleştirilmiştir.

Resim 2

*Öğrenme Süreci*

Bu teoriye göre, örneğin, çember kavramı ile ilgili olarak, çemberin özelliklerini öğrenmeye başlayan bir öğrenci, enformel olarak yuvarlak bir cismin kavramın anlamını öğrendikten sonra, yuvarlak olarak bildiği bir şeklin bir noktaya eşit uzaklıktaki noktalar kümesi olduğu bilgisi ile mevcut bilgi yapısı genişler.

Bu teoriye sosyal iletişimi dâhil eden diğer yapılandırmacı anlayış ise sosyal yapılandırmacılıktır.

**2. Sosyal Yapılandırmacılık:** Sosyal yapılandırmacılık yaklaşımına Vygostky katkı sağlamıştır. Anlam oluşturmada, iletişim ve sosyal hayatın merkezde olduğu kültürel bir psikoloji ortaya koymuştur (Lerman, 1996). Öğrenme sosyal bir süreç olarak ele alınır. Öğrenciler problemleri çözerken kendi bilişsel düzeylerinden daha çok yetişkin ve akran gruplarının yardımına başvurarak çözer (Altun, 2009b).

Yapılandırmacılığın ilkelerinin dördü ile de ilgilidir. Bilişsel yapılandırmacılıktan, bilginin sadece insanın kendi zihninde oluşmadığı, sosyal etkileşim ve inançların da etkili olduğu düşüncesinden dolayı ayrılır (Nakin, 2003). Öğrenme, karşı karşıya kalınan bilgi ve öğrencilerin kavramları algılama ve kişisel bilgilerini genişletme üzerine bilgi süreçleri arasındaki etkileşim ile gerçekleşir (Bodner, 1986; Bybee ve diğerleri, 2006; Geelan, 1995; Kemankaşlı, 2010; Shiland, 1999). Sosyal etkileşim, bir öğrencinin diğer *daha fazla bilen* öğrenci ile çalışmasına, tek başına gerçekleştiremeyeceği aktiviteleri gerçekleştirmesine

olanak sağlar (Malabar, 2003). Öğrencilere düşüncelerini açıklamak ve yansıtmaya cesaretlendirmek için fırsat yaratır.

Sosyal yapılandırmacı yaklaşımla birlikte radikal yapılandırmacı yaklaşım yapılandırmacılığın temel ilkelerinden dördüncüsünde farklılık gösterir.

**3. Radikal Yapılandırmacılık:** Radikal yapılandırmacılık, Von Glasersfeld tarafından ileri sürülmüştür. Temeli Piaget'in görüşlerine dayanır (Kemankaşlı, 2010). Yapılandırmacılığın dört temel ilkesinden ilk üçünü benimseyen ve dördüncüsüne farklı bir anlam yükleyen kuram, bilişsel yapılandırmacılığa ek olarak, bilginin bireyin kendi deneyimlerine, algılama kapasitesine (Altun, 2009b) ve çevre ile etkileşimlerine bağlı olarak oluştuğunu savunur. Öğrenciler, nesne ve olaylardan oluşan bir dış dünyadan bilgi edinir, ancak bilgi derinlemesine değildir. Gerçeğin kendisi olmayan yalın bir model oluştururlar. Bilişsel yapılar herkes tarafından kabul edilen nesnel yapılar olmayıp, öznel, sadece bireyin kendi deneyimlerinin eseridir. Bu görüş, gerçeğin oluşumunun zihne bağlı olduğu anlamına gelir, bundan dolayı, bilgi gerçeğin bir kopyası olmak yerine, zihin tarafından oluşturulur (Von Glasersfeld, 1992). Sosyal etkileşim, grupta tartışma ve derin düşünmeyi sağladığı için değerlidir (Altun, 2009b).

Eğitmcilerin, toplumun gelişimine yardım etmesi için üretken ve bilgi yaymada paylaşımcı olarak yetiştirilmesi gerekir. Böylece, nesillerin yetiştirilmesi, öğrenci merkezli, aktif katılıma uygun, öğretimde uygulamaya dayanan ve mükemmel iletişim ve paylaşımında etkili sosyal ve kültürel çevrede gerçekleşebilir (Evans & Gibbons, 2007). Yapılandırmacı düşünceyi temele alan YÖY'ün yapısında, öğrencilerin yeni bilgi deneyimlerini bilişsel yapıları ile ilişkilendirerek var olan yapılarında değişiklik yapması ya da yeni yapılar oluşturması yatar (İşman ve diğerleri, 2002; Teltik Başer, 2008). Yeni yapılar öğrenciler tarafından ve kendi anlayacakları biçimde zihninde yapılandırılır. Yeni bilgiyi oluşturma, önceki bilgiyi yeniden yorumlama ve bilginin transfer edilmesi söz konusudur ve bilgi

ezberlemeye yer yoktur (Ertekin, 2006). Onun yerine anlamlı bilgi ve anlamının gerçekleşmesi cesaretlendirilir (Richardson V., 2003). Öğrenciler, becerileri göz önüne alınmaksızın basitçe bilgiyle doldurulması gereken boş kap değildir, bunun yerine bilgi yapılarının bazı biçimleri, öğrencilerin etkin bir şekilde öğrenmesine uygun olması gerekir (Malabar, 2003). Zihinsel yapıların kalitesi, zihinsel gelişim aktivitelerinden elde edilen doyumun ve zevkin derecesini etkiler ve iyi oluşturulan bilgi doyum sağlar (Altun, 2009b).

Santrock'a (2011) göre, bireylerin elde ettikleri bilgileri keşfetmek, yansıtmak ve kritik düşünme ve ek olarak yapılan öğretimin anlamlı (Bülbül Y., 2010) olması için bilinçli ve güçlü bir katılım gerekir (Alkan & Altun, 1998; Nelissen & Tomic, 1998). YÖY, öğretmenlerin öğrenciler açısından bakabilmelerini sağlar (Malabar, 2003). Öğrencileri, kendi performanslarını değerlendirmede karar almaya cesaretlendirir, öğrenme ortamındaki ya da dışındaki öğrenmelerini geliştirmek için kendi öğrenmelerini yapılandırmalarına fırsat verir ve tüm öğrencilerin öğrenmekten beklentilerini artırır (Sharikzadeh, 2003).

Öğrenme bir anlam arama süreci olarak öğrencilerin etrafında aktif olarak anlam oluşturmaya çalıştığı sorunlarla başlamalı ve kendi anlamını oluşturmalı, sadece doğru cevapları hatırlama ve başkasının anlamlarını geri çağırma olarak algılanmamalıdır (Sharikzadeh, 2003). Bilgi yapılarının kalıcılığını artırma üzerine bulgular, öğrenme sürecine aktif katılımcı olunursa, öğrenilmiş bilginin daha uzun süre hatırlandığını göstermektedir (Rickel, 1989). Birey kendi bilgi yapılarını ve bunların eksik ve yanlış yönlerini en iyi kendisi farkına varır ve bunları düzetme fırsatına sahiptir (Ertekin, 2006). Bu bilgi deneyim ve uygulama ile birleşince, bilgi doğru şekilde anlaşılır. Eğitimciler, öğrencinin pasif rolünü azaltmak ve yapılandırma ve etkileşimi cesaretlendirmeye çabalamalıdır (Malabar, 2003).

YÖY yaklaşımına göre öğrenme ile ilgili ilkeler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Öğrenme zihinsel bir süreçtir ve birey kendi öğrenmesinin sorumluluğunu alarak öğretime aktif katılım sağlar.

2. Öğrenme önceden sahip olunan bilgiler ile ilişkilendirilerek gerçekleştirilir.
3. Öğrenenin inanışları, düşünceleri içinde bulunduğu psikolojik durum, ilgi ve tutumları ile gerçekleştirdiği aktiviteler, etkileşimler ve olaylar öğrenmede belirleyicidir.
4. Çevre ile etkileşim kurularak ve ön bilgiler harekete geçirilerek yeni bilgiler, ön bilgiler ve deneyimler üzerine inşa edilir.
5. Öğrenmenin gerçekleşmesi, konuya ek olarak pekiştirme uygulamaları gerektirir (Bodner, 1986; Geelan, 1995; Shiland, 1999).
6. Öğrenme, çoklu bakış açısı gerektirir (Marlowe & Page, akt. Kemankaşlı, 2010)
7. Öğrenme sosyal bir süreçtir. İçinde yaşanılan topluluk ve kültür, diğer bireylerle kurulan iletişim öğrenmeyi etkiler. Toplumun ve birey olarak diğerlerinin bakış açıları birer öğrenme kaynağıdır.
8. Öğretmen bilgi aktaran değil, bilginin yapılandırılmasına rehberlik edendir.

YÖY'e göre öğrenme, eski bilginin harekete geçmesi, yeni bilginin kazanılması, kazanılan bilginin anlaşılması, bilginin uygulanması ve farkında olunması süreçlerinden geçerek gerçekleştirilir (Zahotik, 1995). Öğretimde, yeni bilgiler önceki bilgilerle ilişkilendirilerek verilmelidir (Teltik Başer, 2008). Çünkü bu tür bilgiler üzerine inşa edilen bilgi, yine benzer durumda inşa edilebilir (Hewson & Hewson, 1984). Yarıçap kavramı ön bilgisine tam olarak sahip olmayan bir öğrencinin çemberin çevresi, alanı ve bunlar arasındaki ilişkileri öğrenmesi beklenmez. Bu nedenle ön öğrenmelerin tam olarak oluşumuna dikkat edilmelidir. Özellikle bilimsel teorilerden uzak ve kesinlik ifade etmeyen bilgilerin düzeltilmesi gereklidir (Teltik Başer, 2008). Bunlar, yeni bilgilerin öğrenilmesini engelleyebilir (Bodner, 1986; Geelan, 1995; Shiland, 1999).

YÖY bakımından öğrenme *uyarıcı-zihin-yeniden yorumlama* arasındaki ilişkiler ile açıklanır (Ertekin, 2006). Genellikle dil ve kültür, bir toplumdaki bireylerin özünde aynı

şekilde anlaşılmasını sağlamasına rağmen, bireysel deneyimlerden dolayı aynı şeye farklı anlamlar yükleyebilir (Tynjala, 1999). Öğrencilerin yeni bilgileri oluşturmalarını sağlayacak öğrenme ortamını hazırlamak için öğrencilerin önceki bilgilerini ortaya çıkarmak gereklidir (Tsai, 2002). Çünkü ön bilgiler, yeni kavram ve genellemelerin öğrenilmesine öncülük eder ve oluşumlarına zemin hazırlar (Senemoğlu, 2005). İyi ilişkilendirilmiş ve kavramsal olarak iyi temellendirilmiş düşüncelere, yeni durumlarda kullanmak için daha kolay erişilebilir (Skemp R. R., 2006), hatırlamak ve kullanmak daha kolaydır (Schoenfeld, 1985).

Öğrenmenin, öğrencinin gerçek hayat ile deneyim yaşaması (İnan, 2006), fiziksel ve sembolik çevre ile etkileşimle zihinlerindeki bilgiyi organize etmesi ile gerçekleştiği düşüncesi baskındır (İşman, akt. İşman ve diğerleri, 2002). Öğrenme, sürekli olarak deneyimleme sürecidir. Öğrencilerin kendi başına ya da birlikte sürdürdüğü bir dizi aktivite deneyim kazanarak anlam geliştirmedir. *Deneyim*, hem birinin çalıştığı fiziksel bağlamı, hem de bir kişinin bu ortamda iken yaptığı hem bilişsel hem de fiziksel görevleri kapsar (Honebein, Duffy & Fishman, 1993). Piaget dünyanın organizasyonunu ve dizilimini yalnızca bizim deneyimlerimizle oluştuğu görüşündedir (Malabar, 2003). Öğrenciler yeni deneyimleri yorumlamada, kullandıkları ön bilgi ağını uygulamaya koyar ve bu, bilginin bir kişiden diğerine tam olarak geçmediğini (Nakin, 2003) ve deneyimin belirleyici olduğunu gösterir.

YÖY 'ün kısaca, anlamlı öğrenmeye yardımcı olduğu, öğrenciyi düşünmeye, önceki öğrendikleri ile yeni öğrendikleri ve diğer alanlardaki konular arasında bağlantı kurmaya yorum becerisini geliştirerek öğretimde başarıyı artırdığı belirtilmiştir (Kemankaşlı, 2010). Öğrencilere kendi çözümlerini üretme, varsayımlarını ve fikirlerini açıklama fırsatı sunarak özgüvenlerinin gelişimine yardım eder. Onların inanç, tutum ve davranışlarını derinlemesine etkiler (Teltik Başer, 2008). Öğrencilerin düşünme, farklı alanlardaki bilgileri ilişkilendirme ve yorum becerilerini geliştirdiğinden gerçek öğrenmeyi sağlar ve dolayısıyla başarıyı artırır (Kemankaşlı, 2010). Öğrencilerin anlama becerisi ve bilişsel süreçleri gelişir, kendisine ait



çözüm yolu ve çözüm stratejilerini geliştirme konusunda özgüvenini, çözüm yollarını ve fikirlerini açıklama cesaretini artar (Tuncer, 2008). Üretkenlik ön plandadır ve bilgi doğrudan aktarılarak öğretilmeyeceğini savunur. Birlikte çalışma desteklenir. Deneyim, bilgi ve kazanımlar paylaşılır. Birine ait anlam yapıları herkesle paylaşılır. Bu özellikleri ile matematik öğretimi ile ortak paydaları oldukça fazladır (Ertekin, 2006).

Yapılandırmacılığın birkaç önemli eğitimsel uygulaması bulunmaktadır. Bunlar Tynjala (1999) tarafından çeşitli kaynaklardan aşağıdaki gibi derlenmiştir:

- Öğrenenlerin ön bilgilerinin, inançlarının, kavramalarının ve kavram yanılgılarının önemi;
- Öğrencilerin üst biliş ve öz düzenleme beceri ve bilgilerini dikkate alma
- Tartışma ve işbirliğinin farklı formları sayesinde öğrenmelerin paylaşımı ve iletişimin önemi
- Kavramların ve bilginin çoklu temsillerinin kullanımı
- Öğrenmenin doğası ve bilginin elde edilmesi ve kullanımının entegre edildiği öğretim metotlarının gelişimine olan ihtiyaç
- Öğrenme süreçleri ile iç içe, temelde aktivitelere odaklı ve öğrencilerin bireysel yönelimlerini ve onların üst-biliş becerilerini geliştirmeyi amaçlayan değerlendirme süreçlerinin gelişimine olan ihtiyaç

Bu uygulamalar, öğretimde farklı alanlarda olduğu gibi, matematik öğretiminde de önemli bir yere sahiptir. Matematiğin geniş ve diğer alanların temelinde yer alması ve kavram ve genellemelerin çokluğu, matematik öğretiminde YÖY'e olan ihtiyacı artırmaktadır.

**2.3.1. YÖY ve matematik eğitimi.** Modern bir matematik öğretimi, en güncel ve en iyi olduğu ispatlanmış kuram ve ilkelere bağlı yaparak gerçekleşir (Altun, 2009b). Eğer öğretmenler ve akademisyenler yeni öğretim metotlarını deneyimleme eğiliminde olursa öğretimin kalitesini artırmak ve bunu kolayca gerçekleştirmek daima olasıdır (Malabar,

2003). Daha fazla insanın matematik bilgi ve temel becerilere ulaşmasına yardım etmeyi amaçlayan matematik literatürü araştırma yapma, sezgilerini kullanma ve yeni durumlardan anlam oluşturma, tahminler için argümanlar oluşturma ve sağlama ve problem çözmek için esnek strateji setleri kullanmak gibi *ileri düzey* öğrenci yeteneklerinin sınıf içinde kullanılmasına dair öğretimsel metotlarda çeşitlilik önerilir (NCTM, 2004; Toptaş, 2012). Burada, odak noktası yöntem becerilerinin üstünlüğünde değil, çoğunlukla sembolik ve görsel yeterlilik arasında denge gereği benzersiz problem çözme durumlarında başarılı çalışmalar gerçekleştirme becerisidir (Malabar, 2003).

Lev Vygostky'e göre (akt. Mason, Burton, & Stacey, 2010), matematik öğrenme bilimsel bir çabadır ve temel sürecin, insan zekâsını bu alana uygulamanın önemini anlamak üzere bazı öğrencilerin daha fazla deneyim elde etmesi gerekir. NCTM (2008), öğrencilerin matematiği anlayarak, deneyimlerinden ve önceki bilgilerinden aktif olarak yeni bilgileri inşa ederek öğrenmeleri gerektiğini belirtmiştir. Matematik dersinin verimliliği ve etkililiği için öğretmenlerin *bilgi + deneyim + üreticilik* bileşiminden etkili bir öğretim süreci oluşturmaları beklenir (Altun, akt. Tuncer, 2008).

Matematik öğretim süreci, bilişsel alan yaklaşımlarından daha fazla etkilenmiştir (Altun, 2009b; Tapan-Broutin, 2010). YÖY günümüzde en ideal öğrenme yaklaşımı olarak görünürken, daha özelde düşünüldüğünde Matematik öğretimine uygun bir yaklaşımdır (Teltik Başer, 2008). Matematik öğretiminde uygulanması ile öğrencilerin karşılaştığı herhangi bir problem karşısında, öğrencilerin kalıplaşmış bilgilerden yola çıkarak çözüm üretmesini değil, öğrencinin problem hakkındaki bilgileri (MEB, 2013b) araştırarak, keşfederek, hipotezler kurarak ve elde ettiği sonuçları bilimsel bir çalışma süreci sonucunda problemin çözümüne ulaşması ve bilgileri oluşturması ile gerçekleştirilmektedir (İnan, 2006). Öğrenme, problem çözme becerilerinin gelişimini gerektirir ve bu da YÖY ile

gerçekleştirilebilir. Birey karşılaştığı bir problemle uğraşmaya başladığında öğrenmeye de başlar ve öğrenme problemin çözümüyle sonlanır.

Öğrencilerin, matematiksel anlamları oluşturabilecekleri ortamlarda, matematiksel ilişkileri keşfetme, başka kavramlarla ilişkilendirme, problem ya da durum modelleri oluşturarak problem çözümüne uygulayabilme becerileri geliştirilmelidir (MEB, 2013b). Sürecin başarısı için bilginin elde edilmesi, genişletilmesi ve özümsemesi basamaklarında aktif katılımı sağlanmalıdır (Tapan-BROUTIN, 2010). Çözmek zorunda olma hissini, kendi problemleri olduğunda kazanırlar. Bu felsefe öğrenme için bir organizasyon rolü üstlenir ve bir amaç sağlar (Schifter, 2005). Öğrenciler, kendi varsayımları ile ilgili çelişkiyle karşılaştıklarında, onlar için çözümü bulmak (uygun rehberlik ile), kavramı derinlemesine öğrenmeye öncülük eder (Malabar, 2003).

YÖY 'e göre öğrenme, duyu organları ile elde edilen verilerin öğrencilerin yetenekleri, inançları, tutumları, yaşadığı kültür ve tecrübeleri ile yorumlanarak zihinsel bilgi oluşturma ve karar verme sürecidir (Teltik Başer, 2008). Uygun zihinsel yapıların oluşturulmasını destekleyen YÖY, matematik öğrenmeye bütüncül bir bakış açısıyla yaklaşarak, durum ve alışkanlık ezberleme yerine derin anlamaya ve stratejilere odaklanır (Fosnot & Perry, 1996; Honebein ve diğerleri, 1993). Ezbercilikten uzak bir öğretim için, öğrenciler verilen alıştırmaları yapma ve bilgi öğrenmenin yanında, genelleme ve kavramları keşfetme aktiviteleri gerçekleştirmeli ve tartışma yapabilecekleri ortamlarda bulundurulmalıdır (Tapan-BROUTIN, 2010). İnsan zihni anladıkça aydınlanır ve haz duyar (Tuncer, 2008). Anlam veremediğimiz kavram ve olgulara, anladıktan sonra verilen tepkiler hatırlandığında, anlam verememek can sıkıcıdır. Bu durum öğrencileri ezberlemeye iten nedenlerdendir ve matematiğin ezberleyerek öğrenilemeyeceği bir gerçektir.

Herbart etkili bir öğretim için ilgi ve kavramsal anlama gerektiğini belirterek 2 tip ilgi çekme yolu önerir. Birincisi doğal dünya ile doğrudan deneyim üzerine, ikincisi sosyal

etkileşim üzerinedir (Bybee ve diğerleri, 2006). Etkili matematik öğretiminin gerçekte ilişkili matematik dersi ile gerçekleşeceği düşünülmektedir (Tuncer, 2008). İyi bir matematik öğretiminde, gerçek dünyadan nesnelere üretilen ve öğrencinin ilgisi çekilerek zengin bilgi yapıları oluşturmalarına yardım etmek için kullanılabilir. Sosyal etkileşimin öğrenmeye katkısı göz önünde bulundurulmalıdır. NCTM (2004), yapılandırmacı bir görüş savunmakta ve sınıf içi aktiviteler ve uygun proje çalışmalarını, grup ve bireysel değerlendirmeyi, öğrenen-öğrenci ve öğrenciler arasında tartışmaları, matematiksel metotlar üzerinde uygulamalar yapmayı ve öğretmen tarafından açıklamaları barındıran çeşitli öğretimsel faaliyetleri önermektedir.

YÖY 'den hareketle NCTM (2004), matematik ile ilgili 3 varsayımda bulunmuş ve bunlar standartlarda yer almıştır:

1. Matematik öğrenme aktif bir işittir. Matematiği bilmek demek matematiği yapmaktır.
2. Matematik çok alanla ilgilidir ve geleneksel cebir, geometri, ön analiz ve analiz alanında bulunmayan sayısal bilgileri içerir.
3. Teknoloji, hesaplama ve gösterim yükünü azaltmıştır ve matematiksel problem ve çözüm metotlarının doğasını değiştirmiştir.

Diğer alanlarda olduğu gibi matematik öğretmek matematiği iyi bilmeyi gerektirir, ancak iyi öğretmek anlamına gelmeyebilir. Öğretmek, bir alanı iyi bilmenin yanında nasıl öğretileceğini ve öğrenenlerin nasıl değerlendirileceğini bilmeyi de gerektirir. Bu noktada ideal bir öğretim ortamı planlamak ve hazırlamak başlangıç noktası olarak görülebilir.

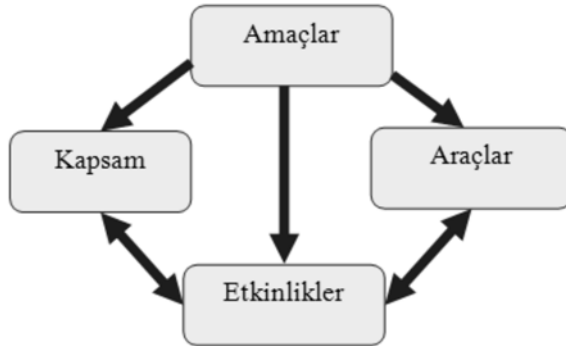
**2.3.2. YÖY ve öğrenme ortamı.** Öğrenme ortamı, öğretim sistemlerinde önemli bir yere sahiptir. Önemi gün geçtikçe artmış ve sadece dört duvardan oluşan bir alan olmadığı anlaşılmıştır. Sınıf dışında bulunan dünya sınıf ortamının bir parçası haline getirilebilir. YÖY, öğrenme ortamlarının önemli değişimleri sağlamıştır. YÖY'e göre sınıf ortamları, BİT,

öğretim materyal ve kaynakları bakımından zengin, geniş ve rahat ortamlar olmalıdır (Kemankaşlı, 2010). İhtiyaç duyulan beceriler gerçek yaşamı yansıtan, öğrencilerin öğrenme sorumluluğu alabileceği ve aktif olarak öğretim faaliyetlerine katılabileceği, çok yönlü öğretim materyalleri ile donatılmış ve birincil kaynakların kullanıldığı ve sosyal etkileşimin yaşandığı ortamlar gereklidir. Öğrenme ortamı öğrencinin oluşturacağı bilginin kalitesini etkiler (Altun, 2009b). Tüm ilgili taraflar, çeşitli geçmişe sahip ve yetenekli öğrencilerin uzman öğretmenlerle çalışabildiği, önemli matematiksel bilgileri anlayarak öğrendikleri, 21. yy için tarafsız, güdüleyici ve teknoloji donanımlı ortamlarda matematik sınıfları oluşturmak için birlikte çalışmalıdır (NCTM, 2008). Böyle bir ortamın tasarımında ve yaşantıları hazırlamada araştırmacılara ve öğretmenlere önemli sorumluluklar yüklenmektedir.

YÖY 'e göre tasarlanmış bir öğretim ortamının 4 temel bileşeninden söz edilebilir ) (bkz. Resim 3) (Bhattacharya, akt. Kemankaşlı, 2010):

Resim 3

*Öğrenme Ortamı Bileşenleri*



Bhattacharya, bu bileşenlerin birbiriyle bağlantılı olduğunu belirterek şu şekilde açıklamıştır:

1. Öğrenme amaçları: Etkinlikler sonucunda ulaşılabilecek nitelikte seçilip, bilgi ve beceri bakımından öğrenci seviyesine uygun olmalıdır.
2. Kapsam: Bireysel gelişime uygun olmalı amaçlar ve yaşantı arasında ilişki kurabilmelidir.

3. Etkinlikler: Ezberden uzak, öğrenmeye sevk etmeli ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirecek nitelikte olmalıdır. Öğrenmeye ve uygulamaya geçişte katkı sağlamalıdır.
4. Araçlar: Amaçlara ulaşmada etkinlikler yanında çeşitli araçlara ihtiyaç duyulur. Ancak temel amaç, araç kullanmak değil, amaca hizmet edecek araçların belirlenerek kullanılmasıdır.

Sınıf ortamı öğrencilerin aktif olabileceği ve sorumluluk alabileceği ortamlar olmalıdır. Bilgilerin dışardan hazır sunulması öğrencilerin bilişsel yapılarını geliştirmeyeceği için (Altun, 2009b), kendi bilgilerini yapılandırdıkları ortamlar olmalıdır (Kemankaşlı, 2010). Her bireyin farklı özelliklerle sınıf ortamına geldiği düşünüldüğünde bireysel bilgi yapılarının ya da bu yapıları elde etmede kullandıkları yöntemlerin, yani öğrenme stillerinin bunlardan etkilenmesi doğal bir durum olduğundan, öğrenme ortamı farklı öğrenme stillerini destekleyici özelliğe sahip olmalıdır (Teltik Başer, 2008).

Matematiksel kavram ve genellemelerin büyük çoğunluğu için uygun etkinlik ve etkileşim ortamı oluşturulduğunda öğrencilerin kendi bilgi yapılarını oluşturma fırsatı sağlanabilir (Tapan-Broutin, 2010). Öğrencileri aktiviteye ve gelişime teşvik etme düşüncesi zengin ortamların oluşumunda yüksek değere sahiptir. İşlemleri öğrenmek ve geliştirmek için çok önemlidir ve içten gelen dürtüyü sürdürülebilir kalmasını sağlamak için etkileşimi artırmak gerekirken (Lemerise, akt. Malabar, 2003), birlikte problem çözme aktiviteleri gerçekleştirecekleri (Alkan & Altun, 1998) ve iletişim kurabilecekleri ortamlar hazırlanmalıdır. Bu grup çalışmaları ile sağlanabilir. Grup çalışmasının etkin bir öğretim stratejisi olduğuna dikkat çekilir ve gerektiği yerlerde yapılır. Gruplara çeşitlilik ölçüsünde, oluşturularak farklı düzeydeki öğrencilerin farklı açılardan desteklenmesi sağlanmalıdır (MEB, 2010).

İletişim sadece aynı ortamda bulunan öğretmen ve öğrencilerle gerçekleştirilmez. Öğretim ortamları, teknoloji sayesinde tüm dünya ile iletişime geçilebilen ortamlardır. Böylece bu ortamlar birincil kaynaklara ulaşma, çok yönlü düşünme ve bakış açısı kazanma olanakları sunarak problem durumlarını gerçek hayata yansıtılabilmeyi sağlar (Kemankaşlı, 2010).

Öğrenme ortamı, öğrencilere özgürce bilgi ve beceri keşfetmelerini ve kazanmalarını sağlamalıdır. Ne için uğraştıklarını bilmeleri ve onu istemeleri gerekir (Sharikzadeh, 2003). Öğrenme ortamında farklı öğrenme stillerine gereksinim duyulabilir. Böylece öğrenciler bir konudaki hâkimiyetlerini sürdürebilme becerilerini artırabilirler ya da daha az çabayla ve çabuk bir şekilde hatırlayabilirler (Malabar, 2003). Öğrenme yaşantıları dikkate alınarak, içerik, öğrencilerin ortak ilgilerine ve yaşantılarına, içerisinde buldukları ortama göre belirlenir (Kemankaşlı, 2010). Bunlar günlük yaşantı ile ilişkili olmalı (İşman ve diğerleri, 2002) ve öğrencilerin dünyayı anlamaları ve varsayımlar üretmeleri için oluşturdukları modellere önem verilerek iyi anlaşılmalıdır. Modellerin öğretimle desteklenerek geliştirilmesi anlamaya bağlıdır. Bunun için öğretim ortamlarında öğrenci ve öğretmen rolleri iyi kavranmalı ve uygulanmalıdır.

**2.3.3. Öğrenci ve öğretmen rolleri.** YÖY, öğretmen ve öğrencilere bir takım görevler yüklemiştir. İlerleyen zamanda ne olacağı bilinemez ancak bugün, öğretmensiz bir öğretimin zor olacağı görülmektedir. Bu nedenle öğretmen bilgi kaynağı dışında farklı bir konuma yerleştirilmiştir. Öğretmenin bir öğretme ve öğrenme sürecinin kolaylaştırıcısı ve öğrencinin aktif katılımcı rolüne işaret eden çok sayıda literatür incelenmiştir (Vighnarajah, Luan & Bakar, 2008). Öğretmenin merkezi rolü, eğitimi çalışmalarında değiştirilmediğinde birçok yenilik başarısız kalmıştır (Noss & Baki, 1996). Çağın eğitim ve öğretim gereklerine sahip öğretmenler yetiştirmek, eğitim öğretim sürecinde yer alan unsurlara anlam kazandıran en önemli öğedir (Şerbetçi, 2009).

Öğretmen, geometri öğretiminde kilit rol oynar. Öğrenmeye yapılan keşif yolculuğunda öğrencilere bilge yol göstericidir. Verdikleri kararlarla, yönettikleri iletişimi ve oluşturdukları fiziksel düzenlemeler sayesinde matematik öğrenmeye yardım eden bir ortam oluşturur ve geliştirirler (NCTM, 2008). Öğrencilerin sınıf içi etkileşimini, öğretim etkinlik ve materyallerini oluşturur ve yönetir (Tapan-BROUTIN, 2010). Öğretilecek bilginin aktarıcısı değil, sürecin yöneticisidir. Amacı, öğrencilerin becerilerini geliştiren görsel keşfetme boyunca öğrencilere rehberlik etmektir. Bu süreçte öğrenciler aktif ve öğretmen öğrenciye göre daha pasif durumdadır. Yeni ve özgün ortamlar oluşturarak öğrencilerin sahada olmalarını sağlaması ve onları yöneten bir antrenör gibi davranması beklenir (MEB, 2010). “Sahnedeki bir bilge olmak yerine, kenarda bir rehber olmaya doğru” (Sharikzadeh, 2003, s. 1). Öğrenmeye karşı bu yaklaşım, öğrencilerin öğrenme ortamı ve okul arkadaşları ile etkileşimde bulunarak başlangıçtaki düşüncelerini bir daha gözden geçirmelerini sağlar (Malabar, 2003). Öğrencilerin bilgi yapılarını oluşturmalarında, yeni durumlara uyarlamalarında ve kullanmalarında yardımcıdır.

Öğrenciler, farklı yetenekler, beceriler, başarılar, ihtiyaçlar ve ilgiler gösterdiğinden (NCTM, 2008), onların farklılıklarını bilir ve bunları dikkate alarak öğrencileri destekler ve yönlendirir (MEB, 2010). Öğrencilerin kendi deneyimsel dünyasında öğrenmeye çalıştıklarını anlar ve böylece hatalarıyla ilgilenir (Nakin, 2003), karşılaştıkları problemleri çözmede bir dost rolü üstlenir. Aşılması gereken zorluklar için gerekli araçları ve ortamı hazırlayan ve gerektiğinde kullanıma sunan (Teltik Başer, 2008) bir yardımcı veya bir kılavuz (İnan, 2006), yaptıkları uygulamalarda soru sorabildikleri bir danışmandır. Öğrenmeyi verimli bir şekilde yönlendirir ve hedeften saparsa öğrenciye rehberlik sağlar. Öğrenciler, karşılaşılan güçlüklerin üstesinden gelmek için öğretmenin yardımına ihtiyaç duyduklarında, öğretmen sorular sorarak onları yönlendirir:

*Havuzun orta noktasını elinizdeki malzemelerle nasıl bulursunuz?*



1. Doğru parçaları ve bu doğru parçalarına ait orta dikmeler çizilmiştir. Doğru parçalarına ait noktaları çemberin üzerinde olacak şekilde rastgele yerleştirin. Ne gözlemlediniz?
2. Doğru parçaları çemberin hangi elemanını oluşturdu? Sizce çemberin merkezi yaklaşık olarak neresidir?

Öğretmenin matematiği çok iyi bilmesi gerekliliğinin yanında, matematiğin etkili öğretimini etkileyen çok daha farklı boyutlar vardır. Bunlar (Fennema & Franke, 1992):

1. Matematik bilgisi
2. İçerik bilgisi
3. Matematiğin doğası
4. Öğretmenin, bilgisini mantıksal olarak düzenlemesi
5. Matematiksel içeriği sunma bilgisi
6. Öğrenciler ile ilgili bilgiler
7. Öğrencilerin bilişsel özellikleri bilgisi
8. Öğretme ve karar alma bilgisi

Öğretmenlerin, öğrencilere belli matematik düşünceleri öğrenmelerine yardım edecek farklı stil ve stratejileri vardır (içeriği sunma bilgisi ve öğretme bilgisi) ve öğretim için tek doğru yol yoktur. Ancak etkili öğretmenler öğrencilerin matematiksel eğilimlerini şekillendiren kararların farkına varır ve öğrenme için düzenlemeler yapabilirler (NCTM, 2008). Öğretim programlarında belirtilen amaçlara yönelik yaşantılar planlayarak, onların bilişsel, duyuşsal ve psikomotor gelişimlerini yaşantı örnekleriyle destekler (MEB, 2010). Planlama içerisinde öğretim metotlarını belirleme önemli yer tutar. Öğretmenlerin yapması gereken ise kullanılabilir metotları ve öğrencilerin öğrenme biçimlerini dikkate almaktır. Kendilerine *kavram ve genellemeleri nasıl daha iyi öğretirim?* sorusunu sormak ve bu soruya cevap aramak metot seçimine kılavuzluk edebilir. Metot olmadan, öğretmen ve öğrenci konu

ile ilgili aynı frekansta buluşamayabilir. Bu nedenle, öğretmenlerin metotlara bakış açısı oldukça önem kazanmaktadır. YÖY’de kavramsal öğrenmeye önem verildiğinden öğretim için bazı stratejileri önerilmektedir (Kemankaşlı, 2010):

- Konuya başlarken etkinlik kullanmak
- Tartışma ortamında işbirliği içerisinde problem çözmek
- Kavram oluşturmada etkinliklere yer vermek
- Öğrencilerin ifade becerilerinin gelişimi için birlikte sunum yapmalarını sağlamak
- Birbirleri ile iletişimi üst düzeye çıkarmak

Öğretim stratejilerinde öğrencilerin doğal meraklarını geliştirmek (Brooks & Brooks, 1999), ilgilerini artırmak ve bireyi aktif hâle getirmek ve kendi öğrenmesinden sorumlu olmasını sağlamak için sınıfta yöntem çeşitliliğine gidilmelidir (Toptaş, 2012).

Öğretmen, öğrenci merkezli bir öğretim anlayışını benimser ve süreci buna göre biçimlendirir (Teltik Başer, 2008). Öğrenmenin verimli olması için, öğrencilere sorumluluk verme eğiliminde olmalıdır. Bilgi yapılarının kalıcılığı için gerekli tedbirleri planlar ve uygular (MEB, 2010). Öğretim, öğrencilerin kişisel ilgi ve yeterlilikleri yönünde geliştirilmesini amaçlamıştır (MEB, 2010). Geleneksel yapıda, *balık ağaca tırmanmaya* zorlanır. De Corte (2004), geleneksel öğretimde iyi ders anlatma hastalığı olarak bilinen öğretmen davranışının, istemeden de olsa kötü sonuçlar ortaya çıkardığını belirtmiştir. Altun (2009b), bu tür anlayışın öğrencilerin matematiksel ilişkileri keşfetmesine değil anlamasına yönelik olduğunu ve matematikte iyi olmanın ölçüsünün matematiği anlamak olduğuna dair yanlış yargıya yol açtığının altını çizmiştir.

Öğretmenler yeni bilgilerin var olan yapılar üzerine inşa edilmesinde anlamlandırmanın gerçekleşmesine öncülük eder. Etkili öğretmenler, öğrencilerin ön bilgilerini açığa çıkararak ve bu bilgiye karşılık gelen deneyimleri ve dersleri tasarlayabilirler (NCTM, 2008). Ayrıca konuları öğretirken aynı anda disiplinler arası bağlantıları açıkça

vurgular (Malabar, 2003). Böylece konular arası bağlantılar, aynı zamanda farklı zihin yapılarındaki ilişkileri de belirler. YÖY’ün bütüncül yaklaşımında, alanlar arası ilişkilendirme ile bütünün bir modeli elde edilebilir.

Fosnot ve Perry (1996, s. 24), Vygostky’nin içerik üzerine konuşma, soru sorma, açıklama yapma ve sonuç çıkarma süreçlerinde “en etkili öğrenmenin, öğretmenin öğrencileri birlikte potansiyel performans düzeyine çıkardığında gerçekleştiğine” inandığını belirtmiştir. Öğretmen, öğrencilerin bireysel ya da grup çalışmaları için uygun kararlar alan ve öğrencilerin matematiksel bilgiyi üretmeleri ve matematiği anlayarak öğrenmeleri için ortam hazırlar. Evet-hayır gibi sadece sonuç almak için sorulan sorular yerine, öğrencilerin üzerinde akıl yürüttükleri, soru sordukları ve böylece sorgulama becerilerini geliştirdikleri, açıklama yaptıkları açık uçlu sorular tercih eder. Bu sorulara güvenir ve öğrenciler arası geniş katımlı diyalogları geliştirir (Sharikzadeh, 2003). Öğrencilerin cevapları ve düşüncelerinden hareketle açıklayıcı ve ek ifade ve örneklerle bunları netleştirmeye çalışır. Düşüncelerini ifade etme ve çeşitli etkinlikler ile bulgular elde etmek ve bunları delil göstererek açıklama yapmak üzere yeterli ve gerekli zamanı verir (Ertekin, 2006). İşbirliği yapmaya uygun etkinlikler oluşturur (Teltik Başer, 2008). Etkinlikler ile ilgili yönlendirmeler yapar gerekirse yönergeler verir. Öğrenme sürecinde sorumluluk almalarını sağlar (Kemankaşlı, 2010). Ortamı hazırladıktan sonra, öğrencilerin öğrenme ve uygulamada engelleri aşmalarına yardım eder ve elde edilen deneyimlerin tartışılmasını ve nihayet son şeklinin verilmesini ve sınıfa sunulmasını sağlar (Alkan & Altun, 1998).

YÖY, öğrencilerin, görüşlerini önemser ve içerik ile yöntem konusunda onların da görüşlerini alır. Bir problem durumu ya da olayda öğrencilerin düşüncelerini açıklamalarını sağlar. Kavram ve genellemelerin öğrenilmesini sağlamadan önce, öğrencilerin bunlar hakkındaki düşüncelerini ve ön bilgilerini açığa çıkarmaya çalışır (Ertekin, 2006). Onlarla birlikte düşünme sürecine katılarak farklı ve alternatif düşünceler sunar. Konu ile ilgili

düşüncelerinin nedenlerini ve sonuca nasıl ulaşabileceklerini açıklayabilecekleri bir iletişim ortamı kurar. Böylece öğrencilerin problem çözme ve özgür düşünme becerilerine katkı sağlanır (Teltik Başer, 2008).

Öğrencilerin matematik öğrenme, öğretim ortamı ve kendileri ile ilgili inançlarını biçimlendirmede (Altun, 2009b) ve dersle ilgilenmelerinde, öğretmenin payı büyüktür. Etkili bir öğretim için öğrencilerin moral ve motivasyonunu yüksek tutar. Öğrencilere konuyu niçin öğrendiklerini ve konunun onlar için neden değerli olduğunu açıklaması beklenir. Her öğrenci için olmasa da açıklama, konuyu öğrenme üzerine motivasyonlarını artıracaktır. Hardy (1999), bir kişinin varlığını ve yaptıklarının gerekçesini açıklaması için, yaptığı işin yapmaya değer olup olmadığını ve değeri fark etmeksizin ne yaptığını düşünmesi gerektiğini belirtmiştir Öğrencileri sürekli aktif ve canlı tutarak aktivitelere katılmalarını destekler. Uygun fırsatlar sağlayarak onları güdüler (MEB, 2010). Merak uyandırma, öğrencinin bilgiyi kendisinin elde etmesi ve öğrenilecek konunun onun için değerli olmasını göz önünde bulundurur. Öğrencilerin elde ettikleri ürünleri takdir eder. Onları özgün ve hayal güçlerinin eseri olan ürünlere teşvik eder. Özendirici telkinlerde bulunur ve öğrencilerin ürettiklerini onurlandırır. Öğrencilerin içinden gelen öğrenme isteğini iyi yönlendirmeli, süreç içerisinde ilgi ve motivasyonu düşürebilecek aksaklıkları gidermelidir.

Öğrenciler, öğretmenlerin istediklerinden çok farklı yollarla çevrelerini algılayabilirler (Malabar, 2003). Bireysel farklılıkları yönetebilmeli ve gerekli öğrenmenin gerçekleşmesi için öğretmen öğrenilen kavram ve genellemeleri sınıf içerisinde netleştirmelidir. Böylece “*ne öğrendik?*” sorusu sınıfta cevaplanmış olacak ve “*ne öğrendim?*”, “*ne öğrenmeliyim?*” ve “*neler üzerinde hala çalışmaya devam etmeliyim?*” gibi sorulara kaynaklık edecektir (Tapan-Broutin, 2010). Ancak, bireysel farklılıklar nedeniyle öğrencilerin anlatılanlara farklı anlamlar yüklemesi olasıdır. Sorulara verilecek cevaplar ile farklılıkların ortaya çıkarılması gerekir.

Alkan ve Altun (1998), etkili öğretimin öğrencilerin yanlış ve eksikliklerinin ortaya çıkarılması ve düzeltilmesi ile gerçekleştiğinden, bunların belirlenmesinde iki yönlü durumdan söz eder: öğrencideki eksiklik ve yanlışlıkların düzeltilmesi ve buna neden olan eksiklik ve yanlışlıkların bulunması ve düzeltilmesi. Bunun için öğretmen öğrencilerle iyi ilişkiler kurar, öğrencileri izler, öğrenci soruları ile ilgilenir ve soruları için yol gösterir (İşman ve diğerleri, 2002). Bir görevin tamamlanmasında öğrencilerin görevlerini yerine getirerek ya da onlara doğru cevabı vererek değil (MEB, 2013b), probleme öğrencilerin kendi çözümlerini üretmeleri için gerekli rehberliği sağlayarak yardım eder (Honebein ve diğerleri, 1993).

Öğretmen, öğrencilerin farkındalık becerilerini geliştirecek aktivitelere yer vermeli, ne öğrendiklerinin farkında olmalarını sağlamalıdır. Matematiksel düşünmenin standart olduğu entelektüel bir ortam oluşturmaktan sorumludur (NCTM, 2008). Öğrencileri mantıksal düşünmeye, soru sormaya, problem çözmeye ve düşüncelerini, stratejilerini ve çözümlerini tartışmaya cesaretlendiren öğretmendir. Kullandıkları çözüm yolunu betimlemeyi, ulaştıkları çözümü analiz etmelerini ve çözümü sorgulamalarını sağlar. Bu, aynı zamanda öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini gösterir (Kemankaşlı, 2010). Matematik eğilimlerini geliştirmek için, öğretmenlerin, kendilerinin ve öğrencilerin yaptıklarını analiz edebilmeli ve bu davranışların öğrencilerin öğrenmelerine etkilerini göz önünde bulundurmalıdırlar (NCTM, 2008). Öğrencilerin yaptıklarını görmede, etkinlikler yardımcı araçlar olabilirler.

Öğrencilere yüksek düzeyli matematiksel düşünme becerileri kazandıracak, gerçekçi problem çözüme ve modellemeye dayalı ve bilgilerini kullanabilecekleri ve sentezler yapabilecekleri etkinliklere yer verilmelidir (MEB, 2013b). Öğretmenler, öğrencilerin öğrenme ile ilgili analizlerini yapabilmeli, mevcut etkinlikleri kendi sınıf ortamına uyarlayabilmelidir (Tapan-Broutin, 2010). Yaratıcı öğrenmeyi geliştirmek için durumlar oluşturulmalı, öğrencilerdeki problem çözmenin gelişimine problem merkezli çok miktarda

öğretim aktivite ve materyalleri geliştirmelidir (Nakin, 2003). Öğretim materyalleri ve beraberinde gerçekleştirilen etkinliklerle, öğrencilerin bireysel kavram oluşturma süreçleri desteklenebilir. Programa uygun öğretim materyallerini seçme ve kullanma, uygun öğretim araç ve teknikleri kullanma ve yansıtıcı uygulamalara katılma ve sürekli kişisel gelişim, iyi öğretmenlerin her gün gerçekleştirdiği davranışlardır (NCTM, 2008). Bu davranışların gerçekleştirilmesinde teknoloji iyi bir destek aracı olabilir.

YÖY, matematik eğitimini önemli ölçüde değiştirmekte ve bu değişimde BİT büyük rol oynamaktadır (Kemankaşlı, 2010). Öğretmenler teknolojik bilgi ve becerinin yanında, teknolojinin matematik öğretiminde kullanımı ve etkinlik hazırlama ile ilgili becerilerinde de gelişim sağlamalıdır (Tapan-Broutin, 2010). Öğretmenler, programdaki ve teknolojiadaki değişimi yansıtmak ve öğrencilerin matematiği nasıl öğrenmeleri gerektiği ile ilgili yeni bilgileri birleştirmek için uygulamalar desenlemeli ve bilgilerini geliştirmelidirler (NCTM, 2008).

Tapan-Broutin (2010), teknolojiyi kullanan öğretmenin iki kısımda dört çeşit temel bilgi türüyle çalıştığının farkında olması gerektiğini belirtir.

1. Klasik kâğıt kalem ortamında öğretim sırasında sergilediği *matematik bilgisi ve matematik kavramlarının öğretimi ile ilgili bilgidir.*
2. Teknoloji kullanımı ile ilgili olarak *teknolojik araç bilgisi ve öğretim teknolojisi bilgidir.* Yani bir aracın öğretim ortamında kullanılması ile ilgili bilgidir.

Öğretmen matematik dersleri için araç ve öğretim materyalleri hazırlar. Bu yaklaşımı benimseyen ve uygulayıcısı olan eğitimciler, kavram ve genellemeler için kullanılan konu alanı ile ilgili kaynaklarla birlikte, bunların etkin sunumunu ve kullanımını sağlayan diğer öğretim kaynak ve materyallerine gereksinim duyarlar (Kemankaşlı, 2010). Bunun yanında elde edilecek bilgi ve becerilerin test edilmesi ve elde etme süreçlerini inceleyecek araçlara da gereksinim duyulabilir.

YÖY’de, öğrencilerin öğretim sürecinde gerek aktivitelerde, gerekse çeşitli sınavlarda göstermiş olduğu performansın ölçülerek değerlendirilmesini gerektirir. Öğretmen, sonuçları ve işlem becerilerini değerlendirmenin yanında, bunların gelişim ve ilerlemelerinin dikkate alındığı süreci de değerlendirir. Başka bir deyişle, öğrencilerin bilgilere ulaşma düzeyi, süreç değerlendirmesinde kullanılır. Çeşitli gözlem formları ve çalışma kâğıtları kullanılabilir, ayrıca kayıt altına alınan diğer çeşitli verileri de kullanabilirler. Yani test gibi değerlendirme ölçütlerinden daha çok düzenli gerçekleştirilen gözlemlerden yararlanır (Alkove & McCarty, 1992). Gözlem, tartışma ve öğrencilerle görüşme ya da interaktif günlük gibi değerlendirme tekniklerini kullandıklarında, öğrenciler büyük olasılıkla düşüncelerini açıkça söyleme ve öğretmenin sorularını cevaplama işlemi sayesinde öğrenir (NCTM, 2008). Öğretim sonunda öğrencilerle bireysel ya da gruplar biçiminde öğrenme çıktılarını tartışma ortamı oluşturulur (Yaşar, 1998). Grup üyelerini ve kendilerini nesnel olarak değerlendirmeden geçirirler ve kendilerine yapılan eleştirilerde hoşgörülü davranırlar (Alkove & McCarty, 1992). Böylece öğretmen değerlendirmesi yanında öğrencilerin birbirlerini değerlendirdiği, ölçme-değerlendirme mekanizmasının birlikte kullanılması ve öğretim sürecinin değerlendirmeye dâhil edilmesi önerilir.

YÖY’de öğrenci değerlendirmesi, belli sürede belli soruların çözümü ve sadece öğretim süreci sonunda yapılan bir ölçme olmadığı için, Kemankaşlı (2010) tarafından değerlendirmenin aşağıdaki özelliklere göre yapılması önerilmiştir:

- Süreç değerlendirmesi, sonuç değerlendirmesinin önündedir.
- Grup çalışması değerlendirmenin bir parçasıdır.
- Ölçme ve değerlendirme kriterlerini, öğretmen ve öğrenciler birlikte hazırlar.
- Öğrencilerin her türlü performansı ve sınıf içi durumları değerlendirmenin parçasıdır.
- Öğrencilerin performansı ile bilimsel becerileri değerlendirilebilir.

- Öğrencilerin gelişim özellikleri, kişisel gelişim dosyası ile değerlendirilebilir.
- Öğrenci görüşmeleri, diğer bir değerlendirme ölçütü olabilir.

Veriler, öğretim sonunda yapılan sınavlar ve öğretim sürecinde gözlem ve proje, araştırma gibi performansların değerlendirilmesiyle elde edilir ve sonunda öğretmen tarafından dönüt verilir (Alkan & Altun, 1998).

YÖY, öğrencileri cesaretlendirmek için öğrenme teorilerinin birçok avantajını içerir (Bülbül Y., 2010). Öğretim sürecinde öğretmenler kadar öğrencilere de önemli görevler verilmiş ve bunlar YÖY’de belirlenmiştir. Bu yüzden öğrenci rollerinde de değişimler olmuş, matematik öğretiminde birçok sorumluluk yüklemiştir. Çevresi ile etkileşim içinde, bilinçli, girişimci, sabırlı, bilgi üretmeye açık, yaratıcı düşünme becerisine sahip bireyler olmalıdır (Ertekin, 2006). Gerektiğinde kavramları anlatır, diğerlerini izler ve gerektiğinde onlarla ve öğretmenle tartışır (Alkan & Altun, 1998). Kendi öğrenmelerinde sorumluluk alarak, bilgi araştırır, farklı bakış açılarına değer vererek bilgiye ulaşmaya çalışır. Araştırmacıdır, problem çözücüdür, teknoloji üreten ve kullanabilen ve hayat boyu öğrenmeye açık bireylerdir (İşman ve diğerleri, 2002).

Öğretmenin *yanında otururlar* ve amaçları belirleme ve bu amaçlardan süre sonunda ortaya çıkanları değerlendirme sürecinde aktif rol oynar (Sharikzadeh, 2003), seçici, yapıcı ve etkindir (Ülgen, 1994). Öğrenirken sadece dinleyen, okuyan ve verileri olduğu gibi alıp tekrar olduğu gibi geri yansıtan değildir (Perkins, 1999). Zihninde anlamı kendisi oluşturur. Bu anlamı kendine mal etme çabası içindedir (Yaşar, 1998). Öğrenme sürecinde sorumluluk alırlar ve kendi öğrenme biçimini ve öğrenme hızını kendileri belirlerler. Araştıran, sonuç çıkaran, genellemelere ulaşan bir bilim adamı gibi davranması beklenir (MEB, 2010). Bunları duyuları ile algıladığında motivasyon, ilgi ve becerileri çerçevesinde kendi bilişsel stratejilerinde işler ve kendine has bilgi üretir (Teltik Başer, 2008). Hazır bilginin tekrar edildiği bir ortamda gerçek öğrenmeden söz etmek olası değildir. Çünkü bilginin öğretilmesi



yanında, onu nerede kullanacağını tasarlamalıdır. Neden öğrendiğini ve nerede kullanacağını bilmek, bilginin öğrenci için değerini artırır. Kendi bilgisini analiz ederek eksik ya da yanlış olan noktaları keşfetme çabasıdır (Teltik Başer, 2008).

Kendine has bilginin oluşumu sadece bireysel çabanın sonucu değildir. Sosyal çevre ile etkileşim bilginin oluşumu üzerindeki etkisinden dolayı önerilmektedir. Üretken iletişim, öğrencilerin matematiğin bir parçası olarak not tutmalarını, düşüncelerini revize etmelerini ve öğrenmek için güzel sorular sormalarını gerektirir (NCTM, 2008). Öğrenmenin anlamının, *diğerlerinden öğrenmek* olduğunun farkına varmalıdır ve diğer öğrencilere ait düşüncelerin ve deneyimlerinin avantajını elde etmelidir (Nakin, 2003). Grup çalışmalarında rolünün ve sorumluluklarının bilincindedir ve buna göre hareket eder. Sorumluluklarının etkisinin sadece kendisi için değerli olmadığı, grup arkadaşları içinde bu sorumluluğu taşıdığı bilincindedir (Teltik Başer, 2008). Diğerleri ile tartışır, hipotez kurar, dener, paylaşır ve düşüncelerini savunur. Etkin bir öğretim süreci yaşamak üzere öğrencilerin eleştirel düşünme ve sosyal becerilerin geliştirilmesi beklenir (Ertekin, 2006). Öğrencilerin, yanlış cevap verme ya da yapamama korkusu olmadan kendilerini ifade etmeleri gerekir. Hatalar sıklıkla yapılandırma kadar öğrencilere matematiği anlamada yardım eden doğru çözüm stratejileri ile ilgilidir (Erickson, 1999). Bütün bunları gerçekleştirmek üzere YÖY'ü temele alan öğretim modelleri bulunmaktadır. Öğrencilerin hem bireysel hem sosyal çevrede öğrenme süreçleri için uygun modellerden birisi 5E modelidir.

**2.3.4. 5E modeli.** Eğitimde daha iyi sonuçları elde etmek için YÖY benzeri metot ve teknikleri içeren (Toptaş, 2012) birçok farklı eğitimsel ve öğretim teorileri ve stratejileri önerilmiş, geliştirilmiş ve uygulanmıştır (Skemp, 1987). Öğretim modelleri arasında etkinliği araştırılarak yaygınlaşmaya başlayan 3E, 4E, 5E ve 7E modelleri ortaya çıkmıştır (Teltik Başer, 2008). Yeni öğrenme teorileri geliştirilirken, BSCS programı ve öğrenme tasarımını revize etmiş ve 1980'lerde *Amerikan Biyolojik Bilimler Enstitüsü (American Institute of*

*Biological Sciences - AIBS*), *Biyoloji Bilimleri Öğretim Programı Çalışmasında (Biological Science Curriculum Study-BSCS)*, 5E'yi baskın öğretim tasarımı olarak benimsenmiştir (Bybee, 2009). 1980'lerin sonlarından bu güne, yeni programların geliştirilmesinde ve profesyonel gelişim deneyimlerinde bir öğretim modeli olarak yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Bybee ve diğerleri, 2006). BSCS araştırmacılarından Bybee öncülüğünde geliştirilmiştir.

*How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School (İnsan Nasıl Öğrenir: Beyin, Akıl, Deneyim ve Okul)* (Bransford, Brown & Cocking, 1999) ve beraberinde *How Students Learn: Science in the Classroom (Öğrenciler Nasıl Öğrenir: Sınıfta Fen)* (Donovan & Bransford, 2005) gibi araştırmalar eğitimcilerin, sürekli etkili, araştırma merkezli öğretimsel modelin fen ve diğer alanlarda temel kavramların öğrenilmesinde öğrencilere yardım edebileceği düşüncesini onaylamaktadır (Bybee ve diğerleri, 2006). Bu düşünceden hareketle, çalışmanın konusuna uygun olarak 5E modeli ele alınmıştır.

BSCS 5E Öğretim Modeli, diğer öğretim modellerinin üzerine inşa edilmiş ve öğrenme üzerine bugünkü araştırmalar tarafından desteklenmektedir. Anlayışı dünya çapındaki bilişsel bilimciler tarafından şekillendirilmiştir (Brooks & Brooks, 1999; Bybee ve diğerleri, 2006). Ülkemizde güncellenen YÖY'e dayalı öğretim programında uygulamaya giren modellerden biridir ve öğretim programlarına ve uygulama süreçlerine sistematik bir yapı ve bütünlük kazandırır (Teltik Başer, 2008).

5E Öğretim Modeli, BSCS programlarının çoğunun, özellikle çekirdek programların merkez özelliği olmuştur (Bybee ve diğerleri, 2006). Yapılandırmacı ve doğrudan öğretim sistemlerinin bileşimidir ve iç içe geçmesi, bu tasarım için eksiklik değil en iyi durumu sağlar ve en kötü yönlerinden kaçınırken en iyi yönlerinden faydalananı görünen çok dengeli bir yaklaşımdır (Hebert & Overbaugh, 2011). Bir program, ünite ve ders dizisini ve bunların organizasyonunu ifade eder.

BSCS 5E Öğretim Modeli, öğrenmenin etkileşimli aktif bir süreç olma ve bilgi ve kavramların etkileşim ile gerçekleştiğini gösteren araştırma bulgularını programa uygular (Bybee ve diğerleri, 2006). Sınıfta konuşma ve sınıf içi etkileşim düşünceler arasındaki bağlantıyı ve farkındalığı ve bilgiyi yeniden organize etmeyi geliştirmek için kullanılabilir (Lampert, akt. NCTM, 2008). Yeni kavramların keşfedilmesini, öğrenilmesini ve derinlemesine araştırılmasını öngören aşamalı bir süreçtir. Sağlam eğitim teorileri üzerine inşa edilmiş ve etkin olmayı destekleyen araştırma temelli gelişime odaklanır. Bilgi ve becerilerin öğrenilmesini sağlamakla kalmayıp bunların kullanılmasını destekleyen aktivitelere de gereksinim vardır. Öğrencileri, kendi kavram yapılarını oluşturmaları için destekler (Ergin, Kanlı & Tan, 2007). Öğrencilerde öğrenmeye karşı ilgi ve merakı uyandırarak motivasyonu artırır (Teltik Başer, 2008). Öğrencinin konuya ilişkin beklentilerini karşılayarak öğrenmenin keyfini yaşamasını sağlar.

BSCS 5E Öğretim Modelinin bugün eğitimin her alanında kullanılmasını (Bybee, ve diğerleri, 2006), üç nedene bağlamıştır:

1. Program yapısını, değerlendirme kılavuzu ya da ders ana hatları gibi daha büyük çalışma parçalarını içine alan dokümanlar
2. Çeşitli uzunluk ve boyutta öğretim materyalleri
3. Öğretmenlerin profesyonel gelişimi için uyum, enformel eğitim düzenlemesi ve fen dışında diğer disiplinler.

5E modeli, öğretim sürecini 5 aşamada ele alır (Brooks & Brooks, 1999; Bybee, 2009; Bybee ve diğerleri, 2006; Çepni ve diğerleri, akt. Teltik Başer, 2008; Özmen, 2004;). Uzun araştırma ve denemeler sonucunda kullanışlı bir model olarak ortaya çıkmıştır ve ismini modeli oluşturan aşamaların İngilizce karşılıklarının baş harflerini almıştır. Öğretim düzeyi ayırımı yoktur ve öğrenmeye özendirir. Her aşamada anlama ve kazanılan becerileri uygulama vurgusu yapılır. 5 aşama sırasına göre aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

1. Giriş (Engagement)/ Teşvik etme (Encourage)
2. Keşfetme (Exploration)
3. Açıklama (Explanation)
4. Derinleştirme (Elaboration) / Genişletme (Extension)
5. Değerlendirme (Evaluation)

Her aşama belli bir fonksiyonu yerine getirir. Öğrencilerin beceri elde etme süreçlerini, bilgi ve tutumları ile bütünleştirerek zihin yapılarını oluşturur. Kavramsal değişim sürecini kolaylaştırır ve farklı öğretim stratejilerine tutarlılık getirir (Bybee ve diğerleri, 2006). Öğretmenlerin, tutarlı bir öğretim gerçekleştirmelerine ve öğrencilerin bilimsel bilgiyi daha iyi araştırmalarına yardım eder ve geliştirir.

Devam eden bölümde 5E modeli aşamaları ayrı ayrı ele alınarak açıklanmıştır.

#### **2.3.4.1. 5E modeli aşamaları.** 1. Giriş (Engagement) / Teşvik etme (Encourage):

Öğrencilerin işlenecek konu ile ilgili dikkatini çekmek ve merak uyandırmak amacıyla çeşitli problem durumları verilir ya da açık uçlu sorular sorulur (Teltik Başer, 2008). Öğretmen ve müfredat öğrencinin ön bilgilerine erişir ve ilgisini artıran ve ön bilgilerini ortaya çıkaran, yeni konu ile ilgili öğrenilene güdüleyecek kısa etkinlikler kullanarak yeni bir kavrama güdülenmelerine yardım eder (Bybee ve diğerleri, 2006). Bu yönüyle ulaşılabilecek matematik kavramlarına giriş için uygun bir yaklaşım olduğu düşünülmüştür.

Öğretmene, konuyu sunma ve öğretim etkinliklerini, etkinliklerin uygulanmasındaki kuralları ve süreçleri belirleme rolü verilmiştir. Böylece, problem ya da olay çeşitli multimedya araçları kullanılarak eğlenceli ve ilgi uyandırıcı bir biçimde sunulabilir (Teltik Başer, 2008), dikkat çekici fırsatlar yaratılabilir. Bazı çalışmalar öğretim hazırlığına fazla emek ve zaman harcamadan animasyonun sınıf tartışmasını başlatmak ve etkileşimi ile dersi kolaylaştırmak için bir çağır açabileceğini işaret etmiştir (Fralinger & Owens, 2009).

Etkinlik geçmiş ve şimdiki öğrenme deneyimleri ile bağlantı kurmalı, önceki kavramları ortaya çıkarmalıdır (Bybee ve diğerleri, 2006). BSCS, ön bilgileri ile öğrencilerin dikkatlerini çekmenin gerekli olduğunu belirlemiştir (Champagne akt. Bybee ve diğerleri, 2006). Bu aşamada, yeni bir aktiviteye karşı öğrenciler anlamalarını ve becerilerini sunarlar. Üst biliş üzerine çalışmalar aracılığı ile öğrenmenin temel bir bileşeninin açığa çıkarıldığı öz yansıtma için fırsatlar sağlar (Brown & Campione, akt. Bybee ve diğerleri, 2006). Aktivitenin problem olarak sunumu bu fırsatları artırabilir.

Hiebert ve diğerlerine (1996) göre, öğrencilerin konuyu sorun sallaştırması (problemitize etme) gerektiği yani müfredat ve öğretim öğrenci için problem, çelişki ve soru ile başlamalıdır. Bu nedenle öğrencilerin ilgisini çekmek için çeşitli sorular sorulur ve ya bir durum hakkında düşüncelerini açıklamaları istenir (Ertekin, 2006; Teltik Başer, 2008). Öğrenciler zihinsel olarak bir nesneye, probleme, duruma ya da olaya odaklanır (Bybee ve diğerleri, 2006). Öğrenciler, ürettikleri düşüncelerle problem ya da olayda karşılaştıkları soruları cevaplamaya çalışırken, diğer taraftan yenileri oluşur. Buradaki temel amaç, farklı bakış açıları çerçevesinde düşüncelerini söylemelerini, soru sormalarını ve sorgulama yapmalarını, akıl yürütmelerini sağlamaktır. Sorulara doğru cevap vermeleri öncelikli olmamakla birlikte, yeni kavram ve genellemelerle ilgili herhangi bir açıklayıcı bilgi ve tanımlar verilmez. Öğrenilecek kavram ve genellemeler önceden açıklanmaz.

Öğretim programlarında, kavram ve genellemeler ünite gibi bölümler bir alanla ilgili bütünlük oluşturan parçalardır. Bu nedenle yeni kavram ve genellemelerin öğrenilmesi, eskilerinin tam ve hatasız ve bunlarla ilgili farkındalığın oluşturulması ile ilgilidir (Teltik Başer, 2008). Konuyu sorun sallaştırılması büyük olasılıkla öğrenmeye öncülük eder (Nakin, 2003), öğrencilerin ilgisini çeker ve onları öğretim sürecine odaklar. Öğrencileri öğrenme etkinliklerine dâhil eder. Başarılı ilgi çekme, öğrencinin şaşırması ile sonuçlanır ve öğrenme aktivitelerine aktif bir katılım için motive olur (Bybee ve diğerleri, 2006). Öğrenciler, başarılı

bir dikkat çekme aşamasından sonra, zihinlerinde oluşan soruları keşfetme sürecine hazır duruma gelir.

**2. Keşfetme (Exploration):** Adından da anlaşılacağı üzere öğrencilerin yeni kavram ve genellemeleri öğrenmek üzere gerçekleştireceği araştırma çalışmalarını kapsar. Öğrenciler gerekli durumlarda bireysel ya da grup çalışması yaparlar. Çeşitli deneyler yapar ve varsayımlar üretirler. Olanaklar çerçevesinde gerek sınıf ortamında, gerekse sınıf dışında uygun ortamlarda çalışarak problem durumlarını çözmek için düşünce üretirler (Teltik Başer, 2008). Etkinlik kullanımına oldukça elverişli bir basamaktır.

Öğrenciler, etkinliklerde çeşitli özellikleri ya da problemlere çözüm önerileri getirir ve araştırıp keşfetmeye çalışırlar. Keşfetmede kavramlar ya da kavram yanılgıları, süreçler ve beceriler belirlenir. Etkinlikler, kavram oluşumunu ya da yanılgıların değişimini kolaylaştırıcı olmalıdır. Öğrenciler, onlara yeni fikirler oluşturmak, soruları ve olasılıkları araştırmak ve hazırlayıcı bir araştırma tasarlamak ve yönlendirmek için önceki bilgilerini kullanmalarını sağlayan aktiviteler yapabilirler (Bybee ve diğerleri, 2006). Tahminlerde bulunarak, hipotezler kurar ve bunları test ederler. Çeşitli denemeler yapar, elde ettikleri sonuçları grup üyeleri ile tartışırlar. Bu nedenle grup çalışmalarına yer verilir (Ertekin, 2006).

Sınıfta öğretmen, aktiviteleri organize eder ve öğrenciler bireysel ya da grupta aktif olarak aktiviteleri gerçekleştirirler. Öğrencilere, kullanılan öğretim materyali ve sunulan durum üzerine araştırma fırsatı verilir. Bunun için yeterli zaman gereklidir. Öğrenciler gereksinim duyduğunda, öğretmenden yardım isteyebilirler. Gelişim düzeylerinin üzerinde ya da altında düşünme süreçlerinin bulunduğu aktiviteler gelişim sağlamak yerine probleme neden olabilir. Gerçek öğretim materyallerinin kullanımı ve somut deneyimlerin gerçekleştirilmesi esastır (Bybee ve diğerleri, 2006). Öğretmen, öğrencilere kıyasla daha pasif durumdadır ve daha çok gözlem yapar. Yönlendirmenin gerekli olduğu durumlarda, sorularla

öğrencilerin düşünmelerini sağlar ve onları yönlendirir (Ertekin, 2006). Böylece öğrencilerin zihinlerindeki soru işaretleri cevaplanırken bilgi yapıları yerli yerine oturur.

Dikkat çekme, bilişsel teoride denge bozulmasına karşılık geldiği, keşfetme aşamasında da dengenin sağlandığı söylenebilir. Öğretim yazılımlarının, bu aşamada kullanımı önerilir, fakat uygun ve bilimsel olarak tam bir şekilde kavramların biçimlendirilmesi için dikkatli bir şekilde tasarlanmalıdır (Bybee ve diğerleri, 2006). Bu durumda, bilgilerin kalıcılığını ve genişletilmesini destekler, öğrenmenin etkili bir yolu olur. Öğrenciler, düşüncelerini test etmeye ve yeni düşünceler üretmeye çalışırlar (Teltik Başer, 2008). Keşfetme deneyimleri, öğrencilere mevcut kavramların (örneğin kavram yanılgılarının), süreçlerin ve becerilerin belirlendiği ve kavramsal değişimin kolaylaştığı ortak bir aktivite zemini sağlar (Bybee ve diğerleri, 2006). Problem temelli olmasına rağmen, genel olarak bu tasarımın amacı öğrencilerin etraflarındaki dünya ile ilgili bilim dallarını ve kendileri ile ilgili ilişkileri anlamasıdır (Hebert & Overbaugh, 2011). Bu, disiplinler arası çalışmaların yer verilmesi anlamına gelmektedir. Böylece öğrencilerin bilgi yapıları için her alanda ayrı ayrı kopuklaşmış bilgi yerine, diğer alanlarla ilişkileri kurulmuş bütünlük yapıları oluşturulabilir. Seçilen öğretim uygulama ve materyalleri bütünlük, disiplinler arası öğrenmeyi destekleyecek biçimde tasarlanabilir. Öğrencilerin bilgi elde ettiği keşfetme faaliyetlerinden sonra bunları açıklamaları beklenir ve böylece açıklama aşamasına geçilir.

**3. Açıklama (Explanation):** Öğrencilerin, bir araya gelerek deneyimler gerçekleştirdiği ve önceki aşamada edindikleri ve ortaya koydukları sonuçları paylaştığı ve yeni kavram ve genellemeleri oluşturmada temel bir takım açıklamalarda bulunduğu aşamadır (Bybee akt. Teltik Başer, 2008). Keşfetme ve açıklama aşamalarında genellikle grup çalışması yapılmaktadır. Öğretmenler ise bir rehber olarak görev alır (Hebert & Overbaugh, 2011). Öğrencilerin kavram anlamalarını, becerilerini ya da faaliyetlerini göstermek için fırsatlar sunar ve öğrencilerin gelişim ve araştırma deneyimlerine belli bir bakış açısından ilgilerine

odaklanılır (Bybee ve diğeri, 2006; Ertekin, 2006). Öğrencilerin, belli bir açıdan giriş ve keşfetme deneyimleri üzerine ilgilerine odaklanır ve kavramsal anlamalarını, beceri süreçlerini ya da davranışlarını gösterme fırsatı sunar (Bybee ve diğeri, 2006).

İlk olarak öğrenciler açıklamalarını yapar. Öğretmen, bilimsel ya da teknolojik açıklamaları doğrudan, açık olarak ve programda belirtildiği gibi bilimsel açıklamasını yapar (Campbell M. A., 2006). Kilit nokta, kavramları, süreçleri ya da becerileri, kısaca, basitçe, açıkça ve doğrudan sunmak ve sonraki aşamaya geçmektir (Bybee ve diğeri, 2006).

Böylece öğretmen başlangıçta açıklamalarını, öğrenci açıklamaları üzerinden gerçekleştirerek öğrencilerin konu ile ilgili düşüncelerini almaya çalışır. Öğretmenin yaptığı açıklama, bu aşamanın önemli bir parçası olan müfredatı derinlemesine anlama bakımından öğrencilere rehberlik eder (Bybee ve diğeri, 2006). Öğrenciler, açıklamaları özellikle deneyimlerini kullanarak gerçekleştirirler (Ertekin, 2006). Öğretmenlere büyük iş düşmektedir. Onların yönlendirmesi ile açıklamalarını derinleştirme ve genişletme eğiliminde olmalıdır.

Öğretmenler diğeri aşamalara göre daha aktiftir. Öğrencilerin açıklama yapmalarını sağlamak ve bunları arkadaşları ile paylaşarak, geliştirmek için çeşitli yöntemler kullanabilirler. Genellikle düz anlatım yöntemi kullanılır. Yönteme resim, video ve eğitim yazılımları gibi öğretim materyalleri ya da öğrencilere çeşitli etkinlikler yaptırarak açıklamaya teşvik edebilirler (Teltik Başer, 2008). Keşfetme ve açıklama basamakları sonunda doğrudan öğretim yapılarak daha derinlemesine gerçekleşen, grupların keşfetme ile ilgili açıklamaları toplanır (Hebert & Overbaugh, 2011). Ancak, öğrenciler, birden bire açıklamalarını yapamaz ve uygulayamazlar (Bybee ve diğeri, 2006). Öğrencilere yeterli zaman tanınmalı ve hemen açıklama yapmaları beklenmemelidir. Öğrenme bir süreç olduğundan zaman alır. Açıklama sonunda öğrencilerin öğrendiklerini uygulama fırsatı sunulan derinleştirme aşamasına geçilir.



**4. Derinleştirme (Elaboration) / Genişletme (Extension):** Derinleştirme aşaması, öğrenilen yeni kavram ve genellemeleri ve bunları öğrenirken ortaya konan yaklaşımların yeni durumlara uygulanması ile ilgilidir (Teltik Başer, 2008). Kavramları, süreçleri ya da becerileri genelleme öncelikli hedeftir (Bybee ve diğerleri, 2006). Öğrenciler tartışma ve araştırma etkinlikleri yaparlar. Tartışma sırasında, etkinlikler ile ilgili bireysel ya da grup olarak, kendi varsayımlarını sunar ve savunurlar. Tartışma, aktivitelerin başarıyla tamamlanması için gerekli olan bilginin tanımlanması ve elde edilmesi kadar, aktivitelerin daha iyi tanımlanması ile sonuçlanır (Champagne akt. Bybee ve diğerleri, 2006).

Öğrenciler, sorular sorar, araştırma yapar ve yeni deneyimlerde bulunur. Böylece var olan bilgi yapılarını genişleterek derinlemesine bilgi edinirler. Öğrencilerin, gelişen açıklama becerilerinin yanında onları daha yeni öğrenme deneyimleri için sürecin devamına katarak öğrencilerin, bilgilerin kesinliği üzerine düşüncelerine ve daha anlamlı hale getirmeye yarar (Teltik Başer, 2008). Bilgiyi, birbirlerinden, öğretmenden ve öğretim materyallerinden, alan uzmanlarından, elektronik kaynaklardan ve gerçekleştirdikleri deneyimlerden elde ederler. Bu bilginin temeli olarak adlandırılır (Champagne akt. Bybee ve diğerleri, 2006). Öğrencilerden, öğrendiklerini uygularken kendi kararlarını almaları beklenir. Formel bilgileri kullanma ve karşılaşılan yeni durumlarda kavrama becerilerini göstermeye cesaretlendirilirler (Campbell M. A., 2006). Bilgilerin diğer alanlardaki ve gerçek yaşamdaki anlamlar ile ilişkilendirmeleri sağlanır (Ertekin, 2006). İlişkilendirme arkadaşlarının bakış açıları ve değerlendirme ortamında farklılık kazanabilir. Yani bu aşamada da yine grup çalışmalarına yer verilebilir.

Grup tartışmaları sonucunda öğrenciler, aktiviteleri kavrama, bilgi edinimi ve aktiviteleri tamamlama için olası stratejileri derinlemesine inceleyebilirler (Champagne akt. Bybee ve diğerleri, 2006). Diğer öğrenciler ile iletişim kurularak bilgi paylaşımı yapılır, böylece farklı açılardan değerlendirme fırsatı yakalanır (Ertekin, 2006). Grup tartışmaları ve iş birlikçi öğrenme durumları öğrencilerin konu ile ilgili kendi anlamalarını açıklamaları ve

kendi anlama düzeylerine oldukça yakın olan diğerlerinden geri bildirim almak için fırsatlar sağlar (Bybee ve diğerleri, 2006). Bazı durumlarda, öğrenciler hâlâ kavram yanlışlarına sahip olabilir ya da keşfetme deneyimi ile ilgili olarak sadece bir kavramı anlamış olabilir. Bu durumda öğrencilere daha fazla zaman ve deneyim fırsatı vermek gerekebilir.

Öğretmenler, öğrencileri kavramsal anlamaya ve beceri kazanmaya teşvik eder ve onları geliştirir. Yeni deneyimlerle, öğrenciler derin ve kapsamlı kavrama, daha fazla bilgi ve uygun beceriler geliştirir. Öğrencilerin kavramsal anlamalarını ek aktiviteler yürüterek uygulamaları önerilir (Bybee ve diğerleri, 2006). Anlamanın gelişimi ve sonucu değerlendirme ile test edilerek amaca ulaşma durumu ve düzeyi belirlenmelidir. Bunun için değerlendirme aşaması uygulanır.

**5. Değerlendirme (Evaluation):** Pratik bir öğretim konusu olarak öğretmenler, eğitim sürecini ve çıktılarını değerlendirmelidir. Bu, öğretmenlerin her bir öğrencinin anlama seviyelerini belirlemek için değerlendirmeleri yönettiği aşamadır (Bybee ve diğerleri, 2006). Hem öğretmen hem de öğrenciler için değerlendirme fırsatı sağlanan aşamadır. Öğrencilerin bilgi ve becerilerindeki gelişimi ortaya çıkaran davranış değişikliğinin nedenleri açıklanmaya çalışılır (Ertekin, 2006). Değerlendirmenin öğretimi derinden etkilediğine inanılmaktadır. “Öğrenciler zayıf öğrenmenin etkilerinden zor olsa da kurtulabilirler, zayıf bir değerlendirmenin etkisinden kaçamazlar” (Chan, 2015: s. 474). Öğrencilerin anlamalarını ve becerilerini değerlendirmek için cesaretlendirir ve öğretmenler için eğitimsel hedeflere ulaşma yönünde öğrenci süreçlerini değerlendirmek için fırsatlar sağlar (Bybee ve diğerleri, 2006). Değerlendirmenin tek yönlü değil çok yönlü olması önerilmektedir (Teltik Başer, 2008). Süreç, beceri ve kavram değerlendirmeleri ön plana çıkmaktadır. Sadece ürün değil, elde edilme sürecinde gösterilen çaba ve performans çalışmaları da her iki aşamada değerlendirilmektedir. Değerlendirmenin kalitesi eğitim süreci ile ilişkilendirilmesine ve dâhil edilmesi ile orantılı olabilmektedir.

Tüm öğrenciler için derin, yüksek kaliteli bir öğrenme sağlamak için değerlendirme ve öğretim iç içe geçmiştir. Belirlenen hedeflere ulaşmanın ve ulaşma derecesinin tespit edilerek hataların ve eksiklerin görülmesini sağlar. Onun için ara sıra yapmak yerine, sürekli sınıf aktivitelerinin rutin bir parçası durumundadır. Böyle bir değerlendirme öğretmenlere uygun öğretim kararları almalarında gereksinim duyacakları bilgiyi de sağlar (NCTM, 2008). Öğretimsel kararlar alırken ve program geliştirilirken ölçme ve değerlendirme sonuçları dikkate alınır (Tuncer, 2008). Bunun için değerlendirmenin biçimi ve öğretmenin yaklaşımı belirleyicidir. Öğretimin her aşamasında öğretmenlerin ve eğitim politikalarının yol göstericisidir

Öğretmen öğrencileri süreç boyunca gözlemler. Onlara açık uçlu problemler yönelterek, anlama becerilerini sergilemeleri beklenir. Değerlendirme sürecine öğretmen ve öğrenciler birlikte katılır. Değerlendirme ilk aşamadan itibaren başlar ve süreçte yeni kavram ve becerilere ulaşmada gelişimin kontrolünü gerektiren her aşamada kontrol edilir (Bybee ve diğerleri, 2006). Öğrenciler kavram ve becerileri öğrenirken gösterdikleri gelişimleri arkadaşları ve kendileri açısından değerlendirirler. Böylece, bilinçli bir biçimde öz değerlendirme, düşüncelere katılma ya da reddetme eğilim geliştirebilir, bu yöndeki becerilerini geliştirebilirler. Birbirlerini değerlendire genellikle grup çalışmaları sırasında söz konusudur.

Grup çalışmalarında öğrencilerin, düşüncelerinin nedenlerini, bunları ispat edecek delillerini, konu ile ilgili bildiklerini ve bunlara ilişkin açıklamalarını ortaya çıkararak açık uçlu sorularla bilgi ve becerileri belirlenir. Öğrenciler ise, elde ettikleri bulguları önceki açıklamalar doğrultusunda ve delilleriyle ispatlayarak bu soruları cevaplamaya çalışır (Özmen, 2004). Test ve quiz gibi formel değerlendirmeye ek olarak öğretmenler, ders işlenişi sırasında soru sorma, öğrencilerle bireysel görüşmeler yürütme ve yazmalarını teşvik etme

gibi enformel araçlar sayesinde öğrencilerin ilerlemeleri ile ilgili sürekli bilgi almalıdır (NCTM, 2008).

Öğrencilerle ilgili gerekli ve kullanışlı bilgiler alındığı ölçüde, matematiksel amaçları gerçekleştirmeye yönelik işlemler yürütülebilir. Bu, öğrenciler için edindikleri bilgileri kullanma ve anlamalarını değerlendirmek için önemli bir fırsattır. Ek olarak, öğrenciler açıklamalarının uygunluğu üzerine geribildirim elde etmelidirler (Bybee ve diğerleri, 2006). NCTM'e (2008) göre, değerlendirme, matematiğin önemini öğrenmeyi ve öğretmen ve öğrencileri yararlı bilgi ile donatmayı desteklemelidir. Bu da, kullanılan yöntemle doğrudan ilgilidir.

5E modeli, öğrencileri geliştirecek biçimde, programa uygun öğretim materyal ve aktiviteleri kullanıldığında öğrenci başarısını geliştirmede daha etkili olabilir. Sadık bir biçimde uygulama olmadan modelin kullanımı, programın potansiyel sonuçlarını fazlasıyla düşürecektir (Bybee ve diğerleri, 2006). Tek seferlik bir yöntem olmak hedefinde olmayıp bütün dersin ve dersin kapsamındaki öğretimin her bir ünitenin tasarımı olma amacındadır (Hebert & Overbaugh, 2011). Bu kapsamda, çalışma da, geometri dersinde 5E'nin kolayca izlenmesini sağlamak için tasarlanmış ve bir kazanımın tamamı 5E modeline göre şekillendirilmiştir.

BSCS 5E öğretim modeli, fen eğitiminin geliştirilmesi için oluşturulmasına rağmen, teknoloji ve matematik eğitimini içeren diğer alanlarda da öğretimin gelişimi için adapte edilmekte ve kullanılmaktadır. Örneğin, Texas A & M Üniversitesi – Ticaret – Math 350 dersi – bu derste 5E modeli matematikte anlamayı ve öğretimi artırma için kullanılmaktadır (Bybee ve diğerleri, 2006). Daha çok fen bilimleri alanında yapılan çalışmalarda 5E modelinin kullanıldığı geometri ve matematik eğitiminde birçok çalışmaya rastlanmış, çember konusunun öğretiminde ise rastlanmamıştır (Tetik Başer, 2008). Ayrıca, ortaöğretim

geometri öğretim programında, geometri dersinde konuların öğretimi için izlenen aşamalar 5E modeliyle uygunluk göstermektedir. Bu aşamalar (MEB, 2010):

- Merak uyandırma
- Keşfettirme
- Bilgi verme
- Uygulama
- Ölçme ve değerlendirmedir

Programda belirtilen aşamalar ile 5E modelinin aşamalarında küçük ifade farklılıkları dışında birbirine çok yakın süreçler, roller ve sonuçlar gözlenmektedir. Bu yönüyle geometri eğitiminde 5E öğretim modelinin kullanılması program açısından da bakıldığında oldukça uygun görünmektedir. Teltik Başer (2008) tarafından, laboratuvar ortamlarında yürütülen dersler için uygun bir model olduğu gözlemlenen 5E modelinin matematiğin tüm konuları için uygun olma durumu incelenmesi gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca, teknoloji kullanımı günümüzde uygulanan modellerin vazgeçilmez unsurları olduğundan, teknoloji ve 5E modelinin olumlu yönlerinin geometri öğretimine yansıtılarak kullanışlı bir öğretim materyali oluşturmak hedeflenmiştir.

**2.3.5. Bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) ve yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı (YÖY).** BİT sahip olduğu yazılım ve donanım birimleri yardımıyla girilen verileri işleyerek, sonuç üreten, bu sonuçları saklayan ve gerekli olduğunda geri getiren, istenilen çıktı ortamlarına yönlendirebilen elektronik makinelerdir. Hayatımızdaki önemi çok kısa sürede çok fazla işlem yapma, verileri hızlı iletme, çok kısa sürede depolanan bilgilere ulaşma gibi özelliklerinden kaynaklanmaktadır. İşlem ve veri depolama kapasitesi insan beyniyle karşılaştırıldığında oldukça geride kalmasına rağmen en önemli fark bilgiye erişimde ortaya çıkmaktadır. İnsan beyni verileri işlerken zihninde depolanan istediği verilere erişmede, başka bir deyişle istediği bilgiyi hatırlamada oldukça zorlanır (istediği bilgiden kasıt bilgiye anında

ve bilinçli olarak erişimdir). Oysa bilgisayarlarla depolanan verilere erişim oldukça hızlıdır. Sadece erişim süresine ihtiyaç duyar ki bu da bilinçli bir erişime kıyasla oldukça hızlıdır.

BİT’de işlem kapasitesinin GHz birimi ile ifade edildiği düşünüldüğünde 3GHz kapasiteye sahip bir işlem birimi 1 saniyede 3 milyar tane işi yaptığı anlamına gelir. İnsan beyni çok daha hızlı çalışmakta ancak hatırlama hızındaki yavaşlık ise bu makinelere olan ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle bilgisayar ve benzeri teknolojiler olmadan yıllarca sürececek hesaplamalar BİT sayesinde birkaç dakika içerisinde gerçekleşmektedir. Önemli bir özelliği ise, insan eliyle yapılan hesaplamalarda bir hata olması durumunda (karmaşık işlemlerde hata riski daha yüksek) süreç daha da uzamaktadır. BİT ile yazılım ve verilerin hatasız olması durumunda birkaç saniyede yapılan işlemlerle elde edilen sonuçlar hatasızdır. İşte sayılan bu özelliklerinden dolayı modern öğretim modellerinin hemen hemen hepsinde kullanımına yönelik tavsiye ve gereklilikler bulunmaktadır.

BİT sistematik bilgi temelinde bireye beceri kazandırmaya yönelik, bilgisayar ve iletişim araç ve alt yapılarının yazılımlarla işlev kazanmasından oluşur (Kemankaşlı, 2010). Öğrenme ve öğretim yaklaşımları istenilen beceriler geliştirmek için, matematik derslerinde teknoloji ile deneyimi tartışmakla birlikte yapılandırmacı felsefeyi desteklemektedir (Malabar, 2003). Bu nedenle eğitimi radikal biçimde değiştirecek bir potansiyele sahiptir (Şengel & Özden, 2010). Son yıllarda matematikte öğretilecek konularda, özellikle de teknoloji ile ilişkili olanlara ilişkin önemli değişimler paralelinde teknoloji ile öğretim yöntemleri de hızla gelişmektedir. Uzaktan öğrenme, harmanlanmış öğrenme, web tabanlı öğrenme, bilgisayar tabanlı öğrenme, bilgisayar destekli öğrenme, mobil öğrenme gibi birçok isimle karşımıza çıkan uygulamalar öğretimin yönünü değiştirmiştir. Web teknolojilerinin hayatımıza girmeden önceki durumu hatırlamamız oldukça güçtür, bilgisayar girmeden önceki durumla ilgili ise konuşamayız bile (Kommers, 2009). 10-15 yıl önce sayısal bilgiyi sınırlı sayıda insan için kullanılabilirken (NCTM, 2008), gelişmiş medya araçları ve ortamları

ile geniş kitlelere yayılmış, öğretim ortamının sınırlarını genişleterek öğretim metotlarına yeni ufuklar açmıştır.

Bilgisayarların farklı öğretim araçlarını kontrol ve kullanma potansiyeli sayesinde öğrencilerin kullanmaları teşvik edilmelidir (Peker & Mirasyedioğlu, 2008). Öğrenciler yeni bir durumdaki düşünceleri uygulama deneyimine sahiplerse daha etkili bir şekilde öğrenirler (Mills, 2003). Bu açıdan, teknoloji kullanımı önemli bir role sahiptir.

Yaşanan değişimlerle birlikte matematik eğitim sisteminin de kendisini yenilemesi ve geliştirmesi gerekmektedir (Özerbaş & Kaygusuz, 2012). Romberg ve Carpenter (akt. Szombathelyi, 2001), geleceğin sınıflarının teknolojiyi içereceğini öngörmüş ve BİT'in matematik öğretimindeki önemine dikkat çekmiştir. Anektodolojik bulgu, yapılandırmacıların teknoloji kullanımının öğrencilerin düşünce gelişimine yardım edebilecek bir alan olarak geometriyi önerdiklerini göstermiştir (Clements & Battista, 1994). 1986'da NCTM, Okul Matematiği İçin Müfredat ve Değerlendirme Standartları (Curriculum and Evaluation Standarts for School Math) belirlemiş ve "Matematiksel işlemleri uygulamak için dünyada hesap makinelerine ve bilgisayara dayanan matematik okuryazarlığının ne anlama geldiğini ve dünyada matematiğin nereye doğru büyüdüğünün ve çeşitli alanlarda uygulanmasında nereye doğru genişlediğinin tutarlı bir vizyonunu oluşturmayı" görev olarak benimsemiştir (NCTM, 2004, s. 1).

Yapılan çalışmalarda, giderek geometri öğretimi ve BİT bütünleşik bir yapı olma yolunda ilerlemektedir (Ertekin, 2006). BİT'in bu denli yaygınlaştığı dönemde, öğretimde etkin bir şekilde yararlanılmalı ve öğretmen ile öğrencilerin rolleri yeniden düzenlenmelidir (Ardahan & Ersoy, 2000). Tüm ülkeler öğretim programlarında teknolojinin matematik eğitimine entegrasyonu ve gerekliliği vurgulamaktadır. Bu vurgularda, tüm öğrencilerin teknolojiye ulaşabilmeleri ve bunlarla (bilgisayar, grafik hesap makineleri, AT vs.) çalışma zorunluluğu belirtilmiştir (Laborde, 2001). O halde teknoloji entegrasyonunun daha iyi ve

daha kaliteli bir öğretim süreci arayışının bir ürünü olduğu söylenebilir. Örneğin NCTM'in öğretim ve matematik için vurgulanan varsayımlarda, "Grafik yeteneğine sahip bilimsel hesap makineleri ve sunum amaçlı bir bilgisayar her zaman her öğrenci için kullanılabilir olacaktır, öğrenciler bireysel ve grup çalışmaları için bilgisayara erişebilmelidirler" (NCTM, 2004, s. 8) ifadesi yer almıştır. İşlem becerilerinden önce, kavram becerisinin gelişiminin, teknoloji kullanımı ile sağlanması (Hardin, 1997) teknoloji kullanımının önemini açıkça göstermektedir.

BİT, YÖY için aktif bir alandır. Hem BİT'in yaşamdaki, öğrenmedeki ve çalışma yaşamındaki etkisinden hem de eğitim sisteminin düzenlenmesinde olan katkısından dolayı büyük ölçüde önem görmektedir (Cobb, 1999). Matematiksel düşünceleri öğrenmede farklı deneyimleri keşfetmek için öğrencilere fırsatlar sağlayabilir, derste ve ders dışında matematiksel ilişkileri kurma ve öğrendiklerini yansıtmaya olanağı verir (Niess, 2005).

Geometri öğretimi için sezgilerini geliştiren zengin bir ortam oluşturarak (NCTM, 2008), geometriyi anlamayı destekler (Kemankaşlı, 2010). Araştırmalara göre, teknolojik araçların uygun tasarımı ile geometrik düşünme düzeylerinin yüksek seviyede gelişimi desteklenmektedir (Clements & Battista, 1992). BİT'in geometri öğretiminde kullanım gerekliliği yanında geometri dersinin amaçlarıyla aralarında karşılıklı ilişki vardır. Yani geometride BİT kullanma becerisini geliştirebilmek geometri dersinin amaçlarından bir tanesidir ve ortaöğretim geometri öğretim programında BİT 'i kullanma becerisinin şu alt becerileri içerdiği belirtilmektedir (MEB, 2010):

- BİT'i, yerinde kullanma konusunda karar verme
- BİT'i, kullanırken planlama yapma
- BİT'i, kullanmak için gerekli becerilere sahip olma
- BİT'i, kullanarak bilgiye ulaşma
- Taranan bilgilerin işe yararlılığını sezme ve ayırma



- Ayrılan bilgileri analiz etme, işe yarayanları seçme ve sonuca varma
- Sonuçları uygun biçimde sunma
- Bu bilgileri yeni alanlara transfer etme

Öğrenciler, BİT sayesinde bilgiyi hızlı bir şekilde alabilirler (Kommers, 2009) ve etkili bir şekilde teknoloji kullanma becerilerine sahip olma sorumluluğu okullara düşmektedir. Öğretim yerine öğrenmeyi vurgulayarak, yapısal paradigmada ele alınan yeni öğretim programlarında, bireylerin bu becerilere ulaşmaları hedeflenmiştir (Kommers, 2009). NAEP (National Assesment of Educational Progress - Ulusal Değerlendirme Birimi) tarafından, sınıf ortamını genişletme amacıyla kullanılmasının, düşünme becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğu (akt. Kemankaşlı, 2010) ve öğrenci başarısını artırmada ve matematik kavramlarını oluşturmalarında kullanılabilirliği saptanmıştır (Kurz, Middleton & Yanık, 2004).

Sanal uygulamalar öğretimi sınıf dışına çıkararak dünyanın herhangi bir yerindeki öğretmen ve alan uzmanları ile iletişim kurup anında bilgiye ulaşmayı sağlayabilir (Mahiroğlu ve diğerleri, 2011). İnternet sayesinde, fiziksel olarak çok uzak mesafede bulunan ortamlar, sınıf ortamına aktarılabilir. Bunun yanında, tehlikeli, maliyetli ya da gerçekleşmesi sınıf ortamında mümkün olmayan ulaşılması çok güç deneyimleri gerçekleştirmeyi sağlar. Öğrenciler, denemeler yaparak kendi deneyimlerini yaşar ve sonuçlarını görür. Hatalı işlem yaptıkları denemeleri, defalarca değiştirip tekrar tekrar deneyerek test edebilirler. Tekrar kullanılabilme BİT'in öğretimde en çok kullanılan öğretim aracı olmasını sağlamıştır.

BİT (özellikle bilgisayar, AT, grafik hesap makineleri) öğretim, öğrenme ve matematik yapma süreçlerinde kullanılan temel araçlardır. Matematiksel düşüncelerin modellerini oluşturmada yardımcı olur. Veri düzenlenmesini ve analizini kolaylaştırır. Geometri, istatistik, cebir, ölçme ve sayıları içeren matematik alanlarında araştırma çalışmalarında yardımcıdır. Teknolojik araçlar kullanılabilir olduğunda, öğrenciler karar

verme, yansıtma, akıl yürütme ve problem çözüme üzerine odaklanabilirler (NCTM, 2008).

Öğrencilerin, derin anlamlar oluşturmalarını ve matematikte bağlantılar kurmalarını

kolaylaştırabilir (Salim & Tiawa, 2015).

Teknoloji, zaten güçlü bilgi temeline sahip kavramların gerekli gelişimini sağlaması ile matematik öğrenmede öğrencilere yardım etmek için çok önemli bir role sahiptir, teknoloji kullanarak öğrenme daha etkilidir (Smith & Shotsberger, 2001). Rutin işlemleri saniyeler içinde gerçekleştirerek sıkıcılığı ortadan kaldırır. Araştırmaların kalitesini artırır daha fazladan zaman sağlar. Net ve zamanında geribildirim vererek rehberlik eder ve öğretmene yardımcıdır. Öğrenciler, el ile yaptığından fazla işlem yapabilir, kavram oluşturma için daha fazla zaman elde edebilirler. Sağladıkları görsel etki ile oluşturulması ya da ulaşılması zor modellere erişilebilir. Zihinsel görsellerin oluşturulmasında öğrencilere benzersiz deneyimler sağlar. Bu nedenle öğretmenlerin öğretimde BİT'e daha fazla ve etkili kullanıma yer vermesi gereklidir. Öğretmenlerin destekleyici ya da engelleyici olmaları teknolojiyi derslerinde kullanma konusunda belirleyici olmaktadır (Duru, Peker & Birgin, 2012).

Teknolojinin geliştiği ve eğitim alanında hem kuramsal hem de donanım boyutu ile etkilendiği günümüzde bilimselliğin ön plana çıkarılması ve yapılandırıcılığın uygulanmasında öğretmenlerin teknoloji ile ilgisi önemli yer tutar (İşman ve diğerleri, 2002). Eğitimcileri en çok zorlayan konulardan birisi, tüm öğretim ve öğrenme sürecinde eğitim ve motivasyon değerlerin her ikisini de en üst düzeye çıkaracak teknolojiyi, sunum için en etkili kullanılacak anın belirlenmesidir (Malabar, 2003). Bunun için öğretmenlere yöntem bilgisi ve BİT ile ilgili deneyimler önerilebilir. Uygun kullanım ve doğru araçlarla uzun işlemler kısaltılabilir, karmaşık ve zor kavramlar çoklu ortam temsilleri ile anlaşılır yapılabilir, farklı zihinsel modellerle çoklu bakış açısı sağlanabilir (MEB, 2013b). Daha fazla matematik daha derinlemesine öğrenilebilir (Rojano, 1996). Matematik derslerinde, her öğrenci uzman

öğretmenlerin rehberliğinde matematik öğrenmelerini kolaylaştıracak teknolojiye ulaşmalıdır (NCTM, 2008), öğretim programları buna göre şekillendirilmelidir.

Program, BİT'in öğrenme işlemlerini etkilediğini savunmanında ötesine geçerek Laborde (2001), geometri için yarı deneysel yaklaşım sağladığını, böylece aktif bir yaklaşım sağladığını ve öğrencilerin öğrenme sürecine daha fazla katılımına yardımcı olduğunu belirtir. Güncel bilginin paylaşımı ve insanlar arasında etkileşimde önemli rol oynar (Kommers, 2009). Böylece günümüzde ihtiyaç duyulan matematik becerisi gelişmiş insan gücünün yetiştirilmesine katkı yapabilir. Eğitimde BİT 'i kullanımının yararlarını (İşman ve diğerleri akt. İşman ve diğerleri, 2002) aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

- Serbestlik: İletişim teknolojilerinin gelişimiyle de öğretmen ve öğrencilerin istediği yer ve zamanda eğitim fırsatı sağlar.
- Birinci kaynaktan bilgi: teknolojinin sayesinde birinci kaynağa doğrudan erişim fırsatı vardır.
- İnternet sayesinde, erişilmesi zor kaynaklara, çevrimiçi kütüphanelere ve üniversitelere ya da bilimsel kaynak sağlayan veri tabanlarına erişilebilmektedir.
- Fırsat eşitliği: Öğretim ortamı için zenginleştirilmiş öğretim materyalleri teknoloji yardımıyla ülkenin çeşitli yerlerine ulaştırılabilmektedir ve yaygın teknoloji sayesinde her tarafta aynı ortamı hazırlama fırsatı verir.
- Bireysel öğretim: öğrencilerin beceri ve yeteneklerine uygun yani bireyselleştirilmiş ortamlar oluşturulabilir.
- Üretken eğitim ve hızlı öğrenme: Öğretmenlerin öğretim ortam ve materyali tasarlama konusunda getirdiği yenilikler öğrenciler ve öğretmenler için üretkenlik sağlar.
- Geliştirilmiş öğretim materyalleri öğrenme ve öğretim sürecini hızlandırır.

BİT'in öğretim alanındaki yararları ülkemizde de göz ardı edilmemiş ve 2010 yılında başlatılan FATİH projesinde hedef, "Bilgi ve iletişim teknolojileri eğitim sürecinin temel araçlarından biri olacak ve öğrencilerin, öğretmenlerin bu teknolojileri etkin kullanımı sağlanacaktır" cümlesi ile belirlenmiştir (Mahiroğlu ve diğerleri, 2011, s. 2). Matematik öğretim programında BİT'in etkin kullanımı ile öğrencilerin sahip olacağı düşünülen kazanımlarda, "Dinamik matematik/geometri yazılımlarını yerinde ve etkin kullanma" ve "Matematik öğretimi için geliştirilen uygun kaynakları (web sitesi, animasyon, uygulama vb.) yerinde ve etkin kullanma" ifadelerine yer verilmiştir (MEB, 2013b, s. XI). Bunları gerçekleştirmek öncelikle öğretmene bağlıdır.

Öğretmen, BİT 'i kullanılıp kullanılmayacağı, kullanılacaksa nasıl ve ne zaman kullanılacağı kararını vermelidir ve kullanmaya hazır olmalıdır. Karar verme sürecinde, öğretmen teknolojinin bir amaç değil, araç olduğunu unutmamalıdır. Karar verilirken, öğretim sisteminin çeşitli yönlerine ilişkin aşağıdaki sorulara cevap verilmelidir (Laborde, 2001):

1. Bilgi alanı: matematiksel nesnelere ve ilişkiler teknolojiye nasıl etkilenir? Hangi yönler korunur? Hangi yönleri değişir?
2. Öğrenci ve öğretmen arasındaki etkileşim: Teknoloji kim tarafından ve hangi amaçlar için kullanıldı? Örneğin, öğretmenin söylediklerini desteklemek için mi ve öğretim programının bazı noktalarını göstermek için mi ya da öğrencilerin öğrenmelerini desteklemek için mi?
3. Öğretim programı ve öğretim sürecinin dışına çıkmadan teknolojinin yeri ve rolü: Hangi boyut teknolojiyi kullandığı için öğretim programı ile bağlantılıdır? Teknoloji ne zaman kullanıldı: bir fikir üretmek için özel bir durumda mı, tanıtıldıktan sonra bir fikrin uygulanmasında mı ya da öğretimin herhangi bir aşamasında mı?

Teknolojiyi sınıfın temel bir parçası yapmak için, öğrenme hedefleri ile uyumlu olan teknolojik araçlar seçilmeli ve kullanılmalıdır (NCTM, 2008). Teknoloji bütün öğretim problemlerinin çözümü değildir. Her öğretim aracı gibi avantaj ve dezavantajı bulunmaktadır. Öğretmenler avantajlı yönlerini değerlendirerek kullanmalıdır. Örneğin, sınıf ortamında oluşturulamayacak durumlar için simülasyonlar, problem durumlarının modellenmesi için çeşitli yazılımlar kullanılmalıdır. Günümüz çocukları teknolojik oyun kültüründen geldiği düşünülürse, matematik öğretiminde teknoloji destekli yeni yöntemler geliştirilebilir.

BİT'in kullanımı ile ilgili özellikleri (Altun, 2009b) şu şekilde sıralamıştır:

- Çok iyi hazırlanmış yazılımlar yapılmalıdır
- Yazılım için ek insan gücü gerektirir
- Yazılım menülerinin basit ve öğrencinin anlayabileceği şekilde hazırlanması gerekir
- Öğretim materyali tanıtımı ya da belli algoritmik yapıya sahip konular için idealdir
- Karşılıklı tartışmaya uygun değildir

Kullanım ile ilgili bu özelliklerden karşılıklı tartışmaya uygun olmama maddesi, özellikle AT ya da projeksiyon gibi sınıf geneline sunum olanağı veren teknolojiler için esnetilmiş bir dezavantaj olduğu söylenebilir. Öğrencilerin sınıf içerisinde duyularına eş zamanlı ve otak görüş açısında hitap etmesi karşılıklı tartışma için fırsatları sunabilmektedir.

BİT, öğretimde bilginin sunumunda, ölçme değerlendirme ve geribildirimde birçok yenilik getirmiştir (Tuncer, 2008). Değerlendirme açısından teknoloji sadece puan makinesi olarak değil, yönetim ve puan sayfaları, bilgisayara uygun testler, uzman sistemler ve benzeşim ortamları gibi yüksek teknoloji uygulamaları kullanılır (Sharikzadeh, 2003).

BİT'in yaygınlaşmasıyla birlikte, öğrenci becerilerine etkisi sorgulanmaya başlanmıştır. İşlem ve hesap yapma becerilerini azaltacağı, bazı kavramları öğrenme ihtiyacını düşüreceği ve bu şekilde eğitim-öğretim faaliyetlerini azaltacağı yaşanan kaygılar

arasındadır (Altun, 2009b). Bazı matematikçiler bilgisayar yazılımlarının motivasyonu engelleyici olabileceğini belirtirken, matematiksel aktivitelerde ilgi ve isteklilik üzerinde güçlü etkisinden kuşku duymaktadırlar. Oysa sadece öğrencileri motive etmesi bile, farklı temsiller arasında geçişi kolaylaştırır, böylece derin kavramsal anlama gerçekleşir (Malabar, 2003).

Hizmet içi eğitim, dijital öğretim materyali, destek, bakım, onarım ve yönetim gibi gereksinimler göz önünde bulundurulmadığında öğretimsel BİT kullanımına yapılan büyük çaplı yatırımın beklentileri karşılamaması en önemli kaygılardandır. Özellikle bu yatırımlar, sadece dış kaynaklı sermaye (borç para olarak) ile gerçekleştirilen gelişmekte olan ülkelerin dikkatli olması gerekir (Somyürek, Atasoy & Özdemir, 2009). Bu tür yatırımlar yapılarak BİT'in öğretimde kullanımı öğretmenin yerini alması (NCTM, 2008) ya da öğretimi bilgisayarın yapması anlamına gelmemelidir. Öğretmenlere yardımcı araçlar olarak kullanılması ve kullanırken birtakım becerilerin de körelmemesi (Altun, 2009b) ve BİT temelli stratejilerin iyi işlemesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu stratejiler sıklıkla sınıftaki öğretmeni çok küçük miktarda mantıksal problemle karşı karşıya bırakır (Laborde, 2001). Yeni teknolojilerden kaçmak olası olmadığından öğretimsel süreklilikleri, öğretime ve öğrenmeye özel problemleri göz önüne almak gereklidir ve öğrenme teorileri ile dikkatli bir şekilde bütünleştirilmelidir.

Literatürde, öğrenmeyi artırma ile ilgili yenilikçi teorilerin etkileri üzerine çok fazla genel teori varken, matematik eğitimi üzerine geliştirilen teknolojilerin etkisini tahmin etmek zordur. Teknolojinin ve teknolojiyi kullanan araştırmaların etkileri üzerine tahminde bulunmadaki zorluklar, hızındaki artışla birlikte daha da büyümüştür. Eğitimciler, sürekli değişen bir şeyi, tasarlamak girişimindeki problem ile karşı karşıyadır (Malabar, 2003). Bu da uygulamayı zorlaştırmaktadır. Guin ve Trouche (1999), öğretmenlerin herhangi bir

teknolojiyi gerçekten kullanma oranlarını yaklaşık olarak %20 civarında olduğunu belirtmektedir.

Bir eğitim sistemine yeni BİT entegrasyonu liderlik, yönetim uygulamaları, sosyal etkiler, entelektüel ve psikolojik değişimler ve ödüllendirme sistemini içermesi gereken organizasyonla ilgili değişim gerektirir (Blanton, Schambach & Trimmer, 1998). BİT'in öğretime entegrasyonu sadece donanım almak kadar basit bir süreç midir? Bu soruya entegrasyonu gerçekleştiren ülkelerin uygulamaları cevap vermiştir. Başarılı BİT entegrasyonu, donanım satın almak, katılımcılar ve öğretmenler için hizmet içi eğitim sağlamak, müfredat entegrasyonu, bakım için finansal kaynaklar, teknik ve pedagojik destekler ve uygun miktar ve kalitede öğretim materyalleri gibi çeşitli bileşenler arasında bağlantı gerektirir (Niederhauser & Stoddart, 2001; Osin, 1998). Bu bağlantı sağlanamaz ya da bir bileşen tam gerçekleşmezse entegrasyon tamamlanamayabilir. Sadece donanım yatırımı sınıflarda BİT'in etkili ve yeterli kullanımını tek başına garanti etmez (Somyürek ve diğerleri, 2009). İçeriğin sağlanması ve kontrollü kullanımı da gereklidir.

Günümüzün en önemli problemlerinden birisi kontrolsüz ve hızla büyüyen internet kaynaklarındaki öğrencilere uygun olmayan içeriklerdir. Bu tür durumlarda öğrenciler bilgilendirilerek araştırmaya yönlendirilmelidir. Örneğin öğretmenler öğrencilere internette arama yapma yöntemlerini öğretebilir, güvenli olduğunu bildiği ya da yaygın olarak bilinen WEB sitelerine ve bu WEB sitelerinin tavsiye ettiği diğer sitelere yönlendirebilir (Mahiroğlu ve diğerleri, 2011). Ayrıca etik dışı ve kaynağı belli olmayan veri kullanımı yaygın bir problemdir. Öğrencilere, aldıkları bilgileri yorumlayarak kullanmaları ve kaynaklarının gösterilmesi (Mahiroğlu ve diğerleri, 2011) ve kaynağı belli olmayan verilerin araştırılmadan kullanılmaması gerektiği öğretilmelidir.

Ülkemizde de eğitsel içeriğin sağlanması ve teknolojiyi öğretim sürecine entegre etme çalışmaları yine FATİH projesinin kapsamında gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Öğretimde

fırsat eşitliği sağlamak, okullarda teknoloji altyapısını geliştirmek ve teknolojinin öğretimde etkin kullanımını artırarak daha fazla duyu organına hitap etmek hedeflenmiştir. Proje kapsamında çeşitli kaynakların sunulduğu EBA'da (Eğitim Bilişim Ağı) içerik olarak haber, video, görsel, ses, kitap, dergi ve doküman alanları yer almaktadır. Uygulamalar bölümünde etkileşimli araçlar sunulmaktadır.

BİT ile ilgili kaygılara karşın, günlük hayatımızdan başlayarak her konuda sağlamış olduğu kolaylıklar ve kendi kısa tarihine sığan ilerlemenin insanlık tarihinden bile fazla oluşu bu kaygıların çok ötesine geçmektedir ve kaygıların haklı yönleri olmakla birlikte, bunların etkin olarak ve amacına uygun kullanımı öğrencilere öğretilmelidir (Altun, 2009b). Bu bazı çalışmalar tarafından desteklenmektedir. Elde taşınabilen teknolojilerin sınıfta öğretimsel faydalarının olduğu, bilgisayarlarının matematik kavramlarının oluşumunu kolaylaştırdığı, etkileşimli yazılımları kullanarak öğrenme deneyimlerinin arttığı ve öğrenmenin görselleştirmeyi gerçekleştirmek için bir CAS kullanımıyla geliştiği, fakat büyük bir kontrollü deneyde herhangi bir yararını ölçmek için çok az çalışmanın girişimde bulunduğu bildirilmiştir (Malabar, 2003). Bu nedenle BİT – Y Y – Matematik eğitimi ilişkilerini temele alan daha çok sayıda çalışmaya gereksinim duyulmaktadır.

Öğretimde aktif olarak kullanılan ve bu alanda yapılan çalışmalara konu olmuş birçok ğretim araç, yazılım ve materyali bulunmakta ve bunlara gelişen ğretim yöntemleri içerisinde yenileri eklenmektedir. Öğretimde kullanılan BİT ortaöğretim matematik programında şu şekilde belirtilmiştir (MEB, 2013b):

- DGY, bilgisayar cebir sistemleri
- Grafik izim araçları
- Elektronik tablo yazılımı
- Grafik ve hesap makineleri
- AT ve tabletler



- Elde taşınabilir veri toplama aygıtları ve bunlara bağlanabilen algılayıcılar
- Dinamik istatistik yazılım ve simülasyonları
- Oyunlar ve mikro dünyalar
- İnternet (WWW tabanlı uygulamalar ve sanal manipülatörler)

Bu maddelere son olarak gelişmekte ve hızla yaygınlaşmakta olan *sanal gerçeklik* uygulamaları da eklenebilir. Güncel ve heyecan verici bir gelişmedir. Oyunlarda yaygın olarak kullanıldığı görülmekle birlikte, diğer alanlarda görselleştirmenin çok ötesinde deneyimler sağlamaktadır. Örneğin, bir uçuş simülatöründe kullanımı ile gerçekçi bir deneyim ortamı elde edilebilir. Birçok insan için beynin sağ-sol bağlantısını artıracığı için hayati öneme sahip bir matematik aracı olarak önemli potansiyele sahiptir (Cochrane, 1996). Örneğin öğrencilerin çember ile ilgili manipülasyon dünyasına sokularak aktif ve etkileşimli olarak doğrudan anlam çıkarmaları sağlanabilir.

Bu çalışmanın kapsamında, AT ortamında Cabri etkinlikleri kullanıldığından ve giriş basamaklarında animasyonlara yer verildiğinden teorik çerçevede sadece bu araç ve yazılımlardan söz edilmiştir.

### **2.3.5.1. Öğretim etkinlikleri, çalışma yaprakları ve öğretim materyalleri.**

Matematiksel bilgi, özellikler grubunun temsil ettiği olguların insan zihninde soyutlanması ile elde edilir (Altun, 2009b). Örneğin, *çember bir noktaya eşit uzaklıktaki noktalar kümesi* ise bu etrafımızda gördüğümüz çembersel nesnelere soyutlanmış biçimindedir. Artık çember, belli bir varlıktan bağımsız olarak çember özelliği taşıyan tüm bilgileri temsil eden soyut bir kavramdır. Bu nedenle soyut kavram ve genellemelerin öğrenilmesinde somut nesnelere ve öğretim materyalleri kullanılmaktadır. Öğretim materyallerini hazırlamanın bir yolu da BİT kullanmaktan geçmektedir.

BİT kullanımı, öğrencilerin kendileri için bilgi oluşturdukları, görsel açıdan ilgi uyandıran öğretim ve öğrenme materyalleri hazırlamamıza olanak tanır (Malabar, 2003).

Matematiksel bilginin çeşitli araçlarla (grafik, sembol, BİT uygulamaları, çoklu ortam nesnelere, etkileşimli BİT uygulamaları) sunumu ve bunların öğrenmeye etkilerinin araştırılması günümüzün önemli çalışma konularıdır ve öğrenme sürecine yeni bir boyut getirmektedir (MEB, 2010). Etkili öğretim süreci için öğretim materyalleri iyi birer destekleyici olabilmektedir. Doğru oluşturma ve kullanım ile öğretmene kolaylık, öğrenciye de yardımcı olarak iki yönlü yarar sağlar (Tuncer, 2008). Akıllı eğitimler, aynı zorluk düzeyinde daha fazla öğretim materyali ile ya da doğrudan çalışmanın daha yüksek bir düzeyine yönlendirerek destekler (Malabar, 2003). Öğrencilerin bilişsel stillerine ve öğrenme biçimlerine göre öğretim materyalleri ile etkileşimde bulunmaları, beceri kazanmalarını sağlar ve motivasyonlarını etkiler (Witkin, Moore, Goodenough & Cox, 1977). Kavramayı kolaylaştırdığı gibi, problemlerin çözüm alternatiflerini artırır, bazıları ise eğlenceli duruma getirir (Tuncer, 2008). Öğretim hedeflerine uygun ve hedeften sapmayacak biçimde tasarlanmalı ve öğretim sürecinin bir parçası olarak etkin biçimde kullanılmalıdır. Matematik eğitimi için öğretimsel materyalleri seçerken dikkatli davranılmalı ve bir topluluğun uzlaşısı aranmalıdır (NCTM, 2008).

Öğrencilerin öğretim materyalleri ile doğrudan etkileşimi sağlanarak, özellikle keşfetme ve deneyimde bulunma fırsatı verilmelidir. Bir problemin çözümü için gerekli bilgiyi içerebilecek bir biçimde tanımak ve bu tür bir bilginin kaynağı olarak şekillere bakma alışkanlığı oluşturmak öğrenciler açısından gereklidir (Malabar, 2003). Öğrenme, farklılıkları ve ilişkileri belirlemek ve bağlantı kurmaktır, açıklamaları sembolleştirmek için elde edilen özellikleri belirlemektir (Mason ve diğerleri, 2010). Matematik cebir, geometri gibi farklı konu dizilişlerini kapsar fakat bu diziler yüksek düzeyde ilişkili olduğundan bağlantılar, programda, öğretim materyallerinde ve derslerde belirgin olarak gösterilmelidir (NCTM, 2008). Örneğin, grafikler, veri değişimleri ve farklı veriler arasındaki ilişkileri anlamlandırmada önemli bir yardımcı olabilmektedir.

Eğitimciler, öğrenciler matematik yaparken düşünmeyi ve görselliği zenginleştirmeye çalışmaya ihtiyaçları vardır (Malabar, 2003). Matematiksel zenginliği artıran tablo, şema, model vs. temsiller ile kavramların öğretiminde kullanılan sayı doğrusu ve grafikler dış temsillerdir. Öğrencilerin dış temsillerin etkisinde, bunları anlamlandırarak iç temsilleri oluşturmasıyla öğrenme gerçekleşir (Nelissen & Tomic, 1998). Dış temsiller öğrenci için anlamlı olmalıdır. Böylece öğrenciler sınıf ortamındaki sosyal etkileşimle birlikte hazırlanan dış temsillerden doğru anlamda iç temsilleri oluşturabilirler (Altun, 2009b). Öğrenciler farklı temsiller arasındaki bağlantıları algılamalıdır, böylece bu temsilleri esnek bir şekilde kullanırlar (NCTM, 2008).

Öğretim materyalleri, BİT ile desteklenerek kalıcı ve anlamlı öğrenme sağlanabilir (Tuncer, 2008). Dikkat çekmek için görsel multimedya öğretim materyalleri kullanarak motivasyonu ve öğrencileri doğrudan öğrenme sürecine katarak etkileşimi artırmak önemlidir. Bu şekilde aktif katılım alışılmış öğretimin aksine, matematik kavram ve genellemeleri anlamayı ve uzun süreli olarak bilgi hatırlamayı kolaylaştırır (Malabar, 2003). Bilgisayar gibi öğretim materyali hazırlamayı sağlayan cihazlar öğrencilerin, grafiklerle araştırma yapmalarını ve denemeler yapmalarını sağlar. Etkileşimli bilgisayar grafiklerinin gelişimi, hesaplama ve diğer alanlarda yeni görselleştirme olanağı başlatmıştır (Malabar, 2003). Grafik resimler matematiksel modeller ile gerçek dünya olguları arasında önemli bir köprüdür.

Faydaları sayılan teknolojik araçlar, tüm öğrenciler için temel öğretim materyali olarak dikkate alındığında, satın alma ve güncelleme maliyetine rağmen, kullanılmaktan vazgeçilmemeli, kullanımına ilişkin alınan kararlar dikkatle alınmalıdır. Tedarik maliyetine rağmen sağladığı fırsatlar, öğretim materyallerini üretim maliyet ve zamanını azaltarak büyük katkı yapmaktadır. Matematik öğretme ve öğrenmede teknolojiyi entegre eden okullar eşitlik ile ilgili sorunlarla karşılaşabilirler. Bilgisayar teknolojilerini kullanmaya hevesli öğretmenler, teknik altyapı ve öğretim materyali eksikliği ya da teknik sorular nedeniyle teknolojiyi

kullanmaktan çekinebilmektedir (Tapan-BROUTIN, 2010). Ortaöğretim ve üniversite düzeylerinin her ikisinde de her ne kadar öğretmenler kuşkulu yaklaşırsa da, sınıflarda elektronik öğrenme ve öğretim materyalleri (çoklu ortam nesnelere - multimedya) giderek daha popüler olmaktadır (MALABAR, 2003). Zengin etkili multimedya büyüleyici bir öğrenme ortamı oluşturmada (AL-JUMEILY akt. MALABAR, 2003) ve öğretime olumlu etki bakımından büyük potansiyele sahiptir.

BİT'in matematik öğretimine etkilerini (SCHULTZ akt. ERTEKİN, 2006) aşağıda özetlenmiştir:

- Büyük verilerle daha hızlı ve daha çok hesaplama yapabilme
- Kavram öğretimine farklı bakış açıları sunar
- Problem çözme yaklaşımlarına yeni yaklaşımlar sağlar
- Yeni matematik konuları ortaya çıkarmaktadır.

Belirtilen etkiyi sağlamak üzere çeşitli kaynaklara ihtiyaç vardır ve bunlardan birisi internettir. İnternette yer alan birçok kaynak öğretim materyali olarak kullanılabilir. Bilgisayarlar internetle birlikte uzaktan ya da kendi kendine öğretim materyali olarak güçlü bir araç olabilmektedir (ŞENGEL & ÖZDEN, 2010). Öğrencilerin sıkça kullandığı sosyal ağ ve anlık ileti yazılım ortamları YÖY'ün sosyal etkileşim anlayışına yönelik olarak öğretimde kullanışlı olabilmektedir. BİT ortamındaki oyunlar yediden yetmiş herkesin ilgi odağıdır. Eğitsel oyunların da giderek yaygınlaştığı görülmektedir. Örneğin özellikle eğitim yazılımlarında alıştırmaya aracı olarak kullanımlarına sıkça rastlanmaktadır (MAHIROĞLU ve diğ.leri, 2011). Uzun süreli ilgi odağı olması öğretimde faydalı olabileceği değerlendirilmekle birlikte oluşabilecek sağlık sorunları ortadan kaldırıldığı zaman kullanışlı öğretim materyalleri olabilirler. Doğal olarak internet kaynaklarında olduğu gibi içerik önemli bir kriterdir.

İnternette yer alan öğretim materyalleri dışında, öğretimde kullanılacak materyallerden birisi çalışma yapraklarıdır. Öğrencilerin yapmaları gereken işlem basamaklarını içerir ve bu sayede bilgiyi zihinlerinde yapılandırmalarına yardım ve etkinliğe katılımı teşvik eder (Kemankaşlı, 2010). Ders içerisinde farklı durumlarda kullanılabilir. Öğrencilere etkinlik yaptırma amacıyla kullanabilmenin yanında farklı ortamlardaki etkinlikler ile birlikte öğrenci düşünce, bilgi ve önerilerini ortaya çıkarabilmek için destekleyici (Tuncer, 2008). BİT ortamındaki etkinliklerde yönlendirici olarak kullanılabilir. İşlev olarak, bilgi verici ya da bilgi keşfetmeyi sağlayan bir araç olabilir. Ancak amaç bakımından doğru kullanılarak öğretime katkı yapabileceği bilinmektedir (Tuncer, 2008). Bu nedenle merak uyandırıcı, araştırmaya ve keşfetmeye yönlendirici açık uçlu sorular kullanılmalıdır. Çalışma yapraklarının aşağıdaki ilkelere göre hazırlanması tavsiye edilir (Kemankaşlı, 2010):

- Ön bilgileri belirleyen ve konu ile bağı artıran sorular bulunmalıdır.
- Öğrencilerin verileri ve deneyimlerini kaydedeceği alanlar bulunmalıdır.
- Bölümler arası geçişi ve ilişkileri kurmayı sağlayan yönergeler bulunmalıdır.
- Genellemede bulunup, kavramları ifade etmeleri sağlanmalıdır
- Öğrenilen yeni bilgilerin uygulanmasını sağlayan sorular ve yeni tecrübe kazandıracak durumlar verilmelidir.

Çalışma yapraklarının kullanımı sırasında, öğrenciler takıldıkları sorularda öğretmene soru soracağından ya da öğretmen gözlemleri sırasında öğrencileri yönlendirecek faaliyetlerde bulunacağından öğrenci ve öğretmen iletişimine katkı sağlayabilmektedir. Çalışma yapraklarıyla çalışırken, öğrencilerle oluşan etkileşim, her öğrenci ile gerçekleştirilebileceğinden öğretmenin tüm öğrencilerle ilgilendiği ve değer verdiği algısını oluşturabilir.

Tasarım açısından çalışma yaprakları resim, soru, hikâye, anekdot gibi birçok içeriğe sahip olabildiğinden, ilgi ve dikkat çekme olasılığını yükselterek, en ilgisiz öğrencilerin ilgisini derse yöneltir ve derse katılımını sağlayabilir (Tuncer, 2008). İçerik çalışma yapraklarının, özellikle bu tür öğrencilerin ders boyunca ilgisini sürdürmelerini garanti etmez. İçeriğin sunulmasından sonraki işlem basamaklarına içerik kadar önem verilmelidir.

Öğretim materyali ve çalışma kâğıtlarının yanı sıra eğitim araştırmaları, matematik vb. bilişsel beceri yoğunluğu olan alanlarda öğretim materyalleri yanında etkinliklere de değer vermektedir. Matematiğin bilimsel düşünce gücünün geliştirilmesinde kavramların, olayların yaparak yaşayarak kazandırılmasının önemi ortadadır (İnan, 2006). Dünyayı anlamlandırma ve günlük hayatta karar alma süreci içerisinde matematiğin kullanılabilirliğini fark eden öğrenciler matematikten zevk alabilmekte ve başarılı olmak için çaba gösterebilmektedir (Tuncer, 2008). Bu çabalarını desteklemek üzere, öğrencilerde matematiksel düşünce yapısını oluşturacak ve geliştirecek, etkinlikleri yapmaya motive edecek aktiviteler kullanılabilir. İyi seçilmiş aktiviteler, öğrencilerin merakını uyandırır ve onları matematiğe çeker (NCTM, 2008). Öğrenci seviyelerine uygun ve ilgileri doğrultusunda tasarlanmalıdır (MEB, 2010). Etkinliklere aktif olarak katılmaları sağlanmalı, bunun için gerçek yaşamla ilişkili problemlere yer verilmelidir (MEB, 2013b). Öğrencinin seviyesini çok zorlayan etkinlikler onlarda yapamadığı hissini vererek moral bozukluğuna ve dersten uzaklaşmasına neden olabilir. Seviyesinin altındaki etkinlikler ise basit geleceğinden çabuk sıkılmasına ve etkinliklere karşı isteksiz olmasına neden olabilir.

Etkinliklerin uygulanmasında diğer dikkat edilecek nokta, gerçekleştirilmesinde öğrencilere gerekli ve uygun, öğretim araç ve materyal desteğinin sağlanması gerekliliğidir (MEB, 2010). Çıkabilecek olası aksaklıkların önlemek üzere etkinlik çalışmaları önceden planlanmalıdır. Oluşabilecek beklenmeyen durumlar için alternatif çözüm yolları üretilmelidir. Etkinliklerin sadece öğretim değil, değerlendirme süreçlerinde de kullanımı

olasıdır. Matematiksel bilgi ve performansın değerli olan türleri ile ilgili öğrencilere bir mesaj verir (NCTM, 2008). Aynı zamanda etkinliklerin kendisi de değerlendirmeye alınır. Teknoloji entegrasyonunun bir parçası olarak etkinlikler sürekli düzenlenmekte ve AT vb. eğitim teknolojileri ile farklı etkinlik tasarımları sunulmaktadır. DGY, animasyon, Java platform destekli uygulamalar, internet kaynakları öğretim ortamlarında kullanılan başlıca kaynaklardır ve birçok öğretim materyal ve etkinliği tasarlamada oldukça geniş yelpazeye sahiptir (MEB, 2013b).

Etkinlik tasarımında görsel simülasyonlu yazılımların katkısı oldukça yüksek olabilir. Öğrencilerin kendi deneyimleri, kendi bilgilerini oluşturmalarına yardım ederek öğrenmeyi artırılabilir. Bu yazılımlar öğrencilere, kendi bilgi yapısına yoğunlaştırılabilecekleri ortamı sağlayabilir (Malabar, 2003). Görsel sunumu ve etkileşimi ile bilinen AT ile uyumlu yazılımların kullanımı tercih edilebilir. *Çağdaş öğretim teknolojileri ve etkileşimli öğretim materyalleri* (Altun, E. ve Göçmenler, G., 2000) adlı sunuda, Talim Terbiye Kurulunun, yeterli ve uygun öğretim materyallerinin bulunmadığı ve bulunanların genellikle yetersiz ya da çeviri olduğunu belirttiğini göstermiştir (Tuncer, 2008). Piyasada sınırlı olmasına karşın bu yazılımlar yayın evleri, konu uzmanları ya da sınıfın öğretmeni tarafında da hazırlanabilir. Ancak bu durum, öğretmenler arasında öğretim materyali tasarımı ilkelerinden aşına olmadıkları zorluğa sebep olmanın yanı sıra (Moss ve diğerleri, 2007), kuşkusuz öğretmenler üzerinde ders süresi yetişmeme stresi yaratabilir.

Bu çalışmada, özellikle öğretim materyali eksikliği ve öğrencilerin yazılım öğrenme zorunluluğu olmaması dikkate alınarak tasarlanmış ve birçok eksikliğin teknoloji kullanımına engel olması önlenmeye çalışılmıştır. Kısacası, bu etkinliklerin kullanılması için FATİH projesi ile okullara dağıtılan AT yeterli olup, eğer yoksa bir projeksiyon cihazı ile modülün kullanılabilmesini sağlamaktadır. Modülün hazırlanmasında DGY'lerden faydalanılmıştır.

İyi tasarlanmış yazılım ile yanlış bilgi oluşumu azaltılabilir ve anlama en üst düzeye çıkarılabilir. Böylece YÖY'e uygun, öğrenci merkezli ve öğretmenin yol gösterdiği çalışma sürecine rehberlik eder. Yaratıcı yazılımlarla öğrenciler *isteğe bağlı öğrenmeyi* de tecrübe ederler (Schank, 1994). Bu, eğlenirken ve ilginç görevleri devam ettirirken bilgi elde etmektir (Malabar, 2003). Çoklu temsil sağlayan yazılım kullanımı farklı temsiller için anlam oluşturmaya ve bunları ilişkilendirmeye cesaretlendirir ve bu ilişkileri açık olarak gösterebilir (O'Reilly, Pratt & Winbourne, 1997). Böyle bir yazılım ortamında, bir temsildeki yapılandırmacı değişim, otomatik olarak zihinsel yapı oluşumunu da tetikler.

Autograph, Cabri-Geometry, Derive, Maple, Mathematica, gibi Matematik Yazılımları ve Bilgisayar Cebir Sistemleri (CAS), multimedya teknolojilerindeki ilerleme ile paralellik göstermiş, matematik öğretiminde sembolik ve görsel yaklaşımların her ikisine de önemli derecede girmiş ve öğrenme sürecine faydaları ölçülmeye çalışılmıştır (Clemons, Moore & Nelson, 2003). Matematik yazılımları ister problem çözmede araç, ister matematik öğrenme aracı olarak kullanılabilir. Soyut yapıları somutlaştırmak üzere fırsatlar sunar. Bunun en belirgin örneklerine geometride rastlanmaktadır.

Geometri soyut yapılar üzerine yapılandırıldığında bazı geometrik kavramların algılanması ve anlaşılmasında bir takım zorluklarla karşılaşılabilir (Akuysal, 2007; Ubuz, 1999). Bu istenilen hedeflere ulaşmayan geometri öğretimi ile sonuçlanabilir (Yıldız, Güven & Koparan, 2010). Somut kavramların somutlaştırmaya çalışıldığı görselleştirme, matematik öğretmenleri için yüksek önceliklidir (Bexchaim ve diğerleri akt. Malabar, 2003), bundan dolayı öğrenme sürecini geliştirmek için kullanarak, öğrencilerin zihinsel görselleştirmelerine yardım edilmelidir. Matematiksel kavramları anlamaya yardım edecek görüntüler doğru sırayla verilmelidir.

Öğretimsel perspektiften görselleştirme genel olarak öğretim için yararlı görünmekte, çünkü bir olgunun görsel-uzaysal özellikler doğrudan ve ekonomik bir yoldan dağıtılabilir ve



dolayısıyla algılamaya dayalı akıl yürütmeyi kolaylaştırır (Goldstone & Son, 2005; Schwartz, 1995). Matematikte görselleştirme kavramı anlama bakımından grafik, resim, şekil ya da animasyon ile sunmaktır. BİT ile matematik kavramlarının görselleştirilerek keşfi sağlanır (Ardahan & Ersoy, 2000). Görselleştirme, cebirsel olarak zayıf olan öğrencilerin bilişsel yapılandırma sürecini hızlandırarak önemli bir rol oynayabilir (Malabar, 2003). Matematiksel kavramları anlamak için güçlü bir öğretimsel araçtır (Jones & Bills, 1998). Bilgisayarda görselleştirme bazı karmaşık kavramları araştırmak için hayati önem taşır (Cochrane, 1996). Öğrencilerin kavramları kendi bireysel yaklaşımlarını oluşturarak matematiği keşfetmelerine yardım eder.

Öğrencilerin matematiği öğrenme ya da uygulamada görselleştirmeye doğal bir eğilimi olmadığından, resim ve sembolik gösterimler arasında bağlantı kurmakta zorlanırlar (Malabar, 2003). BİT'in önemli özelliklerinden birisi, nesne, ortam ya da hareketin oluşum süreçlerini ve görseller ile semboller arasındaki ilişkileri kolaylıkla ve adım adım gösterebilmesidir. Örneğin bir çember oluşumu görselleştirilirken bir doğru parçasının hareketli noktasının, hareket ettiği yerlerde iz bırakarak çember oluşturması gibi. BİT'de nesnelere, öğrenciler tarafından üzerinde değişiklik yapılabilmesinden dolayı varsayımda bulunabilme ve düşüncelerini düzenleyebilme fırsatı vermesini (Clements & Battista, 1994), geometride muhakeme yeteneklerinin gelişiminin temeli olarak görmektedir (Malabar, 2003). BİT'in görselleştirmede sahip olduğu işlem çeşitliliği farklı öğretim ve öğrenme metotları için fırsatlar sunar (Brown akt. Malabar, 2003). Ancak bu noktada Pea (1985) ve Laborde (2001) teknolojinin görselleştirme özelliğinin bir güçlendirici olduğu ve tanımlayıcı olmadığını belirtmektedir. Bu çerçevede, çalışmada geometrik yapıların görselleştirilmesinde güçlendirici araç olarak bu çalışmada DGY, animasyon ve AT konu edinilmiştir.

**2.3.5.2. Dinamik geometri yazılımı (DGY - dynamic geometry software).** Piaget ve Inhelder (akt. Senemoğlu, 2005), geometrinin okunarak değil, etkileşim kurarak

öğrenilebileceğini belirtmiştir. Uzaysal yapıların interaktif görselleştirmeleri, geliştirilmiş görsel modellere dayanır (Münzer, 2015). Etkileşimli bir bilgisayar ortamı, özellikle dinamik görseller kullanıldığında öğrencilerin görselleştirme yeteneklerini cesaretlendirebilir ve bir ölçüye kadar geliştirebilir (Bishop, 1989 akt. Malabar, 2003). Bilgisayar programlarında etkileşimin gelişimi öğrenmede faydalı olduğu kanıtlanmıştır (Lowe R. , 2004) ve eğitimsel multimedya tasarımını başarmada bir anahtardır (Cairncross & Mannion, 2001). Görselliği çok çeşitli etkileşimlerle artıracığından öğrencinin kavrayışını ve bilginin kalıcılığını artırmaktadır (Özcan, 2008). Etkileşimli programlarla öğrenmeden katma değer ile ilgili birçok beklenti bulunmakta (Rogers & Scaife, 1998) ve etkileşim teorilerinin altında yatan şu şekilde bir varsayım vardır: yüksek etkileşim düzeyi, daha iyi ürün demektir (Evans & Gibbons, 2007).

Matematik eğitimindeki devrim niteliğindeki teknolojilerden birisi dinamik bakış açısıyla dinamik geometridir (Tapan-Broutin & Arslan, 2012). Matematik ve geometri öğretim programları, DGY'lerin kullanımını, çağımızın gereklerinin kapsamında kullanımını önermektedir (Tapan-Broutin, 2010). Buna paralel olarak, YÖY'ün öğrenme ortamının tasarımına ilişkin verileri dikkate alındığında, teknoloji entegre edilmiş matematik öğretimi kabul görmekte ve çalışmalar, sınıfta teknoloji etkileşimini işaret etmektedir (Bülbül Y., 2010). Geometride olduğu gibi görselleştirme değeri yüksek kavram ve genellemelerin öğretiminde şekillerin özellikleri ve değişimleri gözlemlemek bakımından faydalı olabilir. DGY belli bir kavramsal bilgi gerektirirken aynı zamanda geometri kavramlarının öğretimini de artırır (Forsythe, 2009).

Geometri, var olan şekil üzerindeki bir özellik bakımından statik olmakla birlikte, belli bir şekilden bağımsız bir özellik olma bakımından dinamik bir yapıdadır (Ertekin, 2006). Örneğin belli bir çember üzerinde yer alan yarıçap statik bir özelliğe sahipken, belli bir çemberden bağımsız düşünüldüğünde dinamik bir yapıdadır. Dinamizmi göstermek için en kullanışlı araçlardan birisi DGY'dir. Statik olarak verilen özelliklere dinamizm kazandırılarak,

etkileşimli olarak bu dinamik yapının incelenmesi sağlanabilmektedir. Dinamik geometri teknoloji ile öğrenci arasında etkileşim gerçekleştirir. *Bilgisayar ortamında insan öğrenmesi* çerçevesinde yer alır: burada özel bir araç, bir tür mikro dünya, akli olmayan özel bir öğretmen gibidir (Martin akt. Tapan-BROUTIN & Arslan, 2012). Bu nedenle DGY geometri öğretiminde kullanılabilecek önemli bir araçtır (Ertekin, 2006).

Bu tür yazılımların kullanımı, geometri öğrenimi için yardımcı olmayı sağlar (Jones, Gutiérrez & Mariotti, 2000), öğretim tekniklerine zenginlik katar. Sağladığı fırsatlar ile öğrencilerin daha fazla öğrenmesine fırsat vermektedir (Ertekin, 2006). Birçok araştırmacı DGY'nin geometriyi keşfetmede ve problem çözme becerileri (Battista, 2001) ve çözüm yolları geliştirmede, analiz yapabilmede, varsayımda bulunabilmede, şekilleri keşfetmede ileriye giderek (Mariotti, 2001) genelleme yapabilmede (Baki & Çelik, 2000) önemli rol oynayacağını belirtilmektedir. Problemlerle uğraşırken ya da bünyesinde problem üretirken öğrencilerin dikkat ve ilgilerini çeker (Stupel, Oxman & Sigler, 2014). Farklı örnekler ve farklı çözümleri sunma olanağı verir (Forsythe, 2009). Cabri ile şekillerin keşfedilmesinde ve varsayımda bulunmada mevcut durumdan daha ileriye gidilmiştir. Tatar, Kağızmanlı ve Akkaya (2014), yapmış oldukları çalışmada, öğretmen adaylarının DGY ile noktanın değerini anladığını ifade ettiğinden ve düşünme, görselleştirme, kalıcılık, kısa sürede öğrenme, somutlaştırma, dikkati odaklama becerisini geliştirdiğinden söz etmişlerdir. Etkileşimde bulunan öğrenciler, öğrendiklerini açıklarken teorik bilgiye dayandırma alışkanlığı kazanabilmekte ve matematiğin altında yatan teorik bilgiyi kavrayabilmektedir.

DGY'yi kullanan öğrenciler, kullanmayan öğrencilere göre daha kalıcı bilgiye sahip olabilirler. Görselleştirmede ve sembolleştirmede kullanmayan öğrencilere oranla daha başarılı olabilirler. Uygun kullanım ile bilişsel becerileri olumlu yönde geliştirir (Baki & Çelik, 2000). Çeşitli denemelerle alıştırma deneyimlerini artırır, araştırma yaparken daha geniş bakış açısına sahip olurlar. Görsel, sayısal ve sembolik temsiller arasındaki ilişkileri

daha iyi anlayabilirler. DGY'nin gelişimi, dūřünceleri ilişkilendirerek ve aralarındaki ilişkileri tanımlayarak, serbest çizim ile zihinsel geometrik dūřünce arasında bir köprü olarak Őekil kavramına ilişkin geometrik nesnelere oluşturma firsatı sunar (Laborde & Laborde, 1995). Öğrencilerin dūřüncelerini sağlar ve öğrencilerin aktif katılımını destekler. Öğrenciler, dūřüncelerini ve DGY'de yaptıklarını arkadaşlarıyla paylaşarak çözümler önererek üretken olmaktadır (Poage, 2002). Öğrencilerin bu Őekilde öğrenmeleri YÖY ile yakından bağlantılıdır (Ertekin, 2006).

DGY'nin başarılı bir Şekilde entegrasyonunu sağlayarak, araç gereçlerle çalışma geometrik nesnelere ve somut temsilleri arasındaki ilişkileri benimsemeye (Tapan & Arslan, 2008) ve değişimlerin gözlenmesinde ya da oluşum süreçlerinin incelenmesinde (Buchbinder, 2018; Ertekin, 2006) daha etkili hale getirilebilir. Geometrik nesnelere ile deneyim elde etmeyi ve grafik uygulamaları ile fonksiyon sınıflarının özelliklerini araştırmayı kolaylaştırarak, soyut matematik konularının modern matematikte yeni bir önem kazanmasını sağlamış, *matematiksel manzaranın* sınırları dönüşüme uğratmıştır (NCTM, 2008). Böylece öğrenciler başka ortamlarda (kâğıt-kalem ortamı) bulunması zor ya da imkânsız olan etkinlik tipleri ile çalışma firsatı yakalayabilmektedir (Tapan-Broutin, 2010). Bir iki buton dokunuğu ile bir dizi geometri örneklerini ve özelliklerini hızlı bir Şekilde oluşturup, kavramları araştırma ve keşfetme olanağı bulabilirler. DGY'nin yararları aşağıda olduğu gibi özetlenebilir:

1. Şekil oluşturma ve değiştirme
2. Şekil özelliklerini belirleme
3. Şekil özelliklerini ilişkilendirme
4. Var olan Şekil ile yeni oluşturulan Şekillerin ortak geometrik yerlerini belirleme
5. Dinamik olarak hareket ettirme
6. Özellikleri birbiri ile ilişkilendirerek (İlişkileri sabitleyerek) manipülasyon yapma
7. Fiziksel ölçümlerin değerlerini gösterme

8. İste nesne ya da nesne özelliklerini gizleme ya da gösterme

9. Belli bir ölçü değerini başka bir şekil üzerine aktarma

10. İlişkilendirilen şekillerin eş zamanlı olarak manipülasyonu

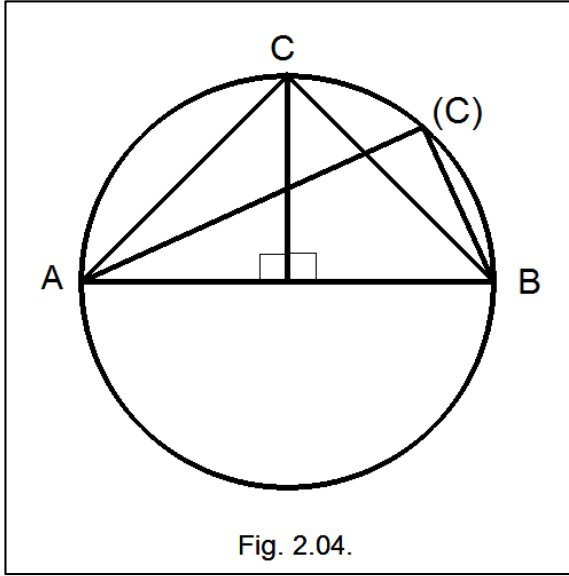
Teknolojinin yararları yanında, genelde matematik öğretiminde en önemli

zorluklardan birisi, giderek artan teknolojik ortamlarda ispat yapma zorunluluğudur (NCTM, 2008). DGY lise öğrencilerinin ispat yeteneklerinin gelişmesinde faydalıdır (Marrades & Gutiérrez, 2000). Formülleştirme ve hipotezlerini test etme becerilerini geliştirmeyi sağlar. Ancak matematiksel olarak uygun ispatlarla değerlendirme, yapılandırma ve ilişkilendirme, geometri çalışmasının kalbine ulaştırır (NCTM, 2008). Bu durumda öğretmenler, öğrencilerin çalışmalara katmanın bir yolu olarak BİT'i öğretime entegre etmede zorluk yaşayabilirler.

İspatlamada görsellerin rolü ile problem çözmedeki rolü arasında önemli bir farklılık vardır (Zimmerman akt. Malabar, 2003). Malabar'a (2003) göre *görsel*, bir probleme özgüdür, *ispat amaçlı görsel* ise nesnenin ya da elemanların değişimi ile yeni durumları da kapsayarak üzerinde çalışılan genellemeyi ifade ettiği söylenebilir. Örneğin, Resim 4'deki gösterim ABC açısını bulmak için problem görseli olarak kullanılabilir. AOC dik açı, ACO 45, BCO da 45 derece, ACB dik açıdır.

Resim 4

*Problem görseli olarak kullanılabilir bir çizim*



(Malabar, 2003)

Diğer taraftan, eğer şeklin amacı yarım dairenin içine çizilmiş bir açının dik açı olduğu genel durumunu göstermekse, şüphesiz yeterli olmayacak ve hareketli bir (C) noktasının oluşturulmasını gerektirecektir. Bu nedenle A(C)B açısının, çapı gören ve çember üzerinde olan bir açının  $90^\circ$  olduğunu göstermede statik bir görsel yetersiz kalır ve öğrenciler (C) noktasını hareket ettirerek çember üzerinde her yerde açının  $90^\circ$  olduğunu dinamik yaklaşımla ispatlayabilir. DGY, büyük olasılıkla bu sorunu gidermede tek çözüm yoludur. Görsellerin kullanıldığı yere göre karakter kazandığını görülmektedir. Aslında, (Laborde, 2000) belirttiği gibi, DGY ortamları ispat ve yapılandırma arasındaki, bilgisayarda yapma ve teorik konuları doğrulama arasındaki ilişkiyi artırır (Tapan & Arslan, 2008). Bu dinamik görselleştirme becerisi ile ilgilidir.

DGY, yapı oluşturma, sınamaya yapma ve animasyonlar sayesinde bilimsel yaklaşımla öğrenmeyi, çalışılan kavramları anlamlandırmayı ve öğrencilerde zihinsel resimleri oluşturmayı sağlar (Amiot akt. Tapan-Broutin & Arslan, 2012). Dinamik bir yapıda matematik yazılımı ile deneyim yaşayan öğrenci, deneyimden sonra şu ifadeyi kullanmıştır:

“Bilgisayar ile iletişim kurduğum her seferinde, bu çizim durumunda zihnimi bir tahta gibi hissettim ve bir kareye dokunamama rağmen sadece grafik olarak olsa bile, onu görebildiğim ve oluşturabildiğim bir dünyaya uyandım” (Malabar, 2003, s. 16). Bu, zihinsel görüntü oluşturma için, bilgisayar ile dinamik görselleştirmeye olan ihtiyacı göstermektedir.

DGY geometrik kavramların keşfedilmesini ve görselleştirilmesini sağlayarak kavramsal anlamaya büyük katkı yapabilir. Öğrenciler, bu yazılımların kullanımıyla büyük değişim geçiren problemlerle uğraşma ve bunları araştırma olanağı bulur. Böylece öğrencilerin problem çözme becerileri gelişir, özgüvenleri artar ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirir (Baki, 2000).

DGY geometrik yapıların oluşturulmasını ve bunlarla çeşitli çalışmalar yapılmasını oldukça kolaylaştırır. Geometrik yapılar, basitten karmaşığa doğru adım adım kolaylıkla çizilebilir. Şekil üzerinde biçimsel değişiklikler, ölçümler, hesaplamalar yapılabilir, şeklin çizimi ve biçimsel değişimi test edilebilir, nesnelere gizlenebilir, silinebilir, renk ve görünümü değiştirilebilir (Tapan-BROUTIN, 2010). Çizimleri basitleştirir ve kesinliği artırır (Buchbinder, 2018). Geometrik yapılar oluşturulurken, geometrik özelliklerine göre oluşturulur (Forsythe, 2009). Dinamik yapısıyla karmaşık yapılarda geometrik ilişkiler ve özellikler ya da geometrik elemanlar, geometrik yerler belirlenebilir, ilişkilendirilebilir. Bunun yanında bu ilişki ve özellikler sabit tutularak şekiller dinamik olarak incelenebilir. Şekillerin hareketiyle elemanlar sürüklenebilir, ekrandaki görüntüleri değiştirilebilir (NCTM, 2008), üzerlerinde denemeler yapılabilmesi, varsayımlar oluşturulup bunların test edilerek şekiller ve özelliklerinin keşfedilebilmesi genelleme yapmaya yardımcı olur. Stupel ve diğerleri (2014), öğrencilerin oluşturdukları geometrik nesnelere farklı sürükleme yöntemleri ile düzenleyebileceklerini ve böylece özellik ve genelleme gibi çıkarımda ve varsayımlarda bulunabileceklerini belirtmiştir. Matematiksel nesnelere dinamik olarak temsil edilmesi

öğrencilerin dikkatini çekebilir ve farklı konularla ilgili problem çözerken öğrencilere geribildirim üretebilir (Stupel ve diğerleri, 2017).

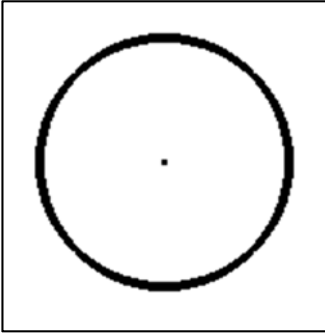
Şekiller döndürülebilir, ötelenebilir, ötelenen şekil ile ana şekil arasındaki ilişkiler incelenebilir. Öteleme ile değişmezlik (sabitlik) düşüncesi kavranabilir (Choi S. S., 1996). Şekillerin nokta, doğru, eksen vb. farklı durumlar için simetrileri alınabilir, simetri özellikleri incelenebilir. Şekillerin özellikleri başka şekillere transfer edilebilmesi zihinsel transferi gerçekleştirir (Ertekin, 2006). Dinamik işlemler öğrencilerin motivasyonunu isteğini artırır, problemlerin çözümü için araştırma yapma, farklı çözüm yolları üretme çabasında bulunmalarını ve genellemelere ulaşmalarını sağlar (Tapan-BROUTIN, 2010).

DGY ile çizimler, ekranda olası iki tür temele dayanır (Tapan-BROUTIN & Arslan, 2012).

1. Salt çizim oluşumlar: temel geometrik nesnelere ilgilidir (nokta, doğru, çember, kesişim noktası...)(bkz. Resim 5)

Resim 5

*Temel geometrik nesne: Çember*

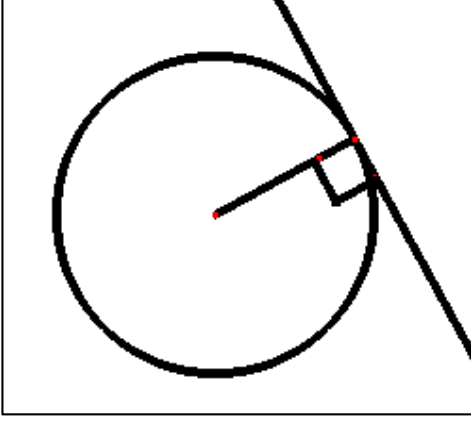


2. Geometrik oluşumlar: geometrik ilişkiler (orta nokta, diklik, açıortay, paralel doğrular ) sayesinde diğer nesnelere ilişkili yeni geometrik nesnelerin oluşturulmasını sağlar (bkz. Resim 6).



Resim 6

*Geometrik oluşum: Yarıçap ile ilişkili olarak Teğet doğrusunun oluşturulması ve 90 derecelik açının oluşumu*



Soyut kavramlar ve genellemelerin insan zihninde sembolleştirilmesi için geçen uzun süreç (karmaşık bilgilerin zihinde anlamlandırılmak üzere yorumlanması) görsel öğretim materyalleri ile şema haline getirilerek somutlaştırılmıştır (Ertekin, 2006). Genelleme ve yeni özellikleri keşfetme sırasında öğrencileri yönlendirir (Stupel ve diğeri, 2017). DGY ile ise, şekil ve nesnelerin bir adım öteye geçirilerek farklı ilişki durumlarının tek tek ya da bir arada incelenmesi, değişimlerin kolaylıkla gözlemlenmesi sağlanabilmektedir. Başka bir deyişle multimedya öğretim materyallerinin sağladığı ortamı bir adım ileriye götürerek geliştirdiğı söylenebilir.

İlişkiler, Öklid geometrisinin meydana getirdiğı geometrik özellikleri koruyarak ya da ayrı olarak incelenebilir (Tapan-Broutin & Arslan, 2012). Örneğın yarıçap, çember ile ilişkilendirildiğinde, çemberin büyüklüğü değiştirilerek yarıçaptaki değişim gözlemlenebilir. İstenirse yarıçap ile çember arasındaki bu ilişki kesilerek ayrı olarak gözlemlenebilir. Böylece DGY ile öğrencilerin sezgileri ve hayal güçleri gelişerek daha önce yaşadıkları deneyimlerle karşı karşıya kalırlar (Ertekin, 2006). Çizimler geometrik özellikler gözetilmeden oluşturulmuşsa, elemanlarından biri sürüklenirken şeklin bütünü bakımından geometrik özellikleri yok olur. Diğeri yandan öğrenciler bir çember oluşturmuş ve çemberin merkezi ile

çember üzerinde bir nokta arasında bir doğru parçası (yarıçap) çizmiş olsun. Çember üzerindeki bu noktadan geçen bir doğru çizsin (teğet). Doğru parçası ile teğet arasındaki açıyı araçlarla belirlediğinde dik olduğunu görür. Bunun çember üzerindeki herhangi bir nokta içinde sağlanma durumunu görmek isterse DGY çember üzerindeki noktanın sürüklenmesini sağlar. Böylece öğrenci, şeklin değiştirilebilme fonksiyonu açısından ortamı kontrol eder ve ispatı kestirebilir ve uygun stratejileri tasarlayabilir (Malabar, 2003). Ancak unutulmamalıdır ki DGY, teoremleri keşfetmeye yardımcı olurken, onların doğru olduğunu göstermez, büyük olasılıkla doğru olacağına inandırabilir ama bu inanç ispat değildir (Buchbinder, 2018).

Öğrenciler teknolojinin izin verdiği ekrandaki nesneyi ve çeşitli dinamik dönüşümlerin etkilerini diğeriyle ve öğretmeniyle tartışırken bir odak noktası da sağlar (NCTM, 2008). Aynı zamanda öğrenciler bu işlemleri, çevrelerindeki varlıkları keşfederken de kullanabilirler. Geometri öğretiminde, öğrencinin çevresinden başlayarak doğal varlıkların ya da insanoğlunun ürettiği nesnelere yapı ve özellikleri, ne işe yaradıkları ve bunun hangi özelliklere bağlı olduğunu öğretmek için DGY oldukça kullanışlıdır (Ertekin, 2006). Bu gibi teknolojilerin, öğretimde kullanımının yararlı olup olmadığı ya da öğretime katkı yapmadığı günümüz problemi olmaktan çıkmıştır. Bunun yerini DGY'nin öğrencilerin kavrama ve başarısını artırmada nasıl daha etkili kullanılabileceği, nasıl daha üst düzey fırsatların geliştirilebileceği tartışmalarına bırakabilir. Baki ve Çelik'e (2005) göre, DGY ve benzer ortamların matematik öğretiminde etkin ve yaygın bir şekilde yer alması için mevcut sistemlerde değişime gereksinim vardır ve bu gereksinim günümüzde de özellikle yaygınlaşma noktasında giderilmiş değildir (Ertekin, 2006). Ülkemizde de, DGY'nin yaygın olarak kullanıldığı söylenemez. Forsythe (2009), okullarda dinamik bir öğrenme ortamının bulunmadığını belirtmiştir.

Öğrencilere DGY kullanırmak için de, henüz tecrübelerinin olmadığı bir konuda doğrudan DGY kullanılmamalıdır. Drijvers (akt. Malabar, 2003), öğrencilerin kavramı ilk

öğrendiğinde elle (kâğıt kalem ortamında) işlem yapmalarını tavsiye etmiştir. Bu gibi teknolojilerin öğretmenin görevini üstlenmesi mümkün olmamakla birlikte etkileşimde yönlendiren ve denetleyendir (Tapan-Broutin, 2010). Kavramlarda ve ilgili konuda uzman olur olmaz, artık DGY kullanışlı olabilmektedir. Bunun yanında daha derinlemesine ve üst düzey kavramların kazandırılmasında keşfederken kullanmak uygundur. Sembolik ve görsellik arasındaki ilişkinin kurulmasında yarar sağlayacağı gibi kavramları bilimsel olarak öğrenme fırsatı sağlar. *Bunun için sadece DGY ile işlem yapmak yeterli midir?* Öğrenciler etkinlikler sırasında sadece DGY ile yapılan işlemlerle kalmamalı, yaptığı işlemleri, gözlemledikleri olayları, keşfettikleri özellikleri, elde ettikleri kavram ve genellemeleri kâğıt kalem ortamında da ifade etmelidir (Tapan-Broutin, 2010). Öğrenmenin, zihinden işlemler, kâğıt-kalem ortamında yapılan işlemler ve teknoloji ile gerçekleştirilen işlemler arasında gidip gelmesi önerilmektedir (Waits & Demana, 1996). Aynı zamanda DGY ile etkileşimde bulunarak yapılan işlemler, elde edilen kavram ve genellemeler sınıf ortamında olduğu gibi kâğıt kalem ortamında da resmileştirilmelidir (Tapan-Broutin, 2010).

Sınıf ortamında DGY ile çalışmak için birçok alternatif yazılım bulunmaktadır. Tüm DGY'lerin atası Cabri Geometri (Laborde & Laborde, 1995), 80'lerin sonunda Fransa'da Grenoble şehrinde bulunan *Joseph Fourier Üniversitesi ve CNRS (Ulusal Bilim Araştırma Merkezi)* tarafından ortak çalışma laboratuvarlarında *IMAG*'da, matematik öğretimi için tasarlanıp geliştirilen, aktif öğrenme ve yapılandırmacılık kuramlarını temele alan bir DGY'dir (Tapan-Broutin, 2010).

Cabri'nin rolü bilgisayarın görevlerinden farklıdır. Oluşturulan mikro dünya içerisinde kullanıcılar birçok geometrik şeklin çizimi ve incelemesini gerçekleştirirler (Yavuz & Kepceoğlu, 2012). Bu incelemeler sonucu güçlü hipotezler kurabilirler ve yaptıkları çizimler ve bunların hareket ve manipülasyonları ile hipotezleri destekler ya da çürütebilirler. Öğrencilerin kendi hızıyla öğrenmelerini ve soyut kavramları zihinlerinde somutlaştırmayı

sağlar (Gürbüz, 2008). Bir kavram ya da onun özelliklerini keşfetme imkânı verir. Birçok yazılım ve teknoloji aktivitelere ek olarak elde edilen sonuçları doğrulama ya da çıktı aracı olarak kullanılır. Nesne/araç mantığı bakımında öğretimde, bir nesne ve problemlerin çözümünde kesin sonuca ulaşmak için kullanılabilir bir araçtır. Ayrıca, Cabri’de sürüklenebilen şekillerin yardımıyla, şeklin bazı özellikleri değişirken öğrenciler bazı değişmeyen ilişkileri keşfedebilir. Aynı zamanda, tahta üzerine tebeşir ya da kalem ile yapılan çizimlerde hiçbir zaman gerçekleştirilmeyecek olan nesnelerin yer değiştirilmesi, oynatılması, el ile manipülasyonu bu yazılımda kolaylıkla gerçekleştirilebilir (Yavuz & Kepceoğlu, 2012). Bu bakımdan Cabri bir araç olarak, matematiksel nesnelere ekranda değiştirirken matematiksel düşünmeyi sağlar (Karataş & Güven, 2008).

Laborde (2001), tarafından Cabri’ye verilen roller aşağıda sıralanmıştır:

1. Görevleri destekleyici öğretim materyalleri (Cabri tarafından sunulan çizimde sağladığı faydalar)
2. Matematiksel görevlere yardımcı (görsel artırıcı, deformasyon sırasında kâğıt kalem ortamından daha kolay gözlem yapma)
3. Çözüm stratejilerini şekillendirme
4. Görevin var olma nedenini ve amacını Cabri’den alması (Sadece Cabri de oluşturulabilen işler – ilişkilerin korunarak sürüklenip bırak işlemi)

Çalışmada tasarlanan modülün sınıf ortamında kullanılması için

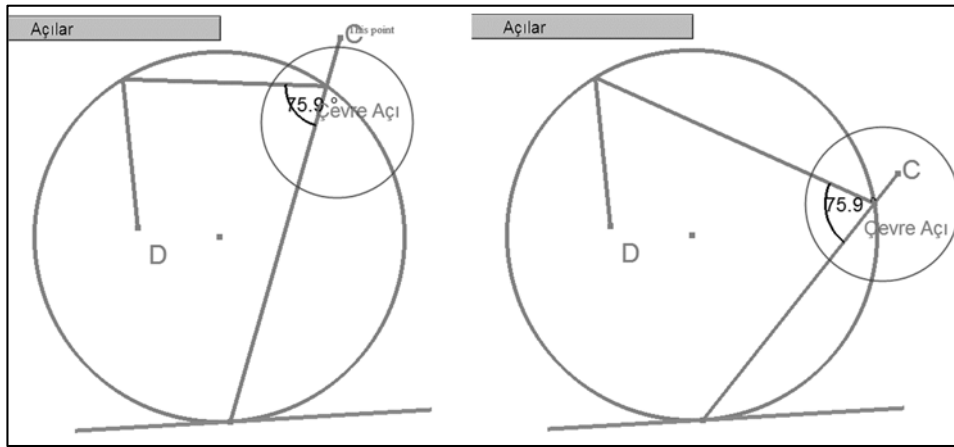
[https://www.chartwellyorke.com/cabriIIplus/cabridemo/cabri2plus\\_plugin\\_win.exe](https://www.chartwellyorke.com/cabriIIplus/cabridemo/cabri2plus_plugin_win.exe)

adresinden ücretsiz olarak indirilen eklentinin (plug-in) ve *Internet Explorer* yazılımının bilgisayarda ya da AT’de yüklü olması yeterlidir. Modül tüm kullanıcıların bilgisayarında bulunan *Internet Explorer* yazılımının ara yüzünde çalıştırıldığından haricen herhangi bir yazılıma gerek duyulmamaktadır.

Cabri ortamı bir geometrik şeklin elemanları arasındaki ilişkileri ve bağımlılıklar üzerine çalışma fırsatı sağlar (Tapan & Arslan, 2008). Cabri ile oluşturulan şekiller geometrik nesnelerin temsilleri olduğu gibi aynı zamanda matematiksel ilişkileri kurma, koruma, farklı durum ve konumlardaki özellikleri test etme fırsatı sağlar (Tapan-Broutin, 2010).

Resim 7

*Açının korunumu*

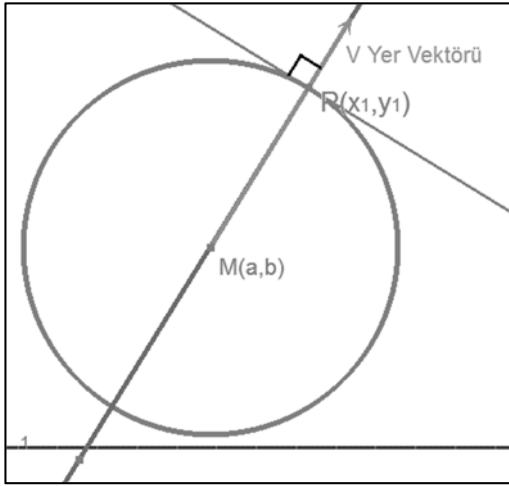


Resim 7’de, çevre açının konumu değiştirilerek açıdaki değişim gözlenerek çember üzerinde her noktada açının korunumu gözlenebilmektedir. Gözlem ve araştırmaya dayalı bir öğretim sağlaması nedeniyle matematik öğretimini etkili ve güçlü hale getirmektedir.

Cabri ile geometrik şeklin oluşturulma aşamaları ortaya konur. Şekiller oluşturulurken, görsel olarak görsel estetiği ve doğruluğu sağlanırken aynı zamanda matematiksel özelliklerin bilinmesi gerekmektedir (Tapan-Broutin, 2010) (bkz. Resim 8).

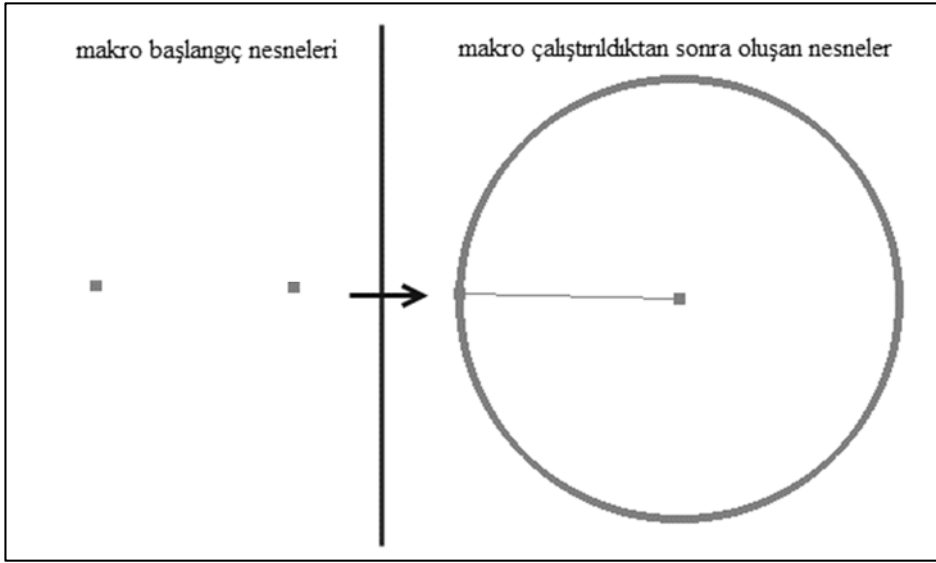
Resim 8

*Yer vektörü ve konum vektörünün matematiksel özellikleri*



Cabri'de kullanışlı yapılardan birisi makro yapılardır. Program içinde küçük programcıklardır. Oluşturulmasında programlama dili yerine şekil oluşturulurken kullanılan özelliklerden faydalanır. Makro yapı çağırıldığında ise şekil otomatik olarak oluşur (Tapan-Broutin, 2010). Örneğin, daha önceden çizilmiş bir çember şeklinden, daha sonra iki nokta seçerek noktalar arası mesafeyi yarıçap kabul eden bir çemberin otomatik olarak çizilmesini sağlayabiliriz (bkz. Resim 9). Böylece çemberin oluşum sürecini geometrik özelliklerini keşfetme fırsatı sunulur.

Resim 9

*Makro yapılar kullanılarak çember çizimi*

Çalışmada öğrencilerin Cabri'yi kullanma ve bilme zorunluluğu olmamasının öğretimi daha kolay duruma getireceği ve bilgisayar laboratuvarı kurmanın ve yazılım elde etmenin finansal yönü düşünüldüğünde daha ekonomik düzeyde kalacağı düşüncesiyle hareket edilmiştir. Böylece etkinliklerin tasarlanması bakımından sadece araştırmacının DGY'leri bilmesi yeterli olmuştur. Bu sayede, öğretmenin gerek bilgisayar gerekse DGY'lerin kullanımından kaynaklanabilecek problemlerden sıyrılarak, enerjisini daha çok matematik öğretimine harcaması sağlanabileceği düşünülmüştür. Çalışmada öğrencilerin denemeler yapması, teknoloji ile etkileşimde bulunması daha önceden hazırlanmış etkinlikleri AT ortamında kullanarak gerçekleştirilen etkileşimdir. Etkinliklerin bu şekilde tasarlanıp kullanılmasının altında yatan neden, geometri öğretim sürecinde üzerinde durulması gereken temel konu geometrik özellikler olması gerekirken teknoloji kullanımının bunun önüne geçmesi endişesidir. Başka bir deyişle geometri öğretiminin yanında bir bilgisayar yazılımının öğretimine ihtiyaç duyulması, süre bakımından öğretim programını yetiştirme baskısı oluşturma olasılığı yüksektir. Çalışmada ise, yazılım boyutu tamamen araştırmacıya yüklenmiş, öğrencilere programdaki kazanımlar dışında ek yükler getirilmemesi

amaçlanmıştır. Böylece öğrencilerin tüm enerjisi ve dikkati geometrik kavram ve genellemelerin ve bunlarının ispat süreçlerine yöneltilmeye çalışılmış, kendi hipotezlerini ortaya koymaları, bunları sorgulama, araştırma yapma ve akıl yürütme ve çalışmalarını hem kendilerine hem de öğretmene etkili bir değerlendirme ortamı sağlanabileceği düşünülmüştür. Brousseau (2002), öğrenme sürecinde öğrenci çalışmalarına değerlendirmenin önemli bir aşama olduğunu belirtmiştir. Değerlendirme yapılırken kâğıt kalem ortamında yapılan çizim ile dinamik geometri ortamında yapılan çizimin geçerliliği farklılık gösterir (Tapan-Broutin, 2010). DGY ile değerlendirmenin yine kâğıt kalem ortamı ile bütüncül bir biçimde yürütülmesi etkin öğrenmede olumlu bir etken olabilir.

Cabri ve diğer DGY'nin yukarıda söz edilen yararlılıkları yanında bazı dezavantajları da vardır. Deneyimlere öğrencilerin kendi başına başlayamaması bunlardan biridir (Arcavi & Hadas, 2000). Bu çalışmada öğrencilerin İnternet Explorer gibi basit bir web tarayıcı yazılımını kullanabilmesi yeterlidir. Sürekli mobil cihazlar ve hemen hemen her yerde kullandıkları BİT nedeniyle öğrencilerin bu konuda problem yaşamayacakları düşünülmüştür. Çalışma yapraklarında etkinliklerin nasıl kullanılacağı ile ilgili yönergelere yer verilmiştir. Böylece öğrencilerin DGY kullanmayı bilmeden, kendi başına kullanabileceği ortam sağlanmaya çalışılarak birçok olumsuzluk aşılmaya çalışılmıştır.

Ayrıca çalışmada yer alan etkinlikler, tasarlanma amaçları ve günümüz eğitim sistemlerinde BİT entegrasyonuna katkıda kısa sürede hızlı yol alan AT ortamında etkililiklerinin incelenmesi düşünülmüştür. AT'lerin temel kullanma prensibinin dokunarak kullanmak yani etkileşimde bulunmak olduğu bilinmektedir. Bu nedenler kuramsal bilginin bundan sonraki bölümünde AT ortamından söz edilmiştir.

**2.3.5.3. Akıllı tahta – AT (smart board).** Günümüz öğrenme kuramlarının, öğrencinin öğretime aktif katılımı düşüncesini destekleyen çeşitli teknolojiler bulunmaktadır ve bunlardan birisi de AT'lerdir (Swan, Schenker & Kratoski, 2008). AT'ler için *interaktif*



*beyaz tahta (interactive white board - IWB), elektronik beyaz tahta (elektronical white board - EWB), akıllı tahta (Smart Board – SB ya da IQ Board)* gibi isimler kullanılmaktadır. Eğitimde geniş kullanım alanı olup, ilk olarak 1991 de üretilmiştir (Shenton & Pagett, 2007; SMART Technologies, 2006). 1990’ların sonlarında eğitimde kullanılmaya başlanmıştır (Beeland, 2002) ve sadece günümüz modası değil aynı zamanda eğitimin temel bir ilke olarak görülmüştür (Lan & Hsiao, 2011).

*İngiliz Eğitim İletişim ve Teknoloji Ajansı AT’yi şu şekilde tanımlamıştır (The British Educational Communications and Technology Agency [BECTA], 2003b, s. 1): “İnteraktif bir akıllı tahta, dijital bir projeksiyon ve bilgisayarın bağlandığı büyük, dokunmaya duyarlı bir tahtadır. Projeksiyon cihazı bilgisayar ekranından görüntüyü tahtaya gönderir. Bilgisayar, ister doğrudan ister özel bir kalemle tahtaya dokunarak kontrol edilebilir. Uygulamaların potansiyelleri: tüm sınıf öğretiminde web temelli kaynakları kullanma, kavramların açıklanmasına yardımcı olmak için videolar gösterme, öğrencilerin çalışmalarını sınıfın geri kalanına sunma, dijital çizimler hazırlama, metin ve el yazma çalışmalarını düzenleme ve gelecek kullanım için tahtadaki notları saklama.”*

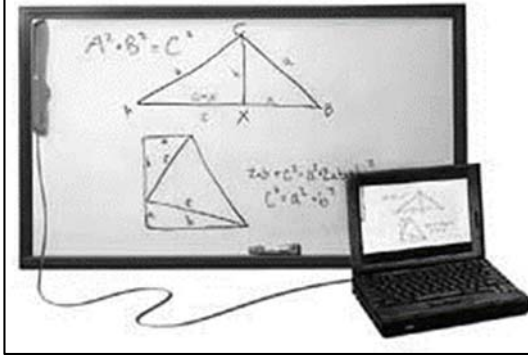
Tanıminde geçen özelliklerinden dolayı diğer eğitim teknolojileri arasında sıyrılarak ön plana çıkmaktadır. Dünya genelinde bu teknolojiye ilgi artarken (Bell, 2002; Hodge & Anderson, 2007) ve gün geçtikçe eğitimcilerin ilgi odağı haline gelirken, içerisinde ülkemizin de bulunduğu pek çok ülkede yaygınlaşmış ve BİT’in öğretime entegrasyonu amacıyla son yıllarda okullara AT alımı yapılmıştır. Avrupa Birliği, dünyada en rekabetçi ve bilgi temelli dinamik ekonomi olma amacıyla, BİT ile donatılmış bir Avrupa altyapısı oluşturmayı hedeflemiştir (Şengel, Öncü & Baltacı Göktalay, 2014). Özellikle İngiltere ve İspanya gibi Avrupa ülkeleri en çok yatırım yapan ülkelerdir (Holmes, 2009) ve 2010 yılı verilerine göre İngiltere sınıflarında AT’a sahip olma oranına göre 73% ile dünyada en çok yatırım yapan ülkedir (Türel & Johnson, 2012). İngiltere gibi ülkeler, donanım satın alınmasına ek olarak,

öğretmenlerin gereksinim duyduğu hizmet içi eğitim ve online kaynaklar ve okullara bakım onarım kaynakları sağlamak için gerekli olan önemli miktarda finansal kaynak harcamıştır (Somyürek ve diğerleri, 2009). Bu verilere göre, AT'nin her sınıfta yerini alacağı öngörüsünde bulunan İngiltere Eğitim Bakanlığı sekreterinin haksız olduğu söylenemez (Akçayır, 2011). Kullanım bakımından, kullanması zor ve uzun süreli uyum gerektirmeyen yönleri bu süreci hızlandırmıştır. Yapı olarak, her ders bağlantı ve kurulum gerektirmeden kullanımı kolaylık sağlamaktadır.

Teknik olarak, AT, en gelişmiş sistem olarak, temelde bilgisayar ve projeksiyon cihazlarının fonksiyonlularını birleştiren bütünleşik bir cihaz olmakla birlikte ek olarak dokunmatik etkileşim fonksiyonu bulunmaktadır. Bütünleşik olsun ya da olmasın 3 birimden söz edilir: bilgisayar, projeksiyon ve dokunmatik ekran. İşleyiş mantığı bilgisayarla sağlandığından bilgisayar kullananların kolayca adapte olabileceği bir cihazdır. Günümüzde farklı sistemlerde sunulmaktadır. Bugün üç tür AT sisteminden söz edilmektedir. Birincisi klasik beyaz tahtalara ya da benzeri düz zeminlere monte edilebilen kızılötesi ya da benzer teknolojilerle kullanılabilen sistemlerdir. Tahta üzerine yerleştirilen bir aygıtla, görüntü zemin üzerine yansıtılır ve zemin dokunmatik alan olarak kullanılır. Dokunmatik kalemle yapılan işlemler kızılötesi alıcı ile bilgisayara iletilir (bkz. Resim 10), (Çalışmanın pilot uygulaması bu tür aygıtla yapılmıştır).

Resim 10

*Düz zeminlere monte edilebilen kızılotesi ya da benzer teknolojilerle kullanılabilen sistem*



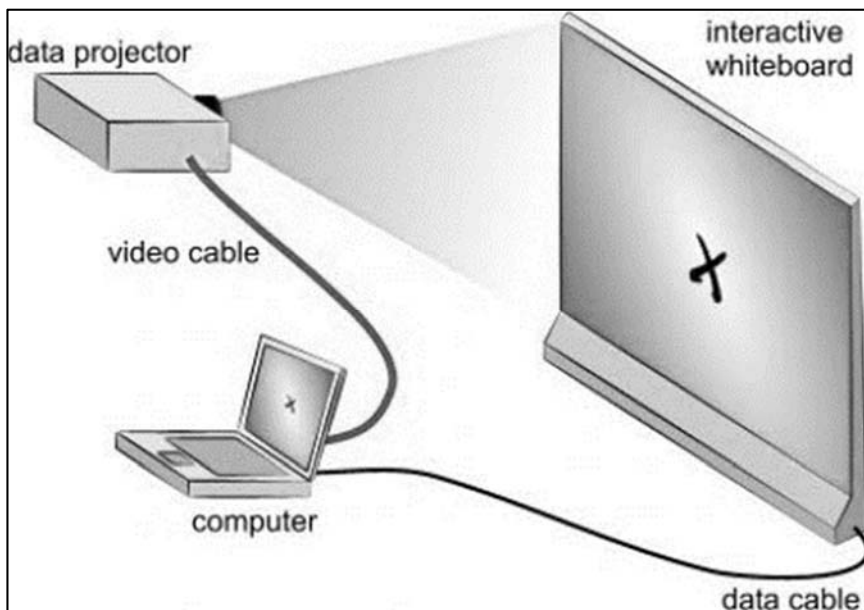
*(Google arama motorunda aranmıştır - <http://blackberry.bc.ca/products/mimio.shtml>*

*- 30.08.2016)*

İkincisi, interaktif ekrana sahip tahtalardır. Projeksiyon cihazı ile birlikte dokunmatik tahta kullanılmaktadır (bkz. Resim 11). Projeksiyon bilgisayardaki görüntüyü interaktif tahtaya yansıtır. Bilgisayara da bağlı olan tahta, üzerinde parmak ya da dokunmatik kalemle yapılan işlemi bilgisayara iletir.

Resim 11

*İnteraktif ekrana sahip tahta*



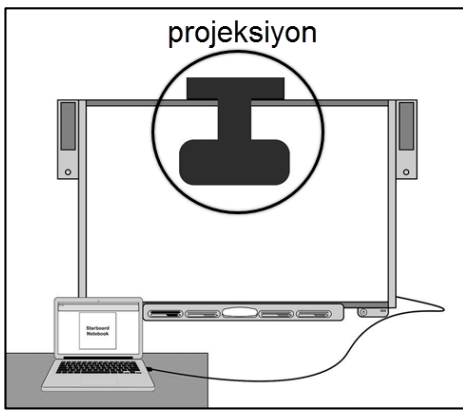
(Google arama motorunda aranmıştır -

<https://akillitahta.wikispaces.com/Ak%C4%B1l%C4%B1+Tahta+%C3%87al%C4%B1%C5%9Fma+Prensibi> - 30.08.2016)

Bu tür AT sistemlerinin yakın projeksiyon kullanılarak oluşturulan türleri de bulunmaktadır (bkz. Resim 12).

Resim 12

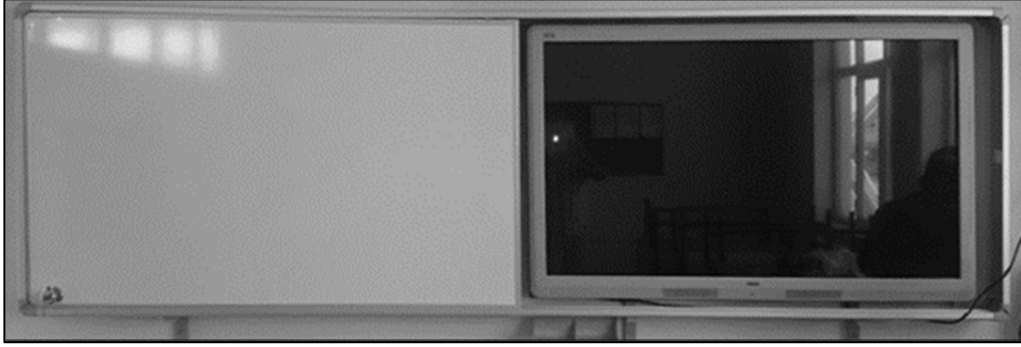
*Yakın projeksiyon sistem*



(Google arama motorunda aranmıştır - <http://www.wikihow.com/Use-a-Smartboard#/Image:Use-a-Smartboard-Step-3-Version-2.jpg> – 05.09.2017)

Üçüncüsü ise (bkz. Resim 13), büyük ekrana sahip bütünleşik bilgisayar sistemi olan tahtalardır. Tahta, bilgisayar ekranının kendisidir, dokunmatik ve aktiftir. Dokunmatik kalemle ya da parmakla işlem yapılabilir. (FATİH projesi ile okullara gönderilen ve aynı zamanda çalışmanın yapıldığı sistemler de olduğu gibi).

## Resim 13

*Bütünleşik bilgisayar sistemli AT*

*(Google arama motorunda aranmıştır -*

*[http://gurcayirilkokulu.meb.k12.tr/tema/icerikler/fatih-projesi-akilli-tahta-kurulumu\\_2012793.html](http://gurcayirilkokulu.meb.k12.tr/tema/icerikler/fatih-projesi-akilli-tahta-kurulumu_2012793.html) - 30.08.2016)*

Bilgisayara ait görüntü üzerinde parmak ile dokunma yoluyla işlemler gerçekleştirilir. Dokunma yoluyla etkileşim, bilgisayarlardan ayıran en temel farktır. Böylece giriş aygıtlarına gerek kalmadan bütün işlemler gerçekleştirilebilir. Etkileşim yöntemi ve dokunma hareketinin fonksiyonları AT sisteminin türü ile ilgilidir.

Yukarıda sözü edilen birinci ve ikinci tür sistemlerde kullanmadan önce kalibrasyon yapılması ve bilgisayardaki görüntü ile yansıtılan görüntünün eşzamanlı hale getirilmesi gerekir (Painter, Whiting & Wolters, 2005). Kalibrasyon ile bilgisayar ekranındaki görüntü üzerinde işlem yapılacak tahta alanı belirlenmiş olur.

Sistem yapısı dışında AT'lar, ekran büyüklüğü, çözünürlük, gün ışığında görünürlük, dokunmatik ekran türleri (IPS vb.), gibi çok çeşitli özelliklerle sunulmaktadır ve geliştirilmeye devam etmektedir. Sınıfa sunum yaparken, BİT'in eğitime entegrasyonunda en önemli araçlardan birisi olduğu düşünülmektedir. Esnek ve çok yönlü bir öğretim aracıdır, uzaktan eğitim yanında okul öncesi eğitimden yükseköğretime kadar her düzeyde kullanılabilir (Lan & Hsiao, 2011). Öğretim sürecine getirdiği katkılardan dolayı, popüler ve ilgi çekici duruma geldiği söylenebilir.

AT'nin olası avantajlarına göre, öğretmenler çeşitli öğretim teknik ve stratejileri ile öğretim süreçlerini zenginleştirebilir ve böylece öğrencilerin dikkatini, katılımını ve işbirliğini artırabilirler (Beauchamp & Parkinson, 2005; Glover, Miller, Averis & Door, 2007; Hall & Higgins, 2005). Bu araştırmacıların, bu teknolojinin uygun bir şekilde sınıfa entegre edildiğinde pozitif etkileri olacağını sıklıkla altını çizmelerinin yanında, AT'nin gerçek başarısı, öğretmenlerin bir öğretim sürecinde nasıl kullandıklarına bağlıdır (Türel & Johnson, 2012). İnternette de faydalanılarak çeşitli interaktif geometri oyun ve etkinlikleriyle dersleri zenginleştirmek olasıdır. Bunlar motive edici unsurlar olarak sayılabilir.

Öğrencilerin motivasyonunu ve zevk alma duygusunu artırdığı (BECTA, 2003a; Schmid, 2006) ve olumlu tutum geliştirdiği savunulmaktadır (Akçayır, 2011). Çalışmalarda öğrencilerin, AT'nin öğrenmeyi eğlenceli ve kolay hale getirdiğini belirttikleri ve birçoğunun olumlu düşündüğü görülmüştür (Yıldız ve diğerleri, 2010). Öğrenci cevaplarına göre, öğretmenlerin açıklamaları daha net olduğu için öğrenciler dersle daha ilgilidir (Elaziz, 2008). Öğrenciler AT ile derse motive edilebilir (Smith, Hardman & Higgins, 2006) ve yüksek motivasyon sayesinde derse ilgileri artırılabilir (Wiggins & Ruthmann, 2002). Öğrencilerin derse istekli olmaları öğrenmeyi kolaylaştırır. Sınıfta AT'yi kullanan öğretmenler tarafından sağlanan deneyimlere dayanarak aslında AT öğrencilerin *derse katılmaya katılımını* sağlar (Lan & Hsiao, 2011). Kaynaklar AT'nin sadece öğrencilerin motivasyonunu artırmadığını, öğretmenlerin öğretim etkinliğini artırdığını da göstermiştir (Glover & Miller, 2001).

Sınıfın tamamına sunum fırsatı verdiği için, multimedya yeteneklerini güçlü bir biçimde ortaya çıkarır (Smith, Higgins, Wall & Miller, 2005). Öğretmenler AT ile birlikte özel eğitim yazılımları kullanabilirler (SMART, 2006). Göz, kulak ve dokunma duyularının üçüne de aynı anda hitap eder. Multimedya kaynakları ve AT'nin büyük ekranı öğrencileri motive ederek kolayca anlamalarına yardımcı olur (Elaziz, 2008). Büyük ekran, tüm öğrencilerin derse birlikte katılmalarını artırır ve sınıfın bir bütün olarak kalmalarına

yardımcı olabilmektedir. Ancak ekran boyutu, projeksiyon kullanıldığında da genişletilebilecek bir özellik olduğundan, bu durumun asıl nedeninin öğrencilerin tahtada etkinliklere aktif katıldıklarından kaynaklandığı düşünülebilir. Başka bir deyişle, multimedya kaynakları ve bunlara öğrencilerin katılımının, matematik eğitimi açısından değerli olduğu söylenebilir.

Aslında multimedya nesnelere matematik eğitimi ile iç içedir. Multimedya nesnelere olmadan geometrik çizimler kolayca gerçekleşmez. Bu nedenle, AT'ler için üretilen çeşitli yazılımlarla gerçekleştirilen çizimler, onu günümüzde en gözde araçlardan biri yapmıştır. Öğretmenler daha açık seçik ve daha dinamik sunumlar gerçekleştirebilir ve dolayısıyla öğrenciler daha karmaşık kavramlar ile uğraşabilirler (Smith akt. Elaziz, 2008). Bilgiyi başarılı bir şekilde kullanma, tekrar etme, bilgi verici unsurlarla etkileşimde bulunma (Dill, 2008), bilgisayar grafiklerini görüntüleme ve değişiklik yapma fırsatı sağlar (Somyürek ve diğerleri, 2009). Thomas ve Boyle (akt. Lan & Hsiao, 2011), AT'nin daha etkili bir sunum ve daha profesyonel bir multimedya kaynağı olduğunu, derslerde aktiviteler arasında yumuşak bir geçiş sağladığını belirtmiştir.

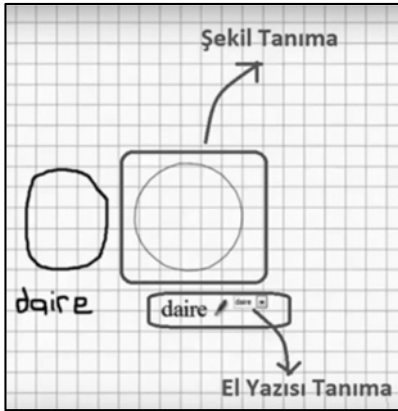
AT sunum bakımından, geleneksel PowerPoint sunusundan farklı olarak, bilgisayar ve projeksiyon gibi mevcut BİT'e etkileşim katarak fonksiyonelliğinin artırılabilirdi savunulur (Hall & Higgins, 2005; Smith ve diğerleri, 2005; Torff & Tirota, 2010). AT ile görsel olarak bilgisayar ekranında yapılanlar, parmak ve kalem hareketini kapsayan daha hareketli ve esnek biçimde yapılabilir, bilgisayar destekli ürünler, diğer aygıtların desteklediği çizim, vurgu ve işaretleme biçimleri ile uyumlu olarak kaydedilerek aktarılabilir, tüm sınıfın izleyebildiği etkileşimler bir interaktif tahta üzerinde yapılabilir ve dersler kaydedilip tekrar oynatılabilir (Swan ve diğerleri, 2008).

*Parmak ya da kalemle işlemlerin yerine getirilmesi, AT'in öğretim ortamında kullanılması için yeterli ya da gerekli midir? AT'ler yazı tahtasının işlevini yerine getirmekle*

birlikte, ek yazılımlar sayesinde düzgün şekilleri pratik bir biçimde çizme, el ile yazılan metinleri düzgün biçimde yazma ya da kullanılan dijital bir öğretim materyali üzerinde işaretlemeler yapma gibi öğrenme ortamı için ek fırsatlar sunmaktadır. Çizilen bir şeklin, yazı karakterlerinin otomatik olarak düzeltilmesi öğretim ortamı için önemli özellikler olabilmektedir (bkz. Resim 14). En önemlisi ise, DGY ile birlikte öğretim açısından günümüzün en önemli ikilisini oluşturduğu bilinmektedir.

Resim 14

*Çizilen bir şeklin ya da yazılan bir karakterin AT'de otomatik olarak düzeltilmesi*



(<https://www.youtube.com/watch?v=YGwo9RuvdzM> – adresindeki videodan bir kare - 30.08.2016)

Kullanıcılar, bilgisayardan ya da doğrudan tahtadan yazılımı kontrol edebilir, notlar ekleyebilir ya da tasarlanan nesnelere vurgulayabilirler (Somyürek ve diğerleri, 2009). Öğrencilerin tahtaya dokunarak, parmaklarıyla yazmalarında ya da çizim yapmalarında (Beeland, 2002), geometrik açıları farklı derecelere doğru taşımalarında esneklik sağlar (Hall & Higgins, 2005). Kullanımının bilgisayar kullanımından daha kolay ve esnek olduğu söylenebilir.

AT, klasik yazı tahtasının serbest çizim oluşturma veya el yazısı yazma işlevlerinin ve bunların herhangi bir kalem aracı olmadan parmaklar kullanılarak yapılabilmesiyle bir adım öteye taşınmış çizimlerde otomatik düzeltme sağlamıştır. Ancak, parmakları kullanmanın



ekranın ısınması nedeniyle öğretmenleri zor durumda bırakabilmektedir. Bu dezavantajının yanında, AT için kullanılabilen dokunmatik ekran kalemleri sözü edilen zorluğu ortadan kaldırdığı gibi bizi yazı tahtalarında kalem ya da mürekkep bitmesi gibi aksaklıklardan kurtarmıştır. Yazılımların sağladığı geniş renk seçeneklerinin ve farklı kalem ucu türlerinin tek kalemle elde edilebilmesi ise ek özellikleridir.

Kullanım bakımından sağladıkları yanında, kaynak bakımından da AT öğretmenlerin en büyük yardımcısı olabilmektedir. Levy'nin ortaokul öğretmenleriyle yaptığı görüşmede AT üzerinde kullanılacak çok kaynak olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Lan & Hsiao, 2011). İnternet tabanlı çok geniş kaynakları kolay bir şekilde sunma olanağı verdiği için doğallık ve esneklik sağlar (Kennewell akt. Elaziz, 2008). Öğrenci çalışmalarını sunmayı ve bunlar üzerinde düzenleme yaparak geliştirilmesini ve hataların giderilmesini sağlar.

AT'ın öğretim ortamına kazandırdığı en önemli özelliklerden birisi de işlemlerin görüntü ya da metin olarak kaydedilebilir olması yanında, aşamalarına göre video olarak kaydedilebilmesidir. Böylece veri kaybı önlenir, önceki notlara ya da çizimlere ulaşmak istendiğinde tek bir dokunuşla ekranın önceki durumuna kolayca erişilebilir. Kendisinin ya da öğrencilerin tahtada oluşturdukları çizim, not ya da düzenleme gibi aktivitelerin çıktılarını almayı ya da saklamayı sağlar. Ancak bazı not tutmaktan kurtulma ile ilgili düşüncelerin (Levy akt. Şad, 2012) aksine bu öğrencilerin not alma alışkanlıklarının önüne geçmemelidir.

Öğretim sürecinde, öğretmen bazı durumların farkına varabilir ya da anlık ve doğal olarak öğretim sürecini kuvvetlendirebilecek düşünceler ortaya çıkabilir. Böyle durumlarda bunlar anında dijital ortama aktarılabilir. Sonuç olarak bilgisayar tabanlı bir aygıt olduğundan, anlık öğretim materyallerinin daha sonra yeniden kullanımını ve öğrenciler ya da meslektaşları ile paylaşımını sağlar. Sınıfta işbirliği içinde çalışmayı destekleyen *etkileşimli araç* olması (Bell, 2002) yanında sınıf etkileşimi için tasarlanmış bir BİT aracıdır (Gillen, Kleine Staarman, Littleton & Mercer, 2007). Öğretimde uzun süreli kullanımını, (Lewin,

Somekh & Steadman, 2008), öğretmen ile öğrenci arasındaki etkileşim açısından arabulucu olarak nitelendirmiştir. Öğrencilerin bireysel ya da birlikte aktiviteler yapmalarını sağlar, böylece kişisel ve sosyal becerilerinin gelişimlerine katkı yapar, derse katılımı artırır. Kişisel çalışmalar sunulabilir ve tartışılabilir ya da sınıf oylaması yapılabilir (Schmid E. C., 2008). Geniş dokunmatik ekranı ile tüm sınıfın önünde, diğer öğrencilerin de gerçekleştirilen aktiviteleri görebildiği ve şu an için alternatifi olmayan bir ortam sağlayabilir. Bu tür avantajları öğrencilerin derse dikkatlerini çeken etkenler olarak görülebilir. Çoğu araştırmada, AT kullanımının öğretimi sunumu etkileşime dönüştürdüğü, öğrencilerin dikkatini öğretmenden içeriğe yönlendirdiği ve öğretimi geleneksel öğretimden daha öğrenci merkezli öğretime dönüştürdüğü belirtilmektedir (Cuthell, 2005; Miller, Glover & Averis, 2004; Painter ve diğerleri, 2005). Öğretmenlerin farklı öğrenme stillerine uyum sağlamalarına ve öğrencilerin belli ihtiyaçları ile ilgili öğretim materyallerini seçmelerine yardım eder (Bell, 2002). Bilişsel öğrenme stillerini yoğun kullanan öğrencileri desteklediği gibi hareketli öğrencileri öğretim sürecine dâhil etmede başarılı olabilir.

Öğrencileri, sınıf arkadaşlarına sunum sırasında daha yaratıcı ve kendine daha güvenli olmalarını sağlar (Levy akt. Şad, 2012). Öğretmenler, öğrencilerin öğrenme hızlarına kolaylıkla uyum sağlayabilir ve öğrencilerin öğrenme durumlarına göre özellikler internetten anında elde edilebilecek interaktif kaynaklarla öğretim sürecini yönlendirmede esneklik kazanırlar. Öğretmenlerin pedagojik yaklaşımlarını ve daha fazla BİT kullanımını artıran bir cihaz olarak hizmet ettiği ve böylece öğretmenlerin profesyonel gelişimlerini sağlayabileceği düşünülmektedir (Smith A., 2000). Ayrıca öğrencilerin derste başarısını ve konsantrasyonunu artırabilecek potansiyele sahiptir.

Aynı başarılar değerlendirme ve geribildirim için de sağlanabilir. Gatlin (2004), öğretmenlerin öğretim sırasında öğrencilerden doğrudan geribildirim alabildiğini ve öğrencilerin bilmediği konulara odaklanabildiğini belirtmiştir. Gage (2002), öğretmenlerin

AT kullanarak öğrencileri birbirine benzer seviyeye getirmek için AT üzerinde bazı aktiviteler gerçekleştirebileceğini işaret etmiştir.

Sonuç olarak AT'nin yeteneklerinin öğretime yansımaları şu şekilde sıralanabilir (Kommers, 2009):

- Sınıfta kullanılacak tüm araçların yerini alabilir (Kitap, tahta, bilgisayar, medya oynatıcılar, tepegöz, slayt makinesi, harita, grafik, şema, iletki, gönye, pergel)
- Uygulamaları saklamayı sağlar (öğretim etkinlikleri, metin, grafik, şekil, harita, alıştırma etkinlikleri, öğretim etkinliklerinde yapılan işlemler, animasyon)
- Serbest el hareketleriyle kullanılan öğretim materyali üzerinde işaretleme, düzenleme yapma (manipülasyon), vurgulama, büyütme küçültme, renklendirme yapmayı sağlar
- Sınıf ortamı için sunum yapmayı sağlar
- Öğretmen ve öğrencilere hareket serbestliği getirir
- Yapılan hata ve kavram yanlışlarının anında görünebilmesi ve anında düzeltme fırsatı verir
- Sınıfta doğrudan tahtaya yazı yazma olanağı sunar

Yukarıda sıralanan faydaları ile geleneksel sınıf ortamını öğrenci merkezli, işbirlikçi bir ortama dönüştürmede öğretmenlere yardım etmek üzere AT güçlü bir teknolojik destek olabilir (Somyürek ve diğerleri, 2009). Ancak, AT yapı olarak kabaca, bilgisayar-projeeksiyon kombinasyonuna *dokunma ile etkileşim* özelliğinin eklenmesi olarak düşünüldüğünde, literatürde geçen birçok özellik (sınıfa sunum, tartışma ortamı yaratılması, resim, grafik ve diyagram, bunlara ek olarak çoklu multimedya nesnelere sunumu) aslında bilgisayar-projeeksiyon ikilisi ile de gerçekleştirilebilecek işlemlerdir. Bununla birlikte etkileşimin eklenmesi yanında, aktivitelerde ve öğretmenin cihazları kullanmasında esnekliği ve etkin

kullanımını artırdığından söz edilebilir. Dokunmatik ekran sunum sırasında ekranda nesnelere ve özelliklerini göstermek için dijital işaretlemeler ile beden dilini birleştirmiştir. Başka bir deyişle görüntü, işaretler ve ses aynı konumdan elde edilmektedir. Somutlaştırmak gerekirse, projeksiyonlu sistemde, imleç ekranda bir şeyleri işaret ederken öğretmenin beden dili ve sesi sınıfın farklı konumundan gelmektedir. Bu durumun, öğrencilerin farklı duyularına sunulanları zihinlerinde birleştirmelerini zorlaştıracağı düşünüldüğünde, AT'nin eğitimde BİT kullanımına seviye atlattığı söylenebilir.

AT, yukarıda sayılan sahip olduğu güçlü yönler ve eğitimeciler ile öğrenciler tarafından sahip olunan olumlu görüş ve tutumların yanında, negatif yönde görüş ve tutuma neden olabilecek birtakım sınırlılıkları da bulunmaktadır. Levy'e (akt. Şad, 2012) göre, etkileşimi artırma konusunda tüm öğretmenler aynı görüşe sahip değildir. Gray, Hagger-Vaughan, Pilkington ve Tomkins (2005), görsel sunum sırasındaki hızlı geçişler ve manipülasyonlar ders işlenişinde işlem basamaklarını artırdığından sınıf içi etkileşimin sınırlı olabileceğini işaret etmişlerdir.

Hall ve Higgins (2005) ile Wall, Higgins ve Smith (2005) çalışmalarında, öğretmenlerin AT kullanımında yetersiz olmaları, derste bazı problemleri beraberinde getirebileceğine ilişkin görüşlere yer vermişlerdir. Örneğin, tahtanın kalibrasyonunu ayarlama da yaşanabilecek sorunlar, istenen dosyaları bulamama, dokunma hareketleri ile ilgili eksiklik gibi aksaklıklar bunlardan bazılarıdır. Kendine güven eksikliği ya da yetersiz oluşu (Glover & Miller, 2001; Hall & Higgins, 2005; Wall ve diğerleri, 2005), karşılaşılabilecek teknik aksaklıklar (Hall & Higgins, 2005; Wall ve diğerleri, 2005), öğretmen eğitimi, öğretim materyali planlama ve hazırlama için harcanan zaman (Gray ve diğerleri, 2005) kullanıma karşı olumsuz görüşleri oluşturan etkenlerdir. Yeni kullanmaya başlamaktan kaynaklı olarak dikkat çekici olabileceği ve alışma dönemi geçtikten sonra etkisinin azalma olasılığı endişeleri artırmaktadır (Levy akt. Şad, 2012). Torff ve Tirota (2010) çalışmalarında, AT'nin

sadece ortaokul matematik dersinde, öğrencilerin kendini ifade becerisini artırdığını ancak bunun düşük düzeyde gerçekleştiğini ortaya çıkarmıştır.

Teknoloji kullanımının zaman kaybettirdiği düşüncesi ve AT kullanırken programdaki konuları yetiştirme endişesi, öğretmenlerin konuların tam öğrenilmeden geçmelerine ya da gereken özeni göstermemelerine neden olabilir. Benzer şekilde konuları hızlıca tamamlama isteği öğrencileri ağır içerik yükü altına sokabilir (Ateş, 2010). Goodison'e (2003) göre, eğer AT teknolojisine çok fazla odaklanılırsa dersler öğretmen merkezli olabilir. (Moss ve diğerleri, 2007), yeni olmasından dolayı öğrenciler tarafından başlangıçta iyi karşılanmasına rağmen, motivasyonlarındaki artış kısa süreli olmakta ve onların başarısını göstermemektedir. Ancak bu noktada, motivasyonun sadece AT kullanımına bağlanmaması, sunulan içeriğin, AT kullanımına alışılmasından sonra sağlayacağı motivasyondan çok daha önemli olacağı gerçeği unutulmamalıdır. Eğer AT doğru bir şekilde öğrenci-AT arasındaki etkileşimi artırma aracı olarak kullanılmazsa öğretmenin rolü öğrenciler tarafından sorgulanır (Elaziz, 2008). Aslında AT'nin becerilerinin altında kullanılması, öğrencileri hayal kırıklığına uğrattı ve haklarının yenmesine neden olabilir (Levy akt. Şad, 2012) ve oldukça pahalı bir yatırım (Smith ve diğerleri, 2005) verimsiz olarak dönebilir.

Pedagojik açıdan, AT tek başına etkili ve öğrenme sürecinde motive edici öğretim aracı değildir, fakat sadece uygun öğretim stratejisi, metodu ve tekniği ile uyumlu kullanılırsa istenen etkiye ulaşılabilir (Türel & Demirli, 2010). Öğretim süreci için daha fazla sorumluluk alma fırsatı veren AT kullanımı ile geleneksel öğretim aktiviteleri ve teknikleri arasında bir denge olması gerekir (Elaziz, 2008). Diğer problem öğrencilerin kullanımının engellenmesidir (Hall & Higgins, 2005). Sadece AT konusunda değil tüm BİT kullanımının engellenmesi, öğrencilerin özgürce düşünmelerinin, keşfetmelerinin ve olumlu düşüncelerinin engellenmesi demektir. Ancak YÖY'deki öğretmen ve öğrenci rolleri unutulmamalı, bu kapsamda öğrencilerin belki de daha çok kullanması, öğretmenin onlara rehberlik etmesi

benimsenmelidir. Asıl problem nasıl kullanılacağı ve öğrencilerin nasıl kullanmasının sağlanacağıdır. Öğretim açısından bu problemlere kafa yorulmalıdır ve temelde bu problemin temel yüklenicisi yine öğretmenlerdir.

Öğretmenlerin AT'yi kullanım biçimleri ve uyguladıkları yöntem ve stratejiler ile bunları nasıl uyguladıkları AT'nin kullanım avantaj ve dezavantajlarının belirleyicisi olabilir. Etkili kullanım için öğretmenler, "Hangi öğretim yöntem ve stratejilerini kullanmalıyım?" ve "Öğrenme ve öğretim sürecinde ne tür faydaları bulunmaktadır" gibi soruları düşünmelidirler (Türel & Johnson, 2012, s. 381-382). Birçok alan ve konu alanında kullanılmaktadır. Gerektiğinde ve doğru kullanımında oldukça yararlı olabilecek araçlardır. (Armstrong ve diğerleri, 2005), etkileşimi artırmak için AT'nin uygun kullanımı ve yazılımların öğretime sürecine katılmasında öğretmenleri önemli bir etken olarak görmektedir. "Araçlar sadece kullanıcıları kadar iyidir" atasözü etkin kullanımının en temel kaynağı olarak öğretmenleri işaret etmektedir (Altınçelik, 2009, s. 44). Öğrencilerin ilgi ve motivasyonu üzerinde olumlu etkisi bulunduğundan (Glover & Miller, 2001), önceki teknolojilerden üstün olan bu teknolojinin işlevleri kullanılmalıdır. Kazu (2009), AT'nin öğretime katılmasının yapılması gereken en önemli iş olduğunu belirtmektedir. O halde, araştırmalarda örnekleri sunulan AT'nin öğretime katkısı için, tüm potansiyeli ile kullanılması gerekir.

Uygun AT kullanma üzerine olumlu sonuçlar veren araştırmalar yanında öğretim ortamında nasıl uygulanması gerektiği incelenmelidir. Lewin ve diğerlerine (2008) göre, öğretmenler önemli sayılacak bir süre (en az 2 yıl) için bir AT kullandığında, mümkün olduğunca çok sayıda etkileşim sağlayarak öğrencilerin en iyi şekilde öğrenmesine yardım ettiklerini belirtmişlerdir. Bransford ve diğerlerine (1999) göre, öğretmenlerin teknoloji ile uyumu ve kullanma şekilleri yapılan yatırımlardan daha büyük önem taşır.

Somyürek ve diğerleri (2009), öğretmenlerin (% 64.5) AT kullanabilecekken, hiç kullanmadıklarını ortaya koymuştur. Yine aynı çalışmada kullanımı ile ilgili eğitim verilmesi

görüşü ve kullanmamada öğretim materyallerinin eksikliğinin etken olduğu da belirlenmiştir. Bu tür teknolojilerin önemi ancak kullanılarak anlaşılır. Ancak okullarda genelde araçlar tanıtım düzeyinde kalmakta ve nasıl kullanılacağı çok fazla bilinmemektedir (Akçayır, 2011). Öğretmenlere AT ve sunmuş olduğu fırsatlar, özellikle dokunmatik ekran hareketleri ve AT'ye özel ders yazılımları öğretmenler tarafından iyi öğrenilmelidir. Levy'e (akt. Elaziz, 2008) göre, BİT kullanım yeterliliğine sahip öğretmenlerin AT kullanımına daha çabuk adapte olabilirler. Araştırmaların çoğunda öğretmenlerin bu teknolojinin özelliklerinden tam olarak yararlanması için eğitimin önemine vurgu yapmaktadır (Gray ve diğerleri, 2005; Hall & Higgins, 2005; Moss ve diğerleri, 2007). Ne kadar sık ve uzun süreli kullanılırsa beceri ve yeteneklerinde zamanla artış gözlenir (Hodge & Anderson, 2007).

Çalışmalarda, öğretmenlerin AT'nin öğretimde olumlu etkilerini artırmaları için şunlar önerilmektedir (Kennewell & Morgan, 2003);

- Bu tür teknoloji kullanımında özgüvene sahip olması
- AT'nin yeteneklerine hâkim olması
- İyi alan ve öğretim programı bilgisine sahip olması
- Öğretimde etkileşimi ve önemini bilme
- Öğrencilerin kendi başına çalışmaları için yetenek ve kapasitelerinin farkına varmalıdır.

AT kullanarak öğretimin etkinliğini artırmak için, yapılandırmacı sınıf ortamında olduğu gibi AT çalışmalarında öğrenci merkezli davranılmalıdır. Sadece bir sunum aracı olarak öğretmen merkezli yoğun kullanım, sıkılmaya neden olarak öğrenci motivasyonunu olumsuz etkiler, dikkati azaltır ve sonuçta öğretimin etkinliği azalabilir (Hall & Higgins, 2005). Yaratıcı öğrenmeyi destekleyecek biçimde kullanılmalıdır (Wood & Ashfield, 2008). Bunun için, AT yanında pedagojik etkenler göz önünde bulundurularak içeriği destekleyici

diğer teknolojilere de yer verilebilir. Çalışmanın yapısı bakımından bu destekleyicilerden birisi animasyonlardır.

**2.3.5.4. Animasyon.** Geçtiğimiz 30 yılda, BİT’deki gelişme ve öğretimde yaygınlaşması eğitimin başından sonuna multimedya araçlarında muazzam gelişmelere neden olmuştur. Youtube, TeacherTube, İzlesene.com gibi günümüzdeki kaynaklara erişen kullanıcı sayısı bunun göstergesidir. Çeşitlenen öğrenme ortamlarında oyunlar, animasyonların yanında yakın zamanda 3 boyutlu animasyonlar, çevrimiçi oyunlar multimedya ortamlarındaki gelişmelerin etkisiyle yaygınlaşmaktadır. Çizgi filim ya da 3 boyutlu sanal gerçeklik simülasyonları genellikle 2 ve 3 boyutlu gösterimde video, resim, ses gibi geleneksel ortamın çeşitli bileşenlerin entegre edilerek hareketli görüntüler oluşturulmaktadır (Szabo & Poohkay, 1996). Bu ortamlarda, Roberto’nun (2010) ifadesiyle, öğrenciler her şeyden önce görsel öğrenenler olmuşlardır ve bu nesil çoğunlukla *dijital nesil* olarak bilinmektedir. Bu ortamları içeren animasyonlar, bu tür öğrencilerin öğretim süreçlerinde değerlendirilebilir.

Animasyon gibi dinamik görselleştirme ile öğrenme son yıllarda multimedya içerikte ilgi çeken ana konu olup (Höffler, Schmeck & Opfermann, 2013; Lowe & Schnotz, 2014), objelerin sürekli hareket ettiği multimedya araçlarının özel bir örneğidir (Berney & Betrancourt, 2016). Bilgisayar temelli bilgi iletinin her yerde bulunan bir bileşenidir (Scheiter & Gerjets, 2010). Mekanik ve biyolojik süreçler gibi konunun dinamik doğasını göstermede canlandırma için kullanılır (Hegarty, 2005). Genel anlamı ile günümüz teknolojilerinin kapsamından daha geniş olarak bir nesneye hayat ve canlılık verme sanatıdır (Bülbül O. , 2009). Bilgisayar ortamında ise, resimli ve sözlü unsurları birlikte kullanarak öğretim materyallerinin sunumunu içeren (Mayer, 2009) hareketli resimlerdir. Statik resimlerle karşılaştırıldığında zamanla özellikleri herhangi bir görsel elemandaki değişimi ifade eder (Schnotz & Lowe, 2008).



Tasarım açısından çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Temelde bir harekete ait farklı anlık görüntü kare dizisinin bir biri ardına oynatıldığı ve ses de eklenebilen içeriktir. Ortaya çıkışı 1880'lere dayanmaktadır (Özcan, 2008). BİT kullanılmadan önce görsel öğretim materyallerine erişimde yaşanan zorluklar sonucu görselleştirme nesnelerin kabataslak çizimleri ile gerçekleştirilmekte ve kaynaklarda sunulan görsel nesnelere sınırlı içerikler sunmaktaydı. 2000'lerde JAVA ve Flash teknolojisinin gelişimi ile programlar çoğunlukla internet temelli olmuştur (Wang, Vaughn & Liu, 2011). Görsel tasarımının yanında JAVA tabanlı Action Script programlama dili ile daha efektif animasyonlar tasarlamak ve öğretim ortamında kullanmak mümkündür. Flash teknolojisi eğitimsel görsel araçlar ve animasyonlar oluşturmak için yenilikçi bir yol sağlamıştır (Wang ve diğerleri, 2011). Renk, etkileyici görseller sunabilmekte ve aynı resimde farklı nesnelere ayırt etmek için de kullanılabilir (Malabar, 2003). Nesnelereki dönüşümler ve değişimleri göstermek olasıdır. Bu bakımdan, araştırmacılar animasyonların gelecekte eğitimde alfabemiz gibi standart olarak kullanılacağı fikrini savunurken (Daşdemir, 2006), geometri ve matematik öğretiminde dinamik görsellerin daha tercih edilebilir olduğu söylenebilir. Diğer teknolojilerde olduğu gibi yararlı kullanım için gereken koşullar animasyonlar için de geçerlidir.

Öğrencilerin kavramalarını, öğrenmelerini, hatırlamalarını, iletişim kurmalarını ve anlam çıkarmalarını artırmak sadece dikkatli tasarlanmış multimedya programlarının işidir (Cairncross & Mannion, 2001; Mayer, 2009; Rogers & Scaife, 1998). Aslında animasyon kullanışlı ve etkili bir öğretim aracıdır (Chan, 2015). Geleneksel modelden uzaklaşmak ve öğrenmeyi daha aktif hale getirebilmek, teknolojik gelişimle paralellik seyrindedir (Malabar, 2003). Animasyonun yetenekleri öğrenme deneyimlerini canlandırır. Öğrenmenin esnekliğini artıran animasyon yüksek teşvik edicilik sağlar, böylece öğrenmeye öğrenci katılımını artırır (Gambari ve diğerleri, 2014).

Literatüre incelmeye göre, animasyonun öğrenci öğrenmesi için üzerinde en çok fikir birliği yapılan yararı, özellikle fen ve matematikte soyut kavramların (Lipeikiené & Lipeika, 2006) ve karmaşık kavramları etkili bir şekilde (Barak, Ashkar, & Dori, 2011), uzaydaki biçimlerini görselleştirmesidir. Bilgiyi 2 ve 3 boyut görsel ve sesli iletebilir ve kullanıcıların muhtemelen resmetmeden ya da gerçek uygulamalar olmadan açıklaması zor olabilen gerçek dünya senaryolarını simülasyonunu deneyimlemelerini sağlar (Chan, 2015).

Yüksek düzeyli dinamizm sayesinde konuları canlandırma üzerine bilgi aktarmada uygun görünmektedir (Tversky, Morrison & Betrancourt, 2002), çünkü bu dinamizmi doğrudan ve sürekli biçimde taşıyabilmektedir (Scheiter & Gerjets, 2010). Soyut kavramlar görselleştirilmesi statik bir resimden daha fazla bir dizi alt olayları kapsar. Örneğin merkez açı kavramı aslında çember üzerinde merkez açıyı oluşturan her A ve B noktasını içerir. Bu durumda kavram, tek bir A ve B noktasından meydana gelenden daha fazla görseli içermelidir. Öğrencilerin bilişsel süreçleri gerçekleştirirken onlara görsel işaretler sağlanır. Araştırmalar göstermiştir ki; eğitim, öğretim sürecinde görme duyusunun öğrenmeye etkisi oldukça fazladır (%75) (Bülbül O., 2009; Özcan, 2008). Zihinde canlandırma güçlüklerini ortadan kaldırılabilmekte, böylece öğrenci için zengin bir öğrenme ortamı oluşturmak mümkün olabilmektedir (Arıcı & Dalkılıç, 2006). Kullanımında temel iki amaçtan söz edilebilir. Özellikle dikkat çekme özelliğinden yararlanma söz konusu iken, ikinci olarak güçlü bağ kurmak ve bütünü oluşturma gibi öğrenci tarafından öğrenmek ve yürütmek üzere kullanılabilir (Berney & Betrancourt, 2016). Bunlar matematik öğretiminde gerekli iki özellik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bunları matematik öğretimine dâhil etmek için, animasyon eğitim yazılımı biçiminde kurgulanabilir. Böylece yeni bilgileri oluşturmak için dinamik süreçleri anlayarak bilgi ve yardım sağlamak için kullanılabilir (Taylor, Pountney & Baskett, 2008). Öğretim metodunda bir değişim olarak görülür. Mayer (akt. Gambari ve diğerleri, 2014) çalışmalarında, bilgisayar

temelli animasyonların bilimsel anlamayı geliştirmek için kullanılabileceğini, öğrencilerin sözlü ve görsel sistemlerin birlikte uygulandığı zaman daha iyi geri getirme ve problem çözme gerçekleştirdiklerini gösterdi. Ancak bunun için, nesnelerin uzaysal değişimi animasyonlarda doğrudan resmedildiğinden beri – statik resimlerle kıyaslandığında – özellikle öğrenilecek işlemlerde durumlara iyi bir şekilde uygun olması gerekir (Stebner, Köhl, Höfler, Wirth & Ayres, 2017). Değişen bilgi öğrenciler tarafından bir dizi statik resimden çıkarılması gerektiği için, animasyon bir dinamik sistemde meydana gelen anlık değişimlerin mikro adımlarının doğrudan görselleştirilmesini sağlar, böylece yanlış yorumlamadan ve bilişsel aşırı yüklemekten kaçınılması olur (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011; Tversky ve diğerleri, 2002) ve bu nedenle içeriğin dinamik bir zihinsel modelini oluşturmayı destekler (Hegarty, Kriz & Cate, 2003; Schnotz & Lowe, 2008). Bir diğer ifadeyle animasyonlar hareketleri hayal etmek için öğrencilerin eksiklerini zihinsel temsil için harici modeller sağlayarak giderebilir (Salomon, 1979). Bu nedenle animasyonlar öğrenme süreçlerini sağlama ve kolaylaştırma potansiyeline sahiptir (Schnotz & Rasch, 2005).

Önceleri bu potansiyelin uygulanması zorlu işlemler ile gerçekleşirken, BİT’deki gelişmelerin animasyon alanına da yansımış olması bilgisayarda animasyon uygulamalarını kolaylaştırmıştır (Özcan, 2008). Özellikle çoklu ortam (multimedya) teknolojileri ile bütünleşik olan bilgisayar ortamında gerçek görüntüleri, grafikleri, metinleri, gerçek ses ve animasyonları birleştirme imkânları eğitim yazılımı geliştirme sürecinde pek çok fayda sağlamaktadır (Arıcı & Dalkılıç, 2006). Bunun için çalışmalarda, animasyon gibi görsel teknolojik araçlar, otomatik hesaplama sağlayarak, soyut kavramları görselleştirilmesini, veri keşfini vurgulanmasını ve gerçek hayat problemlerin araştırılmasını sağlayarak öğrenmeyi desteklemesi beklenmiştir (Chance, Ben-Zvi, Garfield & Medina, 2007). Barak ve diğerleri (2011), animasyonların öğrencilerin bilgi kavrayışlarını artıran aynı anda üç öğrenme stili – görsel, sesli ve hareketli – ile uğraşmalarını sağladığını hatırlatmaktadır. Bunun yanında,

öğrencilerin ayrıca bireysel olarak yürütmeleri gereken zorlu bilişsel süreçleri değiştirmek için kullanılabilir. Dolayısıyla, bilişsel beceri eksikliğini gidermekle birlikte bilişsel deşarjı sağlayabilir (Salomon, 1979). Canlandırılmış matematik öğrenme, matematiksel kavramları oluşturmak için yaratıcı düşüncelerinde öğrencileri etkileyebilir (Salim & Tiawa, 2015). Üstelik animasyon kullanımı öğrencilerin kritik düşüncelerini, problem çözme becerilerini ve konu içeriği ile uğraşmalarını geliştirmelerine yardım eder (Chan, 2012).

Animasyonun geniş kabul gören bir faydası da, öğrenmek için motivasyonu artırmadır. Öğrencilerin öğrenmeye karşı dikkatini ve akademik ilgilerini artıran (Dalacosta, Kamariotaki-Paparrigopoulou, Palyvos & Spyrellis, 2009; Wang & Reeves, 2006), derse karşı olumlu görüşler beslemesini, üç boyutlu düşünmesini, çağdaş eğitim arenasında rekabet etmesini sağlayan kullanışlı bir araçtır. Kearsley'in (akt. Gambari ve diğerleri, 2014) çalışmaları, animasyondan öğrenen öğrencilerin daha fazla öz saygıya ve motivasyona sahip olduğunu ve öğrencilerin bilgiyi koruyabilmelerini ve güçlendirebilmelerini de artırdığını göstermiştir. Benzer şekilde Barak ve diğerleri, 2011, animasyon kullanan öğrencilerin öz yeterlik, zevk alma, günlük yaşamla bağlantı kurma ve gelecekleri için önemi ile ilgili kategorilerde kullanmayanlara göre öğrenmek için daha yüksek motivasyona sahip olduklarını bulmuştur. Öğrencilerin neredeyse her gün yüz yüze geldiği düşünülürse, öğretimde animasyon kullanımını kaçınılmaz duruma getirdiği söylenebilir. Ancak animasyonu tasarlarırken iki unsurdan söz edilmektedir: birincisi konu ikincisi öğrenendir. Öğrencilerin ilgisini çekmek için her öğretim materyalinde olduğu gibi öğrencinin seviyesi, kullanıldığı ortamın sosyal yapısı, öğrencinin deneyimi ve ilgisi, öğretilecek konuyla ilişkin uyumluluğudur.

Öğrencinin ilgisi bakımından, geniş uygulama alanında özellikle eğlence amacıyla yaygın kullanım alanı bulmuştur (Malabar, 2003). Eğitimin daha zevkli ve daha çekici hale getirilmesi için birçok araştırma yapılmıştır (Bailenson ve diğerleri, 2008; Özdener, 2005).

Karikatürize edilerek esprili biçimde sunma, eğitim sürecini sıkıcılıktan çıkararak sevimli bir hale dönüştürüp öğrenme isteğini artırabilmektedir (Bülbul O., 2009). Animasyon kullanımı sıkıcı konular için oldukça motive edici bir araçtır (William, 1993). Özellikle animasyona uygun matematik konularının öğretiminde kullanışlı olabilmektedir. Örneğin, öğrencilerin çember üzerinde her bir noktada merkez açı ölçüsünün değerini koruduğunu deneyimlemesi bakımından yararlıdır. Bunun statik resimlerle ifade edilmesi düşünüldüğünde, sınırlı sayı da nokta için çok fazla emek harcamak gerekebilirdi.

Kısa ve buna karşın öz olabilir, öğretmenlerin bir düşünceyi en kısa zamanda göstermelerini sağlayabilir (Chan, 2015). Çalışmalar, dijital kaynakların öğretimle entegrasyonunun, öğrencilerin ilgi ve motivasyonunu uyandırabileceğini göstermiştir (Burke, Snyder & Rager, 2009; Duffy, 2008). Öğrencide öğrenmeye karşı olan isteksizliği azaltarak algılama becerisini geliştirip, dikkati toplayıp, kalıcılığı ve öğrenmenin etkinliğini artırabilir.

Son yıllarda animasyonun öğrenme üzerine etkisini araştırmak için çok sayıda çalışma yürütüldüğü halde, animasyonun öğretimsel faydasını üzerine hipotezleri destekleyecek az sayıda deneysel çalışma vardır (Berney & Betrancourt, 2016). Yapılan bazı araştırmalarda, öğrencilerin anlam oluşturma üzerine süreklilik gösteren bir sonuç elde etmedikleri belirlenmiştir (Kelly & Akaygün, 2016; Kelly, 2014; Rosenthal & Sanger, 2013; Ryoo & Linn, 2014). Diğer yandan, animasyonlardan öğrenmenin öğrenci süreçleri üzerine öğrenmeye engel olabilecek bazı özel istekler yüklediği bilinir (Scheiter & Gerjets, 2010). Lowe R. K. (1999), öğrencilerin animasyonun konuyla en ilgili parçalarına odaklanmada sorun yaşadıklarını ve sıklıkla çarpıcı ama ilgisiz detaylar tarafından dikkatlerinin dağıtıldığını ileri sürmektedir.

Yine de birçok bilim adamı öğretimde öğrenci öğrenmesi için animasyon kullanımını araştırmış ve kullanımın yararlı olduğu sonucuna varmıştır (Stebner ve diğerleri, 2017).

Animasyonların dinamik özelliklerinin analizleri insanın sezgisel ve bilişsel işlem kısıtlılığına

rağmen sonuçta öğrenmeyi etkilediği varsayılabılır (Meyer, Rasch & Schnotz, 2010). Beklenen öğrenme çıktıklarına ulaşmalarına yardımcı olduğunu, öğrenme süreci üzerine pozitif etkisi sağlayan bir öğrenme aracı olduğu da bulunmuştur (Fralinger & Owens, 2009). Bu anlamda animasyon görsel etkileri olan bütün dönüşümleri ve hareketlilikleri içine alır (Bülbül O., 2009). Bu tutarsız bulguların ana sebebi öğretim materyallerinin kullanımının, animasyonun öğrenme üzerine etkilerine göre daha doğal bulunmasıdır (Meyer ve diğerleri, 2010). Bu tür sonuçların, derinlemesine incelenmesi ve animasyon ile öğrenmenin umut verici yönlerinin saptanması gerekir (Stebner ve diğerleri, 2017). Pratik uygulamalar için uygun soru animasyonun öğretimi etkileyip etkilemediği değil, *animasyon öğretimi ne zaman ve nasıl etkiler?* sorusudur (Höffler & Leutner, 2007). Eğitim alanında ne kadar çok bilgisayar kullanıldığından önce bilgisayarın etkin ve verimli kullanımı (Özcan, 2008) ve hangi koşullarda ve hangi animasyonların statik resimlerden daha uygun ve tersi için durumları araştırmak (Betancourt, 2005; Hegarty, 2004; Schnotz & Lowe, 2008) iyi bir odak noktasıdır.

Tversky ve diğerleri (2002), çoğu araştırmacının, önceleri sadece somut alanlarda animasyon kullanımını önerirken, sunum ile sunulan içerik arasında uygunluğun olduğu yerde içeriğin oldukça kolay bir şekilde yerleştirilebileceğini ifade ettiklerini belirtmekle birlikte, animasyonların öğrenme hedeflerini karşılaması ve fazladan bilgi yüklemekten değişimleri göstermesinin önemine işaret etmişlerdir. Bu tasarlanmış olan animasyon öğrencilerin kavramsal modeli oluşturmalarına yardım eder (Berney & Betancourt, 2016).

Geçerli multimedya destekli bilişsel öğrenme (Mayer, 2009), bilişsel yükleme teorisi (Sweller akt. Opfermann, Gerjets & Scheiter, 2006) ve çoklu temsiller üzerine araştırma gibi teoriler (Ainsworth, 1999), öğretim tasarımında (Kalyuga, Ayres, Chandler & Sweller, 2003) çoklu temsiller kullanmayı (Ainsworth, 1999; Mayer, 2009), bilgiyi farklı yöntemlerle sunmayı, gereksiz bilgiden kaçınmayı (Mayer, 2009) ve bireysel farklılıkları göz önünde

bulundurmayı önermektedir. Animasyonun pozitif yararları nasıl hazırlandığı ve kullanıldığı ile belirlenebilir. Hazırlarken bir takım temel özelliklere dikkat edilmelidir. Bunlar maddeler halinde şöyle özetlenebilir (Özcan, 2008):

- Öğretilecek konu ile bağlantılı olarak, sunulacak her animasyon öğrencinin konudan zevk almasını sağlayarak anlamasını kolaylaştıracak biçimde çekici olmalıdır.
- Şekillerin bilgiyi sağlamak için kullanıldığı, animasyonların ise sözel bilgiler ile şekilleri birleştirerek öğrencinin bilgileri daha kolay öğrenmesini sağladığı bilinmektedir. Bu sözel bilgilerin animasyonlarla uyumlu olması gerekmektedir.
- Hazırlanan animasyonlar öğrencinin sadece görsel zekâsına yönelik olmamalı, aynı zamanda sezgisel ve duyuşsal özellikleri artırıcı nitelikte de olmalıdır.
- Animasyonlarda hedef belli olmalıdır ve animasyonların öğretim zamanlaması önemlidir.
- Animasyonların etkili bir şekilde kullanımı, öğrencilerin anahtar kavramlara doğrudan ulaşmasını sağlar ve gereksiz bilgi yükünden arındırır. Önceki öğrenmelerle anlamlı bağlantılar kurmasını, öğretici kişinin öğrencilere anlatmak istediğini daha kolay anlatmasını sağlar. Her seviyedeki öğrencileri tatmin eder ve öğrenmede bir strateji oluşturur.
- Ekran, rahat okumaya elverişli olması gereklidir. Ekrandaki metinde kullanılan yazı türü ve büyüklüğü öğrencinin yaş düzeyine uygun olmalıdır. Yine ekran görüntüleri net olmalıdır, renkler gözü yormamalıdır.
- Çok fazla sayıda metin, grafik ve diğer unsurlar kullanılarak karmaşıklığa yol açılmamalıdır.

Sayılan özelliklerden anlaşılacağı üzere, animasyonu öğretim ve öğrenmeye dâhil etmek için öğretmenlerin animasyonun pratik, teknik ve pedagojik yönlerini bilmesini

gerektirir (Chan, 2015). Chan'a göre, pratik yön animasyonun türü, ders süresi ile uyumu, sınıf ortamında kullanılabilirliğini belirtir. Teknik boyutu, animasyonun oluşturulmasını, öğretmenin teknik hesaplamalarını, teknik destek ve animasyon kaynaklarını içerirken, pedagojik boyutu akademik değerini ve animasyonun programdaki hedefleri karşılama değeri ile ilgilidir. Bu üç boyut animasyonda uyumlu olmalıdır. Görüntülerle birlikte kullanılan içeriğin zamanlaması ve uyumu dikkatle ayarlanır. Bunların bütüncül olarak dikkate alınmasından sonra, animasyon ile öğrenmede temel nokta, sıklıkla ilgi çekme sürecine dikkat çekme ile rehberlik edilmesidir (Meyer ve diğerleri, 2010). Animasyon bir dikkat çekme stratejisi olarak fen, teknoloji ve matematiğin gerektirdiği işlemi azaltmaya yardım eder (Gambari ve diğerleri, 2014). Bu yararlılıklar, multimedya ile öğrenme laboratuvar çalışmalarında deneysel olarak kanıtlanmasına rağmen, bunların öğretim ortamına transfer edilip edilemeyeceği sorusunun ucu henüz açıktır (Opfermann ve diğerleri, 2006). Bu durumdan dolayı, çalışmada animasyonun giriş sorusunu ya da durumunu sunmak amacıyla ilgi çekme amaçlı kullanılmasına yöneltmiştir.

Bundan sonraki bölümde çember ve daire konusunun öğretiminde bilişim teknolojilerinin ve DGY'lerin öğretimde kullanımı ve etkileri üzerine yurt içinde ve yurt dışında yapılmış olan çalışmalara örnekler verilmiştir.

#### **2.4. İlgili Araştırmalar**

Tüm gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi, yeni teknolojilerin matematik eğitime entegrasyonunun önemi Türkiye de günden güne artmaktadır. Bu çerçevede bu yıllarda, Türkiye'de yeni teknolojilerin kullanımı üzerine çalışmalarda bir artış bulunmaktadır (Tapan-Broutin & Arslan, 2012). Literatür incelendiğinde gerçekleştirilen çalışmaların genellikle teknolojinin öğretime entegrasyonu çabaları, öğretmenlerin sınıf içi dinamik geometri ve benzer teknolojileri kullanımı ve öğretime etkileri gibi alanlarda, çeşitli



geometri konularının incelendiği çalışmalara rastlandığı gibi çember ile ilgili kavram ve genellemelere ilişkin bir boşluk olduğu görülmüştür.

**2.4.1. Yurtiçinde yapılan araştırmalar.** Bulut, 2013 yılında yapmış olduğu doktora tez araştırmasında, ilköğretim matematik öğretmenliği 4. sınıfında öğrenim görmekte olan matematik öğretmeni adaylarının, çember kavramını dinamik matematik yazılımı ile öğrenmelerinin geometri başarıları ve düşünme düzeylerine etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada, açıklayıcı karma yöntem kullanılmış ve nicel veriler tek grup ön test – son test yarı deneysel desen ile elde edilirken nitel veriler ise durum çalışması kapsamında elde edilmiştir. Araştırmaya 18 öğretmen adayı katılmış, *çember başarı testi* ve *Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri testi* ön test ve son test olarak uygulanmış ve 5 hafta süre ile uygulama gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar ortamındaki çalışmaların ekran görüntüsü, ekran kayıt programı ile kayıt altına alınmıştır. Uygulamanın sonunda yarı yapılandırılmış görüşme formları ile rastgele seçilen 9 öğretmen adayının görüşleri alınmıştır. Nicel veriler *Wilcoxon işaretli sıra testi* ile analiz edilmiş, kazanımlara ulaşma düzeylerini belirlemek amacıyla ekran kayıtlarından elde edilen verilere betimsel analiz ve görüşmelere ait nitel verilere içerik analizi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının başarıları ve Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ön test ve son test sonuçları arasında, son test lehine istatistiksel olarak fark olduğu, dinamik matematik yazılımı ile tasarlanan etkinlik uygulamalarının öğretmen adaylarının geometri başarılarına ve geometrik düşünme düzeylerinin gelişimine olumlu katkısı olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının kazanımlara ulaşma düzeyleri, ders sürecinde gelişim göstermiş ve dinamik matematik yazılımı kullanımına yönelik daha çok olumlu görüşlere sahip oldukları ifade edilmiştir.

Ertekin, 2006 yılında gerçekleştirdiği yüksek lisans tez çalışmasında, Cabri kullanılabilen TI-92 grafik hesap makinesi kullanarak uygulanan öğretim ile geleneksel öğretim arasında fark olup olmadığını araştırmıştır. 11. Sınıf fen şubesindeki 126 öğrenci ile

gerçekleştirilen çalışmada 20 soruluk ön test uygulanmıştır. Deney grubu ile yapılandırmacı sınıf ortamında çemberde temel kavramlar konusunda haftalık 4, toplam 16 saat grafik hesap makinesi ve etkinliklerle ders yürütülmüştür. Uygulama sonrası son test uygulanmış ve öğrencilerle görüşme gerçekleştirilmiştir. Grafik hesap makinesi kullanımına karşı tutumlarını ve yapılan öğretimin yansımalarını tespit edebilmek amacıyla iki gruba *durum araştırması anketi*, deney grubuna *ders süreci değerlendirme anketi* uygulanmıştır. Gruplar arası başarı farkı olup olmadığını belirlemek için t-testi ve standart sapma, aritmetik ortalama ve frekans değeri gibi tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, deney grubunun başarısının daha yüksek anlamlılık düzeyine sahip olduğu ve anketlerden öğrencilerin geometri derslerinde bilgisayar, grafik hesap makinesi gibi teknolojik araçlarla öğretim yapılmasına karşı olumlu tutuma sahip oldukları belirlenmiştir.

Akçayır (2011), deneysel araştırma modelini kullandığı, 2011 yılında gerçekleştirdiği tez çalışmasında geleneksel anlatım ve AT kullanılarak anlatımın öğrencilerin akademik başarıları, tutumları ve motivasyonları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Üniversite 1. sınıf temel matematik II programında yer alan analitik geometri konusunun ele alındığı çalışmanın örneklemini sınıf öğretmenliği bölümü 1'inci sınıflarından dört şubede 90 kontrol grubu ve 90 deney grubu öğrencisi olmak üzere toplam 180 öğrenci oluşturmaktadır. 5 hafta süreyle kontrol grubuna geleneksel öğretim, deney grubuna AT ile öğretim gerçekleştirilmiştir. Veriler, araştırmacı tarafından geliştirilen ve ön test – son test modeline göre uygulanan başarı testi, *öğretim materyalleri güdülenme ölçeği*, *akıllı tahta tutum ölçeği* ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, gruplar arasında deney grubu lehine akademik başarı açısından anlamlı bir farklılık bulunduğu, deney grubu öğrencilerinin AT'ye karşı olumlu bir tutum sergiledikleri ve motivasyon seviyesinin kontrol gurubundan yüksek çıktığı belirlenmiştir.

Tapan-Broutin (2014) gerçekleştirdikleri makale çalışmasında, çizimler ve matematiksel nesnelere arasındaki ilişkilerin incelemesini sağlayan *Gönderge-Gösteren-Gösterilen* klasik semiyotik üçgenini temel alan kuramsal çerçeveyi tanıtmayı amaçlamışlardır. Sınıf öğretmenliği programı 3'üncü sınıf öğretmen adaylarının oluşturduğu katılımcıların, gösterende oluşan değişimleri yorumlama süreçleri ve bu değişimlerin gösterilene olan katkısı, gönderge ve gösterilen arasındaki ilişkiler bağlamında incelenmiştir. Çalışma, durum çalışması olarak desenlenmiştir. İki aşamalı uygulamadan oluşan araştırma sürecinde, öğretmen adayları kâğıt ve kalem ile çembere, dışındaki bir noktadan teğet çizmiş, sonrasında aynı etkinliği dinamik geometri ortamında gerçekleştirmişlerdir. Kâğıt ve kalem çalışmalarında görsel nesne kullanım eğilimi görülürken, dinamik geometri ortamında geometrik özelliklerin kullanımı ön plana çıkmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, gösteren olarak kâğıt ve kalem çizimleri yetersiz görülmüş, geometrik çizim problemlerinde, dinamik geometrinin görsel nesnelere kullanımından geometrik özelliklerin kullanımına geçişi sağladığı belirlenmiştir.

Tapan ve Arslan (2008), gerçekleştirdikleri deneysel makale çalışmasının amacını, ilköğretim öğretmen adaylarının matematiksel bilgilerinin ortaya çıkışı üzerine DGY'nin etkisini incelemek olarak belirtmiştir. Çalışma öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışma, kâğıt ve kalem çalışmaları ile dinamik geometri çalışmaları olmak üzere iki kısımda gerçekleştirilmiştir. İlk olarak 78 öğrenciye kâğıt ve kalem ortamında geometrik oluşturma soruları sorulmuştur. İki aktivitede iki aşamalı olarak çalışmışlar, ilk aşamada cetvel ve pergeli ile geometrik bir yapı oluşturmuşlardır. Bu sırada araştırmacı ikili gruplar halinde çalışan öğrencilere müdahale etmemiştir. İkinci aşamada öğrenciler Cabri Geometry yazılımı kullanımının gösterildiği iki saatlik derse alınmışlardır. Dersten bir ay sonra araştırmacı tarafından rastgele seçilen gönüllü öğrenciler ile ikinci bir çalışma gerçekleştirilmiş ve aynı yapıları Cabri'de gerçekleştirmeleri istenmiştir. Bu sırada araştırmacı, öğrencilerin

matematiksel bilgilerine müdahale etmemiş ancak ara sıra Cabri kullanımına ilişkin yardımda bulunmuştur. İkinci çalışmanın analizi öğretmen ve öğrenci sözlü diyalogları ve öğrenci ekranlarının video kayıtlarından elde edilen verilerle gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin oluşturdukları birinci yapı çemberde teğet doğrusu ile ilgilidir. İlk uygulamanın sonuçları öğretmen adaylarının kâğıt kalem ortamında uzaysal görsel unsurları anlamlı bir biçimde kullandıklarını, ancak oluşumlarda uzaysal görsel unsurların yaygın olarak kullanılmasına karşın, öğretmen adaylarının geometrik özellikleri çizimlerini gerçekleştirmek için değil, matematiksel özellikler ile desteklenen çizimleri göstermek için kullandıklarını göstermiştir. Cabri'deki ikinci deneyimin sonuçları öğretmen adaylarının öncelikle görsel bilgileri kullandıklarını, yapıları sürüklerken yapılarının geçerli olmadığını fark ettikten sonra geometrik özellikleri kullanma eğilimi gösterdiklerini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca Cabri ile çalışma sırasında öğrencilerin tamamı bir noktadan diğerine dik çizmeye çalışmıştır. Cabri çalışmaları ve diyaloglarından elde edilen verilere göre, Cabri'nin uzaysal özellikleri kullanmaktan, matematiksel özellikleri kullanmaya doğru geçişi güçlendirdiği rapor edilmiştir.

Kaplan ve Öztürk (2014), 2011-2012 eğitim öğretim yılında ortaokula devam eden 48 öğrenci ile gerçekleştirdikleri makale çalışmasında 7'inci sınıf çemberde açılar konusunun öğretiminde Cabri yazılımının kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemiştir. Yarı deneysel desenin kullanıldığı çalışmada seçkisiz örnekleme yöntemlerinden basit seçkisiz örnekleme göre belirlenen deney ve kontrol olmak üzere iki grup seçilmiştir. Deney grubuna Cabri ile öğretim, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim uygulanarak öğretim gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya başlamadan önce öğrencilere bir ders saati süresince Cabri yazılımının komutları ve nasıl çalıştığı hakkında bilgiler sunulmuş, sonraki süre içerisinde öğrencilerin Cabri yazılımı ile kendi kendilerine çalışmaları istenmiş, anlamakta güçlük çektikleri durumlarda araştırmacı tarafından yol gösterilmiştir. Kazanımlara

uygun olarak öğrenciler önceden hazırlanmış çalışma yaprakları eşliğinde kendi başına bireysel öğrenme çalışması gerçekleştirmişlerdir. Araştırmanın verileri araştırmacılar tarafından geliştirilen çoktan seçmeli 20 sorudan oluşan akademik başarı testi ön test – son test modeline göre uygulanarak elde edilmiştir. Ön test sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken, Son test sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur. Cabri ile yapılan öğretimin geleneksel öğretimden daha etkili olduğu sonucuna ulaşıldığı belirtilmiştir.

Baştürk ve Yavuz (2008), makale çalışmasının, öğretmen adaylarının Cabri ile etkinlikler hazırlayarak karşılaştıkları zorlukları belirlemeyi amaçladığını belirtmiştir. Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği ABD’de öğrenim gören ve Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı dersini alan 20 öğretmen adayı araştırmaya katılmıştır ve Cabri öğretilmiş ve uygulamalar yaptırılmıştır. Veri kaynağı, dönem sonunda lise öğretim programından seçilen bir konuda Cabri ile öğrencilere yönelik etkinlik ödev dosyalarıdır ve veri analizi için nitel analiz yöntemleri kullanılmıştır. Her ödev dosyasındaki 7 sınıf içi etkinlikten, her öğrencinin çemberde açı konusu ile ilgili olan sadece bir etkinliği incelenmiştir. Bulgular, öğretmen adaylarının Cabri’yi *doğrulama aracı* olarak kullandıklarını, etkinliğin öğrenciye mâl edilmediği ve öğretmenin aktif bir rol üstlendiği ve genel olarak soruların, öğretilmek istenen genellemelerin öğrenciye fark ettirilme amacına yönelik olduklarını göstermiştir. İnteraktif bir programı, tahta, tepegöz ya da projeksiyon aleti gibi basit bir sunuş aracı konumuna indirgemeleri sonucunda, öğretmen adaylarının Cabri’yi var olan formül ve kuralların basit bir doğrulayıcısı ya da algılamayı kolaylaştırıcısı olarak kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Özdal, Ünlü, Çatak ve Sarı (2006), gerçekleştirdikleri makale çalışmasında, 2003-2004 yıllarında *RTB Eğitim Çözümleri (RTB Educational Solutions)* olarak Malezya Eğitim Bakanlığı / Siemens İş Servislerinin yürütücülüğünde bir proje için matematik dersleri

tasarlanmıştır. Derslerde matematik öğretmenleri tarafından kullanılmak üzere 7'inci sınıflar için Malezya Eğitim Bakanlığı ortaokul müfredatı ve 5E modeli ile uyumlu öğretimsel çoklu ortam olarak bir eğitim yazılımı geliştirilmiştir. Öğretim sürecinde Pi kavramı, çemberin çevresi ile çap arasındaki ilişki ve Pi sayısının değerini bulma konuları ele alınmıştır. Araştırmada öğrencilerle, açık uçlu soruların bulunduğu aktiviteler gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin Pi kavramını, çemberin çevresi ile çap arasındaki ilişkiyi kavrayarak Pi değerini bulabildikleri belirlenmiş ve bu sonuçlar ışığında etkin bir proje gerçekleştirildiği kanıtlanmıştır.

Akyüz (2016), makale çalışmasında öğretmen eğitimi derslerinde çember konusuna ilişkin üniversite düzeyinde gözlenen matematiksel uygulama derslerini belgelemiştir. Tasarım çalışması olarak hazırlanan derste, gelişen matematiksel uygulamaların tür ve doğasından etkilenen bir dinamik geometri ortamı uygulanmıştır. Çalışmada teorik çerçeveden ortaya çıkan perspektif ve sınıf içi sosyal etkileşimleri analiz etmek için Toulmin'in tartışma modeli kullanılmıştır. Araştırmada 5 hafta süreyle öğretim yapılmış ve bazıları dinamik geometri ortamında, diğerleri kâğıt üzerinde olmak üzere 16 uygulama kullanılmıştır. Veriler farklı sınıf düzeyindeki üniversite öğrencilerinden elde edilmiştir. Araştırma bulgularından elde edilen sonuçlara göre dinamik geometri ortamı etkili kullanılabilir matematiksel uygulamaların geliştirilmesini sağlamıştır. Öğrenciler vurgulanan matematiksel düşünceleri anlamadan yazılım tarafından sağlanan araçları kullanma eğilimi göstermiştir.

Tatar ve diğerleri (2014), makale çalışmasında DGY ile gerçekleştirilen geometri öğretiminin etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmada matematik öğretmen adaylarının çemberin analitik incelenmesi konusu üzerindeki başarıları incelenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının gerçekleştirilen geometri öğretimi üzerine görüşlerine başvurulmuştur. Araştırmaya 29 öğretmen adayı katılmıştır. Veriler çember başarı testinden ve yarı

yapılandırılmış odak grup görüşmesinden elde edilmiştir. Sonuçlara göre, DGY ile gerçekleştirilen dersin, öğretmen adaylarının konu üzerine başarılarına olumlu katkısının olduğu gözlenmiştir. Dinamik geometri ortamındaki dersin, öğretmen adaylarının noktanın ve çember üzerindeki noktaların gücünü anlamalarını sağladığı ve düşünme becerilerinin gelişimi, görsellik, kalıcılık, kısa sürede öğrenme, somutlaştırma ve dinamizm ile öğrencilerin ilgisine odaklanma üzerine pozitif etkisi olduğu gözlenmiştir. Buna karşın ortaokul eğitim kurumlarında matematik ve geometride teknoloji kullanımının düşük olduğu ve öğretmen adaylarının öğretim alanında dinamik ortamlarda geometri öğretimini gerçekleştirmeye istekli oldukları belirlenmiştir.

**2.4.2. Yurtdışında yapılan araştırmalar.** Choi T., 2017 yılında matematik öğretmen adayları ile bir doktora tez çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmada öğretmen adaylarının bilişsel istek düzeyleri bakımından nasıl DGY kullanımını tercih ettikleri ya da nasıl geometrik uygulamalar oluşturduklarını ve *black box (siyah kutu)* yaklaşımının öğretmen adaylarının ders tasarımlarında, kendi rollerini kavramsallaştırmalarını nasıl etkilediğini incelenmiştir. Bu nitel durum çalışmasına 3 ortaokul matematik öğretmen adayı katılmıştır. Veriler 2 ders planı, öğretimden önce ve sonra uygulanan dinamik geometri uygulamaları, ön ve son görüşme kayıtlarını, geometri uygulamalarının elektronik ortamdaki dosyalarını ve öğretmenlerin düşüncelerini belirttiği yazılı kaynakları içermektedir. Ders planları tasarımı çemberde kiriş, teğet, kesen, bunların kesişimi ile oluşan açılı ölçüleri ile ilgili geometri konularını içermektedir. Çalışmada, bilişsel istek düzeyi konusunda matematiksel uygulamaları tanımlamak için *Mathematical Task Framework* 'ün (*Matematiksel Uygulama Çerçevesi*) kullanıldığı belirtilmiştir. Katılımcılara, DGY kullanılarak oluşturulan birkaç geometri uygulaması tanıtılmıştır. Dinamik geometri kullanılarak oluşturulan geometri uygulamalarında bilişsel isteği vurgulamak için *The Dragging Modalities Framework* 'ün (*Sürüklenme Yöntem Çerçevesi*), ayrıca katılımcıların teknoloji kullanımında rollerinin

kavramsallaştırılmasında *PURIA* modelinin kullanıldığı ifade edilmiştir. Veri toplama süreci Ocak 2014 - Mayıs 2014 arasında gerçekleştirilen bu çalışmada, yürütülen iki görüşmede katılımcıların, siyah kutu yaklaşımını içeren geometri uygulamaların tasarımlarındaki deneyimlerini paylaşmaları istenmiştir. Çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bulguların, öğretmen adaylarının düşük düzeyli öğrencilerin aynı sonuca ulaşmak için izleyebilecekleri adım adım teknolojik işlemlere dayanan geometri ile ilgili DGY uygulamaları üzerinde sadece geometrik yapı türlerini kullandıklarını gösterdiği rapor edilmiştir. Ayrıca katılımcıların işlem basamaklı uygulamalar gibi, kitaplardan farklılık gösteren yüksek düzeyli geometrik uygulamalar hazırlamak için DGY kullanımına karşı pozitif tutum gösterdikleri belirlenmiştir.

Kennedy (1999), bir proje çalışmasının parçası olarak, 1999 yılında yüksek lisans çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmada DGY olan Geometer's Sketchpad ile çember ünitesine ilişkin öğretmen uygulamaları hazırlanmış ve öğretmenlerin uygulanması sağlanmıştır. Araştırmacı gözlemlerine göre yazılım, öğretmenlerin sınıflarında, yazılımın yeteneklerini araştırmaya başlarken fazlaca heyecana neden olmuştur. Çalışma, 2 öğretmenin raporunun özetleri ve öğrencilerin bu üniteye reaksiyonlarını da içermektedir. Araştırmacı öğrencilerin tüm reaksiyonlarının pozitif olduğunu, tüm grupların aynı varsayımları keşfettiği çalışmada, öğrencilerin keşfetme çalışmaları sırasında biraz zorlandıklarını ve şekilleri manipüle ederken de heyecanlı olduklarını gözlemlemiştir. Ayrıca öğrenci notlarına incelerken, öğrencilerin bazılarının "*neden?*" sorusunu cevaplamaya çalışırken gösterdiği çabaya şaşırıldığını belirtmiştir. Öğrencilerin bu ünite ile ilgili deneyimlerinin, Geometer's Sketchpad'i başka biçimlerde kullanma bakımından yeni fikirler ortaya çıkardığı belirtilmiştir. Tüm öğrencilerin yazılımdan ve yazılımın yetenekleri ile uygulamadan olumlu yönden etkilendiği rapor edilmiştir.



Baylor tarafından, 2002 yılında gerçekleştirilen doktora tez çalışmasında, öğrencilerin kesin ölçüm problemlerin çözümü için bir DGY kullanmalarını etkileyen faktörlerin etkileşimlerini analiz etmeyi amaçlamıştır. DGY olarak Geometer's Sketchpad kullanılmıştır. Çalışmada önce öğrencilere yazılımın nasıl kullanılacağı ve sonrasında problemlerin yazılımla nasıl çözüleceği öğretilmiştir. Daha sonra ilköğretim eğitimi alanındaki üniversite öğrencilerinin 3 kredilik matematik dersinin 15 haftalık video kaydı alınmıştır. Öğretim sürecinden sonra verilen problemlerin çözümü ile ilgili öğrencilerle görüşmeler gerçekleştirilmiş ve bu görüşmeler videoya kaydedilmiştir. Araştırmacı bilgisayarda kullanılan ders materyallerini geliştirmiş, öğretim sürecini organize etmiştir. Çalışmada verilen problemlerin, içerisinde çember ve ilgili kavramların bulunduğu soruları da içeren bir uzunluğu ölçme, bir alanı bulma ya da verilen bir şekilde temsil edilen, bir ya da daha fazla ölçümü maksimize ya da minimize etme ile ilgili olduğu belirtilmiştir. 15 öğretmen, yazılım kullandıkları ve problem durumlarını temsil eden şekiller oluşturarak problem çözmeyi öğrendikleri ve eğitimi aldıkları matematik dersine gönüllü olarak katılmışlardır. Veriler, öğrencilerin yazılımı kullanarak 3 problem çözme sürecinde, 3 görüşmenin video verilerinden elde edilmiştir. Araştırmacı öğrencilerin uygulamalarını etkileyen faktörleri kullanarak 8 öğrencinin performanslarını detaylı olarak incelemiştir. Verilerin analizinden, öğrencilerin çoğunluğunda ağırlıklı olarak faktörlerin üstünlük ve etkileşim dengesinin görsel ilişkilerden etkilendiğini bulunmuştur. Buna karşılık, en güçlü problem çözücü 2 öğrenci, görsel ilişkilerden dolayı küçük bir etki ile birlikte son 3 faktör arasında güçlü bir üstünlük dengesi gösterdiği belirlenmiştir. Sonraki analiz öğrencilerin, çözüm yollarını düzenlemek üzere düşünce üretmek ve sonuçlarının doğrulanması için izleme yapısı sürecine dayanan anlık sonuçları doğrulamak ve bir şeklin bir parçası ile çoklu bağlantılı geometrik ilişkilerin zorluk dengesini elde etmek için şekillerden geribildirim elde ettiklerini göstermiştir. Genel olarak

çalışma, yazılım ile etkileşimde bulunarak öğrencilerin davranışlarına nasıl aracılık edildiğini göstermiştir.

Steckroth (2007), matematik ve fen eğitiminde teknolojinin etkililiğini araştırmak üzere devlet tarafından sağlanan fon ile gerçekleştirilen büyük bir projenin parçası olarak 2007 yılında yaptığı doktora tez çalışmasında, radyan, tümler açısı ve birim çemberde trigonometrik kavramlar ile ilgili öğrenci anlaması üzerine görselleştirme teknolojisinin etkileri ve belirtilen konularda öğrencilerin kavram yanılgıları araştırılmıştır. Araştırmada karma araştırma metodu kullanılmıştır. Katılımcıları trigonometri ünitesine yeni başlayan lise öğrencilerden iki grup oluşturmuştur. Gruplardan birisi kontrol, diğeri deney grubu olarak belirlenmiştir. Kontrol grubuna, on yılın üzerinde deneyimi olan bir öğretmen tarafından geleneksel öğretim uygulanmıştır. Deney grubu ile bir öğretmen adayı tarafından, teknoloji ile görselleştirilmiş matematik eğitimi gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı, 6 haftalık araştırma sürecinde pedagojik ve teknik destek sağlamıştır. Araştırmacı, birisi proje yürütücüsü olan üniversitenin matematik eğitiminden mezun bir yüksek lisans öğrencisi, diğeri ise aynı üniversitede eğitim bölümünde destek fonu temsilcisi, kontrolör ve ünvanı doçent olmak üzere proje takımının iki üyesi tarafından desteklenmiştir. Çalışma yapılandırma anlayışına göre tasarlanmıştır. İki gruptaki öğrencilerin karşılaştırılması için çeşitli testler kullanılmış ve görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sürecinde uzun süreli doğrudan gözlemler gerçekleştirildiği ve her bir öğretim süreci araştırmacı ya da bir proje üyesi tarafından ses kaydı alınarak verilerin Ericsson'un modeline göre analiz edildiği belirtilmiştir. Araştırmadan, görselleştirme üzerine odaklanılan tüm sınıfta teknoloji geliştirme eğitimi alan öğrencilerin konularda yüksek düzeyde anlama gerçekleştirdiklerinin gözlemlendiği rapor edilmiştir. Daha özelden ise, animasyon ve dinamik resim manipülasyonu içeren teknoloji kullanımının öğrenci öğrenmesinde pozitif bir etkisinin olduğu belirtilmiştir.

Yousif tarafından, 1997 yılında yapılan doktora çalışmasının amacı, temel geometri dersine kayıtlı lise öğrencilerinin geometriye karşı tutumları üzerine Geometer's Sketchpad yazılımının bir öğretim ve öğrenme aracı olarak kullanımının etkisini araştırmaktır. Bunun için nitel ve nicel araştırma yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Çalışmaya katılan 2 öğretmene 4 temel geometri sınıfında öğretim yapmak üzere ayrı geometri içeriği öğretilmiştir. Öğretilen konuların dördüncü bölümünde çemberin çevresi ve alanı ile ilgili kavram ve genellemelere yer verilmiştir. Çalışmanın örneklemini, temel geometri dersi öğrencileri oluşturmuştur. Örnekleme, bir deney bir kontrol grubu olmak üzere her bir grubu 2 sınıf oluşturmuştur. Ön test ve son testi tamamlayan 81 öğrenciden 36'sı deney grubunu 45'i kontrol grubunu oluşturmuştur. Tüm öğrenciler keşfetme aktivitelerine katılmıştır. Kontrol grubundaki öğrenciler keşfetme aktivitelerinde sadece kâğıt kalem çalışması yapmış ve geometri dersleri sırasında bilgisayar laboratuvarı kullanılmamıştır. Deney grubu ise Geometer's Sketchpad kullanmıştır. Çalışmanın öncesinde öğrencilere yazılımı nasıl kullanacakları öğretilmiştir. Araştırmacı yazılımın kullanımını öğrettikten sonra iki öğretmen biri deney ve biri kontrol grubundan olmak üzere ikişer sınıfta öğretim gerçekleştirmiştir. Nitel veriler görüşme ve gözlemlerden elde edilmiştir. Görüşmeler yarı yapılandırılmış görüşme yöntemine göre yapılmış ve Geometer's Sketchpad'e olan tutumlarını belirlemek için kullanılmıştır. Görüşme verilerinin analizi için üçgenleme yöntemi kullanılmıştır. Görüşmeler deney grubundan seçilmiş ve düşük, orta ve yüksek düzeyli başarıya sahip öğrencilerden, gözlem sürecinde, araştırmacı tarafından belirlenmiştir. Öğrenci performansları test ve quizlerle belirlenmiştir ve görüşmeye katılan öğrenciler 4 kız ve 4 erkekten oluşmuştur. İkişer öğrenci yüksek ve düşük düzeyden seçilirken, 4 öğrenci orta düzeyden seçilmiştir. Görüşmede açık uçlu sorular sorulmuş ve ses kaydı alınarak yazıya aktarılmış, veriler araştırmacı tarafından Data Collector yazılımı ile analiz edilmiştir. Daha kesin sonuçlar için, konuda yetkin bir lise öğretmeni yazımda ve analizde yardımcı olmuştur. Sınıf ve laboratuvar gözlemlerinde *gözlem kılavuzu*

kullanılmış ve bunun için haftalık çalışma yaprakları hazırlanmıştır. İlk 4 hafta pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmadan sonra araştırmacı deney ve kontrol gruplarını 10 hafta gözlemlemiştir. Görüşme analizleri öğrencilerin Geometer's Sketchpad'e karşı tutumlarını, gözlem verilerinin analizi iki grubun geometriye karşı tutumları arasındaki farklılığı incelemek için kullanılmıştır. Nicel veriler için, uygulama öncesi ve sonrası geometriye karşı tutumlarını belirlemek için 29 ifadeden oluşan Aiken'in rubrik tipindeki ölçeğinin ön test ve son test tekniğine göre uygulandığı belirtilmiştir. Geometriye karşı tutumlarını analiz etmek için tekrarlı ölçümler tekniği kullanılmıştır. Nicel veri analizinde, deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunurken, kontrol ve deney grupları arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı rapor edilmiştir. Ayrıca cinsiyete göre, ön test ve son test puanları arasında da istatistiksel olarak fark bulunamamıştır. Görüşme verileri Geometer's Sketchpad kullanan öğrencilerin geometri tutumlarında pozitif bir değişim olduğunu, kız öğrencilerin grup çalışmasını erkek öğrencilerden daha fazla sevdiğini göstermiştir. Ayrıca kontrol grubundaki öğrenciler dersten çıkarken 5 dakika öncesinden hazırlandıkları, deney grubu öğrencilerinin ise laboratuvarında son saniyeye kadar çalıştıkları gözlenmiştir.

Myers (2001), yaptığı doktora tez çalışmasının amacını, ortaokul matematik öğretmen adaylarının bir dinamik geometri aracı ile rutin olmayan problemleri anlamalarını araştırmak olarak belirtmiştir. Araştırmanın diğer amacı ise, dinamik geometri temsillerinin konu kavramlarını tanımlamak, anlamının matematiksel keşiflerden nasıl etkilendiğini belirlemektir. Sovyet öğretim deneyimi ile yapılandırmacı öğretim deneyimi birleştirilmiştir. Öğretim süreçlerini ve klinik gözlemleri içeren nitel bir araştırma tasarımıdır. Araştırmacı öğretimler sırasında öğrencileri, kavramalarını artıracak uygulamalarla karşı karşıya getirmiştir. Araştırmacı öğrencilerin dinamik geometri aracı ile geometriyi öğrenmelerini ve anlamalarını araştırma fırsatı bulmak ve öğretimler sayesinde öğrencilerin yapılarını

potansiyel olarak etkilemek için öğretim deneyimi üzerine durum çalışması tasarımı ve diğer nitel metotları seçmiştir. Araştırmanın katılımcıları, *teknoloji yoğun ortamda matematik öğretimi* dersine katılan 3 bayan 2 erkek öğretmen adaydır. Her bir konu için 4 sınıf gözlemi, iki görüşme yürütülmüş, 7 öğretim süreci ile desteklenmiştir. Tüm sınıf gözlemleri ve öğretimler video ve ses kaydı ile kayıt altına alınmıştır. Dersler TI-92 hesap makinesi ile gerçekleştirilmiştir ve Cabri Geometry yazılımı temelli bir uygulama ile donatılmıştır. Birincil veri kaynakları, matematik uygulamalarını, öğretim kayıtlarını, klinik görüşmelerin kayıtlarını, ek olarak derslerin ses ve video kayıtlarını ve araştırmacının gözlem notlarını içermektedir. İkincil veri kaynakları öğrenci bilgi formunu, öğrencilerin geometri ve dinamik geometri aracına ilişkin tamamlanmış ödev kopyalarını ve 6 günlük kaydını içermektedir. Konulardan ikisi durum çalışması için seçilmiştir (çemberler ve üçgenler arasındaki ilişkiler). Keşfetmeyi yönetmede ve ispat yapmada dinamik geometri aracının rolü tanımlanarak iki durum (iki öğrencinin gerçekleştirdiği işlemler) baştan sona karşılaştırılmıştır. Bu, öğrencilerin dinamik geometri temsilleri ile ilgili bilgilerini ve devamında dinamik geometri temsillerini oluşturmayı etkileyen bilgilerinin tartışılmasını içeren bir çapraz durum analizi olarak belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin dinamik geometri yapılarını ve dinamik geometri çizimlerini anlamaları, dinamik geometri aracını kullanmalarını etkilemiştir.

Nirode, 2012 yılında gerçekleştirdiği doktora çalışmasında, öğretmenlerin oluşturulan bir şekli ve sonra oluşturulma özelliklerini koruyarak değiştiren DGY'yi kapsayan öğrenci uygulamalarını kullanımlarını incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmacıların, profesyonel organizasyonların ve politika geliştiricilerin genel olarak öğretim için dinamik geometri yanlısı olmalarına karşın öğrencilerin gelişimi için öğretmenlerin dinamik geometriyi nasıl ve neden uygulayacakları ile ilgili az sayıda araştırma bulunduğundan, çalışmasında bu boşluğu doldurmaya çalıştığı belirtilmiştir. Asıl uygulama öncesi pilot çalışma yapılmıştır.

Araştırmacının çalışmada kontrolü olmamıştır. Öğretmenlerin araştırmacı etkisi olmadan dinamik geometri uygulamalarını nasıl kullanacaklarını anlamak ana hedeflerden biri olduğundan, olgu manipüle edilmemiş ve doğal ortamı ile sunulmuştur. Çalışmada veriler, derinlemesine bilgi elde etmek amacıyla öğretmenlerin öğretim için seçtiği uygulamalar ile ilgili birden fazla ölçekten toplanmıştır. Her bir öğretmenle görüşme gerçekleştirilmiş ve öğrencilerle dinamik geometri uygulamaları gerçekleştirilirken dokümanlar toplanmıştır. Çalışmada öğrencileri DGY kullanan lise geometri öğretmenleri arasından, amaçlı örnekleme kriterine göre maksimum çeşitlilik amaçlanarak seçilmiştir. Görüşmelerde genel görüşme kılavuzu ve standartlaştırılmış açık uçlu görüşme yaklaşımı benimsenmiştir. Öğrencilerin DGY ile kullandıkları dosyalar toplanmıştır. Bu verilerin analizi için gömülü teori metodolojisi kullanılmıştır ve bu verilerle veri üçgenlemesi sağlanmıştır. Veriler varsayımsal bir öğretmen kullanılarak betimlenmiştir. Özelde çember, dinamizm ve AT'ye ilişkin sonuçlara göre, öğretmenlerin öğrenci uygulamalarında en çok yer verdiği konular arasında çember konusu üçüncü sırada yer almıştır. Öğretmenlerden ikisinin, öğrenci aktivitelerini AT'de gösterdikleri ve öğretmenlerin tamamının DGY'nin öğrencilere sağladığı belli kolaylıklara güvendiği belirlenmiştir: kesinlik, dinamik şekiller ve görsel araçlar. Öğrencilerin dinamik geometri aktivitelerine katılmaktan hoşlandıkları ve öğretmenlerin dokuzunun DGY'nin temel kullanımı ile ilgili memnuniyetlerini bildirdikleri belirtilmiştir.

Gillis, 2005 yılında yaptığı doktora tez çalışmasında, iki farklı türdeki geometri ortamında aynı geometrik şekiller verildiği zaman, lise öğrencileri tarafından biçimlendirilen matematiksel hipotezleri araştırmıştır. Statik geometri ortamında biçimlendirilen öğrenci hipotezleri, dinamik geometri ortamında oluşturulanlarla karşılaştırılmıştır. Bu biçimlendirilen hipotezler ve ortamlar hem nitel hem de nicel olarak incelenmiştir. Katılımcılar, araştırmacı tarafından öğretimin yapıldığı 2 ortaokul geometri dersinden 41 öğrenciden oluşmuştur. Sınıflar araştırmanın amacı doğrultusunda sınıf-A ve sınıf-B olarak

belirlenmiştir. Laboratuvar etkinlikleri, öğrencilerin hipotezlerini doğrulamaları kadar her bir ortamda hipotez becerilerini ölçmek için geliştirilmiştir. Ek olarak, araştırmanın istatistiksel ortak değişkenlerini ölçmek için iki araç kullanılmıştır. Öğrencilerin matematik başarısını ölçmek için *Skolastik Yetenek Testinin* matematik bölümü ve geometrik akıl yürütme becerilerini ölçmek için *Van Hiele geometrik akıl yürütme ölçeği* uygulanmıştır. Nitel temaları keşfetmek için iki nitel araç geliştirilmiştir: açık uçlu sorulardan oluşan bir öğrenci ölçeği ve bir görüşme protokolü (Laboratuvar hipotez aracı). Ayrıca öğrencilerle görüşme yapılarak ve araştırmacı tarafından günlük tutularak nitel veriler de toplanmıştır. Standart ders müfredatı ile uyumlu olarak iç açılar ve çemberler konusu belirlenmiştir. Araçların ve ölçümlerin geçerliliği matematikçi ve matematik eğitimcileri tarafından kontrol edilmiştir. Laboratuvar araçlarına verilen cevaplar, ortaokul geometri öğretiminde deneyimli dışardan bir düzenleyici yanı sıra araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. Görüşmeler matematik başarı düzeylerine göre belirlenen 10 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, anlamlı bir şekilde öğrencilerin dinamik ortamda daha uygun ve daha az hata yaparak varsayımda bulduklarını ve varsayımlarına daha fazla inandıklarını göstermiştir. Dinamik ve statik ortamlar arasında sadece şekilleri sürükleyerek değiştirmek, istatistiksel olarak fark göstermiştir. Pearson korelasyon analizinde kovaryans ve bağımlı değişkenler arasında istatistiksel olarak fark bulunmuş, ancak regresyon analizi sonucu anlamsız olduğu belirlenmiştir. Sadece bir kovaryans anlamlı bulunmuştur: *başarı değişkeni*. Nitel veri analizine göre, öğrencilerin çoğu akıl yürütme varsayımlarında doğru kavrama ulaşmış ancak hipotez tanımları, şekilleri biçimlendirme becerisinden bağımsız gerçekleşmiştir. Tüm katılımcılar hipotezleri keşfetmede dinamik ortamın daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Dinamik ortamın, öğrencilerin inançları kadar hipotezleri biçimlendirme becerisi üzerinde de anlamlı etkisi bulunmuştur. Ayrıca öğrenciler bilgisayar çıktılarını sorgulamak yerine öğretim otoritelerine soru sorma ya da kitaptan araştırma eğilimi göstermiştir.

Baccaglioni-Frank, 2010 yılında yaptığı yüksek lisans tez çalışmasının amacını, Öklid geometrisinde hipotez üretme sürecinde DGY'nin etkilerini çalışmak olarak belirtmiştir. Cabri'de özel sürüklenme yöntemine uygun olarak ortaya çıkan bilişsel süreçlere odaklanılmıştır. Özellikle, literatürde *Dummy Locus Dragging (Gizli Geometrik Yer Sürüklemesi)* olarak tanımlanan özel bir sürüklenme yöntemi kullanmayı içeren bir hipotez oluşturma süreci sırasında meydana geldiği gözlenen bir model tanımı çıkarılmıştır: *Maintaining Dragging – MD (Sabitlenmiş Sürüklenme)*. Bunun için başlangıçta özel sürüklenme modelleri tanıtılmış ve literatürde sunulanlardan bir öğretim hedefi belirlenmiştir. Çalışma deneysel ve nitel yapıya sahiptir. Genel deneysel tasarım iki bölüme ayrılmıştır, sürüklenme yöntemleri üzerine bir öğretim ve öğrencilere çözmeleri için hipoteze ilişkin açık uçlu problem sorularının bulunduğu görüşme bölümü. Derslerde kullanılan öğretimsel nesnelere Cabri'de, Öklid geometrisi konusu üzerine kurulmuştur. Katılımcılar İtalya'da bilim lisesinden 31 öğrenciden oluşmaktadır. Metodolojik araç olarak yarı yapılandırılmış klinik görüşme seçilmiştir. Veriler, ses ve video kayıtlarından, öğrenci keşiflerinin ekran görüntüsünden, uygulama kayıtlarından ve öğrencilerin görüşme sırasında kâğıt üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalardan oluşmaktadır. Görüşmelerde öğrenciler ikili gruplar biçiminde çalışmışlardır. İlk olarak, öğrencilerin tekrarlanan davranışlarını belirlemek amacıyla hipotez oluşturma süreci sırasında sürüklenme aracını nasıl kullandıklarını ve akıl yürütme ile bağlantılı davranışlar ile ilişkilendirmeyi nasıl yaptıkları gözlenmiştir. İkinci olarak, görüşmelerden elde edilen verilerin analizinin bir aracı olarak modelin kendisinin kullanımını içermektedir. Çalışma, MD-conjecturing model (MD-hipotez modeli) olarak adlandırılan model ile uygunluk göstermiştir. Çalışma öğrencileri geometride hipotez ve ispatlama ile tanıştıran eğitimsel nesnelere MD kullanımı üzerine aktivite tasarımına etki etmiştir.



Gardiner (2002), doktora araştırmasının tüm amacının dinamik geometri ortamını kullanarak alanlarla ve ispat ile ilgili matematiksel anlam oluşturmayı araştırmak olarak belirlemiştir. Araştırmada, üzerinde Cabri yazılımı çalıştırılabilen TI-92 hesap makinesi kullanılmıştır. Deneysel çalışma 1996-1999 yılları arasında İngiltere'nin kuzeyinde 4 okulda 11-14 yaşlarındaki çocuklarla yürütülmüştür. Araştırma tüm sınıf ve değişen boyutlarda bir dizi grup ile çalışmayı kapsamaktadır. Kayıt yöntemleri ve teknik yaklaşımların belirlendiği bir pilot çalışmasından sonra araştırma için 4 aşama belirlenmiştir. Veri koleksiyonu, konuşmaların ses kaydının alınması ile katılımcıların gözlenmesi aracılığıyla oluşturulmuştur. Öğrenciler tarafından oluşturulan ekran görüntüleri alan notlarına kaydedilmiştir. Araştırma iki anahtar alanı aydınlatmaktadır: anlık bireysel ve grupla anlam oluşturma süreci ve matematik sınıfındaki sosyal dinamiklere daha geniş bakış açısı. Sonraki analiz, çocukların anlık sezgi oluşturma ve bu sezgi oluşturma yolu ile sosyal ve karşılıklı anlam oluşturmaya ortaya çıkarma arasındaki farkı aydınlatmıştır. Çalışma, öğrencilerin yapı ve ispat kavramlarını anlamaların gelişimini artırmak için elle kullanılan dinamik geometri ortamlarının potansiyeline işaret etmiştir.

Shafer (2004), doktora çalışmasında, matematik reformlarının merkezinde olan iki konuyu incelemiştir. İlk olarak, öğretmen hedefleri, öğretim metodu, öğretmenin rolü, öğrencinin rolü ve öğretim materyallerinin rolü ve kaynak alanlarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. İkinci olarak, öğretmen eğitimcileri için pedagojik değişimi geliştirecek araçlar araştırılmıştır. Çalışmada ayrıca, Geometer's Sketchpad kullanımı ile ilgili öğretmenlerin öğretimsel kararlarının üzerine bir danışmanı dâhil eden profesyonel gelişim modelinin etkisi incelenmiştir. Çalışmada, bir durum çalışması tasarımına gömülü bir öğretmen gelişim deneyimi kullanılmıştır. Araştırmacı, çalışmanın uygulanabilirliğini test etmek için gerçekleştirilen bir pilot çalışmadan sonra modellemiştir. İki öğretmen bu çalışmada birlikte çalışmıştır. İlk aşama öğretmenlerin biri için 3, diğeri için 4 sınıf

öğretiminin gözleminden oluşmuştur. Öğretmenlerin öğretim stillerini, öğretme metotlarını ve öğretimin hedeflerini belirlemek için uygulanmıştır. Veriler bir ders planı ve bir ders sonrası her bir ders için yansımaları içeren öğretmenlerden elde edilmiştir. İlk olarak araştırmacı, her bir öğretmenin öğretim stili, öğretim hedefi ve diğer ilgili gözlemlerin geniş bir analizini derlemiştir. Öğretim bölümü, Geometer's Sketchpad aktiviteleri öğretim programına uygun planlamayı ve uygulamayı içermektedir. Veri analizinde Bölüm 1, öğretmenlerin sınıf videolarını, 5 dakika aralıklarla aktivitelerin kaydedildiği bir sınıf dersi kaydı, ders planları ve yansımaları, bir inanç ölçeği ve Van Hiele testini içermiştir. 2. Bölüm danışman günlüğü ve öğrenme derslerinin ses kayıtları olmak üzere iki türlü veriden oluşmuştur. 3. Bölüm, üç planlama buluşması kayıtlarını, öğretmenlerin ders planları ve ders sonrası yansımalarını, öğretmen başına 3 Geometer's Sketchpad derslerinin video kayıtlarını, kaydedilen dersler için *Classroom Lesson Record (Sınıf Ders Kayıt)* formu verilerini ve danışman günlüğünü içerir. 4. Bölüm, yani son veri seti, tekrar Van Hiele testini, inanç ölçeğini ve son görüşmesini içerir. Sonuçlara göre içerik bilgisi, öğretimsel inanışlar ve hedefleri desteklemektedir. Anlama için öğretim yüksek düzeyli içerik bilgisi gerektirmektedir. Geometer's Sketchpad ile öğretim için üç tür teknoloji bilgisi biçimi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca araştırmanın sonucuna göre öğretmen değişim modeli, öğrenci öğrenmesi üzerine öğretmen yansımalarını içine katmak için düzenlenmiştir.

Srisurichan (2012), doktora çalışmasında, matematik öğretmenlerinin bakış açısından teknolojinin başarılı kullanımının değerini ortaya çıkarmaya ve araştırmaya çalışmıştır. Araştırma sorularını ele almak için 4 farklı matematik sınıfında bir çoklu durum çalışması ile bağlantılı büyük ölçekli bir öğretmen anketi uygulanmıştır. Anketin katılımcılarını, çalışma sorularını tamamlayan görevde olan 626 lise matematik öğretmeni oluşturmaktadır. 4 öğretmen, teknoloji tabanlı derslerinde doğal durum çalışmasına katılmışlardır. Çalışmada birincil verileri toplamak için, bir kesitsel anket ve bir çoklu durum çalışması yaklaşımı

kullanılmıştır. Veri analizi iki aşamaya ayrılmıştır. Öğretmenler ve öğretim ortamı ile ilgili içerik, pedagoji, teknoloji ve bir dizi faktörlerin arasındaki ilişkinin birlikte işlenmesini göz önünde bulundurmak için, birinci aşama çevirim içi anket verilerinin SPSS kullanılarak analizini oluşturmuştur. Tanımlayıcı istatistik olarak frekans, yüzde, ortalama ve standart sapma hesaplanmış ve sunulmuştur. Kategorik veriler için Chi-square (Ki-kare) testi kullanılmış, doku analizi de gerçekleştirilmiştir. İkinci aşama ise, katılımcıların sınıfta teknoloji entegrasyonunu anlaması ve uygulamalarını etkileyen faktörler arasındaki ilişkileri bir bağlama yerleştirmek ve açıklamak için nitel verilerin analizini içermiştir. Çoklu durum çalışması ve anketteki açık uçlu cevaplardan alınan bu veriler Transana yazılımında kodlanmıştır. Sonuçlara göre, öğretmenlerin teknolojiyi çoğunlukla matematiksel kavramları gösterme ve sunma, sıkıcılığı ve zaman alıcı hesaplama ve analiz işlemlerini azaltma ve matematik öğrenme ve öğretimi için kaynak olarak kullandıklarını göstermiştir. Cevapların sağlandığı öğretmenlerin dörtte birinin, öğrencilerin sezgisel ve keşfederek öğrenme yoluyla matematiksel düşüncelerini geliştirmek için teknoloji kullanmanın yararlı olduğunu rapor etmesine karşın, çoğunun teknolojiyi, literatürde önerildiği biçimde kullanmadığı belirtilmiştir. Cevapların çıkarılan diğer bir sonuç, bazı öğretimsel amaçlara, diğerlerine göre daha fazla hizmet etmek üzere farklı teknolojik araçların nasıl kullanıldığını göstermiştir. Öğretmenler grafik hesap makinesi kullanımını, grafikleri ve matematiksel ilişkileri görsel keşfetmenin bir yolu olarak algılamıştır. Öğretmenlerin çoğu, interneti derslerinde öğretim için bilgi kaynağı olarak kullanmıştır. Öğretmenlerin büyük bölümü bilgiyi göstermek ve görüntülemek için entegre etmiş ya da öğrenci cevaplarını paylaşmak için bir araç olarak kullanmıştır. DGY ve BCS (bilgisayar cebir sistemi) genellikle matematik sınıfında dinamik görselleştirme ya da sunum ve veri keşfetmek için kullanılmıştır. Teknolojik kaynakların varlığı, teknoloji kullanımına karşı tutum, kullanma süresi, teknolojiye yatkınlık, öğretmenlerin sınıflarında teknolojiyi kullanmasını etkileyen en etkili faktörler olarak

belirlenmiştir. Bireysel faktörlerin, entegre edilmiş olan teknolojik araçların türüne bağlı olarak öğretmenlerin öğretimde teknoloji kullanma sıklığını eşsiz bir biçimde etkilediği bulunmuştur.

Uzan (2017) doktora çalışmasında, ortaokul matematik öğretmen adaylarının dijital teknoloji açısından kaynak bilgisi ve ders planlarındaki teknoloji seçimi ve entegrasyon süreçleri araştırılmıştır. Çalışmada, durum çalışması tasarımı kullanılmıştır. Çalışmaya 6 ortaokul matematik öğretmen adayı katılmıştır. Bu adaylar yöntem dersini almış öğrencilerdir. Veri kaynakları, yöntem derslerinde bir gereklilik olarak görülen teknoloji portfolyosundan ve yarı yapılandırılmış görüşme kayıtlarından oluşmuştur. Ders planlarındaki her bir uygulamaya *Task Analysis Guide (Uygulama Analiz Rehberi)* uygulanmıştır. Sonuç olarak, istenen teknolojiyi kullanma yönteminin öğrencilerin bir uygulamayı daha etkili ve tam olarak tamamlamalarına olanak veren bir güçlendirici olup olmadığı ya da öğrencilerin davranışlarını değiştiren ve onları, düşüncelerini düzenleyebilir duruma getirip getirmediği belirlenmiştir. Bulgular, öğretmen adaylarının teknoloji bilgisinin içerik açısından sınırlı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının derslerini, matematik yapma ile işlemler arasında bağlantılar kurarak yüksek bilişsel düzeyli uygulamalar etrafında oluşturmayı ve bu uygulamalarda tasarladıkları teknoloji kullanım yöntemini hem artırıcı hem de bir düzenleyici olarak belirlemeyi tercih ettiklerini göstermiştir. Genel olarak bulgular, seçilen uygulamanın bilişsel istek düzeyi matematik yapma olduğunda bu uygulamalarda tasarlanan teknoloji kullanma yönteminin düzenleyici olduğunu da ortaya çıkarmıştır.

Laborde (2001) makale çalışmasında, Fransa'da matematik öğretiminde teknoloji kullanımına ilişkin devlet desteği ile öğretmen aktivitelerine entegrasyonunun eksikliği arasında boşluk oluşmaya başlaması ile birlikte, öğretime teknoloji entegrasyonunun uzun bir süreç olduğunu iddia ettiğini belirtmiştir. Böylece çalışmasının amacını, lise öğrencileri için Cabri Geometri uygulamalarına dayalı öğretim senaryolarının tasarımında zamana bağlı

evrimi örnek göstererek bu senaryodaki adımları belirlemek ve analiz etmek olarak ifade etmiştir. Uygulamaların analizinin, bilginin görsel güçlendiricisi ve artırıcısı olmaktan bilginin anlamlı duruma gelmesine kadar ve bunun sonucu olarak öğrencilerin matematiksel nesnelere nasıl oluşturabileceğinden etkilenen, teknoloji tarafından oynanan rolü içerdiğini belirtilmiştir. Araştırmada, entegrasyon sürecini göstermek için Fransız lise öğretiminin ilk yılı için tasarlanan ve 3 yıl süreyle uygulanan, okullarda ileri teknoloji kullanmayı amaçlayan bir yenilikçi projenin parçası olarak bir dizi sınıf senaryolarını içeren bazı öğretim süreçleri rapor edilmiştir. 4 öğretmenin kullanımı için tasarlanan öğretim süreçleri, matematik eğitimi alanında araştırmacılar, bir fizik öğretmeni, bilgisayar bilimcileri içeren araştırma grubu tarafından tartışılmıştır. Senaryolarda konular, alanlar, vektörler, geometrik dönüşümlerde açılma ve dönme (çember konusu da dâhil olmak üzere) konuları ele alınmıştır. Öğretmenler derste, öğrencilerle çeşitli aktiviteler gerçekleştirmiş ve bunlar geliştirilmiş, Cabri Geometry'nin çeşitli kullanım biçimlerine göre incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, eğitim sisteminin ihtiyaçlarını karşılamak üzere araştırmaya katılan öğrencilerin reaksiyonu, matematik ve teknoloji arasındaki ilişkiyi güçlendirmektedir. Ayrıca, teknolojinin matematiğe anlam verdiği ve matematiğin teknoloji kullanımını savunduğu ifade edilmiştir.

Arzarello, Olivero, Paola ve Robutti (2002) yapmış oldukları deneysel çalışmada, DGY'lerde sürüklenme fonksiyonlarını tanımlamışlardır. Çalışmada sürüklenme tarafından ortaya koyulan rol ele alınmıştır. Cabri ortamında sürüklemenin farklı fonksiyonlarının kabaca açıklandığı ve bunları sınıflamak ve öğrenme süreçlerinde bilişsel özelliklerinin bazılarını tanımlamak için uygun bir sistematik yapı sunulduğu belirtilmiştir. Öğrenme süreçleri, Cabri süreçleri, sınıf tartışması ve sınıf grup tartışması olarak yapılandırılmıştır. 27 öğrenciye problem çözme uygulamaları (çember ile ilgili kavram ve genellemeler) verilmiştir. Öğrenciler, hipotezlerini ve ispatlarını tartışmışlardır. Bir gözlemci iki grubun çalışmaları ile ilgili notlar almış ve bir grubunu çözüm sürecini analiz etmiştir. Öğrencilerin farklı sürüklenme

yöntemlerinden keşfetme, tahmin, değerlendirme ve savunma gibi farklı amaçlara ulaşmak için kullandıkları gözlenmiştir. Gözlemlere göre, Cabri kendi kendine yeten bir ortam sağlayamamış, fakat diğer araçların Cabri ile birlikte çalışmayı ve kullanmayı gerektirdiği belirtilmiştir. Sınıf deneyimlerinin, yazılımın kendi başına deneysellikten genel amaçlara, sezgilerden teorik düzeye dönüşümleri sağlayamadığını belirtilmiştir. Bunun tersi olarak öğretmenlerin, öğrencilerin teorik düşünme yaklaşımlarında çok önemli bir yeri olduğu anlaşılmıştır.

Shadaan ve Leong (2013), gerçekleştirdikleri yarı deneysel çalışmalarının amacını, öğrencilerin GeoGebra yazılımını kullanarak çember konusunu kavramalarını araştırmak olarak belirtmişlerdir. Çalışmaya iki sınıftan 9 yaşlarında 53 öğrenci katılmıştır. Bir sınıf deney grubu, diğer sınıf kontrol grubu olarak belirlenmiştir. GeoGebra kullanımı üzerine öğrenci algılarını ortaya çıkarmak üzere bir ölçek kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları iki grubun ortalama puanları arasında istatistiksel olarak fark olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilerden daha iyi performans gösterdiklerini içermektedir. Çalışmada GeoGebra yazılımının özellikle çemberler konusunun öğrenilmesi üzere matematik öğretiminde öğrenme ve öğretimi artırıcı bir araç olduğunu kanıtlandığı ifade edilmiştir. Böylece öğrencilerin, pasif öğrenenler olmak yerine kavramları daha iyi anlayabilmelerini sağlayan öğrenmenin uygulamalı metotlarını deneyimleyebildikleri belirtilmiştir. Ayrıca ölçekten elde edilen verilere göre, çemberleri öğrenirken öğrencilerin GeoGebra'nın kullanımının pozitif bir algı uyandırdığı da sonuçlar arasında yer almıştır.

Buchbinder (2018) makale çalışmasında, öğrencilere dinamik geometri ortamında araştırma yaparak 9 çember teoremini keşfetmelerine yardım edebilecek bir dizi öğretimsel aktivite ve bunun sonucunda keşfetme rehberliğinde bir metot kullanımı tanımlanmıştır. Uygulamada öğrenciler, kendilerine verilen direktifler doğrultusunda 9 çember teoremi ile

ilgili şekli oluşturmuşlardır. Öğrenciler teoremi keşfettikten sonra, doğru çember olup olmadığını kontrol etmeleri istenmiştir. Kontrol sonrası ise, keşiflerini kanıtlamaları için onlara rehberlik edilmiştir. Teoremin keşfine rehberlik sırasında araç olarak dinamik geometri ortamı yerine kâğıt ve kalem tercih edilmiştir. Çalışma, teoremi ve ispatını keşfetmek için rehberlik edilen araştırma aktivitelerinde uygulanabilecek olan, matematiksel keşfetme ile ispat ve yapılandırılmış ispat kavramının nasıl birleştirilebileceğini göstermiştir. Uygulamalar çoklu gruplarla başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Anahtar özellik olarak, aktivitelerde yeterli desteğin sağlanması, fakat tamamen çok yönlü ispat oluşturmak için öğrencilere yeterli zaman bırakmak olduğu belirtilmiştir.

Ferdianova ve Žáček (2013), yaptıkları makale çalışmasında, uygulama örnekleri kadar genel motivasyona da önem verdiklerini belirterek, örneklerde öğretime yardımcı olmayı amaçlamışlardır. Geometride alanlar konusuna, özellikle bir üçgenin iç teğet ve çevrel çemberlerine odaklanılmışlardır. Öğretim, 7. Sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere GeoGebra’da çözmek üzere problem verilmiş ve öğrencilerin problem çözme başarısı problemlerin ilgi çekiciliği ölçülmüştür. Araştırma sonucunda öğretmenin kişiliğinin, yaratıcılığının ve güzel örnekleri kullanmasının motivasyon üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir. Sonrasında, memnun edici uyarıcı bir çalışma atmosferi, karşılıklı ilişkiler ve öğretmen ve öğrenci arasında işbirliğinin bulunduğu sınıf iklimine bağlanmıştır. Öğretmen tarafından öğrenci çalışmalarına yapılan övgü ve pozitif bir değerlendirmenin, önemli bir motivasyon artışı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Marrades ve Gutiérrez (2000) tarafından yapılan çalışma, DGY ortamında matematiksel ispatın öğretildiği ve öğrenildiği bir araştırmanın bir parçası olarak sunulmuştur. Çalışmanın ana amacı, ortaokul matematik öğretmenlerinin öğrencilerin ispat becerilerini geliştirmek olarak bildirilmiştir. Öğrencilerin ispat ile ilgili problemlere verdikleri cevaplar analitik bir çerçevede betimlenmiştir. Bu çerçeve, öğrencilerin matematiksel ispatın doğasını

kavramalarını ve ispat becerilerini geliştirmek için DGY’de uygulanabilecek yöntemleri araştırmak için kullanılmıştır. Çalışmaya ortaokul 4’üncü sınıftan 16 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin bir öğretim sürecinde, Cabri Geometry ile çalışarak geometri problemi çözmeye çalıştıkları iki durumun sonuçlarına yer verilmiştir. İki çalışma için erkeklerden oluşan iki çift öğrenci grubu seçilmiş ve yüksek düzeyden orta düzeye doğru beceri ve tutma sahip olmalarına dikkat edilmiştir. Öğrencilerle ilgili detaylı bilgi vermek üzere 3 aktivite seçilerek sonuçları sunulmuştur. Bir nitel durum çalışması analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, ispat problemleri çözerken öğrencilerin akıl yürütmeleri, stratejileri ve çözümün parçaları arasındaki uyumu görmeleri adına derinlemesine analiz fırsatı sunduğu vurgulanmıştır. Dinamik geometri ortamı öğrencilere sonuç çıkartmadan önce, deneysel keşfetme imkânı vermiştir. Sürükleme ile DGY’nin eşsiz fırsatlar verdiği ve öğrencilere ispatlarını daha detaylı savunma olasılığı sağladığı rapor edilmiştir.

Sigler, Stupel ve Flores (2017), 20 matematik öğretmen adayı ile deneysel bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Öğrenciler, bir üçgenin iç teğet çemberinin yarıçapı ile üçgen içindeki doğru parçaları ile kenarları arasındaki matematiksel ilişkileri keşfetmek için GeoGebra yazılımını kullanmışlardır. Kendi oluşturdukları ya da araştırmacı tarafından oluşturulan GeoGebra dosyalarını kullanmışlardır. İnteraktif eklenti kullanarak iç teğet çemberi ile çevrel çember konularında her iki çemberin yarıçapları arasındaki oranı keşfetmişler, üçgenin kenarları ve alanı ile ilgili olarak bu çemberlerin yarıçapını hesaplamışlardır. Sonuçlara göre, aktiviteler öğretmen adaylarına özellikle sayılardan geometrik sonuçlar çıkarmak için trigonometrik özdeşlikler ve temel eşitsizlikler gibi lise matematiğinden araçları kullandıkları, en yüksek düzeyde deneyim sunmak için uygun olduğu belirtilmiştir. Böylece öğretmenlerin, matematiğin ahengini deneyimleme fırsatı sahip olabileceğine işaret edilmiştir.

Li, Liu, Xu, Ren ve Ma (2007) çalışmalarında, öğretmenlerin yazılı notlarını akıcı olarak yazabildikleri, serbestçe şekil çizebildikleri ve kalem yazısı, şekli ve el hareketleri ile



dinamik geometri çizimleri gerçekleştirebildikleri *Intelligent Interactive Pen-Based Whiteboard – IIPW (Akıllı ve Etkileşimli Kalem Tabanlı Beyaz Tahta Sistemi)* geliştirmiştir. Çalışmada sınıfta interaktif öğretimi ve aktif öğrenmeyi destekleyen IIPW sistemi tanımlanmış ve bir uygulama örneği verilmiştir. *Bir üçgenin üç açıortayının daima üçgenin dış teğet çemberlerinin merkez olan bir noktada kesiştiği* açıklanmak istenmiştir. Okullarda 10 öğretmen tarafından kullanılmıştır. Kullanıcı geribildirimleri IIPW'nin öğretmen ve öğrenciler için yararlı olabileceğini göstermiştir. Öğrencilerin öncekine göre daha motive ve daha fazla soru sorma isteğinde oldukları gözlenmiştir. Öğretmenler ise, birçok geribildirimde ve öneride bulunmuştur. IIPW öğretim sürecini kolaylaştıran özelliklere sahip olduğu gibi, dinamik geometri öğrencilerin, soyut geometrik dönüşüm teoremlerini anlamalarını artırmıştır. Geribildirimlerden ise, IIPW'nin geometri öğretiminde ve öğrenmede geleneksel elektronik öğretim sistemlerinden daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ruthven, Hennessy ve Deane'ye (2018) ait makale çalışması, başarılı uyarıcıların pedagojik düşüncelere ilişkin belli bir bakış açısı ile İngiltere'de matematik ve fen eğitimindeki esas uygulamaya bilgi ve iletişim teknolojilerinin entegrasyonunu araştıran büyük bir projenin parçası olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, açı özelliği konusu, örnek olarak belirlenmiştir. Katılımcı olmayan gözlem yolu ile bu şekilde 5 ders gözlemine, derslerden sonra gerçekleştirilen görüşmeler izlemiştir. Öğretimsel perspektifler ve uygulamalar, daha geniş bir düşünme ışığında DGY'nin eğitimsel potansiyeli ve daha genel olarak İngiltere'de ortaokullardaki matematik eğitimindeki uygulamalar tartışılmıştır. Matematiksel düşünmenin görsel uzaysal ve mantıksal çıkarım yönlerini desteklemek için çalışmada kullanılan DGY'deki şekil türlerini düzenlemek için önerilerde bulunulmuştur. Çalışmaya üç öğretmen katılmıştır ve üçünün de geometrik şekillerle etkili çalışmaları göze çarpan önemli noktalardan birisi olmuştur. El ile gerçekleştirilen uygulamalara göre, şekil çizimlerinde gerekli tekrarlamalardan ve ölçmelerden kaçınmak için DGY'nin kullanışlı

olduğu, ancak öğretmenlerin sınıf araçlarını kullanmak için gerekli yaklaşımı geliştirme konusunda endişelere sahip oldukları belirlenmiştir. Çemberde açılar ile ilgili olarak, çember üzerinde açı kollarını taşıyan noktaların sürüklenmesi uygulamasından, şeklin geometrik yapısının ve bir ispat analizini destekleyen ilişkilerin ilgi çektiği sonucu çıkarılmıştır. Böylece DGY'nin sadece amaçlanan formülleştirme için değil onları destekleyen yapıları anlama ve mantıksal koşullarda bu düşünceleri organize etmek için sağlam bir temel sağladığı rapor edilmiştir.

Yurt dışında ve yurt içinde yapılan araştırmalardan DGY, AT, animasyon ve yapılandırmacı 5E modeline ilişkin veriler büyük oranda olumlu sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Araştırmalarda DGY, animasyon ve AT gibi teknolojiler öğretim sürecinde pozitif etki ve tutuma neden olduğuna, öğretim ortamını zenginleştiren, geometrik özellikleri etkili ve kalıcı öğrenmeye, ispat süreçlerini başarılı bir biçimde gerçekleştirmeye katkıları vurgulanmıştır. DGY ortamlarının geometri ve öğrenme düzeyini ve geometriye karşı olumlu tutum geliştirmede, hipotezleri keşfetmede ve görsel ilişkileri keşfetmede etkili olduğu belirlenmiştir. Motivasyonu, ilgiyi, öğretmen tutumları ile matematik ve teknoloji arasındaki ilişkileri güçlendirici roller üstlendiği anlaşılmaktadır.

### 3. Bölüm

#### Yöntem

Araştırmanın modeli, katılımcıların seçimi, araştırmada kullanılan yaklaşımlar ve varsayımlar, ÇDM'deki etkinliklerin yapısı, uygulama süreci, ortam, veri toplama araçları, veri analizi, araştırmanın geçerlik ve güvenilirliği ve araştırmacının rolü ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır. Uygulama süreci ve gerçekleştirilmesinde izlenen yollara, araştırmanın modelinin dayandığı temel noktalara yer verilmiştir. Çember ünitesine ait kavram ve genellemelerin YÖY kaynaklı 5E modeline uygun öğretilmesi süreçleri ele alınmıştır. Ayrıca araştırma sürecinde kullanılan veri toplama araçları, bu araçların geliştirilme, veri toplama ve veri analiz süreçleri belirtilmiştir. Araştırma sürecinde kullanılmak üzere kavram ve genellemelerin öğretimi için oluşturulan sürece uygun etkinliklerin yer aldığı ders modülü geliştirilmiş, çalışma yaprakları ile öğretim süreçlerini izleme ve değerlendirme yoluna gidilmiştir. Öğretim süreci sonunda açık uçlu değerlendirme gerçekleştirilerek öğrencilerin akademik başarı durumları ve kavram ve genellemeleri öğrenme düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır.

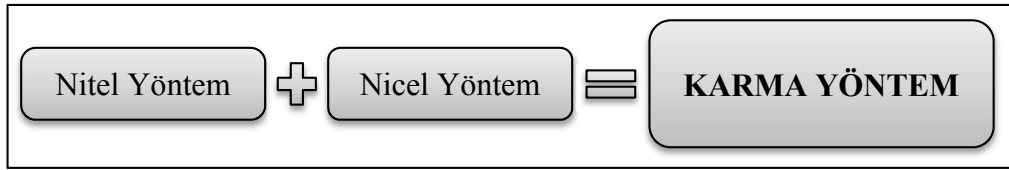
#### 3.1. Araştırmanın Modeli

BİT'in öğretim sürecinde etkin kullanımı için lise 11. Sınıf geometri öğretim programında yer alan *çember* konusundaki kavram ve genellemelerin öğretimine yönelik AT için etkileşimli ders modülü tasarlanarak uygulanması ve YÖY temeline dayanan 5E modeline göre tasarımılanan öğretim sürecine katkısının incelenmesi amacıyla yapılan bu araştırmada nitel ve nicel araştırma deseni birlikte kullanılmıştır. Hazırlanan ders modülü ve çalışma yaprakları ile gerçekleştirilen öğretim süreci, matematik öğretimine katkısı bakımından incelenmiştir. Öğrencilerin AT ile öğretim sürecine karşı tutumları ve başarı durumları ölçülmüş ve görüşleri alınarak öğretim süreci değerlendirilmiştir.

Araştırmada kullanılacak yöntem, araştırmanın amacına, çalışılacak grubun ve ortamın özelliklerine göre değişiklik gösterebileceğinden, bazı araştırmalarda birden fazla yaklaşımı birlikte kullanmak gerekebilir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Temel olarak nitel karaktere sahip olan araştırma, nitel verilerin bütünleştirilmesi ve farklı boyutları ele alınarak genişletilmesi amacıyla nicel veri toplama araçlarıyla desteklenmiştir. Araştırmacıların nitel ve nicel araştırma teknik, yöntem, yaklaşım kavram ya da dilini tek bir araştırmada birleştirdiği ya da bir biri içerisine yerleştirdiği bir araştırma türü (Johnson & Onwuegbuzie, 2004) *Karma Yöntem Araştırması (Mixed Method Research)* olarak adlandırılan metodu kullanılmıştır (bkz. Resim 15).

Resim 15

*Karma Yöntem Araştırması (Mixed Method Research)*



Karma metod araştırmalarının belirttiği gibi, nitel ve nicel araştırmaların ikisi de yararlı ve önemlidir (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Nitel ve nicel yaklaşımların bileşimi, araştırma probleminin tek başına bir yaklaşımın kullanılmasından daha iyi bir anlaşılmasını sağlar (Creswell & Clark, 2007). Öğretimde yöntem tartışmalarının azalmasını sağlayan karma yöntem (Randolph, 2008), nicel ve nitel araştırma desenlerinin tekil kullanımının sıklıkla eleştirilmesiyle güçlü bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır (Fırat, Kabakçı Yurdakul & Ersoy, 2014). Pek çok araştırma sorusu yöntemin sunduğu çözüm yöntemleri ile tamamen cevaplanabilmektedir (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). İki yöntemin birleştirilmesi araştırma konusunun farklı boyutlarını daha bütüncül bir yaklaşım sergileyerek açıklama fırsatı verir. Başka bir deyişle amaç, çeşitli yöntemleri bir araya getirilerek olaylar ve olguları bir çerçevede bütünlük içerisinde sunmak ve analiz etmektir (Baki & Gökçek, 2012; Çepni, 2012).

Karma metot araştırmaları, ilerletici tanımlamalar ve araştırmacıların gerçekten uygulamalarında kullanmak isteyeceklerine çok yakın gelişim teknikleri görmek isteyen araştırmacılara büyük umut verir (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Stallings ve Mohlman'a (akt. Nakin, 2003) göre, hikâye tarzında tanımlar, gözlemin bağlamının zengin ve bütüncül bir tarzda tanımlanabilmesinde ve olayların doğal dizilişini korumada faydalıdır.

Araştırmalarda ortaya çıkan kısıtlamaların aşılması karma yöntemin önemli bir odak noktasıdır. Her yöntemde olabileceği gibi bu yöntemde bir takım sınırlılıkları vardır. Her iki türdeki verilerin toplanması ve analiz edilmesi zaman alır ve güçlü kaynak gerektirir (Creswell & Clark, 2007). Doğal olarak bu araştırma sürecini zorlaştırır. Açık bir sunum gerekliliği araştırmanın anlaşılması için gerekli olduğundan yoğun çaba ve emek gerektirebilir.

Araştırma sürecinin uzaması, maliyetin ve iş yükünün artması gibi sınırlılıklarına rağmen, sunduğu çeşitliliğe bağlı esneklik ve geniş fırsatlar, sınırlı olduğu noktaları aşmada kolaylık sağladığı gibi (Baki & Gökçek, 2012), çoğu zaman tekli yöntemlere karşı belirgin olarak tamamlayıcı bir özellik taşır (Collins, Onwuegbuzie & Jiao, 2007; Çepni, 2012; Johnson & Christensen, 2014; Johnson & Onwuegbuzie, 2004; Kurtulmuş, 2010; Onwuegbuzie & Leech, 2005). Dahası yerinde uygulanırsa nitel ve nicel araştırmalara çekici bir alternatiftir (University of South Alabama [USA], b.t.). Özellikle, nitel araştırmalar, durumları, durumun içinde bulunduğu yer, zaman, uygulamalar ve işlemler gibi boyutları daha derinlemesine ve detaylı araştırma avantajı sağlar (Yıldırım & Şimşek, 2008).

Nitel araştırma yönteminin baskın yöntem olarak kullanılması nedeniyle araştırmada Durum Çalışması (Case Study) yönteminin *bütüncül tek durum deseni* ne göre modellenmiştir. Nitel araştırma, nitel veri toplama yöntemlerinin (gözlem, görüşme, doküman analizi) kullanıldığı, olayların ve algıların doğal ortamında gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlendiği araştırmadır (Yıldırım & Şimşek,

2008). Başka bir ifadeyle, çalışma kâğıtlarındaki aktiviteleri raporlamak için gözlem metodunu kullanırken, öğrencilerin hislerini ve süreçlerini bulmak için görüşmeler ve anketlerle noktalanır (Nakin, 2003). Durum çalışması olay ve durum arasındaki sınırların belirgin olmadığı ve olayın kendi yaşam durumu içerisinde ele alındığı deneysel bir araştırmadır (Yin, 2003) ve hedefi bir ya da çoklu durumları derinlemesine anlamlandırmak ve olay ve durum arasındaki ilişkinin iç yüzünü çözümlenektir (Randolph, 2008). Bunlar kaleme alınırken nitel dilde, detaylandırma, zengin ve samimi (empatik) tanımlama, bir dereceye kadar doğrudan yazma tercih edilir (Johnson & Onwuegbuzie, 2004).

1980'lerden itibaren, nitel çalıma yöntemi olan durum çalışmasına ilgi giderek artmıştır (Çepni, 2012). Durum çalışması, bir sınıf, mahalle, örgüt gibi katılımcıların araştırmaya konu olan ortam ve olayların içerisinde bütüncül olarak incelenmesini ve yorumlanmasını hedefler (Yıldırım & Şimşek, 2008). Bu yöntemle sebep – sonuç ilişkisi üzerine odaklanılır (Çepni, 2012) ve olayları nedensel hipotezlerle ele alma ve genelleme yapma yerine belli bir bağlama dayanarak derinlemesine anlamaya odaklanılır (Patton, 2014). Kültürü oluşturan ve onu yaşayan bireyleri doğal ortamında derinlemesine incelemek başka yöntem ve araçlarla elde etmenin zor olduğu bir derinlik katar, (Çepni, 2012; Kurtulmuş, 2010; Mayring, 2011). Özellikle bireysel yürütülen araştırmalar için tercih edilebilir (Çepni, 2012). Nitel ve nicel çalışma yaklaşımlarının her ikisi ile de gerçekleştirilebildiği gibi her iki yaklaşımda da belli bir durumu inceleyerek sonuçlar ortaya koyma amacıyla birleşilir. Nitel yaklaşımla, bir duruma ilişkin ortam, örneklem, olaylar ve süreçler bütüncül bir çerçevede araştırılarak araştırma durumunu nasıl etkiledikleri ve araştırma durumundan nasıl etkilendikleri ortaya çıkarılır (Yıldırım & Şimşek, 2008).

Durum çalışmalarında, birden fazla veri toplama yöntemi birlikte kullanılarak verilerin tutarlılığı kontrol edilir (Patton, 2014). Ayrıca verileri genelleme olgusu bulunmaz. Bu durumun en önemli nedeni araştırmaya konu olan durumların birbirinden farklılık

göstermesidir, ancak yine de birbirine yakın durumların incelenmesinde ve anlaşılmasında fikir vermektedir (Yıldırım & Şimşek, 2008).

Araştırmada bir sınıfı doğal ortamında bütüncül bir yaklaşımla derinlemesine incelenmesi amacı bu yöntemle paralellik göstermektedir. Bütüncül tek durum deseni ise, tek bir analiz grubunun olduğu ve daha önce kimsenin çalışmadığı durumlar üzerine yapılan çalışmalarda kullanılır (Çepni, 2012; Yıldırım & Şimşek, 2008).

Nicel araştırma ise, çok sayıda örneklem grubuyla çalışırken değişkenler ve çıktılar arasındaki etkiler ve deneysel ilişkiler araştırılırken araştırmacılara istatistiksel bir güç avantajı sağlar (Campbell & Stanley, 1963; Crotty, 1998). Nicel analizlerle, uygulama sürecine katılan öğrencilerden elde edilen verilerin farklı bakış açıları yakalanarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle deney ve kontrol grubu belirlenmiş, uygulama süreci boyunca öğrencilerde meydana gelen gelişim ve değişimler ve süreç sonunda akademik başarı durumları incelenmiştir. Öğrencilerin AT ile yapılan öğretimin tutumlarına etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla tutum ölçeği ve başarılarına etkisini belirlemek amacıyla ÜDS, *yarı deneysel modellerden eşitlenmemiş kontrol gruplu modele* göre uygulanmıştır. AT tutum ölçeği ön test ve son test olarak uygulanırken, öğrenci başarısı için ön test verisi olarak öğrencilerin okuldaki 2014 – 2015 öğretim yılı I. döneme ait geometri ders notları kullanılmış ve ÜDS son test olarak uygulanmıştır. Modele göre denekler gruplara yansız atama yoluyla atanmadıkları gibi, deney ve kontrol grubu yansız olarak belirlenmiştir (Çepni, 2012: s.125; Karasar, 2005: s.102). Gerçek deneysel modelden sonra gelen bu yöntemde ülkemizde olduğu gibi merkezi sistem eğitim anlayışının olduğu ve araştırmacıların sınıfları rasgele oluşturma imkânının olmadığı durumlarda sıklıkla başvurulan bir yöntemdir (Çepni, 2012: s.125). Kontrol gruplu yarı deneysel modelin simgesel görünümü Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1

*Eşitlenmemiş kontrol gruplu yarı deneysel model*

Gruplar	Ön test	Bağımsız değişken	Son test
G <sub>1</sub>	O <sub>1.1</sub>	X	O <sub>1.2</sub>
G <sub>2</sub>	O <sub>2.1</sub>		O <sub>2.2</sub>

(Karasar, 2005)

G<sub>1</sub>=Deney Grubu

G<sub>2</sub>=Kontrol Grubu

X=Bağımsız değişkenin yeni düzeyi

O=Ölçme

Baskın olarak nitel araştırma deseninin ve nicel verilerle desteklendiği ve karşılaştırıldığı bu çalışmada, araştırmanın modeli Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2

*Araştırmanın Modeli*

Araştırma Modeli	İşlemler	
Aşamaları	İşlemler	
<u>Pilot Uygulama</u>	Uygulama sürecinin geçerliliğini belirleme, planlanması ve değerlendirilmesi	
	<u>Gruplar</u>	
	<u>Deney Grubu</u>	<u>Kontrol Grubu</u>
<u>Uygulama Öncesi</u>	1. Matematik dersinde AT kullanımına karşı tutumların analizi	1. Matematik dersinde AT kullanımına karşı tutumların analizi



Araştırma Modeli	İşlemler	
Aşamaları		
	2. Öğrencilerin 2014-2015 öğretim yılı I. Dönem geometri notlarının analizi	2. Öğrencilerin 2014-2015 öğretim yılı I. Dönem geometri notlarının analizi
<u>Uygulama Süreci</u>	1. Çember ders modülünün uygulanması 2. Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının temele alan 5E modeline göre öğretim sürecinin gerçekleştirilmesi 3. Öğrenci çalışma yaprakları ile etkinliklere ve öğretim sürecine ait verilerin elde edilmesi 4. Video verilerinin elde edilmesi	1. Okul müfredatına göre sınıfın kendi ders planlarının sürdürülmesi
<u>Uygulama Sonrası</u>	1. Ünite değerlendirme soruları ile öğrencilerin akademik başarılarının belirlenmesi	1. Ünite değerlendirme soruları ile öğrencilerin akademik başarılarının belirlenmesi

Araştırma Modeli	İşlemler	
Aşamaları		
	2. Matematik dersinde AT kullanımına karşı tutumlarındaki değişimin belirlenmesi	2. Matematik dersinde AT kullanımına karşı tutumlarındaki değişimin belirlenmesi
	3. Öğrenci görüşme formunda yer alan sorularla öğrencilerin uygulama sürecini ve ders modülünü değerlendirmesi	

Araştırma türlerinin güçlü özelliklerini birbirini destekler nitelikte kullanılması araştırmanın geçerliliği ve güvenilirliğine büyük katkı sağladığı belirtilmiştir (Creswell, 2014). Yıldırım ve Şimşek (2008), geçerlilik ve güvenilirliği sağlama yöntemlerinden birisinin yöntem çeşitliliği olduğunu ve bunun için tematik ve sayısal veri analizlerinin birbirini tamamlayıcı olarak kullanılabileceğini belirtmiştir. Karma araştırma yönteminin bu özellikleri dikkate alındığında, söz konusu araştırmaya en uygun yöntem olduğu düşünülmüştür. Bununla birlikte ders modülü ve tasarlanan çalışma orijinal bir durumu yansıtmakla birlikte bireysel olarak araştırmacı tarafından yürütülmüştür.

### 3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma gurubunun seçiminde öğretmen ve okul yönetiminin tutumları etkili olmuştur. İlk olarak uygulamanın gerçekleştirilmesi düşünülen okulun yöneticileri ile yapılan görüşme, uygulama süresinin uzun olduğu ve velilerin bu duruma tepki göstermelerinin olası olduğu gerekçesiyle olumsuz sonuçlanmış, bu durumda alternatif okul tercihi değerlendirilmiştir. Bu okulda da yöneticiler ile yapılan görüşmeler benzer nedenlerle

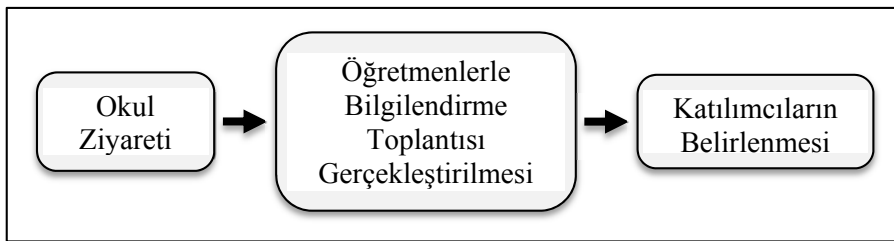
olumsuz sonuçlanma olasılığı artarken, okulun uygulama yapıldığı dönemdeki başmüdür yardımcısı tarafından desteklenmesi sonucu okul yönetimi uygulama yapılmasına onay vermiş ve onay sonrası resmi yazışma süreci başlatılmıştır.

Okul yöneticilerinin ve Afyonkarahisar İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nün onayı sonrası (bkz. EK 1), geometri dersi öğretmenleri ile bir toplantı yapılarak uygulama süreci ile ilgili detaylı bilgi verilmiş ve öğretmenlerle fikir alışverişinde bulunulmuştur. Öğretmenlerden birisi öğretimde teknoloji kullanma noktasında olumsuz düşüncesinden dolayı derslerini veremeyeceğini belirtmiştir. Geometri derslerini araştırmacının uygulama için dersine gireceği sınıfların, öncelikle öğretmenlerden gönüllülük esasına dayanarak, izni alınmak istenmiş ve sonuç olarak iki öğretmenin derslerini verme konusunda gönüllü olması ile uygulama yapılacak sınıf ile kontrol grubu olarak kullanılacak sınıf belirlenmiştir.

Uygulama sınıfının öğretmeni dersler ve öğrencilerin bu uygulamanın başarılı olmama durumunda ortaya çıkacak sonuçlar ile ilgili çekincelerini belirtmiştir. Sonuç olarak, öğretmenin uygulama sonrası ek ders gerçekleştirerek eksik gördüğü noktaları tamamlayabilmesi için okul yönetimi tarafından destek verilebileceği görüşü alınmış ve uygulamanın yapılmasına engel olabilecek durumlar ortadan kalkmıştır. Katılımcıların belirlenme süreci Resim 16'da gösterilmiştir.

Resim 16

*Katılımcıların belirlenme süreci*



Çalışma grubunun seçimi nitel araştırma deseninin olasılık temelli örnekleme yöntemlerinden küme örnekleme yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntem, çalışılan evrende doğal olarak oluşmuş veya bir durum için yapay olarak oluşturulmuş ve kendi içerisinde

benzerlikler gösteren gruplar olması durumunda tercih edilir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Bu yöntem gereğince çalışma grubu, 2014-2015 öğretim yılında Afyonkarahisar ilinde bulunan bir lisenin 11. Sınıfların iki şubesi yansız olarak seçilerek belirlenmiştir. Yine yansız olarak şubelerden birisi deney diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiş, deney grubuna geliştirilen ders modülü ile öğretim yapılırken, kontrol grubunda öğretim programına göre öğretim sürdürülmüştür. Deney grubu, 16'sı kız ve 12'si erkek, toplam 28 öğrenciden, kontrol grubu ise 14 kız ve 12 erkek olmak zere toplam 26 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmanın çalışma grubunu ve kontrol grubunu oluşturan sınıflardaki öğrenci sayısı ve cinsiyet dağılımı Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3

*Araştırmanın katılımcı dağılımı*

Gruplar	Kız		Erkek		Toplam	
	<u>N</u>	<u>%</u>	<u>N</u>	<u>%</u>	<u>N</u>	<u>%</u>
Deney Grubu (Katılımcılar)	16	57,1	12	42,9	28	100
Kontrol Grubu	14	53,8	12	46,2	24	100
Toplam	30	55,6	24	44,4	52	100

Tablo 3'e göre, uygulama sürecine katılan deney grubunun %57,1'ini (16) kız öğrenciler, %42,9'unu (12) erkek öğrenciler oluştururken, kontrol grubu öğrencilerinin %53,8'i (14) kız ve %46,2'si (12) erkek öğrencilerden oluşmaktadır. Toplam öğrenci sayısının %55,6'sı kız (30), %44,4'ü (24) erkek öğrenciden oluşmaktadır.

Öğretim sürecinin değerlendirilmesi aşamasında görüşme yapılan öğrenciler, sınıftaki başarı düzeyleri göz önüne alınarak nitel araştırma deseninin olasılık temelli örnekleme yöntemlerinden tabakalı örnekleme yöntemine göre seçilmiştir. Bu yöntem, evrende alt grupların olduğu durumlarda kullanılır ve böylece evreni benzeşik bir olgu olarak ele almak

yerine alt tabakalardan yola çıkılarak evren üzerinde çalışılır (Yıldırım & Şimşek, 2008). Bu amaçla, öğrenciler başarı testlerinden aldıkları puanlara göre değerlendirilmiş, başarılı öğrencilerden 2, orta düzeyde başarılı öğrencilerden 2 ve düşük başarıya sahip öğrencilerden 2 olmak üzere toplam 6 öğrenci seçilmiştir.

### 3.3. Öğretim Materyali

Çalışmanın bu bölümünde, öğretim sürecinde ders materyali olarak kullanılan ÇDM ve yapısının nasıl oluştuğu ile öğretim sürecinin yürütülmesinde etkinliklerin yürütülmesine yardımcı olmak üzere kullanılan *öğretmen modül kılavuz kitapçığı (ÖMKK)* açıklanmıştır.

Temel olarak modülde yer alan etkinlikler üç kısımda incelenmiştir. Birinci kısım 5E modelinin dikkat çekme aşaması için giriş animasyonundan, ikinci kısım 5E modelinin diğer aşamalarında sunulan Cabri Geometry yazılımında hazırlanan etkinliklerden ve son olarak üçüncü kısım ise konu ile ilgili öğrendiklerini uygulamak üzere sunulan alıştırmalardan oluşmaktadır.

**3.3.1. Çember ders modülü (ÇDM).** ÇDM, MEB tarafından 2010 tarihli *11. sınıflar geometri öğretim programı* temele alınarak hazırlanmıştır. ÇDM’de, bir kavrama ya da kazanıma karşılık gelen, birkaç kazanımı birden içeren etkinlikler bulunabildiği gibi kimi zaman bazı kazanımların alt öğrenme alanları için ayrı ayrı etkinlik uygulamaları tasarlanmıştır. Bu şekilde gerçekleştirilen tasarımda, öğrencilerin keşfetmesine ve en iyi şekilde öğrenmesine katkıda bulunmak hedeflenmiştir. Öğretim sürecine konu olan ve öğretim programında yer alan kazanımlar Tablo 4’de yer almaktadır (MEB, 2010).

Tablo 4

*2010 tarihli MEB 11. sınıflar geometri öğretim programı kazanım listesi*

Ünite 4: Çember	Kazanımlar
1.	Çemberi, temel ve yardımcı elemanlarını açıklar, uygulamalar yapar.

Ünite 4: Çember	Kazanımlar
2.	Çemberin vektörel, standart ve genel denklemini elde eder, uygulamalar yapar.
3.	Çemberin parametrik denklemini elde eder ve uygulamalar yapar.
4.	Bir çember ile bir doğrunun birbirlerine göre konumunu belirler ve uygulamalar yapar.
5.	Çemberin bir noktasındaki teğeti ile ilgili teoremleri ispatlar ve uygulamalar yapar.
6.	Bir çemberde merkez, iç, dış, çevre ve teğet-kiriş açıları ile ilgili özellikleri açıklar ve uygulamalar yapar.
7.	Denklemleri verilen iki çemberin birbirine göre konumlarını belirler.
8.	Çemberde kiriş ve kesenler ile ilgili özellikleri ispatlar, uygulamalar yapar.
9.	Teğetler dörtgenini ve özelliklerini açıklar.
10.	Kirişler dörtgenini ve özelliklerini açıklar.
11.	Bir çemberin çevre uzunluğu ve dairenin alan bağıntısını elde eder, uygulamalar yapar.
12.	Düzlemde çember yardımıyla desen, fraktal görüntüsü oluşturur.

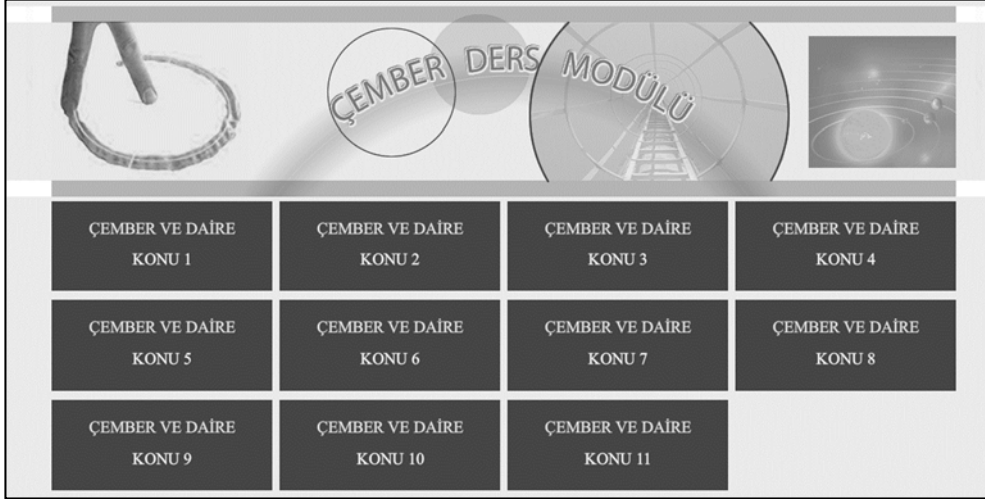
Tablo 4’de yer alan 12. *Düzlemde çember yardımıyla desen, fraktal görüntüsü oluşturur* kazanımı ile ilgili etkinlik hazırlanmamıştır. Bu kazanıma ait etkinliklerin kâğıt-kalem ortamında yapılmasının daha etkin öğrenme sağlayacağı uzman ve alan eğitimcileri ile tartışılarak kararlaştırılmıştır.

Etkin ve kolay kullanım ve yönlendirme için modülün çevirim dışı olarak çalışan web ara yüzü olarak tasarlandığı Resim 17’de görülmektedir. Web ara yüzünde her bir kazanım

için bir buton yerleştirilerek, her bir butona *çember ve daire* ifadesi eklenmiş ve bu ifadenin altına konu numarası yazılmıştır.

Resim 17

*Modülün çevirim dışı olarak çalışan web ara yüzü*



Her bir konu butonuna basıldığında yeni pencerede ilgili konuya ait etkinlik listesi görüntülenmektedir (bkz. Resim 18).

Resim 18

*Kazanıma göre etkinlik listesi*

ETKİNLİKLER	5E MODEL AŞAMASI	ETKİNLİĞİ AÇ
ETKİNLİK 1	Dikkat Çekme	Tıklayın
ETKİNLİK 2	Kesfetme / Açıklama	Tıklayın
ETKİNLİK 3	Derinleştirme	Tıklayın
ETKİNLİK 4	Derinleştirme	Tıklayın
ETKİNLİK 5	Derinleştirme	Tıklayın

Resim 18'de, 1'inci konuya ait etkinlik listesi görülmektedir. Her bir etkinliği açmak için *ETKİNLİĞİ AÇ* sütunu altındaki *tıklayın* ifadesine dokunmak gerekmektedir. Bir etkinlik çalışmanın sunumuna model olan 5E modelinin hangi aşamasında sunulmuş ise o aşama *5E MODEL AŞAMASI* adlı sütunda görüntülenmektedir. İlk etkinlikler giriş niteliği taşıyan ve

Adobe Flash CS6 Deneme Sürümü ile hazırlanmış animasyonlardan oluşmuş, kazanımın devamında diğer *Cabri II Plus Deneme Sürümü* ile hazırlanan etkinlikler yer almıştır.

Web ara yüzünün kullanımında, Cabri yazılımı ile hazırlanmış etkinliklerin kullanımı için eklenti kurulması gerekmektedir. Bunun için, <http://www.cabri.com/download-cabri-2-plus.html#plugin> adresinden *Plugin 1.4.5 eklentisi (plug-in)* indirilerek kurulmuştur. Bu sebeple modülü görüntülemek için eklentinin desteklediği tarayıcı (browser) olarak *Internet Explorer* tercih edilmiştir. Bu eklenti sayesinde, tarayıcı ara yüzünde de Cabri etkinlikleri üzerinde deneme ve değişiklik yapma işlemleri gerçekleştirilebilir.

Modülde yer alan etkinlikler, aşamalı ilerlemekte ve öğrencilerin mümkün olduğunca fazla etkileşimde bulunarak denemeler ve değişiklikler yapabileceği şekilde tasarlanmıştır. ÖÇY'nin içerdiği, izlenecek yönergeler ve öğrencilerin cevaplayacağı sorular aşamalı etkinliklerin nasıl ilerlemesi gerektiğini belirlemektedir. Öğrenci, aşamalarda ya bir uygulama yapmakta ya da bir takım sorulara cevap vermektedir. Aşamaların sonucunda ise, önceki aşamalardan elde ettiği bilgiler ışığında genellemelerde bulunmakta ya da kavramları keşfetmektedir.

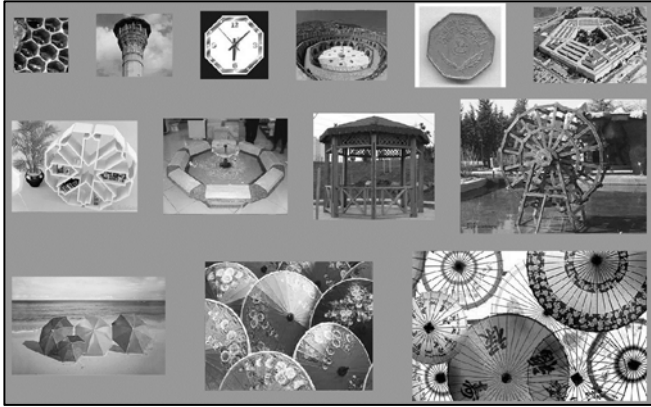
Sınıf ortamına entegre edilmiş teknolojinin kullanımı öğrencilerin görselleştirmeden doğan zorlukların üstesinden gelmelerine ve böylece kavram yanlışlarını düzeltmelerine yardım eder (Ferk, Vrtacnik, Blejec & Gril, 2003). Bu çalışmada, 5E modeli, bilgisayar animasyonları ve DGY ile hazırlanan modül, öğrencilerin çember ile ilgili kavram ve genellemeleri anlamalarına ve başarılı olmalarına eşlik etmektedir. Etkinlik türleri üç bölümde ele alınmıştır: giriş animasyonları, Cabri etkinlikleri ve alıştırma çalışmaları.

**3.3.1.1. Giriş animasyonu.** Etkinliklere, önce kavram ya da genellemeye ait, öğrencilerde merak uyandırmaya ve ilgi çekmeye yönelik günlük hayattan bir problem ya da durumu içeren giriş animasyonu ile başlanmıştır.



Resim 19

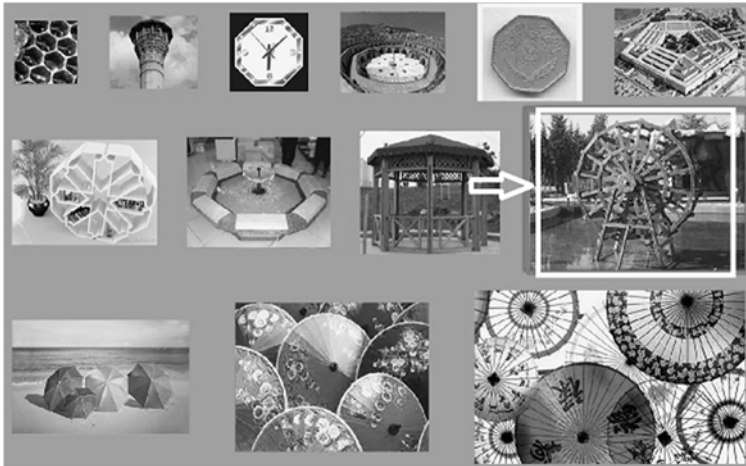
*Modüldeki animasyonlardan örnek gösterim*



Örneğin bu amaçla, Resim 19'daki animasyon oynatılıp öğrencilere, *1. Çemberi, temel ve yardımcı elemanlarını açıklar, uygulamalar yapar* olarak ifade edilen kazanımda, *Çokgenlerin kenar sayısı arttıkça şekil çembere yaklaşır* gibi bir genellemeye ulaşmaları için ilk olarak, ÖÇY'de *Şekillerin ortak özelliği ne olabilir?* sorusu sorulmuştur. Bu basamakta öğrencilerin, *şekillerin hepsi de çokgen ya da hepsinin kenarları var* gibi cevaplar vermesi beklenmektedir. 2'inci basamakta *Şekillerin üzerine tıklayın ve şekillerde vurgulanan elemanı yazın* direktifi verilerek öğrencilerin bir takım işlemleri yapmaları istenmiştir.

Resim 20

*Animasyondan bir nesneye dokunularak animasyonun oynatılması*



Örneğin, Resim 20'de öğrenci beyaz çerçeve ve ok ile gösterilen şekle dokunduğunda Resim 21'deki gibi görüntü elde edilmektedir.

Resim 21

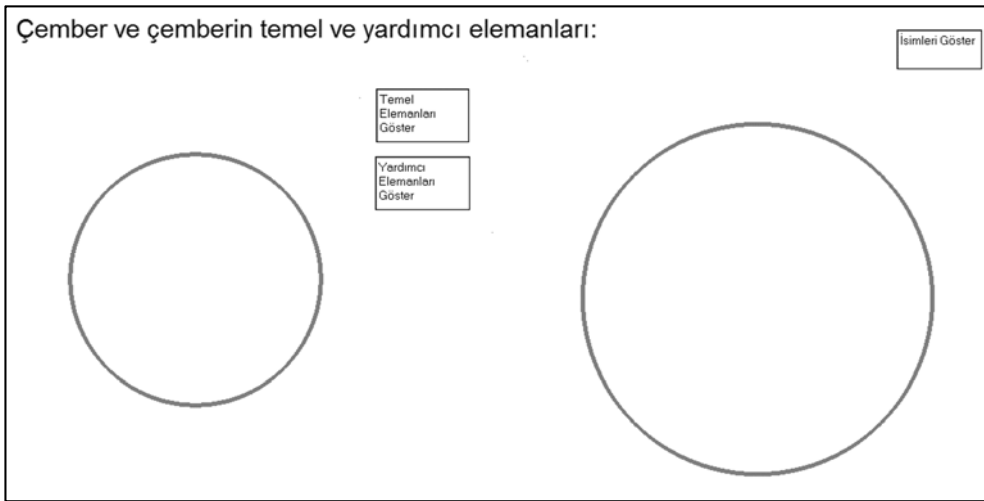
*Dokunularak seçilen nesneye ait animasyon görüntüsü*



Resimde, dokunulan şekil büyüyerek ekranda yaklaşmakta ve kırmızı çizgiler tek tek şekil üzerinde belirerek, çokgenin kenarları vurgulanmaktadır. 3'üncü basamakta öğrencilere, *Belirtilen elemanın sayısı arttıkça ne gözlemliyorsunuz? Şekiller giderek neye benziyor?* soruları sorulmuştur. Öğrencilerden, *eleman sayısı arttıkça şekil çembere benzemeye başlıyor* gibi bir cevap beklenmektedir. Bu şekilde öğrencilerin bu sonucu keşfetmeleri sağlandıktan sonra, 4'üncü ve son olarak *Şekillerin kenar sayısı ile ilgili bir genelleme yapılıyorsa nasıl olması beklenirdi?* sorusu sorularak bir genelleme yapmaları beklenmektedir. Böylece öğrencilerin, animasyonla ilgili kazanıma giriş yapıp ön bilgileri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

**3.3.1.2. Cabri etkinlikleri.** Giriş animasyonlarından sonra 5E modelinin diğer aşamalarında yer alan etkileşimli Cabri etkinlikleri sunulmuştur. Örneğin 1'inci kazanıma ait ikinci etkinlik 5E modelinin hem keşfetme hem de açıklama aşamalarına hitap ettiği için, bir tek etkinlik her iki aşamayı temsil edecek şekilde sunulmuştur. Etkinliğin görüntüsü Resim 22'de görülmektedir.

Resim 22

*Etkileşimli Cabri etkinliği*

Bu etkinlikte öğrencilerden çalışma kâğıdında, *1. Bir çember hangi elemanlardan oluşur çizin ve isimlerini yazın* direktifi verilmiş, ÖÇY'deki çember şekli üzerinde çizmeleri istenerek ön öğrenmelerine başvurulmuştur. *2. Hangi elemanların temel hangilerinin yardımcı eleman olduğunu hatırlayalım* direktifi ile çemberin elemanlarını sınıflandırmaları ve ilgili grubun altına ilgili elemanların yazılması istenmiştir (bkz. Resim 23).

Resim 23

*ÖÇY'de yer alan işlem basamakları*

2. Hangi elemanların temel hangilerinin yardımcı eleman olduğunu hatırlayalım.

Temel elemanlar:

Yardımcı Elemanlar:

Etkinliğin 3'üncü ve 4'üncü basamaklarında Temel elemanları göster butonuna basın ve sizin çizmiş olduğunuz temel elemanlar ile karşılaştırın. Hangilerinin doğru olduğunu yazın ve Yardımcı elemanları göster butonuna basın ve sizin çizmiş olduğunuz yardımcı

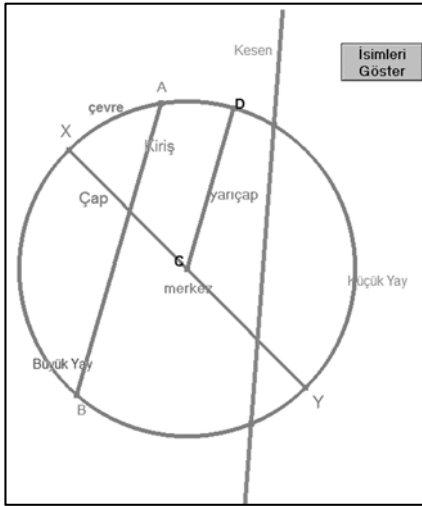
elemanlar ile karşılaştırın. Hangilerinin doğru olduğunu yazın ifadeleri ile öğrencilerin pasif olarak etkileşimde bulunarak verdikleri cevapları kontrol etmeleri istenmiştir.

5'inci basamakta ise Resim 24'de görülen, *İsimleri göster butonuna basın. İkinci şekilde A ve B noktaları hareket ettirilerek, iki noktayı birleştiren doğru parçasının çemberin merkezinden geçmesini sağlayın. Ne gözlemlediniz?* yönlendirmesi ile öğrencilerin dinamik bir etkileşim faaliyetine girerek noktaları hareket ettirmeleri ve noktaların hareketlerini gözlemlenmeleri istenmiştir.

5'inci basamakta ifade edilen, üzerinde uygulama yapılan resim incelendiğinde (bkz. Resim 24) ise, öğrencilerden AB doğru parçasının başlangıç ve bitiş noktalarını hareket ettirmeleri istenmiştir. Sonuçta doğru parçası merkezden geçecek şekilde şekil değiştirildiğinde *ÇAP* yazısı görüntülenerek, öğrencilerden bunun gözlemlenmeleri beklenmiştir.

Resim 24

*Etkileşim gerçekleştirilen etkinlik örneği*



Etkiliğin 6'ncı basamağında *Önceki basamakta gerçekleşen olaydan hareketle bir genelleme de bulunabilir misiniz?* sorusu yöneltilerek öğrencilerin bir genellemeye ulaşmaları beklenmektedir.

7'inci basamakta ise, bu genellemeye ulaşıp ulaşamadıklarını kendileri kontrol etmeleri amacıyla, Resim 25'de olduğu gibi çember şekli verilerek *Bir çemberde en büyük kirişin nasıl çizilebileceğini çizerek gösteriniz* direktifi ile bu genellemeye ulaşmaları için yönlendirilmiştir.

Resim 25

*ÖÇY'de öğrencilerin çizim yapabildikleri işlem basamakları*



Etkinliğin 8'inci ve son aşamasında, yine öğrencilerin etkin olarak katıldıkları bir uygulama verilerek, *D noktasını X noktasını geçecek şekilde hareket ettirin. Hareket ettirince büyük ve küçük yayda oluşan değişikliği gözlemleyerek yazın ve nedenini belirtin ( önceki durum ile sonraki durum arasındaki fark nasıldır?)* ifadesinin yönlendirmesiyle şekil üzerinde bir değişiklik yaparak yaylardaki değişimi fark etmeleri beklenmiştir.

Modülde bu kısımda bahsi geçen etkinlikler, 5E modelinin keşfetme, açıklama ve derinleştirme aşamalarına göre sunulmuştur.

**3.3.1.3. Alıştırmalar.** Birinci konu, öğrencilerin çember ve daire ile ilgili ön öğrenmelerini özellikle de ilk olarak ortaokulda öğrendiği kavram ve genellemeleri hatırlatmak üzerine kurgulandığı için alıştırmaya eklenmesine gerek duyulmamıştır. Bu nedenle bu kısımda, dördüncü konuya ait alıştırmadan örnek verilerek ÇDM'nin son kısmı açıklanmaya çalışılmıştır.

İkinci kazanımdan itibaren her konunun sonunda alıştırmalara yer verilmiştir.

Alıştırmalar iki basamakta sunulmuştur. Önce öğrencilerin kendilerinin yapmaları için sadece alıştırma sorusunun verildiği Resim 26’da görülmektedir.

Resim 26

*ÖÇY’de alıştırma sorusu örneği*

**E. Alıştırma: Soru**

1. Dik koordinat sisteminde  $A(-1,5)$  ve  $B(5,-3)$  olmak üzere;  $[AB]$ 'yi çap kabul eden çemberin parametrik denklemini bulalım.

Öğrenciler, alıştırma sorusuyla bir müddet uğraştıktan sonra, çözüme yardımcı olmak ve çözümü kontrol etmek üzere Resim 27’de görülen alıştırma sorusunun aşamalı olarak çözüm direktiflerinin yer aldığı alıştırma kâğıdı kullanılmıştır. Bu aşamalar sırasıyla takip edilerek alıştırma sorusu ilk olarak verildiğinde çözemeyen öğrencilere rehberlik etmiş, çözebilen öğrenciler için ise bir kontrol listesi görevi görmüştür.

Resim 27

*ÖÇY’de alıştırma çözümü için işlem basamakları*

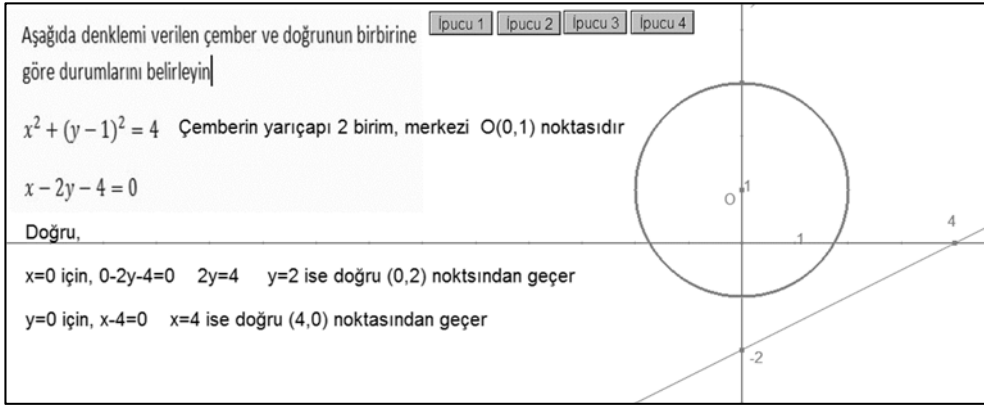
**F. Alıştırma: Çözüm**

Dik koordinat sisteminde  $A(-1,5)$  ve  $B(5,-3)$  olmak üzere;  $[AB]$ 'yi çap kabul eden çemberin parametrik denklemini bulalım.

1. A ve B noktalarını birleştiren ve çap olan doğru parçasını bir çember üzerinde çizelim.
2. “İpucu 1” butonuna basın. Doğru parçasının orta noktasının koordinatını bulalım (Merkez noktası).
3. “İpucu 2” butonuna basın. A ve B noktalarının arasındaki uzaklığı bularak yarıçapı hesaplayın.
4. “İpucu 3” butonuna basın. Çember üzerinde herhangi bir  $P(x,y)$  noktası olarak parametrik denklemini yazın.
5. “Sonuç” butonuna basın.

Yukarıda belirtilen alıştırma sorusuna ait Cabri yazılımında hazırlanmış etkinlik Resim 28’de görülmektedir.

Resim 28

*Alıştırma çözümleri için Cabri etkinliği*

ÇDM'nin tasarlanması sırasında Bursa Uludağ Üniversitesi'nde görev yapmakta olan iki alan uzmanı öğretim üyesi, 6 kişilik bir grup yüksek lisans öğrencisi ve Afyonkarahisar ilinde MEB'e bağlı bir lisede görev yapmakta olan beş matematik öğretmenin görüşüne başvurulmuştur. Ayrıca alışımların hazırlanmasında Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 08.12.2011 tarih ve 198 sayılı Kurul Kararı ile 2012-2013 öğretim yılından itibaren 5 (beş) yıl süre ile ders kitabı olarak kabul edilen Ortaöğretim Geometri 11 Ders Kitabından faydalanılmıştır.

**3.3.2. Öğretmen modül kılavuz kitapçığı (ÖMKK).** ÖMKK, öğretim sürecinde, öğretmenlere kılavuz görevi yapması amacıyla hazırlanmıştır. ÖÇY'de yer alan etkinliklere ek olarak öğrencilerin vermesi beklenen olası cevaplar (OC) ile beklenen cevaplar (BC) da yer almaktadır. Bunların yanında öğretmenin modülü uygulaması sırasında öğrencilere ipucu olarak verilebilecek bilgiler ve direktifler yer almaktadır. Öğretmenin, etkinliklerin uygulanması sırasında, ÖMKK'ya göre öğretim sürecini ve öğrencileri yönlendirerek ilgili kavram ve genellemeleri keşfederek kazanımları elde etmesini sağlaması amaçlanmıştır.

Resim 29'da ÖMKK'da yer alan bir basamakta olası ve beklenen cevaplar yer almaktadır. Burada olası ve beklenen cevapların vurgulanması amacıyla etkinliğe ait ifadeler daha soluk bir renkle gösterilmiştir.

Resim 29

*ÖMKK'da olası ve beklenen cevap örneği*

3. Sizce çemberin merkezi yaklaşık olarak neresidir?

**OC:** Doğruların kesiştiği nokta olabilir

**BC:** Orta dikmelerin kesişim noktalarıdır

### 3.4. Pilot Uygulama

Öğretim materyalindeki etkinlikler taslak olarak Bursa Uludağ Üniversitesinde iki alan uzmanı öğretim üyesi, alanda 6 kişiden oluşan bir grup yüksek lisans öğrencisin ve Afyonkarahisar ilinde MEB'e bağlı bir lisede görev yapmakta olan beş matematik öğretmenin görüşüne sunulmuştur. ÇDM'nin tasarım özellikleri, öğretim programının hedeflerini yansıtırma bakımından değerlendirilmiştir. Tasarım tamamlandıktan sonra tekrar matematik öğretmenlerinin ve alan uzmanlarının görüşüne başvurularak kontrol edilmiştir. Öneriler doğrultusunda, bazı etkinliklerde şekillerin renklerinin karıştırılması ihtimaline karşı renk seçimleri tekrar gözden geçirilmiştir. Aynı biçimde yazı boyutları ile ilgili öneriler sonucu metinler tekrar boyut bakımından incelenmiştir.

Pilot uygulaması, amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabılır örneklem yöntemi ile belirlenen öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Gönüllülük esasına göre belirlenen 26 Meslek Yüksekokulu 1'inci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin cinsiyet dağılımı ile ilgili bilgiler Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5

*Pilot çalışma katılımcı sayısı*

	Kız		Erkek		Toplam	
	<u>N</u>	<u>%</u>	<u>N</u>	<u>%</u>	<u>N</u>	<u>%</u>
<u>Katılımcılar</u>	10	38,5	16	61,5	26	100



Pilot uygulama için, herhangi bir düz zemin üzerine yerleştirilen ve belirlenen alanı dokunmatik alan olarak kullanmaya yarayan Mimio marka interaktif AT (Interactive Whiteboard) kullanılmıştır. Mantık olarak AT gibi çalışmakta, kullanırken parmaklar yerine pil ile çalışan kalem kullanılmaktadır (bkz. Resim 30).

Resim 30

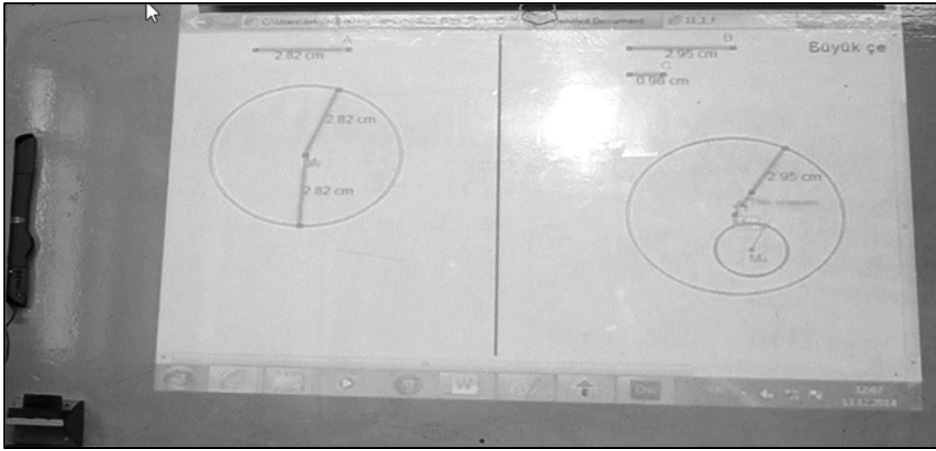
*Pilot çalışmada kullanılan Mimio marka interaktif cihaz (Interactive Whiteboard)*



Herhangi bir düz zemine vantuzlar yardımıyla monte edilen cihaz (bkz. Resim 31), beraberinde gelen yazılım ile kalibrasyon yapılarak belli bir alanda işlem yapılmasını sağlamaktadır. Bu alana bir projeksiyon görüntüsü aktarılarak o görüntü üzerinde kalem yardımıyla işlem yapılabilir. Bilgisayar ile kablosuz olarak kullanılabilir.

Resim 31

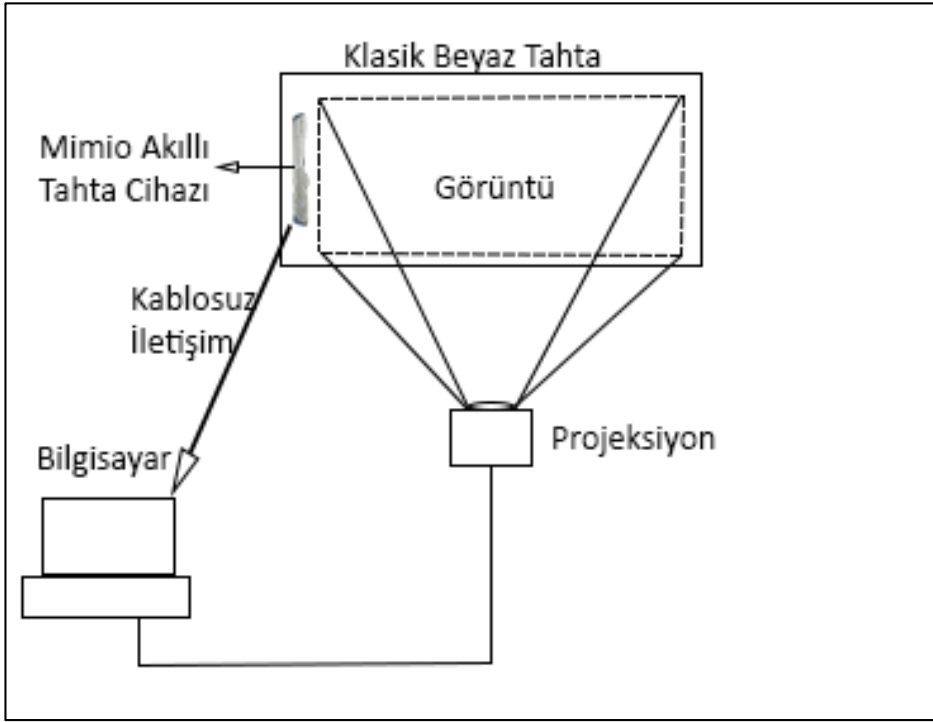
*Mimio marka interaktif cihazın kullanımı*



Bu sistemin işleyiş şeması aşağıdaki resimde (bkz. Resim 32) görülebilir.

Resim 32

*Pilot çalışmada kullanılan sistem şeması*

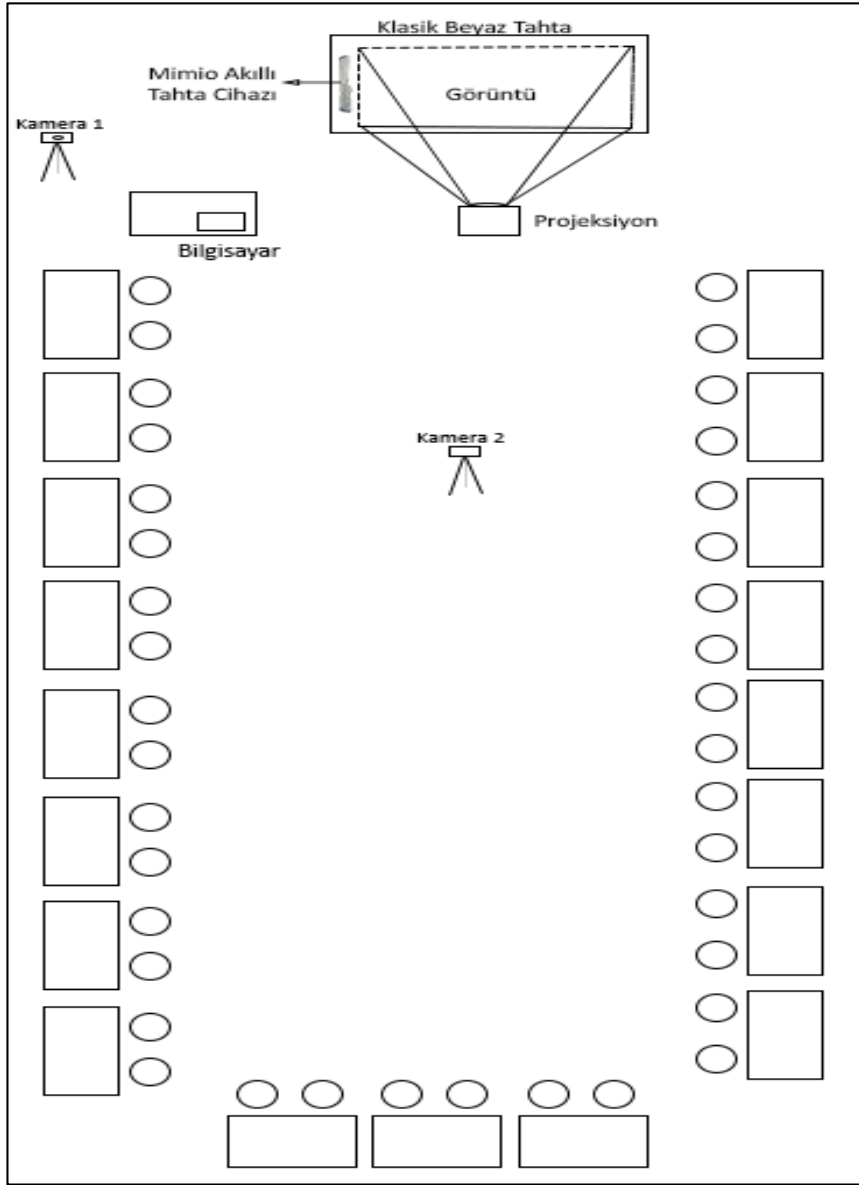


AT sistemlerinin bir çeşidi olan bu yapı kurulduktan sonra, öğrencilere uygulama ile ilgili bilgiler verilmiştir. Öncelikle paralel kenar ile ilgili hazırlanmış etkileşimli bir etkinlik aşamalı bir şekilde öğrencilere sunulmuş, öğrencilerin hangi durumda ne yapmaları gerektiği adım adım belirtilmiştir.

Pilot uygulama sürecinde öğrenciler ikiyeşerli gruplar halinde çalışmıştır. Gruplar gönüllülük esasına göre oluşturulmuştur. Gruplar oluştuktan sonra, sırasıyla Ö1, Ö2, ... Ö26 olmak üzere kod numarası verilmiştir. U şeklinde dizilmiş masaların bulunduğu sınıf ortamında çalışan öğrenciler ve tahtada yapılan işlemler birer video kamera ile kaydedilmiştir. Uygulamanın yapıldığı sınıf ortamı Resim 33'de gösterilmiştir.

Resim 33

*Pilot çalışmanın gerçekleştirildiği sınıf düzeni*



Uygulama süreci öğrencilere bir örnek ile anlatıldıktan sonra, ilk uygulama için ÖÇY verilmiştir. Öğrenciler ÖÇY'deki yönergeleri izleyerek uygulamaları yapmış, sorulara gerekli cevapları vermişlerdir. Öğrenciler etkinliklerle ilgili, başlangıçta ne yapacakları ve araştırmacıya sorular sorma konusunda tereddütler yaşadıkları görülmüştür. Bunun yanında alışık oldukları bir yöntem olmadığını belirttikleri öğretim sürecinde grup çalışmalarında zorlandıkları gözlenmiştir. Ayrıca uygulama sırasında ön öğrenmelerini hatırlamakta

zorlandıkları kavram ve genellemeleri belirtmişler ve bunlara ilişkin ön öğrenmeleri ile ilgili hatırlatmalar yapılmıştır.

Öğrenciler ilk etkinliklerde biraz zorlanmış olsalar da, ilerleyen süreçte uygulama biçimine alışmıştır. Her etkinlikten sonra ilgili ÖÇY toplanmış, sonraki etkinlik ile ilgili olan ÖÇY verilmiştir. Süreç sonuna kadar, öğrencilerin düzeltme yapmalarını engelleyerek veri kaybını ortadan kaldırmak amacıyla, ÖÇY her etkinlikten önce dağıtılmış, etkinlik bittikten sonra toplanmıştır.

Araştırmacı süreç boyunca öğrencilerin yapması gereken uygulamalara ÖMKK'da belirtilen yönergelerle göre rehberlik etmiştir. Öğrencilerin uygulama yapması gereken aşamalarda öğrencilerin sırayla ya da gönüllü olarak uygulamaları yapmak üzere tahtaya gelmelerini sağlamıştır.

Pilot uygulamanın, öğrencilerin ve araştırmacı olan öğretim elemanın ders programı ve pilot uygulama yapılan sınıfın durumu göz önünde bulundurularak hafta sonu 2 gün olma üzere 3 hafta + 1 gün olacak şekilde yapılmasına karar verilmiştir. Pilot uygulama takvimi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6

*Pilot uygulama programı*

Haftalar	Günler	Tarih	Süre
1. Hafta	1. Gün	18.10.2014 cumartesi	4 saat
	2. Gün	19.10.2014 pazar	4 saat
2. Hafta	3. Gün	24.10.2014 cuma	3 saat
	4. Gün	25.10.2014 cumartesi	3 saat
3. Hafta	5. Gün	26.10.2014 pazar	4 saat
	6. Gün	01.11.2014 cumartesi	4 saat
4. Hafta	7.Gün	02.11.2014 pazar	2 saat

Haftalar	Günler	Tarih	Süre
Toplam:			24 saat

Pilot uygulama sonrası ÇDM ve ÖÇY’de çeşitli düzenlemeler gerçekleştirilmiştir.

ÇDM’de, 1.1 numaralı etkinlikteki animasyonda çokgenden çembere doğru geçiş için kullanılan şekillerin sayısı artırılmıştır. 1.2, 6.2, 6.4 ve 9.2 numaralı etkinliklerde kullanılan şekillerdeki karmaşıklığı azaltmak amacıyla ikinci bir şekil oluşturulmuştur. 1.4 ve 5.3 numaralı etkinliklerde ise kazanımlara ilişkin bütünlüğün sağlanması amacıyla kendilerinden sonra gelen etkinliklerle birleştirme yapılmıştır. Bununla birlikte, 4.2 numaralı etkinlik eklenmiştir. 2.2 numaralı etkinlikte, en az iki kirişin yeterli olmasına karşın bir üçüncü kiriş ile desteklemek üzere üçüncü kiriş şekli eklenmiştir. 2.5’de koordinatları temsil eden harfler arasındaki geçiş işlemleri detaylandırılmış, 3.2’de ise uzunluk ve açı değerleri eklenmiştir. 5.4 numaralı etkinlikteki animasyonda, şekillerin konumu değiştirilerek farklı konumların da gözü önüne alınması sağlanmaya çalışılmıştır. 8 numaralı alıştırma ve 9.3 numaralı etkinlikte çözüm işlemleri detaylandırılmış ve etkinlikte değerler eklenmiştir. Son olarak 10.2 numaralı etkinlikte, değerlerin görüntülenmesi için ikinci bir şekil eklenmiştir. Bunlar dışında biçimsel olarak eksikler giderilmeye çalışılmış, bazı etkinliklerde resim olarak eklenen formüller metne dönüştürülmüştür.

ÖÇY’de yapılan değişiklikler, genel olarak uygulamalı işlem basamaklarının başlangıç kısmına U işareti eklenmesini içermektedir. Ayrıca önceki işlem basamaklarında düzeltme yaparak veri değişikliğinin ve veri kaybının önüne geçmek için sayfaların tek tek verilmesini sağlayacak biçimde dosya içinde verilmesi ve öğrencilerin mürekkepli kalem kullanılmasının sağlanmasına karar verilmiştir. Etkinlik bazında ise, 1.1 numaralı etkinliğin 3’üncü, 3.2 etkinliğin 2’inci, 4.3 numaralı etkinliğin 1 ve 7’inci işlem basamağında dilbilgisi düzenlemesi gerçekleştirilmiştir. 1.2 numaralı etkinliğe 7’inci, 1.3 numaralı etkinliğe 6’ıncı, 2.1 numaralı etkinliğe 2’inci, 2.5 numaralı etkinliğe 14’üncü, 3.2. numaralı etkinliğe 5’inci, 5.1 numaralı

etkinliğe 2'inci işlem basamakları eklenmiştir. 1.4 ve 5.3 numaralı etkinliklerde, kendilerinden sonra gelen etkinliklerle birleştirilmeleri sonucu işlem basamakları da birleştirilmiştir. 4.2 numaralı etkinliğin eklenmesi sonucu, etkinliğe ait işlem basamakları da ÖÇY'ye eklenmiştir. 6.3 numaralı etkinliğin 4'üncü ve 11.2 numaralı etkinliğin 2'inci ve 3'üncü işlem basamaklarına alt seçenekler eklenmiştir. 6.4 numaralı etkinliğin 5'inci ve 6'ıncı işlem basamaklarına *ŞEKİL 2*, 6.7. numaralı etkinliğin 8'inci işlem basamağına *matematiksel olarak ifade edin*, 7.2 numaralı etkinliğin 3'üncü işlem basamağına *eksiklerinizi belirtin ve* 10.2 numaralı etkinliğin 5'inci işlem basamağına *Şekil 2 butonuna basın* ifadeleri eklenmiştir. Bunların dışında, 7.3 numaralı etkinliğin 4'üncü, 8.4 numaralı etkinliğin 1'inci, 2'nci ve 3'üncü, 8.9 numaralı etkinliğin 3'üncü, 9.2 numaralı etkinliğin 2'nci ve 5'inci ve 11.3 numaralı etkinliğin 5'inci işlem basamaklarına şekiller eklenmiştir. Modül, etkinliklerde ve ÖÇY ile buna bağlı olarak ÖMKK'da, belirtilen değişikliklerden sonra uygulamaya hazır duruma getirilmiştir. Modül, ÖÇY ve ÖMKK araştırmacı tarafından özgün olarak tasarlanmış ve araştırmacı tarafından sınıf ortamında uygulanmıştır.

### 3.5. Uygulama Süreci

Araştırmanın uygulaması 2014-2015 öğretim yılının ikinci döneminde 10 haftalık süreçte haftada 3 saat olmak üzere toplam 30 saatte gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sürecinden sonra gerek uygulama sürecinde gerekse veri toplama araçlarında belirtilen düzeltmeler yapıldıktan sonra uygulamanın yapılacağı okulda yürütülmesi için gerekli fiziksel koşullar sağlanmıştır. Bunun için kullanılan cihazlar ve malzemeler müdür yardımcısının odasında tutulmuş ve derslerden önce malzemeler buradan alınmış ve ders sonunda tekrar burada güvenli olarak tutulmuştur. Her ders için malzemelerin taşınması ve yerleştirilmesi konusunda öğrencilerden birisi gönüllü olarak yardımcı olmuştur.

Araştırmanın yapısı gereği, pilot uygulamada olduğu gibi uygulamanın gerçekleştirildiği katılımcı öğrenciler ikişerli gruplar halinde çalışmıştır. Grupları yine

gönüllülük esasına göre kendi istekleriyle oluşturmuştur. Her gruba, sırasıyla G1, G2, ...G14 olmak üzere kod numarası verilmiştir. Ayrıca, verilen dosyalara öğrencilerin bilgilerinin gizli kalması amacıyla, öğrencilerin kendi isimlerinin yerine kod isim kullanabilecekleri belirtilmiş ve daha sonra öğrenciler karışık olarak Ö1, Ö2, ...Ö28 olmak üzere kodlanmıştır. ÖÇY’de yazdıkları kod isimleri uygulama sonunda sınav kâğıtlarına yazmaları gerektiği için unutmamaları konusunda uyarılmıştır.

Uygulama sürecine başlamadan önce araştırmacı, öğrencilerin araştırmacıya alışmaları, uygulama birbirlerini tanımaları ve diyalog kurmak amacıyla, kendini tanıtarak aynı sıralarda öğrenim gördüğü ile ilgili kısa anekdotlar paylaşılmıştır. Öğrencilerle geometri dersine ilgileri, bakış açıları, AT’ye uygulama sürecine ilişkin bir sohbet gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ilk ders saatinde deney ve kontrol gruplarında öğrencilerin ön test olarak matematik dersinde AT kullanımına ilişkin tutum ölçeği uygulanmıştır.

Veri kaybı yaşanmaması ve öğrencilerin kayıt sistemlerine alışması için uygulama sınıfı 3 farklı derste, öğrencilerden ve dersin öğretmenlerinden izin alınarak kayıt altına alınmıştır. Öğrencilerin kısa sürede uygulama için hazırlanan sınıf ortamına kolaylıkla uyum sağladıkları görülmüştür. Bunun en önemli göstergelerinden bir tanesi, özellikle rahat davranışlar gösterdikleri müzik dersinde kayıtların ilk dakikalarında çekingen davranışlar sergilemeleri ve dersin sonuna doğru eski rahatlıklarına kavuşmaları olmuştur.

Uygulama sürecinin ikinci dersinde, pilot uygulama sürecinde olduğu gibi yine öğrencilere paralel kenar ile ilgili hazırlanan bir etkinlik tanıtılarak uygulanmış ve öğrencilere ders sürecinde neler yapması gerektiği uygulamalı olarak anlatılmıştır. Uygulayıcı olan araştırmacı önce öğrencilere paralel kenar ile ilgili ÖÇY’leri dağıtmıştır. Sonrasında ilgili etkinlik açılmış ve araştırmacının rehberliğinde, her bir basamağa geçerek öğrencilerin ÖÇY’deki işlem basamaklarını uygulamaları ve soruların bulunduğu basamaklarda bu soruları cevaplamaları sağlanmıştır. Burada, asıl amaç öğrencilere çeşitli işlem basamakları

ile kendi kendilerine ilgili kavram ve genellemeleri ispat yoluyla keşfedecekleri bir ortam hazırlamaktır. Araştırmacı bu sürece, öğretmenler için hazırlanan ÖMKK'yı takip ederek rehberlik etmiştir.

Öğrenciler, uygulamanın nasıl işlediğini kavradıktan sonra çalışmanın konusuna ait modül işlenmeye başlamıştır. Modülde, 5E modelinin aşamalarına göre gruplanmış etkinlikler yıllık plana göre uygulanmıştır. Yıllık planda kazanımlar için belirlenen tarih ve ders süreleri Tablo 7'de verilmiştir. Uygulamanın gerçekleştirildiği şubenin ders programına göre geometri dersi salı günleri bir, perşembe günleri iki ders saati olacak şekilde belirlenmiştir.

Tablo 7

*Uygulama süreci planı*

Ay	Hafta	Süre (Ders Saati)	Kazanımlar	Tarih
Mart	1	3	1. Çemberi, temel ve yardımcı elemanlarını açıklar, uygulamalar yapar.	03.03.2015 05.03.2015
	2	3	2. Çemberin vektörel, standart ve genel denklemini elde eder, uygulamalar yapar.	10.03.2015 12.03.2015
	3	3	3. Çemberin parametrik denklemini elde eder ve uygulamalar yapar.	17.03.2015 19.03.2015
	4	3	4. Bir çember ile bir doğrunun birbirlerine göre konumunu belirler ve uygulamalar yapar.	24.03.2015 26.03.2015
Nisan	1	3	5. Çemberin bir noktasındaki teğeti ile ilgili teoremleri ispatlar ve uygulamalar yapar.	31.03.2015 02.04.2015



Ay	Hafta	Süre (Ders Saati)	Kazanımlar	Tarih
	2	3	6. Bir çemberde merkez, iç, dış, çevre ve teğet-kiriş açıları ile ilgili özellikleri açıklar ve uygulamalar yapar.	07.04.2015 09.04.2015
	3	3	7. Denklemleri verilen iki çemberin birbirine göre konumlarını belirler.	14.04.2015 16.04.2015
	4	3	8. Çemberde kiriş ve kesenler ile ilgili özellikleri ispatlar, uygulamalar yapar.	21.04.2015 28.04.2015
	5	3	9. Teğetler dörtgenini ve özelliklerini açıklar.	30.04.2015
			10. Kirişler dörtgenini ve özelliklerini açıklar.	05.05.2015
<u>Mayıs</u>	1	3	11. Bir çemberin çevre uzunluğu ve dairenin alan bağıntısını elde eder, uygulamalar yapar.	07.05.2015 12.05.2015

**3.5.1. Dersin işlenişi.** Çalışmanın gerçekleştirildiği her iki sınıfta araştırmacı tarafından öğretim gerçekleştirilmiştir. Modülün uygulandığı sınıfta, her öğretim gerçekleştirildiği gün video kamera sistemi kurulduktan sonra, öğrencilere kapaklı zarf dosyalar içinde çalışma yaprakları verilmiştir. Çalışma yapraklarının, araştırmacının uyarısıyla, ilgili etkinlik bittikten sonra diğerine geçerken değiştirmeleri gerektiği belirtilmiştir. Etkinlikler sırasında öğrenciler, her gruptan bir kişi olacak şekilde kalkarak AT üzerinde öğretmen rehberliğinde işlemleri gerçekleştirmiştir. Diğer öğrenciler tahtada uygulamalar gerçekleştirilirken yine öğretmenin rehberliğinde işlem basamaklarındaki soruları cevaplamışlardır. Gerektiği yerlerde, şekiller üzerinde yapılan manipülasyonları

yönlendirmişlerdir. Böylece öğrenciler, uygulama sürecinde merak ettikleri durumlara göre şekilleri manipüle etme fırsatı yakalayarak bir takım zihinsel süreçlerini aktif hale getirmiştir.

5E modelinin aşamalarına göre ders işleme süreci aşağıda özetlenmiştir.

**Giriş:** Öğrencilerin konuya dikkatlerini çekmek üzere konu ile ilgili sorular sorulmuş ve durumu görselleştiren ve canlandıran animasyonlar sunulmuştur. Sorular, önceki bilgilerini kullanmalarını gerektirecek şekilde tasarlandığından, eski bilgilerini belirlemeye ve yeni kavram ve genellemeleri bunlar üzerine inşa etmeleri sağlanmaya çalışılmıştır.

**Keşfetme:** Öğrencilerin modüldeki etkinlikleri nasıl yapacakları ile ilgili açıklamalarda bulunulmuştur. Etkinlikler tamamen öğrenciler tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı, öğrenciler arasında dolaşarak, sorularını onları yönlendirecek şekilde doğrudan bilgiler vermeden cevaplamış, AT’de etkinlikleri yaparken karşılaştıkları güçlükleri gidermede yardımcı olmuştur.

**Açıklama:** Öğrenciler ikiyeşerli gruplar halinde çalışmışlar ve grup çalışmaları sırasında elde ettikleri sonuçları tartışmıştır. Uygulama sonunda öğrencilerle tartışma ortamı oluşturularak düşüncelerini paylaşma fırsatı verilmiştir. Yanlış ve eksik öğrenmeler kavramsal açıklamalarla giderilmiştir.

**Derinleştirme:** Öğrencilerin öğrendikleri kavram ve genellemelerin kapsamını genişletme ve ilişkili yeni kavram ve genellemeler öğrenmeleri için yeni öğrenme durumları sağlanmış ve AT’de etkinlikler yürütülmeye devam edilmiştir. Özetle derinlemesine öğretim gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

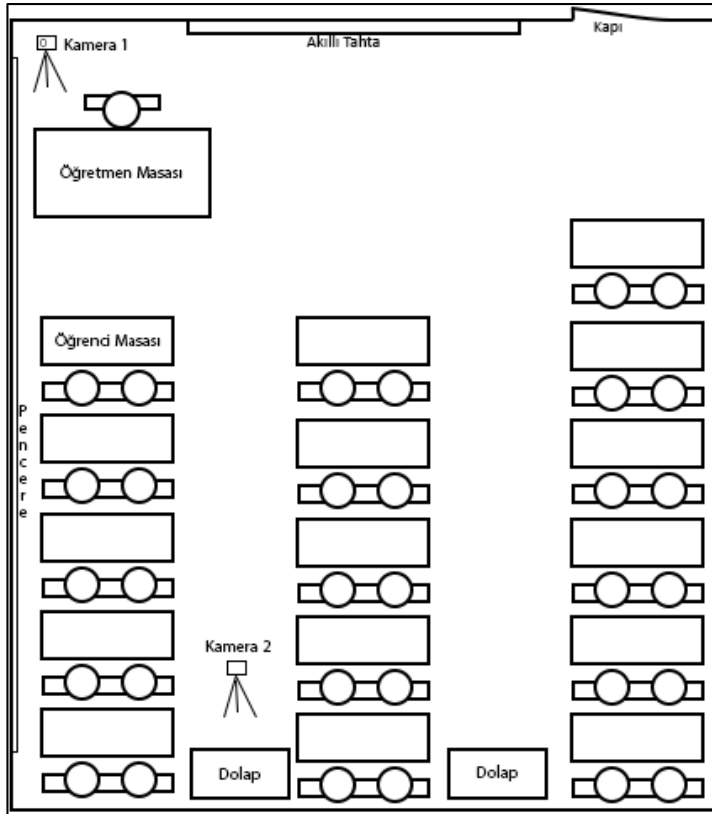
**Değerlendirme:** Öğrencilere ünite sonlarında açık uçlu alıştırmalar verilmiş, öğretim süreci sonunda açık uçlu ÜDS (EK 4) sorulmuştur. Ayrıca öğretim süreci boyunca öğrenci çalışma kâğıtları ile öğrencilerden veriler alınarak öğrencilerin sürece katılımları değerlendirilmiştir.

### 3.6. Ortam

Uygulama, araştırmanın doğasına uygun olarak, öğrencilerin okulda kendi sınıflarında gerçekleştirilmiştir. Sınıf ortamında, MEB tarafından liselere gönderilen Vestel marka, ön yüzeyi beyaz tahta ile kapalı ve araştırma için gerekli yazılımların araştırmacı tarafından önceden kurulmuş olan bir AT kullanılmıştır. AT kendi içerisinde bir bilgisayar sistemi bulundurduğu için harici olarak bir başka cihaza ihtiyaç duyulmamıştır. Ayrıca alışlagelmiş sınıf düzenine sahip olan ortamda öğrenciler klasik tahta sıralarda 3 bölüm halinde ikişerli olarak oturmaktadırlar. Sınıfa ek olarak görüntü ve ses kaydı için video kameralar yerleştirilmiştir. Öğretmen masası ise öğrenci sıralarının pencere kenarında bulunan bölümünün karşısında yer almaktadır. Sınıfta bulunan araç-gereçler, cihazlar ve diğer malzemeler ile bunların yerleşim planı Resim 34’de gösterilmiştir.

Resim 34

*Uygulama sürecinin gerçekleştirildiği sınıf düzeni*



### 3.7. Araştırmacı

Araştırmacı 2002 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi lisans programından mezun olmuş ve aynı yıl Afyon Kocatepe Üniversitesi Bolvadin Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Programcılığı ön lisans programında öğretim görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. 2005 yılında aynı üniversitenin Sosyal Bilimler Enstitüsü İlköğretim Bölümü'nde yüksek lisans programına başlamış ve 2008 yılında öğrenimini tamamlamıştır. 2010 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde İlköğretim Doktora Programı'nda doktora öğrenimine başlamıştır. Ders aşamasının güz yarıyılında *Akademik Yazma Becerisi Geliştirme (Academic Writing)*, *Matematik Öğretiminde Farklı Yaklaşımlar, Türkiye'de Erken Çocukluk Eğitimi Uygulama Modelleri, Eğitimde Nitel Araştırma Yöntemleri, Program Geliştirme ve Değerlendirme Yaklaşımları*, bahar yarıyılında *Seminer, Eğitimde Toplam Kalite, İlköğretimde Rehberlik Uygulamaları, Fen Öğretiminde Kavram Yanılgıları ve Çözüm Yöntemleri, Matematikte Öğretim Uygulamaları ve Değerlendirme, Akademik Makale Yazma Organizasyonu* derslerini almıştır. Halen Afyon Kocatepe Üniversitesi Bolvadin Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Programcılığı ön lisans programında öğretim görevlisi olarak görev yapmaktadır.

### 3.8. Veri Toplama Araçları

Araştırma kapsamında aşağıda adı geçen veri toplama araçları kullanılmıştır.

- Sınıf öğrencilerinin matematik dersinde AT kullanımına yönelik tutumlarını ölçmek üzere *Matematik Dersinde Akıllı Tahta Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği* kullanılmıştır (EK 2).
- Sınıf öğrencilerinin ders işlenişi sırasında AT ortamında kullandıkları ÇDM ile ilgili direktifleri aldıkları ve soruları cevapladıkları *Öğrenci Çalışma Yaprakları* kullanılmıştır (ÖMKK'da ÖÇY'de yer alan direktifler ve sorular bulunduğundan bkz. EK 3).

- Sınıf öğrencilerinin kavram ve genellemeleri öğrenme düzeylerini ölçmek üzere *Ünite Değerlendirme Soruları* kullanılmıştır (EK 4).
- Sınıf öğrencilerinden çeşitli başarı düzeylerinden seçilen ikişer öğrencinin görüşlerini almak için sorulacak soruları içeren *Öğrenci Görüşme Formu* kullanılarak ses kaydı alınmıştır (EK 5).
- 11. Sınıf öğrencileri ile yapılan uygulama sürecinde veri toplamak ve veri kaybını önlemek üzere video görüntüleri kaydedilmiştir.

**3.8.1. Matematik dersinde AT kullanımına yönelik tutum ölçeği.** Matematik dersinde AT kullanımına yönelik tutum ölçeği, Tataroğlu (2009) tarafından geliştirilmiştir. Ölçek geliştirilirken Tataroğlu tarafından, önce 29 maddelik bir taslak hazırlanmış ve 5'li likert tipinde belirlenmiştir. Maddelerin derecelendirmesi, *Tamamen katılıyorum, katılıyorum, kararsızım, katılmıyorum ve hiç katılmıyorum* olarak belirlenmiştir. Uzman görüşüne sunulmuş, gerekli değişiklikler yapıldıktan sonra geçerliliğinin ve güvenilirliğinin belirlenmesi için pilot çalışma yapılmıştır. Verilerin analizi SPSS 15.0 paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Yapı geçerliliği için faktör analizi yapılmış, güvenilirliği için Cronbach Alpha katsayısı hesaplanarak 0.898 olarak bulunmuştur. Yapılan faktör analizleri sonucunda toplamda 7 madde Tataroğlu tarafından ölçekten çıkarılarak 22 maddelik ölçek elde edilmiştir.

Ölçek dört alt boyuttan oluşmaktadır. Birinci alt boyut 9 maddeden, ikinci alt boyut 7 maddeden, üçüncü alt boyut 4 maddeden ve dördüncü alt boyut 2 maddeden oluşmaktadır. Bu boyutlar Tataroğlu tarafından birincisi *AT'ye yönelik olumsuz tutum boyutu*, ikinci alt boyut *AT'ye yönelik olumlu tutum boyutu*, üçüncü alt boyut *motivasyonel etki boyutu*, dördüncü alt boyut *AT'nin veri saklama özelliği boyutu* olarak belirlenmiştir.

Boyutları oluşturan maddeler Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8

*Matematik dersinde AT kullanımına yönelik tutum ölçeği alt boyut soru dağılımı*

Sıra No	Boyut 1	Boyut 2	Boyut 3	Boyut 4
1	Madde 5	Madde 1	Madde 8	Madde 4
2	Madde 12	Madde 2	Madde 10	Madde 15
3	Madde 13	Madde 3	Madde 14	
4	Madde 16	Madde 6	Madde 18	
5	Madde 17	Madde 7		
6	Madde 19	Madde 9		
7	Madde 20	Madde 11		
8	Madde 21			
9	Madde 22			

Matematik dersinde AT kullanımına yönelik tutum ölçeği bu çalışmada, öğrencilerin ÇDM'yi kullanmadan önce AT ile ilgili sahip olduğu tutumlarda, öğretim gerçekleştikten sonra değişiklik olup olmadığının belirlenmesi amacıyla uygulanmıştır.

Ölçek, deney ve kontrol gruplarına ön test/son test modeline göre uygulanmıştır. Kontrol grubundan iki öğrenci, gruplar arası denkleğin sağlanması için ölçek analizinden çıkarılmıştır. Tablo 9'da öğrenci sayıları görülmektedir.

Tablo 9

*AT tutum ölçeğinin uygulandığı deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin cinsiyet dağılımı*

Cinsiyet	Deney Grubu	Kontrol Grubu	%
Kız	16	13	55,8
Erkek	12	11	44,2

Uygulamadan elde edilen veriler SPSS 23 paket programında analiz edilmiştir.

Öncelikle, ölçekten elde edilen verilerin güvenilirliğini ölçmek için Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Hesaplama, tüm ifadeler için ayrı ve kendi içerisinde alt boyutlar için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Buna göre tüm ifadeler için güvenilirlik katsayısı 0,918 olarak hesaplanmıştır. Alt boyutlarda, birinci alt boyut için 0,717, ikinci alt boyut için 0,830, üçüncü alt boyut için 0,675 ve dördüncü alt boyut için 0,806 olarak hesaplanmıştır.

Ölçekten elde edilen verilere uygulanacak testin parametrik mi yoksa non-parametrik mi olduğunu belirlemek üzere normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Tablo 10'da ölçek maddeleri için Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık) değerleri verilmiştir.

Tablo 10

*Matematik dersinde AT kullanımı tutum ölçeği cevapları normallik dağılımı*

Madde	Ön Test		Son Test	
	<u>Skewness</u> ( <u>Çarpıklık</u> )	<u>Kurtosis</u> ( <u>Basıklık</u> )	<u>Skewness</u> ( <u>Çarpıklık</u> )	<u>Kurtosis</u> ( <u>Basıklık</u> )
1	-0,464	-0,640	-0,415	-0,737
2	-0,308	-0,764	-0,615	-0,551
3	-0,321	-0,752	-0,130	-0,881
4	-0,045	-0,958	0,163	-1,025
5	-0,330	-0,792	-0,237	-0,974
6	-0,321	-0,767	-0,186	-0,715
7	-0,043	-0,715	-0,220	-0,313
8	0,206	-0,371	0,135	-0,785
9	-0,229	-0,812	-0,288	-0,726
10	0,095	-1,360	0,244	-0,955
11	0,003	-1,154	-0,378	-0,764

Madde	Ön Test		Son Test	
12	-1,097	0,658	0,424	-0,593
13	-0,463	-0,647	0,301	0,322
14	0,174	-0,964	-0,105	-0,656
15	0,290	-0,370	0,103	-0,780
16	-0,585	-0,929	-0,110	-0,479
17	-0,395	-1,140	-0,174	-0,987
18	0,264	-0,672	-0,314	-0,852
19	0,721	-0,388	0,042	-0,790
20	-0,583	-0,347	0,360	-0,637
21	-0,682	-0,286	0,673	0,033
22	-0,973	0,035	0,360	-0,580

Tablo 10'a göre AT tutum ölçeğinin ön test verilerinde, cevapların çarpıklık ve basıklık değerleri sırasıyla 1'inci madde için -0,464 ve -0,640, 2'inci madde için -0,308 ve -0,764, 3'üncü madde için -0,321 ve -0,752, 4'üncü madde için -0,045 ve -0,958, 5'inci madde için -0,330 ve -0,792, 6'ıncı madde için -0,321 ve -0,767, 7'inci madde için -0,043 ve -0,715, 8'inci madde için 0,206 ve -0,371, 9'uncu madde için 0,229 ve -0,812, 10'uncu madde için 0,095 ve -1,360, 11'inci madde için 0,003 ve -1,154, 12'inci madde için -1,097 ve 0,358, 13'üncü madde için -0,463 ve -0,647, 14'üncü madde için 0,174 ve -0,964, 15'inci madde için 0,290 ve -0,370, 16'ıncı madde için -0,585 ve -0,929, 17'inci madde için -0,395 ve -1,140, 18'inci madde için 0,264 ve -0,672, 19'uncu madde için 0,721 ve -0,388, 20'inci madde için -0,583 ve -0,347, 21'inci madde için -0,682 ve -0,286, son olarak 22'inci madde için -0,973 ve 0,035 olarak elde edilmiştir.

Benzer biçimde tekrar Tablo 10'e bakıldığında test verilerinde, cevapların çarpıklık ve basıklık değerleri sırasıyla 1'inci madde için -0,415 ve -0,737, 2'inci madde için -0,615 ve -



0,551, 3'üncü madde için -0,130 ve -0,881, 4'üncü madde için 0,163 ve -1,025, 5'inci madde için -0,237 ve -0,974, 6'ıncı madde için -0,186 ve -0,715, 7'inci madde için -0,220 ve -0,313, 8'inci madde için 0,135 ve -0,785, 9'uncu madde için -0,288 ve -0,726, 10'uncu madde için 0,244 ve -0,955, 11'inci madde için -0,378 ve -0,764, 12'inci madde için 0,424 ve -0,593, 13'üncü madde için 0,301 ve -0,322, 14'üncü madde için -0,105 ve -0,656, 15'inci madde için 0,103 ve -0,780, 16'ıncı madde için -0,110 ve -0,479, 17'inci madde için -0,174 ve -0,987, 18'inci madde için -0,314 ve -0,852, 19'uncu madde için 0,042 ve -0,790, 20'inci madde için 0,360 ve -0,637, 21'inci madde için 0,673 ve -0,033, son olarak 22'inci madde için 0,360 ve -0,580 olarak bulunmuştur. Elde edilen çarpılık ve basıklık değerleri, -1,5 ile +1,5 sayı aralığında olduğundan, verilerin normal dağılım gösterdiği anlaşılmıştır (Tabachnick & Fidell, 2013). Bu nedenle verilerin analizi için parametrik testler uygulanmıştır.

**3.8.2. Öğrenci çalışma yaprakları (ÖÇY).** ÖÇY, öğretim sürecinde ÇDM'yi kullanırken etkinliklerin gerçekleştirilmesi sürecinde öğrencilere rehberlik etmesi ile birlikte öğrencilerden araştırmaya ilişkin verilerin toplanması amacıyla geliştirilmiştir. Modüldeki her bir etkinlik için aşamalı olarak hazırlanmış ve etkinlik numarasına göre gruplanmış işlem basamaklarından oluşmaktadır. İşlem basamakları bir takım soru ve direktifleri içermektedir. İşlem basamakları Bursa Uludağ Üniversitesi İlköğretim Matematik Eğitimi'nde görev yapmakta olan 2 alan uzmanı öğretim üyesinin incelemesine sunulmuş ve 5 matematik öğretmeninin ve 6 kişiden oluşan yüksek lisans öğrencisinin görüşü alınarak son şekli verilmiştir.

İşlem basamakları hazırlanırken, kullanılan dil özelliklerinin anlayabilecekleri düzeyde olmasına özen gösterilmiştir. Her basamakta anlaşılması kolay ve uygulaması basit işlemlere yer verilmiştir. İfadelerin mümkün olduğunca basit ve kısa olması göz önünde bulundurulmuştur. İşlem basamaklarında, öğrencinin aktif olacağı basamaklar belirlenmiş ve bu tür basamakların baş tarafına  $U$  simgesi eklenmiştir (bkz. Resim 35).

## Resim 35

*Uygulamalı işlem basamaklarına örnek*

U

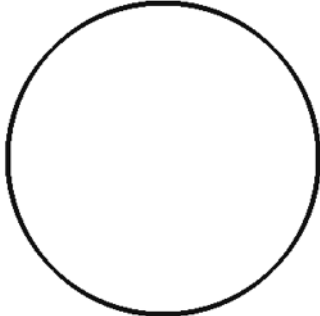
5. **"İsimleri göster"** butonuna basın. İkinci şekilde A ve B noktaları hareket ettirilerek, iki noktayı birleştiren doğru parçasının çemberin merkezinden geçmesini sağlayın? Ne gözlemlediniz?

Gerekli görülen işlem basamaklarında, öğrencilerin konu ile ilgili çizim yapmaları ya da AT'de yaptıkları denemeleri çizmeleri için gerekli şekiller eklenmiştir (bkz. Resim 36).

## Resim 36

*Çizim yapılabilir işlem basamaklarına örnek*

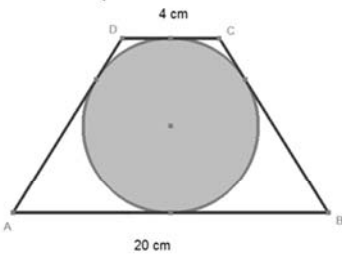
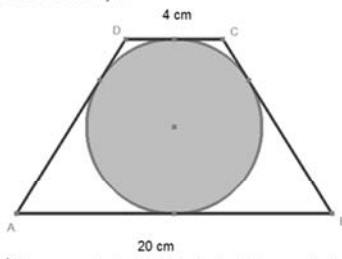
1. Bir çember hangi elemanlardan oluşur çizin ve isimlerini yazın.



ÖÇY'de, ÇDM'deki etkinlikler için belirlenen işlem basamakları yanında alıştırmalara da yer verilmiştir. Alıştırma basamakları için önce, çizim gerekli ise çizimlerin de yer aldığı, gerekli değil ise sadece soru ifadelerinin yer aldığı bir yaprak yer almaktadır. Sonrasında ise, öğrencilere alıştırmanın çözümünde izlenecek basamaklarının yer aldığı ikinci bir yaprak yer almaktadır (bkz. Resim 37).

Resim 37

ÖÇY’de yer alan alıştırma sayfalarına örnek

<p><b>G. Alıştırma: Soru</b> 1. Şekilde ABCD ikizkenar yamuk teğetler dörtgenidir. <math> AB =20</math> cm ve <math> DC =4</math> cm ise dairenin alanı kaçtır.</p> 	<p><b>H. Alıştırma: Çözüm</b> Şekilde ABCD ikizkenar yamuk teğetler dörtgenidir. <math> AB =20</math> cm ve <math> DC =4</math> cm ise dairenin alanı kaçtır.</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. İkizkenar yamuk olma özelliğinden hareketle yamuğun kenar uzunluklarını bulun.</li> <li>2. "İpucu 1" butonuna basın. Yamuğun yüksekliğini çizerek oluşan üçgenlerin kenar uzunluklarını hesaplayın.</li> <li>3. "İpucu 2" butonuna basın. yüksekliği (h) bulun.</li> <li>4. "İpucu 3" butonuna basın. Yamuğun alanını bulun.</li> <li>5. "İpucu 4" butonuna basın. Yamuğun alanından hareketle dairenin yarıçapını bulun.</li> <li>6. "İpucu 5" butonuna basın. Dairenin alanını bulun.</li> <li>7. "Sonuç" butonuna basın.</li> </ol>
---	---

Resim 37’de, sol bölümde alıştırma yaprağına ait şekilde bulunduğu soru ifadesi yer almaktadır. Sağ bölümde ise, alıştırmanın çözüm basamaklarını da içeren çözüm kısmı yer almaktadır. ÖÇY’de öğrenciler tarafından çizilen şekiller ve sorulara verdikleri cevaplar *Ders modülünün etkililiği (Alt problem 1.2) analizi* ve *Etkileşim analizinde (Alt problem 1.3)* kullanılmıştır.

**3.8.3. Ünite değerlendirme soruları (ÜDS).** ÜDS, öğretim süreci sonunda öğrencilerin ders müfredatındaki kazanımlarda yer alan kavram ve genellemeleri kazanıp kazanmadıklarını değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş bir veri toplama aracıdır. Tüm kazanımları içermesi gerekliliği göz önüne alınarak hazırlanan ÜDS, 13 adet açık uçlu sorudan oluşmaktadır (bkz. EK 4). Soruların hazırlanmasında Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 08.12.2011 tarih ve 198 sayılı Kurul Kararı ile 2012-2013 öğretim yılından itibaren 5 (beş) yıl süre ile ders kitabı olarak kabul edilen Ortaöğretim Geometri 11 Ders Kitabından faydalanılmıştır. ÜDS ön test – son test modeline göre uygulanmış, öğrencilerin 2014- 2015 öğretim yılı I. dönem geometri ders notları ön test, ÜDS puanları ise son test verisi olarak kullanılmıştır. Resim 38’de bu sorulara iki örnek görülmektedir.

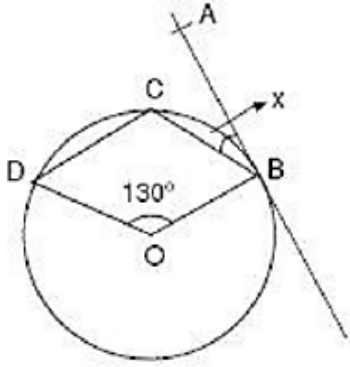
Resim 38

## ÜDS sorularına örnekler

**GEOMETRİ DERSİ ÇEMBER VE DAİRE ÜNİTE DEĞERLENDİRME SORULARI**

1.  $x^2+y^2=20$  standart denklemlili çember ile  $y=x+2$  denklemlili doğrunun keşittiği noktaların koordinatlarının nasıl bulunacağını yazılı olarak belirtin ve gerekli işlemleri yaparak bulun.

2.



O merkezli çemberde  $[DC] \parallel [OB]$  dir.  
 $m(\widehat{DOB}) = 130^\circ$  ve  $[BA]$  çembere  
 B de teğettir.  
 Buna göre  $m(\widehat{CBA}) = x$  kaç derecedir?


Sorular uygulamanın yapıldığı okulda görev yapan matematik öğretmenlerinin ve Bursa Uludağ Üniversitesi İlköğretim Matematik Eğitimi'nde görev yapmakta olan iki alan uzmanı öğretim üyesinin incelemesine sunulmuştur. Elde edilen dönütlere göre gerekli düzenlemeler yapılarak uygulanabilir duruma getirilmiştir. Kazanım sırasına göre hazırlandıktan sonra rastgele harmanlanmıştır. Bazı sorular, kavram ve genelleme çeşitliliği artırılması amacıyla alt seçeneklere sahip olacak şekilde hazırlanmıştır (bkz. Resim 39).

Resim 39

ÜDS'de alt maddeler bulunan sorulara örnek

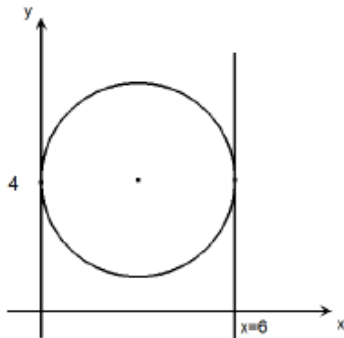
8. Aşağıda verilene göre çember denklemlerini yazın.

a. Çemberin vektör denklemini yazın.



b.  $M(-1,-4)$  olmak üzere  $|MK|=4$  olan çemberin standart denklemini yazın.

c. Çemberin parametrik denklemini yazın.



Resim 39'da, aynı kazanıma ait farklı kavram ve genellemelerin kazanılıp kazanılmadığını ölçmek üzere hazırlanmış birden fazlan alt seçeneğe ayrılmış 8. soru görülmektedir.

Öğrencilerin, soruları açık bir şekilde, olabildiğince detaylı olarak çözmelerini sağlamaya özen gösterilmiştir. Ayrıca sorularda öğrencilerin anlayabileceği düzeyde basit ve anlaşılabilir bir dil kullanılmaya çalışılmıştır.

Öğrencilerin cevapları nitel araştırma yöntemlerinden *içerik analiz yöntemine* göre analiz edilmiştir. İçerik analizi yapmak üzere, sorunların puanlanması için temalar belirlenmiş ve bu temalara ilişkin puan tablosu çıkarılmıştır. Değerlendirme kriterleri ve puan tablosu, Tablo 11'de yer almaktadır.

Tablo 11

*ÜDS değerlendirme tablosu*

Genellemeleri İle İlişkili Olma Durumu	İşlem Türü	Puan
Çember ve Daire Kavram ve Genellemeleri İle İlişkili Olma Durumu	Şekil Üzerinde Gösterim / Çizim	2
	Yazılı Olarak İfade Etme	4
Çember ve Daire Kavram ve Genellemeleri İle İlişkili Olma Durumu	Eşitlik Elde Etme	6
	Eşitliği Doğru Olarak Çözme	2
Doğrudan Kavram ve Genellemenin Sorulması	Çizim	1
	Tanımlama	1
Diğer Matematiksel İşlemler	İlişkinin yazılması	1
	İsimlerini yazma	1
Diğer Matematiksel İşlemler	Oranları belirleme	1
	Şekil üzerinde Gösterim / Çizim	1
Diğer Matematiksel İşlemler	Yazılı Olarak İfade Etme	2
	Eşitlik Elde Etme	4
Diğer Matematiksel İşlemler	Eşitliği Doğru Olarak Çözme	2

Tablo 11'e göre, verilen cevapların *çember ve daire* ile ilgili kavram ve genellemeler olma durumuna göre ayrılmış, eğer ilgili ise doğrudan bunların sorulma durumu göz önüne alınmıştır. Bu kategorilere göre, çember ve daire ile ilgili kavram ve genellemelerin sorularda doğrudan sorulması ve *şekil üzerinde gösterilmesi / çizilmesine 2 puan* ve *yazılı olarak ifade edilmesi için 4 puan* verilmiştir. Bunlara ilişkin *eşitlik elde edilmesi* durumunda *6 puan*,

*eşitliğin doğru çözülmesi* halinde 2 puan verilmiştir. Kavram ve genellemelerin doğrudan sorulması ayrı bir kategori olarak ele alınmıştır ve bunların *çizilmesi, tanımlanması*, iki kavram ya da genelleme arasındaki *ilişkinin yazılması, isimlerinin yazılması* ve *oranların belirtilmesi* maddelerinin her birine 1 puan verilmiştir. Bunların dışında kalan diğer matematiksel işlemlerde ise, *eşitlik elde etme* işlemine 4 puan, *şekil üzerinde gösterim/ çizim* için 1 puan, *yazılı olarak ifade etme* ve *eşitliği doğru olarak çözme* işlemlerine 2 puan verilmiştir. Öğrencilerin alabileceği en yüksek puan 158'dir.

ÜDS'nin değerlendirilmesi için, her bir soruda öğrencilerin çözüm için uygulayabileceği işlem basamakları belirlenmiş ve her bir işlem basamağına ayrı puanlama yapılmıştır. Ayrıca alternatif çözüm yolları olan sorularda diğer çözüm yolunun puanıyla aynı olacak şekilde puanlama yapılmıştır. 9'uncu soruda olduğu gibi sorulardan bazılarındaki aşamalarda işlem basamaklarının karmaşık olmaması nedeniyle ayrılmasına gerek duyulmamış ancak puanlama temalara göre yapılmıştır. Puanlama tablosuna örnek olarak iki sorunun işlem basamakları ve bunlara ait puanlar Tablo 12'de görülmektedir. Tüm sorulara ait işlem basamakları çalışmanın Bulgular bölümünde öğrenci cevapları incelenirken her soruda ayrı ayrı verilmiştir.

Tablo 12

*ÜDS soruları puanlama örnekleri*

Sorular	İşlem Basamakları	Puan
	1. Yazılı olarak ifade etme	2
	2. Denklemin ortak çözümü	2
<u>Soru 1</u>	3. X değerini bulma	2
<u>(Toplam: 10 puan)</u>	4. Y değerini bulma	2
	5. Koordinatları yazma	2
	6. İlgisiz	0

Sorular	İşlem Basamakları	Puan
	7. Boş	0
	1. DO doğru parçalarını çizme	2
	2. DOC açısını şekil üzerinde gösterme ve eşitlik yazma	5
<u>Soru 9</u>	3. ODC açısını şekil üzerinde gösterme	2
<u>(Toplam: 17 puan)</u>	4. ADO açısını şekil üzerinde gösterme	2
	5. Alpha açısını bulmak için eşitlik yazma ve çözme	6
	6. İlgisiz	0
	7. Boş	0
	1. DA Yayının ölçüsünü şekil üzerinde gösterme	4
<u>Farklı Yöntemle</u>	2. DB Yayının ölçüsünü şekil üzerinde gösterme	4
<u>Çözüm</u>	3. DA yayı ile DB yayı arasında eşitlik yazma	7
	4. Eşitliği çözme	2

Tablo 12’de görüldüğü üzere işlem basamaklarının her biri Tablo 11’deki temalara göre değerlendirilmiş ve puanlama yapılarak öğrenci puanları hesaplanmıştır.

Bunun yanında deney ve kontrol gruplarının geometri dersi I. dönem notları ve ÜDS puanları arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığını belirlemek amacıyla istatistiksel test yöntemleri kullanılmıştır. Uygulanacak testin parametrik mi yoksa non-parametrik mi olduğunu belirlemek üzere normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiş ve elde edilen sonuçlar -1,5 ve +1,5 sayı aralığında olduğundan (Tabachnick & Fidell, 2013), verilerin normal dağılım gösterdiği anlaşılmıştır. Bu nedenle verilerin analizi için parametrik testler uygulanmıştır. Tablo 13’de öğrenci puanları için Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık) değerleri verilmiştir.



Tablo 13

*Geometri dersi ve ÜDS verilerinin dağılım tablosu*

	Skewness (Çarpıklık)	Kurtosis (Basıklık)
I. dönem geometri ders notları	-0,401	-0,189
ÜDS puanları	0,158	-0,501

Tablo 13'e göre, öğrencilerin ÜDS için ön test verisi olarak kullanılan 2014-2015 öğretim yılı I. dönem geometri dersi not verilerinin normallik dağılımı için elde edilen çarpıklık değeri -0,401 ve basıklık değeri -0,189 olarak belirlenirken, nicel verilere dönüştürülen ÜDS puanları için çarpıklık değeri 0,158, basıklık değeri ise -0,501 olarak hesaplanmıştır.

**3.8.4. Video verileri.** Çalışmanın her aşamasında, pilot uygulama da dâhil olmak üzere, 2 adet Samsung HM video kamera cihazı ile görüntü ve ses kaydı gerçekleştirilmiştir. Video kameralardan birincisi AT ortamında gerçekleştirilen etkinlikleri, diğeri ise öğretim sürecinde öğrenci reaksiyonlarının kaydedilmesi için kullanılmıştır. Kayıt işlemi için, öğretimin yapıldığı günler ilk ders saatinden önce, video kameralar uygun açıyı kaydetmek üzere imkânlar çerçevesinde tripodlar yardımıyla özenle yerleştirilmiştir. Veri kaybının engellenmesi ve aksi bir durumda sorun yaşanmaması amacıyla video kameraların bataryaları dolu olacak şekilde bulundurulmuş, elektrik hattına bağlı tutulmuştur.

Video verileri öğrencilerin etkinliklerle gerçekleştirdikleri etkileşimlerin analiz edilmesinde kullanılmıştır (Alt Problem 1.3). Ayrıca ÖÇY'den elde edilen verilerin karşılaştırılması amacıyla da veri analizinde yer verilmiştir.

**3.8.5. Öğrenci görüşme formu (ÖGF).** Görüşme nitel araştırmalarda üç temel veri toplama araçlarından birisidir. Katılımcılarda doğrudan gözlenemeyen duygu, düşünce ve amaçları veya daha önce gerçekleştirilmiş ya da gözlemcinin bulunmadığı durumları (Patton, 2014), katılımcıların olaylara yükledikleri anlamları ve onları nasıl ifade ettiklerini (Merriam,

2013) ortaya çıkarmak için kullanılır. Punch (2014) bu yöntemin, başkalarını anlamının en güçlü yöntem olduğunu belirtmektedir.

Karasar (2005), görüşmelerin üç temel amacından söz eder:

- İşbirliği sağlamak ya da sürdürmek,
- Sağaltım (kendine güveni artırmak),
- Araştırma verisi toplamak

Patton (2014) ise, üç tür görüşme yaklaşımından söz etmektedir:

- Gündelik sohbet tarzında görüşme
- Genel görüşme kılavuzu yaklaşımı ve
- Standartlaştırılmış açık uçlu görüşme

ÇDM ve öğretim sürecinin değerlendirilmesi aşamalarında görüşme yönteminin standartlaştırılmış açık uçlu yaklaşımına başvurulmuştur. Bu yaklaşım birden fazla görüşmecinin bulunduğu araştırmalarda, dikkatli bir şekilde hazırlanmış soruların her bireye soruların aynı şekilde sorulması ile uygulanır (Patton, 2014; Yıldırım & Şimşek, 2008).

Bireylerin cevaplarındaki öznelliği azaltır ve araştırmanın tekrarlana bilirliliğini artırır (Yıldırım & Şimşek, 2008).

ÖGF, öğretim sürecinin öğrencilerin görüşü alınarak değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiş yarı yapılandırılmış görüşme formudur. Yarı yapılandırılmış esnek görüşme soruları içerir, önceden belirlenmiş ayrıntılı sorular olmayıp görüşmenin büyük bölümü açıklığa kavuşturulmak istenen soru veya sorulardan meydana gelir (Merriam, 2013).

ÖGF soruları için 5 matematik öğretmenin ve Bursa Uludağ Üniversitesi İlköğretim Matematik Eğitimi alanında 6 kişiden oluşan yüksek lisans öğrencilerinin görüşleri alınmış ve aynı alanda görev yapmakta olan iki alan uzmanı öğretim üyesinin incelemesine sunulmuş son biçimi belirlenmiştir. Görüşmelerin ses kayıtları için yine video verilerinde olduğu gibi kamera kullanılmış ama görüşmede görüntü kaydı alınmamıştır. Görüşme yapmak üzere

öğrenciler, ÜDS uygulandıktan sonra ortaya çıkan öğrenci başarı durumuna göre seçilmiştir. Öğrenciler belirlenirken, ÜDS'ye verdikleri cevaplar nicel ve nitel analiz sürecinden geçirilmiştir. Buna göre, ÜDS'yi cevaplayan öğrenciler içerisinde yüksek, orta ve düşük başarı düzeyine sahip 2'şer öğrenci olmak üzere toplamda altı öğrenci belirlenmiştir. Hepsi bir odaya alınmış daha sonra sırayla diğer bir sessiz odaya alınmıştır. Ses kaydı eşliğinde sözlü olarak kendilerine yöneltilen soruları cevaplamaları istenmiştir.

ÖGF'de toplam 5 soru bulunmaktadır. Soru ifadelerinde mümkün olduğunca açık ve anlaşılır bir dil kullanılmasına özen gösterilmiştir. Sorular dışında öğrencilerin kendi istekleri doğrultusunda eklemek istedikleri herhangi bir düşünce olup olmadığı var ise bunları ekleyebilecekleri kendilerine belirtilmiştir. Görüşme formunda yer alan sorular aşağıda verilmiştir.

1. Modülün genellemeleri öğrenmenize ne gibi etkileri olduğunu düşünüyorsunuz?  
(Bu tür bir öğrenmenin getirdiği fayda ve zararlar nelerdir?)
  - 1.1. Etkinliklerle ilgili olumlu ya da olumsuz yönleri nedenleriyle birlikte belirtin.
  - 1.2. En beğendiğiniz etkinliğin özelliklerini nasıl sıralayabilirsiniz?
2. En beğenmediğiniz etkinliğin özelliklerini nasıl sıralayabilirsiniz?
3. Diğer konuları işleme yönteminiz ile bu şekilde ders işleme arasında ne gibi farklılıklardan bahsedilebilir? Bu farklılıkların öğrenmeniz açısından olumlu ya da olumsuz yönleri nelerdir?
4. Etkinlikleri boş zamanınızda kendi kendinize uygulayabilmeniz size sağlayacağı katkılar neler olabilir?
5. Etkinliklerin ilgili kavram ve genellemeleri gerçek hayatla ilişkilendirmede size yardımcı olup olmadığını belirtin ve nedenlerini belirtin.

Öğrenciler görüşmeye sırayla alınmış, görüşme sonrasında diğer öğrencilerin sorulardan bilgisinin olmamasını sağlamak için doğrudan öğretimin yapıldığı sınıfa gitmeleri

sağlanmıştır. Görüşmeye başlamadan önce öğrencilere soruları içtenlikle cevaplayabilecekleri ya da görüşlerini paylaşabilecekleri ifade edilmiştir. Görüşme verilerinin herhangi bir üçüncü şahısla doğrudan ya da dolaylı olarak kesinlikle paylaşılmayacağı belirtilmiştir. Görüşmenin sonunda, eklemek istedikleri bir düşünce varsa bunları kendi istekleri doğrultusunda rahatça paylaşabilmeleri sağlanmıştır.

### **3.9. Verilerin Toplanması ve Çözümlemesi**

Bu başlık altında araştırmadan verilerin elde edilmesi ve çözümlemesine ilişkin açıklamalara yer verilmiştir. Nicel verilerin analizinde ve kayıt edilmesinde IBM Statistics SPSS 23, Microsoft Excel 2016 ve Microsoft Word 2016 lisanslı olarak kullanılmıştır. Uygulama sürecinden önce uygulanan AT tutum ölçeği verileri Excel programına kayıt edilmiştir. Uygulama sürecinde öğrencilerin ÖÇY doldurmaları sağlanmıştır. Öğretim süreci sonunda uygulanan ÜDS verileri aynı zamanda sayısal verilere dönüştürülerek Excel yazılımına kayıt edilmiştir. ÖGF ile elde edilen ses verileri ise Word programına kayıt edilmiş, kodların ve temaların belirlenmesi ve istatistiksel verilerin elde edilmesi aşamasında Excel yazılımı kullanılmıştır.

Veriler nitel ve nicel olmak üzere iki araştırma yönteminden de veriler içerdiğinden, nitel ve nicel olmak üzere iki kısımda ele alınmıştır.

**3.9.1. Nitel veriler.** Araştırma kapsamında nitel veriler, ÖÇY, ÜDS, video verileri ve ÖGF ile gerçekleştirilen ses verilerinden elde edilmiştir. Öğretim sürecinin Yapılandırmacı 5E modeline uygunluğunu belirlemek için video verilerine betimsel analiz uygulanmıştır. Ders modülünün etkililiğini belirlemek için ÖÇY ile elde edilen verilere, öğrencilerin etkileşimli teknoloji kullanımının başarılarına etkisini belirlemek üzere ÇDM ile gerçekleştirdiği etkileşimlerin analizi için, video verileri ve ÖÇY'ye verdikleri cevaplarla ilişkili olarak içerik analizi uygulanmıştır. Ayrıca öğretim sonunda öğrenci başarısını

belirlemek üzere uygulanan ÜDS verilerine ve öğrencilerin ÇDM ve öğretim sürecini değerlendirdikleri ÖGF’den elde edilen ses verilerine içerik analizi uygulanmıştır.

Nitel verilerin analizinde önerilen önemli yöntemlerden birisi betimsel analizdir. Öğrenci davranışları ve diyaloglarını içeren video verileri ve ÖÇY’den elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle incelenmiştir. Betimsel analiz yapmada önerilen yolların temelinde toplanan verilerin özüne sadık kalınarak ve durum ile ilgili doğrudan ifadelere yer vererek okuyucuya sunmak yer alır (Çepni, 2012). Betimsel analiz yönteminde veriler, araştırma sorularından daha önceden ortaya çıkarılan temalara göre özetlenir ve yorumlanır. Temalar, araştırma soruları ya da görüşme ve gözlem gibi süreçlerde kullanılan sorular dikkate alınarak oluşturulabilir (Altunışık, Coşkun, Bayraktaroğlu & Yıldırım, 2007; Çepni, 2012). Bu analizde amaç bir düzen içerisinde bulguların organize edilerek sunulmasıdır. Veriler anlaşılır biçimde düzenlenir ve belli bir mantık içerisinde betimlenir, betimlemeler yorumlanır ve neden-sonuç ilişkileri çerçevesinde ulaşılan sonuçlar sunulur (Yıldırım & Şimşek, 2008).

Diğer nitel veri toplama araçları ÜDS ve ÖGF’ye verilen cevaplar ve etkileşim analizi için (bkz. Alt problem 1.3.’e ait bulgular) ÖÇK’deki etkileşimli işlem basamaklarına verilen cevaplar ile öğrencilerin AT ile etkileşimlerini içeren video verilerine, nitel analiz türlerinden içerik analizi uygulanmıştır. Bu analizdin temel amacı elde edilen verilerin organize edilmesinde kullanılacak anlamlı kavram ve ilişkiler elde etmektir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Oldukça büyük boyutlara ulaşabilen nitel dokümanlardaki (görüşme dokümanları gibi) verilerin birbiri ile tutarlılıkları ve anlamlılıklarının belirlenmesi çabası ile veri indirgeme ve anlamlandırma sürecidir (Patton, 2014). Tümevarımsal bir mantığın yürütüldüğü analizde, benzer veriler kavramlar ve temalar kapsamında organize edilerek yorumlanır (Çepni, 2012). Veriler anlam bakımından kavramsal bölümlere ayrılarak kodlar belirlenmiştir. Kodlar anlamlı kategorilere ayrılmış, daha sonra bu kategorilerin oluşturduğu temalar belirlenmiştir.

Kodlamaların verilerin analiz edildiği süreçte değişime uğraması ya da tamamen kaldırılması söz konusudur.

**3.9.2. Nicel veriler.** Araştırmada nicel veriler öğrencilerin matematik derslerinde AT kullanımına yönelik tutumlarını ölçmek üzere AT tutum ölçeğinden, öğrencilerin geometri dersi okul notlarından ve ÜDS'den elde edilen verilerin nicel verilere dönüştürülmesinden elde edilmiştir.

Verilerin analizinden önce adı geçen verilerde istatistiksel olarak farkların olup olmadığını belirlemek üzere uygulanacak istatistiksel testlerin belirlenmesi için puanların parametrik – non parametrik olup olmadığı konusunda inceleme yapılmıştır. Yapılan inceleme sonrası çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1.5 ile +1.5 değer aralığında ölçülmesi ve normal dağılım göstermesinden dolayı nicel veriler parametrik testler uygulanmış (Tabachnick & Fidell, 2013), farklılık olup olmadığı (.05) seviyesinde test edilerek anlamlılık değeri için (p) kullanılmıştır. Verilerin türüne göre uygulanan istatistiksel testler aşağıda sıralanmıştır.

- Öğrencilerin ön test-son test modeline göre AT tutum ölçeğine verdikleri cevaplarda toplam test puanı ve alt boyutlardan aldıkları puanlar açısından gruplar arası ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını ortaya çıkarmak için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Ayrıca deney ve kontrol gruplarının her biri ayrı ayrı kendi içinde toplam test puanı ve alt boyutlardan aldıkları puanlar açısından ön test-son test puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını ortaya çıkarmak için eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmıştır.
- Deney ve kontrol gruplarının ön test-son test modeline göre AT tutum ölçeğine verdikleri cevaplarda toplam test puanı ve alt boyutlardan aldıkları puanlar cinsiyet değişkeni açısından ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını ortaya çıkarmak için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır.

Ayrıca deney grubunun kendi içinde toplam test puanı ve alt boyutlardan aldıkları puanlara cinsiyet değişkeni açısından ön test-son test puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını ortaya çıkarmak için eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmıştır.

- Deney ve kontrol gruplarının ön test-son test modeline göre AT tutum ölçeğine verdikleri cevaplarda toplam test puanı ve alt boyutlardan aldıkları puanlar *teknoloji ilgisi* değişkeni açısından ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını ortaya çıkarmak için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda farklılaşmanın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek üzere Post Hoc testlere başvurulmuş ve teknoloji ilgisine göre teknoloji ilgisi bakımından az sayıda katılımcı olmasından dolayı *Hochberg's GT2* analizi yapılmıştır (Field, 2013). Ayrıca Deney grubunun kendi içinde toplam test puanı ve alt boyutlardan aldıkları puanlar teknoloji ilgisi değişkeni açısından ön test-son test puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını ortaya çıkarmak için yine benzer testler uygulanmıştır. Ayrıca deney grubunda teknoloji ilgisi değişkeni açısından oluşan grupların (çok yüksek, yüksek, orta, düşük, çok düşük) kendi içerisinde ön test-son test puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını ortaya çıkarmak için eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmıştır.
- Deney ve kontrol gruplarında bulunan tüm öğrencilerin ön test-son test modeline göre AT tutum ölçeğine verdikleri cevaplarda toplam test puanı ve alt boyutlardan aldıkları puanlar bilgisayara sahip olma durumu değişkeni açısından ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını ortaya çıkarmak için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Ayrıca deney grubunun kendi içinde toplam test puanı ve alt boyutlardan aldıkları puanlar bilgisayara sahip olma

durumu değişkeni açısından ön test-son test puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını ortaya çıkarmak için eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmıştır.

- Deney ve kontrol gruplarının ön test - son test modeline göre, 2014 – 2015 ğretim yılı I. dönem geometri ders notları ön test verisi, uygulanan DS'den aldıkları puanlar son test verisi olacak biçimde her iki puan türü arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını ortaya çıkarmak için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır.

Araştırmada yukarıda sayılan analizler dışında frekans (f), yüzde (%) gibi betimsel istatistikler ve aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (Ss) kullanılmıştır.

### 3.10. Verilerin Geçerliği ve Güvenirliği

Bilimsel araştırmalar için *geçerlik* ve *güvenirlik* nemli iki kavramdır. Geçerlik araştırma sonuçlarının doğruluğu ve araştırma konusunu ne kadar yansıttığı ile ilgili iken, güvenirlik araştırmanın tekrar edilebilirliği ile ilgilidir (Çepni, 2012). Literatür incelendiğinde bu kavramlar daha çok nicel araştırmalar için kullanılmaktadır. Nitel araştırmalarda ise, i geçerlik için *inanılrlık-inandırıcılık*, dış geçerlik için *aktarılabirlik*, i güvenirlik için *tutarlık*, dış güvenirlik için *teyit edilebilirlik* kavramlarının kullanıldığı görülmüştür (Merriam, 2013; Patton, 2014; Yıldırım & Şimşek, 2008:). Lincoln ve Cuba'nın (akt. Patton, 2014), bu kavramları *güvenirlik* kavramı ile tek bir kavramda birleştirdiğini belirtir.

Nitel araştırmaların inandırıcılığı, çalışmanın gerçekleştirilmesinde titizlikle sıkı yöntemler kullanmaya, eğitim ve deneyim gibi kriterlere bağlı olarak araştırmacının inanılrlığına ve çalışmanın felsefesine verilen değere bağlanmıştır (Patton, 2014).

Araştırmacı, bulguların ve benzer ortamlarda sonuçların geçerliğine, birbiri ile tutarlı süreçlerin yürütülmesine ve verilerin nesnel bir yaklaşım ile toplandığına ve nesnel bir yaklaşımla sonuçları sergilediğine ilişkin kanıtlar sunmalıdır (Yıldırım & Şimşek, 2008).



Araştırma sürecinin tamamının video kamera ile kayıt altına alınması, çalışma grubundan elde edilen verilerin elde edildiği biçimi ile olarak dijital ortamda saklanması bu kanıtlara örnek olarak verilebilir. Araştırmanın inandırıcılığını artırmak üzere katılımcılarla uygulama süreci öncesi uzun süreli etkileşimde bulunulmuştur. Patton (2014), araştırmacı ve katılımcıların uygulama sürecinden önce birbirlerini tanımalarının inandırıcılığı artıracağını, araştırma ve görüşme için zaman harcanması ile katılımcılarla zaman geçirmenin, katılımcıların çekingen davranışlarının azalmasını ve görüşlerini daha açık ve daha geniş perspektifte sunmalarını sağlayacağını belirtir.

Patton (2014), inanılabilirliği sağlamak üzere veri analizi için çeşitli üçgenleme yöntemleri önermektedir: yöntem, kaynak, analizci ve kuram/bakış açısı üçgenlemesi. Yöntem üçgenlemesinde, aynı olgu hakkında farklı veri elde etme yöntemleri kullanılır (Çepni, 2012). Nitel ve nicel verilerin birlikte kullanılarak yöntem, görüşme, ses ve video verileri, yazılı dokümanlar gibi farklı türden veri toplama aracı kullanılarak veri kaynağı ve bulguları, çözümlenmeleri, yorumları ve önerileri araştırmacı dışında bir alan uzmanı tarafından nitel verilerin bağımsız olarak analiz edilmesi ile çoklu analizci üçgenleme (triangulation) yöntemi kullanılmıştır. Yöntem üçgenlemesinde ise, bir durumu bütüncül olarak resmetmek için farklı soruların cevaplanmasında nitel ve nicel verilerin birbirini tamamlayıcı nitelikte kullanılmasıdır (Patton, 2014). Bu bakımdan araştırmada nitel ve nicel veri toplama araçları birlikte kullanılarak çeşitli yöntemlere başvurulmuştur. Nitel veri kaynaklarının üçgenlemesinde, görüşme, gözlem ve doküman analizi gibi çeşitli yöntemlerin, verilerin birbirini teyit amacıyla kullanılması (Yıldırım & Şimşek, 2008), elde edilen bilgilerin tutarlılıklarının karşılaştırılmasını ve karşılıklı kontrol edilmesini sağlar (Patton, 2014). Bu tutarlı ve güvenilir bir veri toplama yöntemi olarak görülebileceği gibi katılımcıların olay ve olguları nasıl anlamlandırdıklarının göstergesi olarak da görülebilir (Merriam, 2013). Analizci üçgenlemesinde, alanında uzman kişiler tarafından araştırma çeşitli

yönleriyle incelenir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Tek bir kişi tarafından toplanan verilerde olası ön yargıların azalmasını sağlar (Patton, 2014). Bunun için araştırmacının danışman öğretim üyesi ile süreç boyunca farklı zamanlarda değerlendirme toplantıları gerçekleştirilmiş, tüm araştırma süreci sözel olarak aktarılıp, toplanan veriler ve ulaşılan sonuçlar sunularak araştırmacının sergilediği yaklaşımlar ve düşünce biçimi değerlendirilmiştir. Verilerin miktarı göz önüne alınarak ilk iki kazanıma ait veriler uzman görüşüne sunulmuştur. Araştırmada yer verilen kazanımlara ait etkinliklerdeki işlem basamakları dikkate alındığında 200 işlem basamağından 68'inden elde edilerek çözümlenen veriler yaklaşık olarak araştırma verilerinin %32'sine karşılık gelmektedir. Bununla birlikte Patton (2014), bulguların bütünlüyci bir kusursuzluk içerisinde bir araya gelmesinin beklenmemesi gerektiğini belirtmiştir.

İçerik analizi sırasında, kodların, kategorilerin ve temaların belirlenmesinde verilerin tutarlık ve teyit edilebilirliğini sağlamak amacıyla Bursa Uludağ Üniversitesi İlköğretim Matematik Eğitimi bölümünde görev yapmakta olan alan uzmanı bir öğretim üyesi tarafından da gerçekleştirilmiştir. Öğretim üyesi ve araştırmacı tarafından ortaya koyulan kodlar arasından %90'lık bir uyum yakalanmıştır. Uyum sağlamayan verilerde, tartışma yöntemiyle ortak görüşlerde farklılıklar giderilerek uyumlaştırma gerçekleştirilmiştir.

Aktarılabilirlik, bir araştırma sonuçlarının başka durumlara uygulanabilme durumu başka bir ifadeyle genellenebilirliği ile ilgilidir (Merriam, 2013). Nitel araştırmaların genellenebilirliğinin zayıf olduğu bilinmesine karşın, Yıldırım ve Şimşek (2008), genellemenin analitik biçimde deneyimler ve örnekler biçiminde yapılabileceğini belirtmiştir.

Patton (2014), aktarılabilirlik için *dış kestirim* kavramını kullanarak, dış kestirim ile farklı bulgulara sahip ancak benzer koşullardaki çalışmalara zengin bilgiler sunarak bugüne ve geleceğe uygun bağlama dayalı, mantıksal ve sorun çözme temelli bilgi üretilebileceğini belirtmektedir. Nitel araştırmalar için en yaygın anlayış çalışmanın hedef kitlesi bakımından

ele alınarak diğer araştırmacıların bulguların kendi çalışmalarına uygulanabilirliğine kendilerinin karar vermesidir (Merriam, 2013). Bu nitel araştırmacının araştırmanın tüm aşamaları için okuyucuları bilgilendirmesi ile sağlanabilir (Yıldırım & şimşek, 2008). Bu nedenle araştırmacı çalışmanın modeline, çalışma grubuna, grubun nasıl belirlendiğine ve hangi süreçlerin yaşandığına, uygulama için izinlerin nasıl alındığına ve uygulamaya giden sürece, uygulamanın hangi ortamda yapıldığına ve ortamın özelliklerine, uygulama süresine, uygulamadan elde edilen bulgular ve bunların analizine, araştırmanın güvenilirliğinin nasıl sağlandığına ilişkin ayrıntılı bilgi vermiştir. Bulguların sunulmasında sık sık doğrudan alıntılara yer verilerek aktarılabilirlik sağlanmaya çalışılmıştır. Öğrencilerle gerçekleştirilen görüşme için aktarla bilirliliğin sağlanması için amaçlı örnekleme yöntemine başvurulmuştur. Bu yöntem olay ve olguları ve bunların değişik yönlerini açığa çıkarma amacını sergiler (Yıldırım & şimşek, 2008).

Nitel araştırmalarda tutarlılık ve teyit edilebilirlik için alınması gereken önlemler araştırmada kullanılan strateji, kuram ve yöntemlerin belirgin biçimde ifade edilmesi ve diğer araştırmacıların da bunları kullanabilmesine kılavuzluk etmeyle ilgilidir (Yıldırım & şimşek, 2008). Araştırmaya dışarıdan bir gözle bakılması ve süreç boyunca tutarlı davranma durumunun kontrol edilmesi tutarlılık incelenmesi yöntemini ifade etmektedir (Yıldırım & şimşek, 2008). Başka araştırmacıların aynı sonuçları elde etmesi ile ilgili olmayıp, araştırma verilerini ve sonuçlarını inceleyen diğer araştırmacıların bir anlam çıkarmasıdır (Merriam, 2013). Tutarlılık bakımından veriler betimsel bir yaklaşımla doğrudan sunulurken okuyucuya ham veri biçiminde elde etme fırsatı verilmiş, verilerin analizinde bir başka araştırmacı daha dâhil edilmiş ve veriler daha önce ayrıntılı biçimde tanımlanan kuramsal çerçeveye göre analiz edilmiştir. Örneğin, GF ile gerçekleştirilen görüşmede tüm öğrencilere aynı yaklaşımla sorularak kayıt altına alınmış, görüşmelerin yazıya dönüştürülerek içerik analizine tabi tutulmasında veri kodlarının ve temaların kavramsallaştırılması süreci ve yaklaşımı Bursa

Uludağ Üniversitesi'nde görev yapmakta olan bir öğretim üyesi tarafından tutarlık incelemesi gerçekleştirilmiştir. Öğretim üyesi ve araştırmacı tarafından ortaya koyulan kodlar arasından %92'lik bir tutarlık sağlanmıştır. Uyum sağlamayan verilerde ise farklılık içeren veri setleri üzerinde tartışma yöntemiyle ortak görüşlerde birleşilerek uyumlaştırma gerçekleştirilmiştir.

Nitel araştırmanın teyit edilebilirliği, benzer araştırma yapacak araştırmacıların araştırmadaki rollerini belirlemeleri ve karşılaştırılabilir sonuçlar elde etmeleri ile ilgilidir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Araştırmacı da bir araç olarak görüldüğünden, raporda araştırmacı ile ilgili birtakım bilgiler verilmelidir (Patton, 2014). Araştırmada teyit edilebilirlik için gerçekleştirilen teyit incelemesi stratejisinde dışarıdan bir gözlemci tarafından, ulaşılan yargılar, yorumlar ve önerilerin ham verilerle örtüşme durumu incelenir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Araştırmanın teyit edilebilirliğini sağlamak için uygulama sürecinde, araştırmacının rolü, veri kaynakları, araştırma sürecinde oluşan sosyal ortamlar ve süreçler, verilerin çözümlenmesinde ve raporlaştırılmasında kuramsal çerçeveler ve veri toplama araçları ve çözümlene yöntemlerine ilişkin ayrıntılı bilgiler verilmiştir. Yine öğretim üyesi tarafından verilerin yaklaşık olarak %32'lik kısmı tutarlık incelemesi ile teyit edilmiştir.

Bilimsel araştırmaların içermesi gereken en önemli özelliklerinden birisi de etik kurallarına bağlı kalınmasıdır ki araştırmanın geçerliliğini ve güvenilirliği önemli ölçüde etkiye bağlıdır (Merriam, 2013). Uygun yöntem ve tekniklerin kullanılması, tarafsız ve etki altında kalınmadan, dürüst ve objektif olarak araştırmayı gerçekleştirmek ve rapor haline getirmektir (Aziz, 2014). Araştırmacının verileri ön yargılarına göre şekillendirmesi endişesi farklı desenlerin veya farklı görüşlerin rapor edilmesi ile aşılabılır (Patton, 2014). Bu çerçevede elde edilen kayıtlar ve veri toplama araçları olduğu gibi yansıtılmıştır. Bilimselliğe aykırı herhangi bir yanlı davranış sergilenmediği araştırmacı tarafından taahhüt edilmektedir. Araştırmacı bilimin ve ilerlemenin güvene dayalı olduğunun bilincinde hareket etmeye çalışmış, yayın özgünlüğüne, verileri olduğu gibi yansıtmaya özen göstermiştir (Çepni, 2012).

## 4. Bölüm

### Ön Analiz (Apriori Analysis)

Çalışmada uygulanan ÇDM, dinamik geometri uygulamalarının AT ortamına entegre edilerek ve yapılandırmacı bir sınıf ortamında 5E modeli kullanılarak MEB geometri öğretim programında belirtilen çember ve daire ile ilgili kavram ve genellemelerin öğrencilere daha etkin ve kalıcı olarak öğretilbileceği hipotezinden hareketle oluşturulmuştur. Bu amaçla, modülde yer alan etkinlikler kazanım temelinde 5E modeline göre gruplandırılmış ve çalışma yaprakları ile birlikte yapılandırmacı öğretim ortamında öğretmen rehberliğinde öğrencilere uygulanmıştır. Modül, 11 kazanıma ait, 53 etkinlik ve 10 alıştırma etkinliğinden oluşmaktadır. Etkinlikler, kendi içerisinde değişen sayılarda işlem basamaklarından oluşmaktadır.

Etkinlerin 5E modelinin hangi aşamasında yer alması gerektiği, etkinlik sürecinde öğrencilerin elde edeceği kazanımlar, öğrenciler ve öğretmenin uygulama sürecindeki görev ve sorumlulukları, etkinliklerin işleyiş biçimleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Bir kazanım içerisinde, 5E modelinin aşamalarına göre gruplanan etkinliklerden bazıları tek bir aşamada yer alırken (Etkinlik 1.1, Etkinlik 2.1, Etkinlik 2.2 ve Etkinlik 2.3), Etkinlik 1.3, Etkinlik 1.4 ve Etkinlik 1.5 olduğu gibi bazı aşamalar da birden fazla etkinlik yer almıştır. Bunun yanında bazı etkinlikler 5E modelinin birden fazla aşamasını karşıladığı öngörülmüştür. Örneğin, Etkinlik 1.2, 5E modelinin keşfetme ve açıklama aşamalarını birlikte karşıladığı düşünülmektedir. 5'ince ve 8'inci kazanımlarda yer alan, 5E modelinin derinleştirme aşamasındaki etkinlikler döngüsel bir yapıya bürünerek 5E modelinin aşamalarını kendi içerisinde tekrar ettiği öngörülmüştür.

Tablo 14'de modülde yer alan etkinliklerin, 5E modelinin hangi aşamasında yer aldıkları ve her bir etkinlikte yer alan işlem basamakları verilmiştir.

Tablo 14

*Etkinliklerin 5E model aşama karşılıkları*

Kazanım	Etkinlik	5e Modeli Aşamaları	İşlem Basamağı Sayısı
1	Etkinlik 1.1	Dikkat Çekme	4
1	Etkinlik 1.2	Keşfetme – Açıklama	8
1	Etkinlik 1.3	Derinleştirme	7
1	Etkinlik 1.4	Derinleştirme	9
1	Etkinlik 1.5	Derinleştirme	7
2	Etkinlik 2.1	Dikkat Çekme	2
2	Etkinlik 2.2	Keşfetme	3
2	Etkinlik 2.3	Açıklama	7
2	Etkinlik 2.4	Derinleştirme	6
2	Etkinlik 2.5	Derinleştirme	15
2	Etkinlik 2.6	Derinleştirme	2
2	Alıştırma 2	Değerlendirme	-
3	Etkinlik 3.1	Dikkat Çekme	1
3	Etkinlik 3.2	Keşfetme	5
3	Etkinlik 3.3	Açıklama	7
3	Etkinlik 3.4	Derinleştirme	11
3	Alıştırma 3	Değerlendirme	-
4	Etkinlik 4.1	Dikkat Çekme	1
4	Etkinlik 4.2	Keşfetme	2
4	Etkinlik 4.3	Açıklama	9
4	Etkinlik 4.4	Derinleştirme	5
4	Etkinlik 4.5	Derinleştirme	4

Kazanım	Etkinlik	5e Modeli Aşamaları	İşlem Basamağı Sayısı
4	Alıştırma 4	Değerlendirme	-
5	Etkinlik 5.1	Dikkat Çekme	2
5	Etkinlik 5.2	Keşfetme	5
5	Etkinlik 5.3	Açıklama	6
5	Etkinlik 5.4	Derinleştirme (Dikkat Çekme)	2
5	Etkinlik 5.5	Derinleştirme (Keşfetme)	8
5	Etkinlik 5.6	Derinleştirme (Keşfetme)	5
5	Alıştırma 5	Değerlendirme	-
6	Etkinlik 6.1	Dikkat Çekme	1
6	Etkinlik 6.2	Keşfetme	12
6	Etkinlik 6.3	Keşfetme / Açıklama	9
6	Etkinlik 6.4	Derinleştirme	9
6	Etkinlik 6.5	Derinleştirme	5
6	Etkinlik 6.6	Derinleştirme	10
6	Etkinlik 6.7	Derinleştirme	10
6	Etkinlik 6.8	Derinleştirme	8
6	Etkinlik 6.9	Derinleştirme	7
6	Alıştırma 6	Değerlendirme	-
7	Etkinlik 7.1	Dikkat Çekme	7
7	Etkinlik 7.2	Keşfetme	3
7	Etkinlik 7.3	Keşfetme	5
7	Alıştırma 7	Değerlendirme	-
8	Etkinlik 8.1	Dikkat Çekme	1
8	Etkinlik 8.2	Keşfetme	5

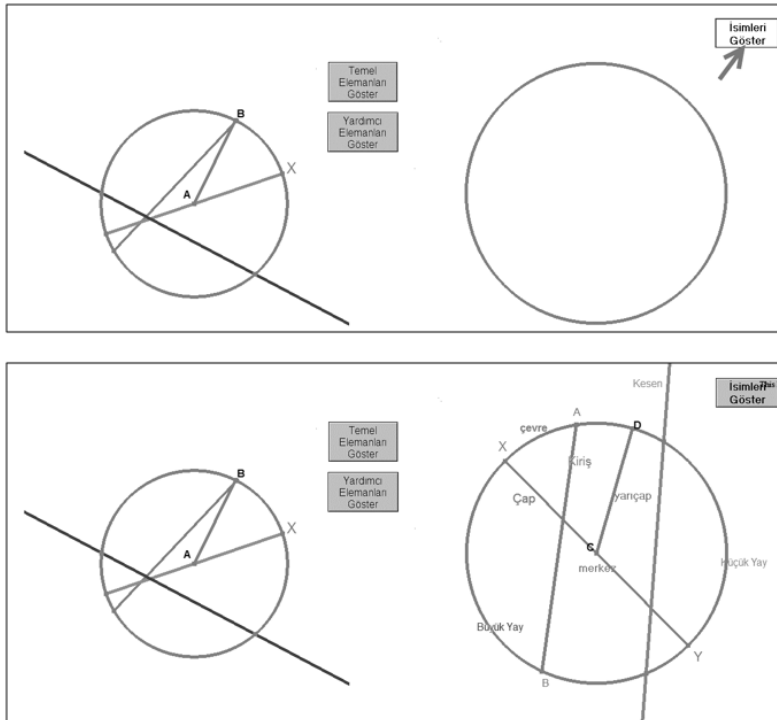
Kazanım	Etkinlik	5e Modeli Aşamaları	İşlem Basamağı Sayısı
8	Etkinlik 8.3	Açıklama	12
8	Etkinlik 8.4	Açıklama	13
8	Etkinlik 8.5	Açıklama	5
8	Etkinlik 8.6	Derinleştirme - Dikkat Çekme	1
8	Etkinlik 8.7	Derinleştirme - Keşfetme	7
8	Etkinlik 8.8	Derinleştirme - Keşfetme	3
8	Etkinlik 8.9	Derinleştirme - Keşfetme	6
8	Alıştırma 8	Değerlendirme	-
9	Etkinlik 9.1	Dikkat Çekme	3
9	Etkinlik 9.2	Keşfetme / Açıklama	8
9	Etkinlik 9.3	Derinleştirme	12
9	Etkinlik 9.4	Derinleştirme	5
9	Etkinlik 9.5	Derinleştirme	6
9	Etkinlik 9.6	Derinleştirme	4
9	Alıştırma 9	Değerlendirme	-
10	Etkinlik 10.1	Dikkat Çekme	2
10	Etkinlik 10.2	Keşfetme	6
10	Etkinlik 10.3	Keşfetme	4
10	Etkinlik 10.4	Açıklama	9
10	Etkinlik 10.5	Açıklama	17
10	Etkinlik 10.6	Derinleştirme	10
10	Alıştırma 10	Değerlendirme	-
11	Etkinlik 11.1	Dikkat Çekme	1
11	Etkinlik 11.2	Keşfetme	8



Kazanım	Etkinlik	5e Modeli Aşamaları	İşlem Basamağı Sayısı
11	Etkinlik 11.3	Keşfetme / Açılama	8
11	Alıştırma 11	Değerlendirme	-

Araştırmada üzerinde durulan konulardan birisi olan geribildirim, ÖÇK'nın kullanıldığı uygulama sürecinde AT üzerinde yapılan uygulamalarla verilmektedir. Başka bir deyişle, ÖÇK'da öğrenciler kendilerine verilen sorulara cevap verdiklerinde ya da işlem basamaklarında belirtilen uygulamaları yaptıklarında ve düşüncelerini belirttiklerinde sonraki işlem basamağına geçerler. Sonraki basamakta, önceki basamakta verilmesi gereken cevaplar etkinlik üzerinde sunulmaktadır. Böylece öğrenciler, yaptığı işlem ya da verdiği cevaplarla ilgili anında geribildirim alabilmekte ve anlaşılmayan kavram ya da genellemeyi anında araştırmacıya sorabilmektedir. Geribildirim verilmesi ile ilgili aşağıdaki Resim 40'da bir örnek yer almaktadır.

Resim 40

*Geribildirim*

Örneğin Etkinlik 1.2'ye ait bu resimlerden ilkinde, öğrencilerden dördüncü işlem basamağında bir takım işlemleri yapmaları istendikten sonra beşinci basamağa geçtiklerinde, *isimleri göster* yazılı butona basarak önceki basamakla ilgili geribildirim almaları sağlanmıştır.

Etkinliklerin, hangi nedenlerle 5E modelinin ilgili aşamada yer aldığı, her bir etkinlikte ulaşılması ön görülen hedeflerin ne olduğu, her bir etkinlikte AT'nin ne kadar etkin kullanıldığı ile ilgili düşünceler ayrıntılı bir şekilde tartışılmıştır. Genel olarak, YÖY'ün temel felsefesine uygun olarak öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerinde aktif olmaları gerekliliği göz önünde bulundurularak, mümkün olan en üst düzeyde AT ile etkileşimde bulunmaları, sunulan nesnelere üzerinde değişiklikler yaparak farklı durumları tartışma fırsatı sunmak ve elde ettikleri bilgileri arkadaşlarıyla tartışarak bilgi yapılarını oluşturmaları amaçlanmıştır. Genellikle dikkat çekme aşamasında bulunan animasyonlarda, etkileşim düzeyi düşük kalmakla birlikte, bu düzeyin amacının problem durumunun ortaya konması, ilgi çekmek ve ön bilgileri ortaya çıkarılması olduğu düşünüldüğünde etkileşimin diğer etkinliklere göre daha az olmasının doğal bir durum olduğu düşünülmüştür.

#### **4.1. Birinci Kazanıma Ait Etkinlikler**

**4.1.1. Etkinlik 1.1.** Bu etkinlik, birinci kazanım için 5E modelinin dikkat çekme aşamasında yer almaktadır. Öğrencilerin ilgisini çekmek için çevrelerinden nesnelere animasyon hazırlanarak sunulması ve merak uyandırmak amacıyla bu nesnelere ilgili sorular yönelmesi yönüyle dikkat çekme aşamasına uygun olduğu öngörülmektedir. AT ortamında öğrenciler, merak ettikleri nesneye dokunarak ilgili nesneye ait animasyonu görmeleri dışında bir etkileşimde bulunmamaktadır. Bu yönüyle, genel olarak amaç merak uyandırmak ve ilgi çekmek olduğundan AT ile etkileşim düzeyi buna göre belirlenmiştir.

Çalışma yapraklarından bu etkinlik ile ilgili olarak verilen işlem basamaklarının birincisinde öğrencilerin *şekillerin ortak özelliği* sorulmakta ve *çokgen, kenarı var ve kapalı olmaları* cevabını verecekleri düşünülmektedir.

İkinci aşamada, animasyonlarda şekillerin işaret edilen çokgene ait elemanın adı sorulmuş ve büyük olasılıkla *kenar* cevabını verecekleri öngörülmektedir.

Üçüncü aşamada, öğrencilerin kenar sayısı artan çokgenler ile ilgili, kenar sayısı artan çokgenlerin hangi şekle benzemeye başladıkları ile ilgili gözlem yaparak, *kenarlar kısalıyor, kenar sayısı artıyor ve giderek çembere benziyor* gibi cevaplar verecekleri hipotezi kurulmuştur.

Son aşamada, öğrencilerin ilk üç aşama ile ilgili genellemede bulunmaları istenmiş ve *çokgenlerin kenar sayısı artırıldığında çembere benzemeye başlar* gibi bir cevap vermeleri beklenmektedir. Böylece bu aşamaları takip eden öğrencilerin, çokgen kavramından hareketle çember kavramının ortaya çıkış sürecini öğrenecekleri varsayımında bulunmaktadır.

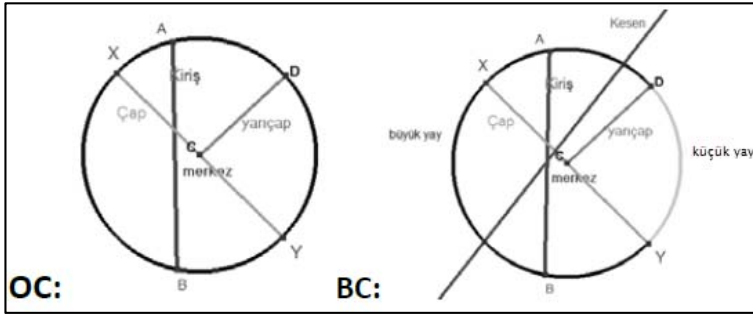
**4.1.2. Etkinlik 1.2.** Çemberin elemanları ile ilgili bu etkinliğin, 5E modelinin keşfetme ve açıklama aşamalarının ikisini de karşıladığı düşünülmektedir. Keşfetme aşamasına uygun olarak öğrenci merkezli aktiviteler içermesi, bir önceki etkinlikten hareketle yeni fikirler edinmeye doğru yol alması ve şekil üzerinde çeşitli manipülasyonlar yaparak gözlem yapma fırsatı sağlayacağı düşünülmektedir. Öğrencilerin çemberin elemanlarını açıklama ile ilgili aşamaların yer alması ve bunlar ile ilgili fikirlerini tartıştığı bir ortam bulması açıklama aşamasını da karşıladığı öngörüsünü desteklemektedir.

AT ile etkileşim düzeyi açısından, işlem basamak sayısı düşünüldüğünde düşük düzeyde etkin kullanım olduğu düşüncesini uyarabileceği öngörülmüştür. Ancak Şekilleri özgürce manipüle etme fırsatı sunarak çeşitli hipotezler kurma ve bunlarla ilgili denemeler yapmayı sağlaması sebebiyle bu etkinlikle ilgili ulaşılmak istenen amaç için AT'nin etkin olarak kullanılacağı düşünülmektedir.

Çemberin elemanlarını, temel ve yardımcı elemanlar olarak sınıflandırılmaları ile ilgili etkinliğin ilk aşamasında öğrencilerin hatırlamalarına fırsat verilerek şekil üzerinde çizmeleri beklenmektedir. Resim 41’de öğrencilerin bu aşamada verecekleri olası cevap ile vermeleri gereken cevabı içermektedir. Öğrencilerin kesen ve yay gibi elemanları hatırlamayacağı düşünülmektedir.

Resim 41

*Etkinlik 1.2 olası cevap ve beklenen cevap*

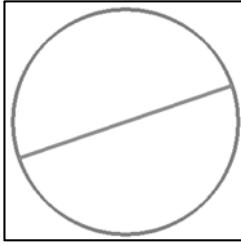


İkinci aşamada ilk aşamada belirtilen elemanları, *Temel elemanlar, yarıçap, çap, merkez noktası ve yardımcı elemanlar, giriş, teğet* şeklinde sınıflamaları beklenmekte, üçüncü ve dördüncü aşamalarda sınıflama ile ilgili geri bildirimde bulunarak yeni hipotezlerini yine test etme fırsatı verileceği düşünülmektedir.

Beşinci aşamada öğrencilerin, isimlerini öğrendiği elemanları şekil üzerinde manipüle etme, yeni hipotezler kurma ve deneme yapma fırsatı bulacağı ve *çap yazısı çıktı* şeklinde gözlemlerini sunacağı düşünülmüştür. Altıncı aşamada, önceki basamağa ait elde ettikleri bilgileri *merkezden geçen doğru çap olur* ifadesini belirterek açıklama düzeyine gelecekleri ve yedinci basamakta çap kavramı ile giriş kavramı arasındaki ilişkiyi gösteren şekil çizmeleri ön görülmektedir (bkz. Resim 42). Ancak şekli çizerken merkez noktasının belirtmeleri beklenmemektedir.

Resim 42

*Etkinlik 1.2 çap ve kiriş kavramı beklenen cevap*



Sekizinci aşamada, öğrencilerin yaylardaki değişimi fark ederek büyük yay ve küçük yay kavramlarını gözlemleyerek aralarındaki ilişkiyi *küçük yay büyüdü, büyük yay da, küçüldü. Çünkü çemberin yarısını geçti* ifadesi ile açıklamaları beklenmektedir. Bu aşamada da manipülasyon yaparak yaylardaki değişimi gözlemlemeleri ve açıklamaları öngörülmüştür. Böylece bu etkinlikle öğrencilerin, çemberin elemanlarını içeren kavramlar ile ilgili ön öğrenmelerini ortaya çıkarmak ve hatırlamalarını sağlamak amaçlanmıştır.

**4.1.3. Etkinlik 1.3.** Üçüncü etkinliği 5E modelinin dördüncü aşaması olan derinleştirme aşamasıyla eşleştiği hipotezine dayanarak hazırlanmıştır. Yay ve kiriş kavramlarına ek olarak yayların toplam değerleri ile ilgili ek durumun verilmesi ve elde edilen bilgilerin bu yeni durumda kullanılmasının sağlanması bu aşama ile örtüştüğü düşünülmektedir. Ayrıca etkinliğin genelinde yer alan yayları özgürce manipüle etme fırsatı verilerek AT ortamının etkin kullanılacağı öngörülmüştür.

Etkinliğin ilk dört aşamasında yayların ölçüleri ile çeşitli durumlarda gözlemler yaparak *artar-azalır ve değişmez* cevaplarını kullanmak koşuluyla sonuçları istenmekle birlikte, bu aşamalardaki cevapların öğrenciler tarafından doğru bir şekilde verecekleri beklenmektedir.

Beşinci aşamada yay toplamlarını *hangi noktayı hareket ettirdiysek eşit kaldılar* ifadesi ile doğru olarak sonuçlandıracakları beklenmektedir. Altıncı aşama ise önceki aşamaya ait düşüncenin matematiksel ifadesi olmakla birlikte  $(\widehat{AOC}) = (\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$  yazarak doğru

cevaplandırmaları beklenmektedir. Son olarak derinleştirme aşamasının karakteristik yapısına uygun olarak elde edilen bilgilerden hareketle yayların toplam ölçüleri ile ilgili yeni durum bilgisini, *yan yana iki yay toplamda büyük yaya eşittir* cevabını vererek oluşturacakları öngörülmektedir. Böylece iki yayın toplamı aynı zamanda o yayların toplamı olan büyük yaya eşit olduğunu AT'nin etkileşim özelliği ile keşfederek öğretiminin gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir.

**4.1.4. Etkinlik 1.4.** Çemberinle elemanları ile ilgili bilgilerin kullanılarak daha üst düzeyde çemberlerin eşlik ve benzerlikleri ile ilgili öğrenmelerin yeni bir duruma ve yeni kavramlara uyarlama ile ek problem durumlarının ortaya çıktığı düşünüldüğünden bu etkinlik 5E modelinin derinleştirme aşamasıyla ilişkilendirilmiştir.

Eş ve benzer çember vurgusu yapmak üzere hazırlanan bu etkinlikte çemberlerin eşlik ve benzerlik durumlarını net bir şekilde ortaya koymak üzere kurgulanan manipüle davranışlarında AT'nin etkin bir şekilde kullanılması planlanmıştır. Eş ve benzer çemberlerin birlikte manipüle edilerek aralarındaki durumu karşılaştırma fırsatı bulan öğrencilerin bu kavramları kalıcı ve etkili öğrenmelerine AT'nin önemli katkı sağlayacağı hipotezi kurulmuştur.

Etkinliğin ilk aşamasında, öğrencilerin manipülasyon sonucu aralarındaki oranın değişmediğini gördüğü çember durumu için *ikisi de aynı şekilde büyüyüp küçülmekte* ifadesine benzer bir ifade kullanarak gözlemlerini belirtmeleri beklenmektedir. Çemberler arasındaki bu ilişkiyi çemberlerin üst üste getirilerek test edilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Daha kesin bir sonuca ulaşmak için ikinci aşamada çemberleri üst üste yerleştirmeleri ve *ikisi de aynı şekilde büyüyüp küçülmekte* düşüncesini korumaları beklenmektedir. Üçüncü aşamada derinleştirme aşamasına uygun olarak çemberlerin benzerliği kavramına ulaşacakları ve dördüncü aşamada bu çemberlerin özelliğini *büyüklüğü aynı* cümlesine benzer bir şekilde ifade edebilecekleri düşünülmektedir.

Birinci aşamada olduğu gibi besinci basamakta yine öğrencilerin manipülasyonla farklı büyüklükte çemberlerle denemeler, gözlemler yapmaları ve *yine aynı oranda büyüyüp küçülmektedir*, altıncı basamakta çemberleri üst üste getirilerek oran olarak çember büyüklükleri test etmeleri, bundan hareketle *yine aynı oranda büyüyüp küçülmektedir* düşüncesini koruyacakları düşünülmektedir.

Yedinci aşamada bu çemberlere *sabit oranlı* gibi bir isim vermeleri ve sekizinci aşamada bu çemberlerin özelliğini büyüklüklerinin farklı olduğunu belirtecek bir ifade etmeleri ve son ve dokuzuncu aşamada farklı büyüklükteki tüm çemberler için *benzer çemberler* genellemesinde bulunmaları beklenmektedir.

Etkinlik, kazandırmayı amaçladığı kavramlar bakımından çember elemanlarından hareketle tüm çemberleri içeren bir genellemeye ulaşılmasını sağlayacağı düşünülmektedir.

**4.1.5. Etkinlik 1.5.** Birinci kazanıma ait sonuncu etkinlikte önceki etkinlikten elde edilen çember eşliği ve benzerliği durumlarının yaylara uyarlanması gibi yeni bir problem durumu sunması sebebiyle 5E modelinin derinleştirme aşaması ile uyumlu olduğu hipotezi savunulmaktadır. Öğrencilerin, yayları, komşuluk ve benzerlik özelliklerini ve ortak özelliklerini koruyarak ve vurgulayarak test etme fırsatı bulmaları AT'nin bu etkinlikte yaygın kullanımını işaret ettiği düşünülmektedir.

Etkinlikte ilk olarak öğrencilerin bir takım değerleri not etmeleri, ikinci aşamada manipülasyonla ortaya çıkan değişimi gözlemlenmeleri ve *İkisi de aynı şekilde büyüyüp küçülmekte* gibi bir düşünceyi ifade etmeleri, üçüncü aşamada bu özellikteki yaylara *aynı yaylar* gibi bir isim vermeleri, dördüncü aşamada bu isimden hareketle *uzunluğu aynı, aynı şekilde büyüyüp küçülüyorlar* şeklinde özelliklerini açıklamaları beklenmektedir.

Beşinci, altıncı ve yedinci aşamalarda ise öğrencilerin eş yaylar ile ilgili süreci benzer yaylarda yaşayarak isimlendirmeleri ve özelliklerini ortaya koymaları beklenmektedir. Ancak örneğin ortak özelliklerini belirtirken *bir doğru parçası ortak olan yaylar* ifadesinde yer alan

*doğru parçası* kavramını kullanma konusunda özen göstermeyip *doğru* kavramını kullanmaları beklenmektedir.

Bu aşamaları takip eden öğrencilerin, söz konusu etkinlik sonucunda eş ve benzer kavramlarını öğrenmelerinin yanında özelliklerini de kavratmak amaçlanmıştır.

## 4.2. İkinci Kazanıma Ait Etkinlikler

**4.2.1. Etkinlik 2.1.** İkinci kazanıma ait ilk etkinlik, giriş kavramı ve özelliklerini genelleme ile ilgilidir. Flash animasyonu olarak tasarlanan etkinlikte asıl amaç, problem durumunu ortaya koymak olduğundan etkileşim düzeyi bu amaç çerçevesinde belirlenmiştir. Bu amaç, etkinliğin 5E modelinin dikkat çekme düzeyine dâhil edilmesinde belirleyici olmuştur.

Etkinlikte ilk olarak, günlük hayattan bir problem durumu verilerek öğrencilerin problem üzerinde düşünmeleri ve çözüm aramaları hedeflenmiştir. Öğrencilerin bu aşamada tahmini olarak şeklin orta noktası belirleyip bu noktadan geçen kırışler çizmeleri beklenmektedir. Başka bir deyişle çemberin merkez noktasını kesin ve net olarak belirleyebilecekleri düşünülmemektedir.

İkinci aşamada ise bu problemin gerçek hayattan matematiğe aktarılması düşüncesinden hareketle *Çemberin merkezi nasıl bulunur?* sorusuna benzer bir cümleyle matematiksel olarak ifade etmeleri beklenmektedir.

Dikkat çekmenin yanında, öğrencilerin akıl yürüterek çemberin orta noktasının nasıl bulunacağı üzerine düşünmelerini sağlamayı amaçlayan bu etkinliğin zihinsel süreçleri harekete geçirmesi beklenmektedir. Böylece öğrencilerin enformel bilgilerini ortaya çıkararak düşünme becerilerine katkı sağlayacağı düşüncesi baskındır.

**4.2.2. Etkinlik 2.2.** İkinci etkinlik 5E modelinin keşfetme aşamasına dâhil edilmiştir. Bunun başlıca nedeni, öğrencilerin kırışlerin orta noktaları ile ilgili manipülasyonlar yaparak,



kesiştikleri noktaları keşfetmeye yönlendirmeye çalışmaktır. Bu durumun keşfetme aşamasıyla uyumlu olduğu düşünülmektedir.

Öğrencilerin çembere ait kirişlerle, kiriş olma özelliklerini koruyacak şekilde kolayca keşfetme faaliyeti yapabilecekleri düşünülen etkinlikte AT ile etkileşimin önemli yer tutacağı düşünülmektedir. Bu nedenle mümkün olan en yüksek etkileşim düzeyi sağlanmaya çalışılmıştır.

Etkinliğin ilk aşamasında kirişlerin başlangıç ve bitiş noktalarını çember üzerinde hareket ettirerek denemeler ve gözlemler yapmaları, bunun sonucunda da *Doğruların hepsi bir noktada kesişti* gibi bir ifade ile gözlemlerini belirtmeleri beklenmektedir. İkinci aşamada, kiriş kavramı hatırlatarak matematiksel ifade etmeyi teşvik etmek amacıyla soru sorulmuştur ve *kiriş* cevabı alınarak bu amacın gerçekleşmesi beklenmektedir.

Son aşamada öğrencilerin başlangıçtaki problem durumundan bir adım daha ilerledikleri düşünülerek soru sorulmuş ve *Orta dikmelerin kesişim noktalarıdır* cümlesine benzer bir cevap vererek merkez noktasının yeri konusunda tahminde bulunmaları beklenmekle birlikte, orta dikmelerin kesişim noktalarının çemberin merkezi olduğunu kesin bir dille ifade etmeleri beklenmemektedir. Böylece öğrenciler denemeler ve gözlemler sonucu merkez noktasının konumunu tahmin ederek belirleyecekler ve sonraki etkinlikle bu tahminlerini açıklayabilecekleri hipotezi savunulmaktadır.

AT kullanımının en önemli avantajlarından biri olduğu düşünülen deneme yapma fırsatı bu etkinlikte önemli yer tutmaktadır. Özellikle genellemeyi keşfetmenin özel bir sunumu olarak görülmektedir.

**4.2.3. Etkinlik 2.3.** Öğrencilerin bu etkinlikte kirişlerin orta dikmesinin daima merkezden geçtiğini kesin olarak açıklamaları beklenmesi ve elde ettikleri bilgileri tartışmaları nedeniyle 5E modelinin açıklama aşamasına uygunluk gösterdiği

düşünülmektedir. Öğrencilerin yoğun olarak etkileşim sağlayabilecekleri bir etkinlik olduğundan AT'nin etkin kullanılması amaçlanmaktadır.

Etkinlikte ilk üç aşamada çeşitli yönlendirmelerle öğrencilerin çeşitli denemeler yapmaları teşvik edilerek gözlemlerini belirtmeleri istenmiştir. Birinci aşamada beklenen cevabı verecekleri düşünülmemektedir. Bunun yerine gözlem yaparken değerlerin değişimine odaklanacakları olasılığı dikkate alınmıştır. Bu nedenle ikinci aşamada yönlendirmelerle gözlemlerini amaca odaklama düşüncesi baskındır ve *K noktasını oluşturan doğru parçaları eşit oluyor* ifadesi ile bu durumun gerçekleşmesi beklenmektedir. Üçüncü aşamada ise, daha belirgin işaretlerle tahmin etmelerini sağlayacak etkileşim ile *d doğrusu üzerinde yer alması gerektiği düşüncesi* verilmeye çalışılmıştır ve *d doğrusu üzerinde çemberin ortalarına bir yer* cümlesiyle bunu ifade etmeleri beklenmektedir.

Dördüncü aşamada yapılan denemeler sonucu merkez noktasının yerini belirlemeye çalışacakları ve beşinci aşamada *d doğrusu üzerinde olup olamayacağını Olamaz. Çünkü k noktasını oluşturan doğrular eşit olmuyor* şeklinde açıklamaları beklenmektedir. Başka bir deyişle elde ettikleri gözlem verilerini sunmaları ve altıncı aşamada elde ettikleri verileri doğrulamaları ve yedinci aşamada bunları açıklamaları beklenmektedir.

Önceki etkinliğe benzer biçimde AT'nin etkin kullanımının gerçekleşeceği etkinliklerden biri olarak düşünülmektedir. Önceki etkinliğe ek olarak genelleme ile ilgili özellikleri belirleme işleminin, AT'nin sağladığı fırsatlar ölçüsünde oldukça kolay ve etkili olarak gerçekleştirilmesi beklenmektedir.

**4.2.4. Etkinlik 2.4.** 5E modelinin derinleştirme aşamasına karşılık geldiği düşünülen bu etkinlikte bunun en belirgin göstergesi, elde edilen öğrenmelerin yeni bir duruma uyarlanması olarak görülmektedir. Yarıçapın ve  $\overline{OP}$ 'nin, farklı durumlarda değerini koruyup korumadığını test etmek üzere AT etkinlikleri içererek AT'nin etkin kullanımının sağlandığı düşünülmektedir.

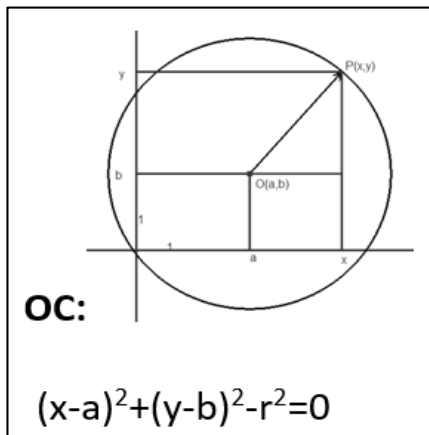
Etkinliğin ilk üç aşamasında  $r$  ve  $\overline{OP}$  arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve dördüncü ve beşinci aşamalarda bu ilişkinin ve elde edilen eşitliğin farklı durumlar için test edilmesi amaçlanmaktadır. Bu aşamaya kadar öğrencilerin gözlemlerini modülde yer alan, beklenen cevaplarla uyumlu olarak ifade etmeleri beklenmektedir. Altıncı aşamada çemberin vektörel denklemi ile ilgili eşitliğe bir ad vermeleri istenmekte ve *yarıçap eşitliği* gibi bir ifade kullanmaları beklenmektedir.

AT'nin özellikle kavram ve genellemeleri kazandırmaktan daha çok özellikleri belirleme ve farklı değerler için test etme amaçlı kullanıldığı etkinliklerden biri olup bunun varsayım oluşturma bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

**4.2.5. Etkinlik 2.5.** Beşinci etkinlik, dördüncüsünde olduğu gibi, önceki verilerden yeni öğrenmeler ortaya koyması sebebiyle derinleştirme aşamasında yer alması kararlaştırılmıştır. Bu etkinlikte sık sık matematiksel eşitliklere yer verilmesi, AT ile etkileşim düzeyini belirlemede etken olmuştur. Etkinliğin aşamalarının hangi hedefe nasıl götürdüğü sorusunun cevaplanması noktasında, ilk aşamada öğrencilerin manipülasyon yapması ve buna bağlı olarak ikinci aşamada  $\overline{OP}$ 'yi hesaplayacak bir formül bulmaları istenmiştir ve Resim 43'deki gibi bir şekil çizerek formülü elde edebilecekleri düşünülmektedir.

Resim 43

*Etkinlik 2.5 olası cevap*



Üçüncü aşamada elde edilen eşitlikte değişimi gözlemlemek üzere öğrencilerin AT ile etkileşimde bulunmaları istenmekte ve dördüncü aşamada elde ettikleri eşitliği isimlendirmeleri ve *Çember formülü* ismini vermeleri beklenmektedir.

Beşinci aşamadan on üçüncü aşamaya kadar elde edilen eşitlik üzerinde çeşitli işlemler yapmak üzere öğrenciler yönlendirilmektedir. On üçüncü aşamada, öğrencilerin çemberin standart denkleminde çemberin merkez noktasının koordinatlarının elde edilmesine yönelik eşitliği elde etmeleri ve on dördüncü aşamada bununla ilgili *Merkez noktasının koordinatları, formülden hemen bulunabilir* ifadesini kullanarak çıkarımda bulunmaları beklenmektedir. Ancak koordinatların nasıl bulunacağını belirtmeleri beklenmemektedir. On beşinci aşamada nasıl elde edebilecekleri ve nedenini belirtmeleri, bunun içinde *Evet elde edilir. X'in önündeki değer yarısı merkezin x' değerini, y'nin önündeki değer yarısı y değerini oluşturur* ifadesini kullanmaları beklenmektedir.

Çemberin genel denklemini keşfetme sürecine dayanan bu etkinlikte, özellikle matematiksel işlemlerin yoğunluğunun AT kullanımına çok fazla gerek olmadığı düşüncesi uyandırabilir. Oysa orijin dışında yer alan çemberlerin denklemini elde ederken orijine olan mesafeden dolayı ortaya çıkan durumu ve farklı konumlardaki durumları inceleme ihtiyacı AT'nin gerekliliğini ortaya çıkaracağı düşünülmektedir.

**4.2.6. Etkinlik 2.6.** Çemberin standart denkleminin elde edilmesinden sonra özel konumlu çemberlerin öğrenilmesi amacıyla kurgulanan bu etkinlik 5E modelinin derinleştirme aşamasında yer almaktadır. İki ana işlem basamağından oluşmaktadır. İlk aşama kendi içerisinde birbirinin alternatifi beş aşamayı içermektedir. Etkinliğin tamamına yakını etkileşim içerdiğinden ve öğrencilere, farklı konumlara ait çemberleri hızlı ve etkili bir biçimde elde edebilme fırsatı sağlayacağından AT'nin etkin kullanılacağı düşünülmektedir.

İlk işlem basamağının alt basamaklarının her birinde çemberi farklı konumlara taşımaları istenerek farklı konumlarda çemberin standart denklemindeki değer değişimleri

gözlemleyerek belirli özelliklere sahip özel denklemler elde etmeleri amaçlanmaktadır ve beklenen cevaplar doğrultusunda öğrencilerin ön görülen cevapları vermeleri beklenmektedir.

Tablo 15 alt aşamalarda öğrencilerin olası cevapları ve beklenen cevapları içermekte ve uyumlu olmaları beklenmektedir.

Tablo 15

*Etkinlik 2.6 birinci işlem basamağı alt maddeler*

Birinci Basamağın Alt Aşamaları	Olası Cevaplar (OC) Ve Beklenen Cevaplar (BC)
a) Orijine taşındığında	OC: a, b merkezde yani 0 olurlar. $(x-0)^2+(y-0)^2-r^2=0$ , $x^2+y^2-r^2=0$ BC: a, b merkezde yani 0 olurlar. $(x-0)^2+(y-0)^2-r^2=0$ , $x^2+y^2-r^2=0$
b) X ekseninde pozitif bölgeye taşındığında	OC: b, 0 olur, $(x-a)^2+y^2-r^2=0$ olur BC: b, 0 olur, $(x-a)^2+y^2-r^2=0$ olur
c) X ekseninde pozitif bölgeye taşındığında	OC: b, 0 olur, $((-x)-(-a))^2+y^2-r^2=0$ , $(-x+a)^2+y^2-r^2=0$ olur BC: b, 0 olur, $((-x)-(-a))^2+y^2-r^2=0$ , $(-x+a)^2+y^2-r^2=0$ olur
d) Y ekseninde pozitif bölgeye taşındığında	OC: a, 0 olur, $x^2+(y-b)^2-r^2=0$ BC: a, 0 olur, $x^2+(y-b)^2-r^2=0$
e) Y ekseninde negatif bölgeye taşındığında	OC: a, 0 olur, $x^2+(-y+b)^2-r^2=0$ BC: a, 0 olur, $x^2+(-y+b)^2-r^2=0$

Tablo 15’de ikinci basamakta ise, öğrencilerin bu tür çemberlere *özel çemberler* gibi bir isim verecekleri öngörülmektedir.

Belirtilen konumlarda çember denkleminin durumunun incelenmesi ile *özel konumlu çemberler* kavramının öğretimi amaçlanmaktadır. Bu durumda AT’nin farklı konumları test etme ve bunu sınıf ortamında sunmada sağladığı kolaylıklar kavramın öğretimini pratik ve kolay anlaşılabilir hale getirmektedir.

**4.2.7. Alıştırma 2.** İkinci kazanımın sonunda kavram ve genellemelerin pekiştirilmesi amacıyla sunulan etkinlikte öğrencilere üç alt maddeden oluşan bir alıştırma verilmiştir. Çemberlerin verilen bilgiler ışığında standart denklemlerini elde etmeleri istenmiştir. Alıştırmanın çözümü için verilen işlem basamaklarında ise öğrencilerin standart denkleme ulaştıracak işlem basamaklarına yer verilmiştir. Öğrencilerin alıştırmada istenen sonuca ulaşacakları beklenmekle birlikte, etkileşime gerek görülmemiş, AT ve DGY sunum aracı olarak kullanılmıştır.

### 4.3. Üçüncü Kazanıma Ait Etkinlikler

**4.3.1. Etkinlik 3.1.** Çemberin parametrik denklemini için problem durumu ortaya koyma amacı olan etkinliğin bu sebeple 5E modelinin dikkat çekme aşamasında bulunduğu düşünüldükçe, buna göre AT ile etkileşim gerekli görülmemiştir. Merkezi orijinde olan çemberin üzerindeki bir nokta ile merkez noktası arasındaki mesafenin bulunması için gerekli bilgi ya da bilgilerin ne olabileceği sorusu ile problem durumunun ortaya koyulduğu bu etkinlik bu yönüyle dikkat çekme aşamasıyla uyumlu olduğu hipotezi savunulmaktadır.

Tek işlem basamağının bulunduğu etkinlikte, öğrencilerin ilgili animasyonla gerçek ya da gerçek olması muhtemel bir durumdan hareketle öğrencilerin düşünmeleri sağlanmıştır. Sonuç olarak,  $x$  ve  $y$ ’yi *bilmek yeterli* bilgisini vermeleri beklenmektedir. Böylece bu etkinlikle çemberin analitiğine giriş yapılması hedeflenmiştir.

**4.3.2. Etkinlik 3.2.** 5E modelinin keşfetme aşamasında bulunan bu etkinlik ile öğrencilerin çember ile ilgili parametrik denklem kavramını, kavram ile ilgili eşitliği ve farklı durumlar için ortaya çıkabilecek değişimleri keşfetmeleri beklenmektedir. P noktası çember üzerinde kalmak koşuluyla, farklı konumlarda eşitliğin gözlenmesi için gerekli aktiviteleri AT ile etkileşim içinde yapmaları planlanmıştır. Bu doğrultuda ilk ve ikinci işlem basamaklarında öğrenciler yönlendirilerek parametrik denklemi beklendiği gibi doğru olarak elde etmeleri ve üçüncü basamakta *açıya bağlı çember denklemi* gibi bir isimlendirme yapmaları beklenmektedir.

Dördüncü basamakta cevaplarını kontrol etmeleri amaçlanırken, beşinci basamakta P noktasının farklı konumları için değişimleri keşfetmeleri ve gözlemlenmeleri beklenmektedir ve sonucunda *P, y ekseninde olunca  $x=0$ , x ekseninde olunca  $y=0$  oluyor* ifadesiyle özel durumu belirleyecekleri öngörülmektedir.

İşlem basamakları sonucunda öğrencilerin parametrik denklemin ortaya çıkış sürecini ve değişimleri keşfederek kalıcı bir öğretim yapılması planlanmaktadır.

**4.3.3. Etkinlik 3.3.** Önceki etkinlikteki bilgiler ışığında çember olma şartını açıklaması beklenen öğrencilerin, bu etkinlik ile 5E modelinin açıklama aşamasına geçmeleri beklenmektedir. Çemberin konumunu ve büyüklüğünü değiştirme ve üzerindeki P noktasının çember olma şartı ile olan ilişkisini test etmeyi amaçlayan etkileşim senaryolarının AT'yi en etkin şekilde kullanmayı sağlayacağı düşünülmüştür. Bu etkinlikte, gerek çemberin konumunu gerekse büyüklüğünü değiştirme de geniş fırsatlar sunan AT'nin öğretim sürecindeki etkin kullanımını artırmaktadır.

Etkinliğin birinci işlem basamağında ekranda görünen eşitliğin çemberin hangi elemanlarından elde edildiğini hatırlatması amaçlanarak *Çemberin genel denkleminde* cevabını vermeleri beklenmektedir.

İkinci basamakta matematiksel işlem yapmaları beklenen öğrencilerin Resim 44'deki cevabı verebileceklerine inanılmaktadır.

Resim 44

*Etkinlik 3.3 beklenen cevap*

$$\begin{array}{l}
 F = a^2 + b^2 - r^2 \text{ ise} \\
 r^2 = a^2 + b^2 - F \text{ ve} \\
 D = -2a \text{ ifadesinden } a = \frac{-D}{2} \text{ ve} \\
 E = -2b \text{ ifadesinden } b = \frac{-E}{2} \text{ olduğundan}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 r^2 = \left(\frac{-D}{2}\right)^2 + \left(\frac{-E}{2}\right)^2 - F \\
 r = \sqrt{\left(\frac{-D}{2}\right)^2 + \left(\frac{-E}{2}\right)^2 - F} \\
 r = \sqrt{\frac{(-D)^2 + (-E)^2 - 4F}{4}} \\
 r = \frac{\sqrt{D^2 + E^2 - 4F}}{2}
 \end{array}$$

Çember olma koşulu ile yarıçap ilişkisini ortaya çıkarma amacı olan üçüncü basamakta *çember oluşması için r'nin 0'dan büyük olması gerekir* cevabını vererek amaca ulaşacakları öngörülmektedir. Dördüncü basamakta ipucu verilmekte ve beşinci, altıncı ve yedinci basamaklarda öğrencilerin manipülasyon yaparak beşinci basamakta *r giderek 0'a yaklaşıyor*, altıncı basamakta *çember ve yarıçap değişmiyor* ve yedinci basamakta *çember ve yarıçap değişmiyor* cümlelerini yazarak gözlemlerini açıklamaları beklenmektedir. Sonuç olarak öğrencilerin çembere ait bir takım genellemeleri öğrendikten sonra çember olma koşulunu ortaya çıkararak açıklamaları beklenmektedir.

**4.3.4. Etkinlik 3.4.** Etkinliğin 5E modelinde, dâhil olduğu düşünülen aşama, derinleştirme aşamasıdır. Bu etkinlikte çemberin standart denkleminde, parametrik denkleme geçiş ele alınırken aynı zamanda çemberin merkez noktasının orijin dışında herhangi bir noktaya ötelendiğinde ortaya çıkan parametrik denklemin elde edilmesi durumu söz konusudur. Öğrencilerin öğrendikleri denklemi yeni bir duruma uyarlama ve yeni bilgiler elde etme faaliyetleri, etkinliğin derinleştirme aşamasında yer almasında belirleyici olduğu düşünülmektedir. Genellikle eşitlikler üzerinde çalışılmasına rağmen eşitliklerde



değerlerin test edilmesi, farklı durumlar için farklı değerlerin elde edilmesinin gözlenmesi gibi faaliyetlerin etkinlik için AT ile önemli etkileşim fırsatları sağladığı düşünülmektedir.

Etkinliğin ilk altı işlem basamağında öğrenciler yönlendirilerek çemberin parametrik ve standart denklemleri üzerinde işlemler yaptırılmakta, yedinci basamakta kontrolü sağlanmakta ve işlemleri beklendiği şekilde gerçekleştirecekleri öngörülmektedir. Sekizinci basamakta P noktasının farklı konumlarında elde edilen yeni parametrik denklemdeki değişimin test edilmesi ve gözlenmesi beklenmekte ve öğrencilerin *Sadece açı değişiyor, y eksenine paralel olunca  $\cos 90=0$  olduğundan  $x=a$  oluyor, x eksenine paralel olunca  $\sin 90=0$  olduğundan  $y=b$  oluyor* gibi bir çıkarımda bulunmaları beklenmektedir. Dokuzuncu basamakta bu kez O noktası için aynı durum söz konusu olup benzer şekilde *İkinci bölgede  $x<0$ , üçüncü bölgede  $x<0, y<0$ , dördüncü bölgede  $y<0$  oluyor*, onuncu basamakta çemberin boyutu değiştirildiğinde *x ve y değerleri azalıp artmaktadır. Çember nokta olunca  $x=a, y=b$  olmaktadır* şeklinde gözlemlerini not etmeleri beklenmektedir.

On birinci basamak yeni durumla ilgili genellemede bulunmayı içerirken öğrencilerin *Bir çemberin parametrik denkleminde, merkez orijinden ne kadar uzakta ise o kadar değer eklenir* şeklinde bir genelleme yapmasının zor olmayacağı düşünülmektedir. Bu etkinlikle birlikte öğrencilerin parametrik denklemi elde edilme yöntemini öğrenmeleri ve AT ortamının etkileşimle deneme, test etme gibi fırsatlarından faydalanarak farklı durumlar için parametrik denklemi farklı koşullar altında gözlemlerini sağlamak amaçlanmıştır.

**4.3.5. Alıştırma 3.** Üçüncü kazanıma ait alıştırmada bir çemberin çapının uç noktalarının koordinatları verilmiş ve çembere ait parametrik denklemin bulunması istenmiştir. Bunun için öğrencilerin merkez noktasının koordinatlarını, yarıçap uzunluğunu ve elde ettiği verilerden hareketle çemberin parametrik denklemini yazmaları beklenmektedir. Alıştırmayı yaparken öğrencilerin 2,3 ve 4 numaralı etkinliklerde elde ettikleri bilgilerin tamamını kullanmaları gerekmektedir. Alıştırmanın çözümü için ise önerilen basamaklarda

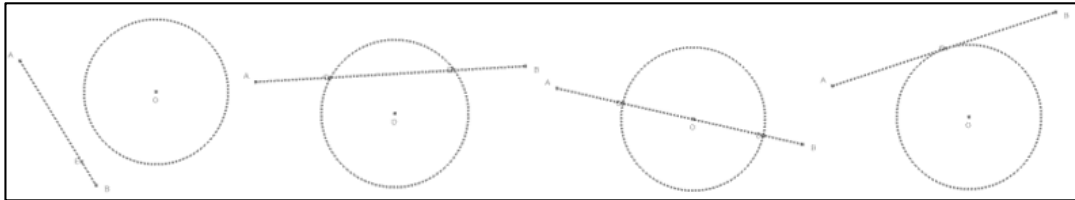
öğrencilerden, önce uç noktaları verilen çapı çizip iki nokta arasındaki uzaklığı bularak hesaplamaları, sonrasında çember üzerindeki herhangi bir nokta  $(P(x,y))$  olarak parametrik denklemi yazmaları istenmiştir. Böylece ilk etapta alıştırmayı yapamayan öğrencilere adım adım ipucu verilerek alıştırmayı tamamlamaları amaçlanmaktadır. Etkileşime gerek duyulmayan alıştırmada, AT ve DGY sınıf ortamında sunum amaçlı kullanılmıştır.

#### 4.4. Dördüncü Kazanıma Ait Etkinlikler

**4.4.1. Etkinlik 4.1.** Dördüncü kazanıma ait problem durumunun sunulduğu ve merak uyandırdığı düşünülen etkinlik, bu nedenle 5E modelinin dikkat çekme aşamasında kabul edilmiştir. Bu durumun AT etkileşimi gerektirmediği ve öğrencilerin ilgisini çekme işlevini yerine getirmesi düşüncesiyle hazırlanmış bir animasyondur. Tek işlem basamağından oluşmakla birlikte öğrencilerin çalışma yapraklarına çizim yaparak bir doğru ile çemberin durumlarını belirlemeleri beklenmektedir. Resim 45’de öğrencilerin çizebileceği düşünülen olası şekiller verilmiştir.

Resim 45

*Etkinlik 4.1 olası cevaplar*



Bu etkinliğin öğrencilerin ilgisini çekerek bir çember ile bir doğrunun durumları konusuna gerçek bir problem durumundan hareketle yoğunlaşmalarını sağlayacağı düşünülmüştür.

**4.4.2. Etkinlik 4.2.** Kısa süreli bir çalışma gerektiren bu etkinlikte öğrencilerin bir doğru ile çemberin birbirine göre konumlarını keşfetmeleri beklendiğinden 5E modelinin keşfetme aşamasına karşılık geldiği düşünülmektedir. Öğrenciler, denemeler yaparak AT ile etkileşim halinde farklı konumları keşfetmeye çalışacaklardır. İlk işlem basamağında

yaptıkları denemelerden sonra önceki etkinlikte fazladan bir durumu ilave edeceklerini düşündüğümüz basamaktaki durumu düzelterek, ikinci basamakta *3 farklı şekilde* cevabını vermeleri beklenmektedir.

Önceki etkinlikte öğrencilerin dikkatlerini çekeceği düşünülen kazanımla ilgili olarak bu etkinlikte AT'nin sunmuş olduğu etkileşim fırsatından yararlanarak serbest denemeler yapma fırsatı sağlanacağı ve önceki etkinlikte çıkan olası hataların bu etkinlikle giderileceği öngörülmektedir.

**4.4.3. Etkinlik 4.3.** Etkinlik 2'deki çember ve doğrunun birbirine göre durumlarını keşfettikten sonra bu etkinlikte öğrenciler diskriminantı inceleyerek durumları açıklama aşamasına geldikleri için, bu etkinliğin 5E modelinin açıklama basamağına karşılık geldiği düşünülmektedir. Diskriminant değerlerindeki değişimi gözlemlemek üzere AT ile etkileşim yapan öğrenciler için etkileşim düzeyi yeterli görülmüştür.

İşlem basamakları analiz edildiğinde, birincisinde öğrencilerin çember ve doğrunun standart denklemlerini hatırlamalarını sağlamaları, ikinci basamağında ise bunların ortak çözümünün anlamını tartışmaları planlanmıştır. İkinci basamak için öğrencilerin *kesişim noktalarını bulmak* cevabını vereceği öngörülmüştür. Üçüncü basamaktan itibaren beşinci basamağa kadar öğrencilere rehberlik ederek denklemlerin ortak çözümünden diskriminant eşitliğini elde etmeleri hedeflenmiştir. Yedinci basamakta diskriminant değerinin durumuna göre doğrunun çemberi kesip kesmediği ya da kaç noktada kestiğinin belirlenmesine yönelik etkileşim sağlanması gerekli görülmüştür ve öğrencilerden *Diskriminant negatif iken : (çemberi kesmiyor), Diskriminantı sıfıra yaklaştırırken : (teğet oluyor), Diskriminant pozitif iken : (iki noktada kesiyor)* sonuçlarını çıkarması beklenmektedir. Sekizinci basamakta,  $\Delta < 0$  doğru çemberi kesmiyor,  $\Delta = 0$  doğru çembere teğet,  $\Delta > 0$  doğru çemberi iki noktada kesiyor genellemesini yapacakları düşünülmektedir. Dokuzuncu basamakta genellemelerini kontrol etmeleri sağlanmaktadır.

Bu etkinlikte çember ve doğrunun kesişme durumlarının diskriminant bakımından incelenmesi amaçlanmış ve bu amaca ulaşılırken aynı zamanda bir çember ve bir doğrunun denklemlerinin ortak çözümünden kesişim noktalarının bulunacağı ön öğrenmesi tekrar edilmiştir.

**4.4.4. Etkinlik 4.4.** Etkinliğin yer alacağı 5E modeli aşamasının, derinleştirme aşaması olduğu düşünülmüştür. Bunun sebebi, çember ve doğru incelemelerinden elde edilen bilgilerden hareketle, normal ve teğet doğruları ile konum vektörü gibi yeni kavram bilgisi oluşturularak daha üst bilgi düzeyine geçilmesi olarak görülmüştür. Kavramsal olarak etkileşim gerektirmeyen bir etkinlik gibi görülebileceği gibi hangi durumda teğet ve normal doğruları olduğunu öğrencinin kendisinin bulması açısından ilk işlem basamağında AT ve DGY aktiviteleri ile etkileşim planlanmıştır. Daha sonraki basamaklarda ise öğrencilerin teğet doğrusunu doğru isimlendirebilecekleri, normal doğrusunu *teğete dik doğru*, *merkez doğrusu* olarak isimlendirebilecekleri konum vektörünü (ya da yarıçap vektörü) *yarıçap doğrusu* olarak adlandırmaları ve son aşamada verdikleri isimleri karşılaştırmaları beklenmektedir.

Sonuç olarak, *normal doğrusu*, *teğet doğrusu* ve *yarıçap vektörü* gibi kavramların öğretiminin hedeflendiği bu etkinlikte AT, doğruların bulunduğu konumu keşfettirme ya da ayırt etme adına benzersiz fırsatlar sunmaktadır. Bu fırsatların öğretimi kolaylaştırma ve kalıcılaştırma adına çalışmanın konusu açısından önemli katkıları olacağı düşünülmektedir.

**4.4.5. Etkinlik 4.5.** *Normal doğrusu*, *teğet doğrusu* ve *yarıçap vektörü* kavramlarını daha derinlemesine inceleme amacıyla tasarlanan bu etkinlikte teğet doğrusunun denkleminin öğrenciler tarafından öğrenmeleri hedeflenmiş, derinlemesine yeni bilgi oluşturma düzeyine gelindiği için 5E modelinin derinleştirme aşamasında yer alabileceği düşünülmektedir. Teğet ve normal doğru denklemleri ve eğimleri ile çalışıldığında AT ortamı ile etkileşim kurulmasına gerek görülmemiş, denklemler öğrencileri yönlendirerek bulmaları sağlanmış ve her aşamada bir önceki aşamaya dönütler verilmiştir. Her bir aşamada verilen

yönlendirmelerle öğrencilerin denklemler üzerindeki işlemleri hatasız bir şekilde yapabilecekleri öngörülmektedir.

İçeriği açısından AT ortamının gerekliliğinin tartışılabilceği düşünölebileceğine karşın son aşamada değerlerin farklı koşullarda test edilmesi ve sınıf ortamında sağladığı sunum fırsatı bu tür etkinliklerde de ek fırsatlar sağlamaktadır. Bu etkinlikte, elde edilen denklemlerdeki değerlerin değışiminin öğrencilere kavramları farklı açılardan gözleme fırsatını sağlayacağı düşünölmektedir.

**4.4.6. Alıştırma 4.** Dördüncü kazanıma ait bu alıştırma etkinliğinde öğrencilerden, denklemleri verilen bir doğru ile bir çemberin birbirine göre konumlarını belirlemeleri istenmektedir. Öğrencilerin, çember denkleminde çemberin merkez noktasını ve yarıçap uzunluğunu elde etmeleri, doğru denkleminde ise doğrunun eksenleri kestiği noktaların koordinatlarını bulmaları ve bu bilgilerden hareketle bir birine göre konumlarını belirlemeleri beklenmektedir. Bu kazanıma ait etkinliklerle, gerekli öğrenmelerin sağlandığı öngörüsüne dayanarak öğrencilerin kolaylıkla bu işlemleri gerçekleştirmeleri beklenmektedir.

#### **4.5. Beşinci Kazanıma Ait Etkinlikler**

**4.5.1. Etkinlik 5.1.** Giriş düzeyi etkinliği olması sebebiyle amacı bir problem durumunu ortaya koymak ve dikkat çekmek olan bu etkinlikte, AT ile etkileşim aktiviteleri bu amaca göre belirlenmiştir. 5E modelinin dikkat çekme aşamasında yer aldığı düşünölmüştür. İki aşamadan oluşan işlem basamaklarının ilkinde, öğrencilerin varsayımında bulunarak mesafeleri tartışmaları, ikinci basamakta çizim ile düşüncelerinin ispatı beklenmektedir. Ancak, ikinci basamakta öğrencilerin zorlanacakları düşünölmektedir.

Görsel bir sunum amaçlanan ve 5E modelinde yer aldığı aşama gereği dikkat çekeceği düşünölen bu etkinlikte öğrencilerin genelleme ile ilgili enformel bilgilerini kullanarak fikir yürütecekleri öngörülmektedir. AT ortamının özellikle sunum fırsatı ön plana çıkmaktadır.

**4.5.2. Etkinlik 5.2.** Bir noktadan çizilen iki teğetin birbirine eşit olduğu genellemenin keşfettirilmeye çalışıldığı bu etkinlikte noktanın farklı konumlarında eşitliğin korunup korunmadığının gözlenmesi ve belirlenmesi için AT ile gerekli etkileşimin sağlandığı düşünülmektedir. Öğrencilerin dikkat çekme aşamasında sunulan problem durumundan sonra aynı durumu keşfetmeye çalıştıkları bu etkinlik 5E modelinin keşfetme aşamasına uygun olduğu düşünülmektedir.

İlk olarak teğet noktalarının çemberin merkezine uzaklığının yarıçap ile ilişkili olduğu keşfettirilmeye çalışılırken, ikinci aşamada merkezden geçen doğruların teğet noktasında teğete dik olduğu bilgisi öğrencilere hatırlatılmaya çalışılmaktadır. Noktanın teğet noktalarına uzaklığının tartışıldığı üçüncü aşamada öğrencilerin *OP doğru parçasını çizeriz ve benzer üçgenler elde ederiz* ifadesini kullanmaları beklenmektedir. Dördüncü aşamada öğrencilerin üçgen benzerliğinden yararlanarak teğetlerin eş olduğunu *benzer üçgenlerden [PR] ve [PS] eş olduğu görülür* biçiminde bir ifadeyle belirtebilecekleri düşünülmektedir. Beşinci aşama, noktanın konumuna göre mesafeler karşılaştıracığı etkileşim içeren ve öğrencilerin *her zaman eşit kalmaktadır* cümlesini kullanmaları beklenen aşamadır. Böylece bu etkinlikle öğrencilerin aşamalı olarak AT'nin sağlamış olduğu fırsatları da kullanarak genellemeye ilişkin ispatı keşfetmeleri ve farklı durumlar için değerlendirmeleri beklenmektedir.

**4.5.3. Etkinlik 5.3.** Teğet noktasında merkezden çizilen doğrunun dik olduğunu ispat etmeleri gereken bu etkinlikte, öğrencilerin bu konu ile ilgili açıklama yapmalarını sağlamak düşünüldüğünden 5E modelinin açıklama aşamasında yer almasının uygun olacağı düşünülmüştür. Teğet noktasına çizilen doğrunun teğet noktasında ya da diğer noktalarda dik olma durumunun tartışıldığı, AT ile etkileşim düzeyi yüksek bir etkinliktir. Birinci işlem basamağında manipülasyon yapılarak bu tartışmanın yapılması planlanmakta ve  $90^\circ$ 'ye *yaklaşıyor* cevabı beklenmektedir. Belli bir nokta için durumun sınanmasını içeren ikinci basamakta öğrencilerin sorulan soruya *r'ye eşit olur ve T noktasında d doğrusuna dik olur*

gibi bir cevap verecekleri düşünülmektedir. Üçüncü basamakta ilk iki basamaktan hareketle sonuç çıkarılması ve bu sonucun *merkezden çizilen doğru parçası teğet noktasından geçen doğruya diktir* gibi bir cümle ile ifade edilmesi beklenmektedir.

Dördüncü ve beşinci basamaklar, dik olan doğrunun dik olmadığı varsayımından hareketle yeniden karşılaştırmanın yapıldığı ve öğrencilerin sırasıyla  $|OH| > |OD|$  ve  $|OH| = r$ ,  $|OD| = r + a$  o nedenle  $|OD| > |OH|$  cevaplarını vereceği tahmin edilen basamaklardır. Altıncı basamakta öğrencilerin çelişki durumunu ifade etmek üzere *Çelişkili olduğundan [OH] teğet noktasında diktir* cümlesini kullanabileceği düşünülmektedir.

Teğete çizilen dik olma durumunun ispatını içeren bu etkinlikte öğrenciler, dik olma ve olmama ters durumlarını inceleme ve AT'nin esnek etkileşim fırsatıyla farklı konumlarda inceleme kolaylığı sağlanmaya çalışılmıştır.

**4.5.4. Etkinlik 5.4.** Etkinlik 4, ilgili kazanıma ait etkinliklerden elde edilen bilgilerin, yeni durumlara uyarlanması ve o bilgileri kullanarak yeni bilgilerin elde edilmesi noktasında 5E modelinin derinleştirme aşamasıyla uygunluk gösterdiği, ancak aynı kazanımda bundan sonraki etkinlikler ile kendi içerisinde yeni bir 5E modeli yapısı kurduğu düşünülmektedir. Başka bir deyişle derinleştirme aşamasında iken, kazanımın geri kalan etkinlikleri için 5E modeli sürecini yeniden başlatıp dikkat çekme aşamasına karşılık geldiği düşünülmektedir.

Amacına uygun olduğu düşünülerek, animasyon biçiminde tasarlanmıştır. Derinleştirme aşamasında yeni kavram ve genellemeler için dikkat çekme ve problem durumu ortaya koyma amacına uygun olarak AT ile etkileşim düzeyi belirlenmiştir.

Etkinlik iki işlem basamağından oluşmaktadır. İki çemberin ortak teğet uzaklıkları tartışılan etkinliğin, ilk basamağında öğrencilerin bir noktadan çizilen teğet uzunluklarının eşit olduğu bilgisinden hareketle *Eşittir, bir noktadan bir çembere teğetler çizildiğinde teğet noktalarına olan uzaklık aynıydı, burada da benzer bir durum var. Çemberler ayrı ayrı ele alındığında aynı durum oluyor* gibi bir çıkarımda bulunmaları beklenmektedir.

İkinci basamakta ise bu durumun farklı konumlar için değerlendirilmesi istenmektedir ve sunulan verilere göre *Dünya uzaklaştıkça ufuk noktaları birbirine yaklaşır, dünya yaklaştıkça, uzaklaşırlar* benzeri bir ifade kullanmaları beklenmektedir.

Dikkat çekme amacı içeren bu etkinlikte, iki çembere bir noktadan çizilen teğet parçalarının incelenerek genellemeye ilişkin yapı, AT'nin sağladığı fırsatlar kullanılarak sunulmaya çalışılmıştır. Özellikle sınıf ortamında sağladığı sunum fırsatının, AT kullanımının bu tür etkinliklerde gerekliliğini ortaya koyduğu düşünülmektedir.

**4.5.5. Etkinlik 5.5.** Bu etkinlik önceki etkinlikte bahsedilen farklı durumları test etmek amacıyla hazırlanmış, kazanım içerisinde 5E modelinin derinleştirme aşamasına devam edilirken, yeniden başlayan 5E modeli yapısında ise keşfetme aşamasına karşılık geldiği düşünülmektedir.

AT etkileşimi sağlanan etkinlikte etkileşimin, farklı konumlarda çemberlerin ortak dış teğetlerini keşfetme ve gözlemlene bakımından önemli yer tuttuğu öngörülmüştür. İlk üç işlem basamağında mevcut durumun gözlenmesi ve gözlemlerin not edilmesi beklenirken, dördüncü basamaktan sekizinci basamağa kadar belirtilen noktaların ve çemberlerin merkez noktalarının farklı konumlarda durumları test edilmiş, sekizinci basamakta öğrencilerin genelleme yapmaları istenmiştir. Bu genellenenin, eksik yapılacağı düşünülmekle birlikte, *çemberlere çizilen teğetler eşittir* gibi bir ifade kullanmaları beklenmektedir. Sonuç olarak AT'nin farklı durumları deneme fırsatı vermesinin ilgili genellemeye ulaşmada büyük önem taşıdığı düşünülmektedir.

**4.5.6. Etkinlik 5.6.** Kazanım genelinde derinleştirme aşamasında yer aldığı düşünülen etkinliğe, derinleştirme aşamasının keşfetme alt aşamasında yer verilmiştir. Teğetlerin çıkış noktası ile çemberlerin merkezlerinin aynı doğrultuda olduğu bilgisini kazandırmayı amaçlaması ve bunun önceki bilgilerden daha derinlemesine bilgi oluşturma süreci olması, derinleştirme aşamasını işaret etmektedir. Bu bilgi ile ilgili keşfetme aktivitesi ile birlikte



çalışarak bilgi yapılandırma süreci ise derinleştirme aşamasının keşfetme alt sürecini işaret etmektedir.

Farklı konumlarda, belirtilen noktaların doğrusallığının test edilmesi, AT ile etkileşim sürecini zorunlu hale getirdiği düşünülmüş ve buna göre etkileşim senaryosu hazırlanmıştır. Etkileşimin farklı konumlardaki durumu gözlemlene ve test etme fırsatı sağlaması etkin bir etkileşim ortamının sağlandığı düşüncesini uyandırmıştır.

Etkinliğin ilk işlem basamağında öğrencilerin, noktaları doğrusal duruma getirmeleri istenmekte, ikinci basamakta ise etkinlikte ilk anda sözü edilmeyen doğruyu da kullanarak *aynı doğru üzerindeler* gibi bir cümle ile gözlemlerini belirtmeleri beklenmektedir.

Öğrencilerin, noktaların farklı konumlarında doğruların ortak teğet olma durumunu, etkileşimde bulunarak test etikleri üçüncü basamakta *sadece doğrusal olduklarında ortak teğet oluyorlar* gibi bir betimleme beklenmektedir. Dördüncü aşamada her ortak teğet olma durumunda noktaların doğrusallığı sorgulanmaktadır. Burada *yine doğrusal olmaktadır* sözleri ile gözlemlerini ifade edecekleri düşünülmektedir. Beşinci aşamada genelleme yapmaları beklenen öğrencilerin *farklı boyutlardaki çemberlerin ortak dış teğetler ve teğetlerin kesim noktası doğrusaldır* gibi bir cümle kurarak doğru bir genelleme yapacakları hipotezi kurulmuştur.

Etkileşimin yoğun olarak kullanıldığı etkinliğin özellikle noktaların doğrusal olma durumunu keşfetme de zaman tasarrufu sağlamakla kalmayıp öğretim sürecini ilgi çekici duruma getireceği öngörülmektedir.

**4.5.7. Alıştırma 5.** Alıştırmada, yarım çemberin yarıçapının bulunması istenmektedir. Üçgen benzerliğinden ve Öklid bağıntısından faydalanılması gereken alıştırma etkinliğinde öğrencilerin zorlanacakları düşünülmektedir. Özellikle Öklid bağıntısını hatırlamakta güçlük çekecekleri varsayılmaktadır. Bununla birlikte bir noktadan çizilen teğet uzunluklarının eşliği ile ilgili genellemeyi kolayca uygulayarak alıştırmada ilerleme kaydetmeleri beklenmektedir.

Sonuç olarak alıştırma için verilen direktiflerde alıştırma ile ilgili kavram ve genellemeleri zorlanmadan kullanabilecekleri ön görülmektedir.

#### 4.6. Altıncı Kazanıma Ait Etkinlikler

**4.6.1. Etkinlik 6.1.** Dikkat çekme ve problem durumunu ortaya koyma, merak uyandırma amacı taşıyan bu etkinlikte, etkileşim düzeyi bu durumlara göre belirlenmiş ve amacı açısından 5E modelinin dikkat çekme aşamasına dâhil edilmiştir. Tek işlem başmağından oluşup, *A orta kamera, B ve C kenar kamera, D Duvara teğet kamera* şeklinde isimlendirme yapmaları beklenmektedir. Animasyon olarak tasarlanmasının açılarının oluşumunda gerçek durumun incelenmesinin kavramları ortaya çıkarmada kolaylaştırıcı bir etken olacağı öngörülmektedir.

**4.6.2. Etkinlik 6.2.** Etkinlik öğrencilerin şekil üzerinde keşfetme aktivitesi gerçekleştirmelerini sağlayacağı düşünüldüğünden 5E modelinin keşfetme aşamasında yer verilmiştir. AT ile etkileşim oldukça etkindir. Öğrencilere, çemberde açı türlerini keşfettirme amacıyla olup ortaokul matematik programında öğrendiği merkez açı kavramını hatırlatmakta, bunun yanında çevre açı, teğet-kiriş açı kavramlarını ve aralarındaki ilişkileri inceleme fırsatı vermektedir. Bu nedenle birinci işlem basamağında etkileşim ile merkez açı kavramı, ikinci aşamada bunla ilgili genelleme hatırlatılmakta ve sırasıyla *merkez açı* ve *açının köşesi merkezde ise buna merkez açı denir* bilgisini vermeleri beklenmektedir. Üçüncü ve dördüncü basamaklarda ise çevre açı kavramı etkileşim ve ilgili genelleme, beşinci aşamada ise farklı bir bakış açısından etkileşimli olarak çevre açı tekrar incelenmiştir. Üçüncü basamakta *çevre açı*, dördüncüde *açının köşesi çember üzerinde ise buna çevre açı denir* ve beşincide *çevre açı* gibi cevaplar beklenmektedir.

Altıncı işlem basamağı etkileşim içerecek şekilde hazırlanmıştır ve teğet-kiriş açı kavramı ile ilgilidir. Yedinci aşama teğet-kiriş açı tanımlamak ile ilgilidir ve öğrencilerden

*açı hem girişin hem de teğetten oluşuyorsa buna teğet-giriş açısı denir* cevabını verecekleri öngörülmektedir.

Sekizinci aşamada açı değerlerine göre açı türleri arasında bir bağın kurmaları istenen öğrenciler dokuzuncu aşamada farklı durumları etkileşimli olarak test etmektedir. Sekizinci aşamada *A, B'nin 2 katı. C ile D eşit* ve dokuzuncu aşamada *değişmemektedir* cevaplarını vermeleri muhtemeldir. Onuncu ve on birinci basamaklar açıları arasındaki ortak özellikleri belirlemeye yöneliktir ve sırasıyla *Oluşturan doğrular bir noktada birleşiyor* cevabıyla gözlemlerini doğrularken ve *üçgen oluşturuyorlar* olası cevabını vererek yanılacakları düşünülmektedir. On ikinci (son) basamakta genelleme yapmaları beklenirken *Aynı yayı gören çevre açının ölçüsü, merkez açının ölçüsünün yarısı. Aynı yayı gören teğet-giriş açısı ile çevre açının ölçüsü eşittir* gibi bir ifade kullanarak genelleme yapacakları hipotezi kurulmuştur.

AT'nin etkileşim fırsatının kullanımının etkin olduğu bu etkinlikte açıların isimlendirilmesinde ve aralarındaki ilişkilerin keşfedilmesinin ve kavranmasının oldukça kolay gerçekleşeceği düşünülmektedir.

**4.6.3. Etkinlik 6.3.** Merkez açı ve gördüğü yayın ölçüsü arasındaki ilişkiyi keşfetmeyi içeren bu etkinlikte, 5E modelinin keşfetme aşaması devam etmektedir. Ancak bu kazanım içerisinde etkinlik olarak tek başına açıklama aşamasına karşılık gelen bir etkinlik olmadığı düşünülmektedir. Yay ve yayı gören açının ilişkilerini inceleme fırsatı vermek üzere AT ile etkin bir etkileşim sunan yapısı bulunmaktadır. A ve B noktalarının hareketi ile Q açısı ve X yayının ölçüsündeki değişimi gözlemlemek üzere, öğrencilerin ilk iki aşamada denemeler yaparak ilk aşamada *A ve B yaklaştıkça, Q açısının değeri azalmakta, uzaklaştıkça artmakta* ve ikinci aşamada *A ve B yaklaştıkça, X yayının uzunluğu azalmakta, uzaklaştıkça artmakta* cevabını vermeleri beklenmektedir.

Q açısı ile X yayının uzunluğu arasındaki ilişkiyi tartışmayı gerektiren üçüncü aşamada *Q açısının değeri arttıkça, X yayının uzunluğu da artıyor, azaldıkça o da düşüyor* cevabının alınabileceği düşünülmektedir.

Dördüncü aşamada farklı değerleri test etme ve karşılaştırma fırsatı bulacak olan öğrencilerden, AT ile etkileşimleri sonucu çeşitli durumlar için istenilen değerleri karşılaştırmaları beklenmektedir. Beşinci aşamada, elde edilen değerlerden hareketle bir eşitlik elde etmeleri istenmekte ve  $X/Ç=Q/360$ ,  $X=Ç*Q/360$  eşitliğini kolay biçimde yazabilecekleri hipotezi kurulmuştur. Elde edilen değerlerin türünün sorulduğu yedinci basamaktaki değerlerin sekizinci basamakta dereceye dönüştürmek için yapılması gereken işlem sorulmakla birlikte cevap beklenmemektedir.

Açı ile gördüğü yay arasındaki ilişkinin incelendiği etkinlikte, AT'nin özellikle farklı açı değerleri için ilişkilerin test edilmesini ve gözlemlenmesini kolaylaştıracağı düşüncesi hâkimdir.

**4.6.4. Etkinlik 6.4.** Bu etkinlikten itibaren şimdiye kadar elde edilen verilerden derinlemesine bilgi edinme ve yeni durumlara uygun olarak verileri kullanma amaçlanmıştır. Buna bağlı olarak, çevre açısı ve teğet-kiriş açısının gördükleri yay ölçüsüne göre karşılaştırılarak bir takım yeni bilgilere ulaşmak etkinliğin temel amacı olması, 5E modelinin derinleştirme aşamasında yer verilmesinde etkili olmuştur.

Açıların, yaylar bakımından incelenmesi için etkileşimin gerekli olduğu kanısına varılmış, etkileşim yapısı buna göre düzenlenmiştir. Etkileşimin, AT'nin etkin kullanımını sağlayacağı düşünülmektedir. Bu amaçla düzenlenen işlem basamaklarından birincisinde, öğrencilere açıları oluşturan elemanlar bakımından ilişkileri bulmaları sağlanarak, *CT ve CE* cevabını verecekleri düşünülmektedir.

İkinci basamakta C noktasını hareket ettirerek, etkileşimde bulunan öğrencilerden *CE kayboluyor* şeklinde gözlemlerini belirtmeleri beklenmektedir. Üçüncü basamak buna C

noktasının hareketine bağlı olarak değerlerdeki değişimi gözlemeye yaramakta ve bu basamakta *değeri değişmiyor* cevabı yeterli olacaktır. Dördüncü ve beşinci basamaklar, bir açının diğerinin üzerine geldiğinde elemanlarının ortak olma durumunun sınanmasını sağlamakta ve sırasıyla *CT ve CK* ile *TDK* cevabı beklenmektedir.

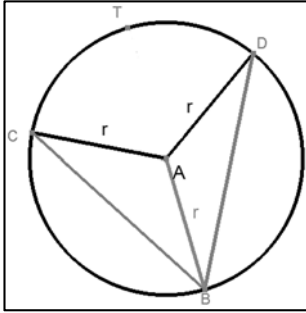
Altıncı basamakta açu değerlerini tartışmaları ve cevap olarak *Aynı kalır. Çünkü az önce C noktasını E noktasının üzerine getirince değeri değişmedi* cevabını verecekleri düşünölmektedir. Yedinci basamak *aynı yayı görmektedir* şeklinde, açu ların gördüğü yaylar ile ilgili gözlemlerini hatasız belirtmeleri beklenmektedir. Sekizinci basamakta AT ile tekrar etkileşimde bulunularak C ve D noktalarında bulunan açu ların farklı durumlarda değerleri arasındaki ilişki gözlenmektedir ve aynı kaldığını fark edecekleri düşünölmektedir.

Dokuzuncu basamakta öğrencilerin *teğet-kiriş açu ile aynı yayı gören çevre açu nın ölçüsü aynı* gibi bir ifade ile genellemede bulunmaları beklenmektedir. Çevre açu ile teğet-kiriş açu arasındaki ilişkinin irdelenmesi açısından özellikle farklı durumların gözlemlenmesi için AT'nin yararlı bir ortam sağlayacağı düşünölmektedir.

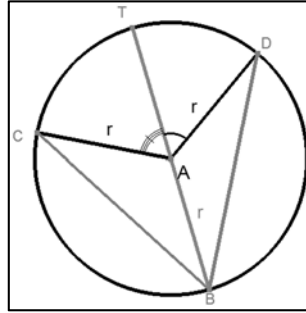
**4.6.5. Etkinlik 6.5.** Bu etkinlikte, önceki etkinlik durumunun bu sefer aynı yayı gören merkez ve çevre açu için incelenmesi ile ilgilidir. Burada yine önceki etkinlik ile aynı sebeplerden dolayı 5E modelinin aynı aşamasından söz edilebilir. Farklı olarak açu ların türleri değişmiştir. Yine AT ile etkin bir etkileşim bu etkinlikte uygun görölmüştür.

İlk basamakta, öğrencilerin şekil üzerinde birtakım çizim ve isimlendirme yapmaları (bkz. Resim 46 ve Resim 47) , ikinci basamakta  $Q=2X$  ve  $W=2Y$  gibi bir bağıntı yazmaları, üçüncü basamakta bağıntıyı eksik ifade etmekle birlikte olması gereken cevaba yaklaşmaları ve  $m(CAD)=2X+2Y=2(X+Y)$  cevabı beklenmektedir. Çizim ve isimlendirmelerde eksiklikler olacağı varsayılmaktadır.

Resim 46

*Etkinlik 6.5 olası cevap*

Resim 47

*Etkinlik 6.5 beklenen cevap*

Dördüncü basamak noktaların farklı konum ve çemberin farklı boyutlarında açılar arası bağıntıların gözlenmesini sağlayan etkileşim aktivitesi sunmaktadır. Beşinci basamakta ise, incelenen durumun *merkez açısı, aynı yayı gören çevre açının iki katıdır* şeklinde bir genellemeyi sağlayacağı tahmin edilmektedir.

AT'nin, farklı durumları gözleme ile ilgili olarak etkinliğin hissedileceği düşünülen bu etkinlik ile bir merkez açısı ile çevre açısı arasındaki ilişkinin ispatını oldukça kolaylaştırdığı öngörülmektedir.

**4.6.6. Etkinlik 6.6.** Altıncı etkinlik aynı yayı gören merkez ve teğet-kiriş açısı arasındaki bağıntıyı elde etme ile ilgilidir. Bu kazanımda 5E modelinin önceki aşamalarına karşılık gelen etkinliklerden elde edilen bilgilerle, derinlemesine ve yeni bilgilerin elde edilmesi bu etkinliğin modelin derinleştirme aşamasına karşılık gelmesinde en büyük etkidir.

Etkinlik, kazandırmak istediği beceriler gereği etkileşimli tasarlanmıştır ve AT'nin etkin kullanımı açısından etkileşim düzeyinin gereklerini yerine getirmede yeterli olduğu düşünülmektedir. Etkinliğin birinci basamağında öğrencilerin, teğete merkezden çizilen doğruyu dik açı oluşturduğu hatırlatılmak amaçlanmış olsa da test sınav sistemine göre eğitim verilen öğrencilerin *neden?* sorusuna cevap vermeleri beklenmemektedir.

İkinci aşamada teğet noktasının hareket ettirilmesi ile açı değerinin durumu incelenmekte, üçüncü aşamada yine etkileşimle aynı noktanın hareketi ile açılardaki durum

gözlenmektedir. Dördüncü aşamada, bu kez merkez açının diğer noktasının hareket ettirilmesi istenmekte, yine açılar gözlenmektedir. Beşinci aşamada, iki açı arasında ilişkileri bulmak amacıyla oluşan üçgen incelenmekte *ikizkenar, DTA açısı: x* ifadesinde eksiklik olabileceği gibi öğrencilerin bu soruya cevap vermeleri beklenmektedir.

Altıncı basamakta harfle gösterilen değerlerden hareketle iki açı arasındaki ilişkiyi kolaylıkla belirleyerek *TAD, TDY'nin iki katı* ile ifade etmeleri beklenmektedir. Yedinci ve sekizinci basamaklarda etkileşimde bulunarak açılar için farklı konumlardaki değerleri öğrencilerin not etmeleri istenmekte, dokuzuncu basamakta bu notlardan bir genelleme yapmaları beklenmektedir. Bu genellemeyi yapmakta zorlanmayacak ve *bir merkez açı aynı yayı gören teğet-kiriş açının iki katıdır* gibi bir ifade kullanmaları beklenmektedir. Onuncu basamakta, öğrencilere geribildirimde bulunmaktadır. Merkez açı ile teğet-kiriş açı arasındaki ilişkinin ispat edilen etkinliğin, AT ortamında deneme yapma ve durumu test etme fırsatları ile daha etkin bir öğretim sağlayacağı düşünülmektedir.

**4.6.7. Etkinlik 6.7.** Derinleştirme aşamasındaki bir diğer etkinliktir. Burada da, çemberin içindeki açılarla ilgili genelleme, derinlemesine bilgi içerdiği için bu aşamaya uygun görülmüştür. İlk basamakta problem durumu ortaya konulmuş ve derinleştirme basamağındaki diğer etkinliklerle paralellik göstermediğinden, öğrencilerin düşünmesini sağlanmak istenmiştir. Ancak geçerli bir cevap beklenmemektedir.

Şekildeki noktaların hareketi kirislerin ve dolayısıyla oluşan açılarının, farklı konumlarda durumlarının incelenmesi gerekliliği göz önünde bulundurularak, AT'ye yönelik etkileşim tasarlanmıştır. Farklı konumlarda açılarının durumları etkinlikte önemli yer tutmakta ve etkileşimde bulunmanın, gereksinimleri sağlayacağı düşünülmektedir.

İkinci basamakta etkileşim gerçekleştirilerek noktaların farklı konumu için açılarının gözlenmesi ve bunun *değişiklik olmaz, yine ters açı olarak kalırlar* biçiminde ifade edilmesi beklenmektedir. Üçüncü, dördüncü ve beşinci basamaklarda öğrencilere ters açılar fark

ettirilmeye çalışılmaktadır. Altıncı basamakta  $BEC=X+Y$  ve  $AED=X+Y$  cevabını vermeleri beklenen öğrencilerin, verilen harf değerlerine göre açıları yazarak basamakların gereklerini yerine getirebilecekleri düşünülmektedir.

Yedinci basamakta bu kez yayların değerleri harflerle belirtilmiştir ve yaylarında değerlerinin harflere göre yazılması istenmiştir. Sekizinci basamakta açılar ve yayların ölçüleri arasındaki ilişkiyi matematiksel bir ifade ile göstermeleri beklenmektedir. Öğrencilerin burada  $BEC=AED=(BC+AD)/2$  matematiksel ifadesini kullanacakları öngörülmüştür. Dokuzuncu basamakta, AT’de etkileşim ile noktaların konumları değiştirilerek elde edilen matematiksel ifadenin durumu tartışılmaktadır. Her konumda geçerli olacağı sonucuna öğrencilerin kolaylıkla ulaşmaları beklenmektedir.

Onuncu basamakta bir genellemede bulunmaları ve *çember içinde olan bir açının değeri kendisinin ve ters açısının gördüğü yayların toplamının yarısına eşittir* ifadesini kullanmaları beklenmektedir. Bu etkinlikle birlikte öğrencilerin genellemeye ulaşmada zorluk çekmeyecekleri öngörülmektedir. Öğrencilerin AT ortamında, açı değerlerini serbestlik sağlayan ve ilgi çekici olan etkileşimli test etme fırsatı bulmasının, genellemeye ulaşmada kolaylık sağladığı düşünülmektedir.

**4.6.8. Etkinlik 6.8.** Etkinlik, iki yayın ve iki açının eşit olması için gerekli koşulları belirlemek, kazanımın keşfetme ve açıklama aşamasında elde edilen verileri yeni duruma uygulamak ve açı ve yaylar arasında ilişkiler bakımından daha derinlemesine bilgi elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle 5E modelinin derinleştirme aşaması bu etkinlikle devam etmektedir.

Etkinlikte, yayların ve açıların eşitliği korunmuş ve bu nedenle hareket sınırlı kalmıştır. Etkin bir AT etkileşimi tasarlandığı düşünülmektedir. İlk basamak bu etkileşimin başladığı basamak olup, belirtilen noktaların hareketine bağlı değişimlerin gözlenmesi beklenmektedir. Cevap olarak *A ve B hareket ettirilince bu yayları gören açılar değişmekte, C*



*ile değişiklik olmamaktadır* ifadesine benzer bir ifade kullanmaları gerekirken, C noktasını eksik olarak *bu yayları gören açılar değişmekte* biçiminde belirtmeleri beklenmektedir. İkinci basamak yayların eşitliğinin sağlanması durumunu tartışmakta ve doğru cevap olarak *bu yayları gören açılar eşit olmalı* ifadesi beklenmektedir. Üçüncü basamakta yine etkileşim bulunmakta ve bu kez açılarının durumu gözlenmektedir. Yine *bu açılarının gördüğü yaylar değişmekte* ifadesi ile eksik cevap verecekleri düşünölmektedir. Dördüncü basamakta açılarının eş olması için koşullar tartışılmakta ve *bu açılarının gördüğü yaylar eşit olmalı*, beşinci basamakta ise belirtilen iki durumun karşılıklı olarak  $p=q$  ise  $q=p$ 'dir önermesine göre açıklanması istenmektedir. Altıncı basamakta öğrencilerin  $AB=CD$  ise  $AOB=COD$  ve  $AOB=COD$  ise  $AB=CD$ 'dir cevabını vererek önermenin matematiksel ifadesini yazmalarını istemekte, yedinci basamakta ise test edilmesi söz konusudur. Sekizinci basamakta öğrencilerden bir genelleme beklenmiştir. Bu genellemeyi *iki yay eşitse bu yayları merkez açıları eşittir, merkez açıları eşitse yaylar da eşittir* gibi bir ifadeyle yapacakları düşünölmektedir. Böylece eş olan açılarının gördüğü yayların da her zaman eş, eş yayları gören açılarının da her zaman eş olduğu genellemesine bu etkinlikle kolayca ulaşabilecekleri, AT ve dinamik geometri ortamlarının bunları sunmada büyük kolaylık sağlayacağı düşüncesi hâkimdir.

**4.6.9. Etkinlik 6.9.** Kazanıma ait son etkinlik olan bu etkinlikte, etkileşim olarak değişiklik meydana gelen elemanların gözlenmesi beklenmektedir. Öğrencilerin kâğıt üzerinde, şekli farklı çizebilecekleri alternatifler bulmaları istendiği için etkinlik tasarımı buna göre düzenlenmiştir. Yine yay ve açılar arasındaki ilişkinin farklı bir türünün incelenmesi ile 5E modelinin derinleştirme aşamasındaki diğer etkinlikler ile benzerlik gösterdiğinden aynı aşamaya dâhil edilmiştir.

Birinci basamakta öğrencilerin, belirtilen iki noktanın hareketine bağlı olarak değişen elemanları, AT ile etkileşimle bulunmaları istenmektedir ve  $P$  açısı,  $AC$ ,  $BD$  yayları,  $AB$  ve

*CD doğru parçaları* gibi açıklamaları beklenmektedir. İkinci aşamada verilen problem durumu için öğrencilerden çizim yaparak bir eşitlik bulmaları istenmektedir, ancak cevap vermeleri beklenmemektedir. Üçüncü ve dördüncü basamaklarda öğrenciler, yönlendirilerek çizimi yapmaları ve açıları harflerle belirtmeleri sağlanmaktadır. Beşinci basamakta, açılara karşılık gelen yayları, altıncıda dış açının değerini, yayların değeri türünden yazmaları beklenmekte ve doğru cevap vermeleri olası görülmektedir. Yedinci basamak genelleme yaptıkları basamaktır ki, *çemberin dışındaki bir açı gördüğü yayların farkının yarısına eşittir* ifadesine benzer sözcüklerle genellemeyi başarabilecekleri düşünülmektedir.

Çalışmanın içeriği itibari ile kavram ve genellemelerin ispat aşamalarının önemli yer tuttuğu etkinliklerden birisi olarak görülmektedir. AT ve dinamik geometri ortamlarının bileşimi ile ispat sürecinin öğrencilere sunumu ve üzerinde denemeler yapmaları genellemeyi test etme açısından öneminin büyük olduğu düşünülmektedir.

**4.6.10. Alıştırma 6.** Alıştırmada bir çember üzerinde verilen açı değerinden yaylar ile ilgili genellemeleri kullanarak, diğer bir açı değerinin elde edilmesi beklenmektedir. Açılarının eş olması durumunda gördükleri yaylarında eş olduğu genellemesinden hareketle yapılması gereken alıştırmada öğrencilerin zorlanmadan sonuca ulaşabilecekleri düşünülmektedir.

#### **4.7. Yedinci Kazanıma Ait Etkinlikler**

**4.7.1. Etkinlik 7.1.** Denklemleri verilen ikin çemberin birbirine göre konumlarının incelendiği kazanımın birinci etkinliği, diğer kazanımlarda olduğu gibi yine 5E modelinin dikkat çekme aşamasına karşılık geldiği düşünülmektedir. Çünkü burada da amaç, öğrencilerin bir problem ya da durum karşısında düşünmelerini sağlamak, önceki bilgilerini ortaya çıkarmak, dikkat ve ilgilerini çekmektir. Etkinlikte, AT'yi etkin kullanma düzeyi de bu amaçlar doğrultusunda şekillendirilmiştir.

Etkinlikte, ilk basamakta çemberlerin merkezleri arasındaki uzaklıkların not edilmesi istenmiştir. İkinci basamakta, uzaklıklar ile çemberlerin yarıçaplarını kıyaslama görevi

verilmiştir ve öğrencilerin bunu  $||M_1M_2|| > r_1 + r_2, \dots$  şeklinde ifade etmeleri beklenmektedir. Üçüncü basamak, öğrencilerin denklemleri verilen çemberlerin uzaklıklarını nasıl bulacaklarını düşünmeleri ve cevap vermeleri gereken basamaktır. Dördüncü basamakta, merkez noktaları arasındaki mesafeyi yarıçap uzunluklarıyla kıyaslamaları istenmektedir ve  $||M_1M_2|| < r_1 + r_2$  cevabı beklenmektedir. Beşinci basamak, belirtilen bir koşula uyan çember gruplarını, altıncı ise bu koşula uyan çemberlerin merkez noktalarının aralarındaki mesafeleri sormaktadır. Beşinci basamak için, 3, 4, 5 ve altıncı basamak için, *hepsinde*  $||M_1M_2|| < r_1 + r_2$  cevabını doğru olarak verecekleri düşünülmektedir. Son basamakta çemberin x eksenine ile olan konumunun tartışılması ve *x eksenine teğettir* cevabının alınması beklenmektedir. Genel olarak bu animasyonun özellikle iki çemberin birbirine göre durumlarının gözlemlenmesinde yararlı olacağı öngörülmektedir.

**4.7.2. Etkinlik 7.2.** Bu etkinlik önceki etkinlikteki problem durumuna göre, çemberlerin kaç farklı şekilde konumlandırılabilceğini belirlemek için tasarlanmıştır. Öğrenciler, AT ile etkileşimde bulunarak, çemberlerin konumlarını değiştirebilecekler ve kaç durum olacağını belirleyebileceklerdir. Bu yönüyle etkin bir etkileşim fırsatı sunduğu düşünülmektedir. Bunun yanında, öğrencilerin çemberlerin birbirine göre konumlarını keşfetmeye yönelik olduğu için 5E modelinin keşfetme aşamasına karşılık geldiği düşünülmektedir.

İlk basamakta AT’de çemberlerin konumlarını değiştirerek keşifte bulunan öğrencilerden, bunları çizmeleri istenmekte ve iki çemberin içten teğet olabileceği durumu dışındaki diğer durumları tespit etmeleri beklenmektedir. İkinci basamakta her bir durum için çember merkezleri ile çember yarıçap uzunluklarını kıyaslamaları istenmekte ve  $||M_1M_2|| > r_1 + r_2, ||M_1M_2|| = r_1 + r_2, ||M_1M_2|| < r_1 + r_2, ||M_1M_2|| < r_1 + r_2$  doğru cevabını verecekleri düşünülmektedir. Üçüncü basamakta geri bildirimde bulunmaktadır. İlk etkinliğin devamı

niteliğinde olan bu etkinlikte, AT ortamının ve DGY'nin katkısıyla da, öğrencilerin çemberlerin bir birine göre olan durumları sınama fırsatı bulacağı öngörülmüştür.

**4.7.3. Etkinlik 7.3.** Bu etkinliğe de 5E modelinin keşfetme aşamasında yer verilmiştir. Çünkü iki çemberin ortak teğeti ile keşifte bulunmaları ve böylece yeni bir takım bilgiler elde etmeleri amaçlanmaktadır. Çemberlerin hangi konumlarında ortak teğetleri kaç farklı şekilde olabilir sorusuna cevap aradıkları bu etkinlikte keşfetme için AT'nin etkin kullanımı öngörülmüştür.

İlk basamakta ortak teğet olduğu belirtilmeyen doğruya öğrencilerin *ortak teğet* adını vermeleri beklenmektedir. İkinci ve üçüncü basamaklarda öğrencilerden ortak teğetin kaç farklı şekilde olabileceğini belirlemeleri beklenmektedir. Bunun için öğrencilerin AT'de denemeler yaparak keşfetmeleri beklenmektedir.

Dördüncü basamakta keşfettikleri durumlardaki teğeti kâğıt kalem ortamında çizerek göstermeleri ve beşinci basamakta çizimlerini AT ile etkileşimde bulunarak test etmeleri istenmiştir. Böylece kâğıda çizerek ve bununla birlikte AT'de manipülasyon yaparak durumları keşfetmeleri beklenmektedir.

Bu kazanımda elde edilmesi beklenen bilgi ve beceriler, bu etkinlikle tamamlandığından derinleştirme ve açıklama aşamalarının bulunmadığı öngörülmüştür. Başka bir deyişle ikinci ve üçüncü etkinlikler problem ile ilgili iki farklı durumun keşfedilmesini içerdiği, açıklama aşamasına ait yapılması gerekenler ikinci ve üçüncü etkinlik içerisindeki basamaklarda karşılandığı ve elde edilen bilgilerden daha derin düşünme becerisi olmadığı varsayıldığından, derinleştirme aşamasına uygun etkinlik bulunmadığı düşünülmektedir. Etkinliğin ortak teğet olma durumlarının sorgulanması açısından, ortaya koyduğu aktiviteye AT'nin büyük destek sağlayacağı öngörülmüştür.

**4.7.4. Alıştırma 7.** İki çemberin birbirine göre durumlarının incelendiği örnekte, gerçek hayattan bir örnekle alıştırma sunulmuştur. Örnekte, kavşağın bir bölümünde hareket

eden aracın, polis radarına girip girmediği sorgulanmaktadır. Kavşak ve polis radarının kapsama alanını ifade eden birer çember denklemi verilmiş, bu iki çemberin kesişme durumlarının incelenmesi istenmiştir. İşlem basamağı olarak öncelikle öğrencilerin çember şeklindeki bölgelerin merkez noktalarının koordinatlarının ve yarıçap uzunluklarının çember denklemlerinden elde etmeleri gerekmektedir. Sonrasında iki çember şeklindeki bölgenin kesişme durumunun çemberler arasındaki uzaklığın, çember yarıçap toplamları ile kıyaslamaları ile alıştırmada sonuca ulaşmaları beklenmektedir. Etkileşim bakımından, AT ve DGY sunum amacıyla kullanılmış ve gösterme ve gizleme davranışı ile sunumun adım adım gösterilmesi planlanmıştır. Böylece geribildirim her aşamada sağlanarak öğrencilerin yanlış öğrenmelerinin anında önüne geçilebilmesi planlanmaktadır.

#### **4.8. Sekizinci Kazanıma Ait Etkinlikler**

**4.8.1. Etkinlik 8.1.** Etkinlik 8.1, kuvvet fonksiyonu ile ilgilidir ve öğrencilere soru yönelterek problem durumunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle 5E modelinin dikkat çekme aşamasında yer alabileceği düşünülmüş ve AT ile etkileşim düzeyi buna göre belirlenmiştir. Tek işlem basamağından oluşmakta ve öğrencilerin yapılan açıklamalardan hareketle kuvvet fonksiyonunu yazmaya çalışmaları istenmektedir. Ancak cevap vermeleri beklenmemektedir. Animasyon olarak hazırlanan etkinlikte problem durumu görsel olarak sunulmaya çalışılmıştır.

**4.8.2. Etkinlik 8.2.** 5E modelinin, yeni bilgiler ve yeni durumlar ortaya çıkarma ile ilgili olan keşfetme aşamasında yer almış ve etkileşim düzeyi buna göre belirlenmiştir. Etkin bir etkileşim sağlamak için kuvvet fonksiyonunun, kuvveti alınacak noktanın konumuna göre nasıl değiştiğini gözlemlene fırsatı verdiği düşünülmektedir.

İlk işlem basamağı, önceki etkinlikte öğrenilen kuvvet fonksiyonunu sözlü olarak ifade etmeye yönelik olması sebebiyle, *M merkezli r yarıçaplı çemberin X noktasındaki kuvveti* cevabı beklenmektedir. İkinci basamakta öğrencilerin daha önceden öğrenmiş olduğu,

iki nokta arasındaki uzaklık bilgisini kullanarak kuvvet noktası ile çemberin merkezi arasındaki uzaklığı hesaplayacak matematiksel ifadeyi doğru olarak Resim 48'deki gibi yazmaları beklenmektedir.

Resim 48

*Etkinlik 8.2 beklenen cevap*

$$\begin{aligned} K(X_0) &= ||MX_0||^2 - r^2 \Rightarrow \\ (X_0 - a)^2 + (Y_0 - b)^2 - r^2 &= 0 \end{aligned}$$

Üçüncü basamakta, eşitlik eğer 0'a eşit olursa, bunun ne anlama geldiğini açıklamaları istenmekte ve *noktanın çember üzerinde olduğunu gösterir* gibi bir açıklama yapacakları düşünülmektedir. Dördüncü basamakta ise öğrencilerin, X noktasını hareket ettirmeleri ve farklı konumlarda kuvvet fonksiyonunun değerini gözlemlemeleri istenmekte ve *çemberin dışında pozitif, üzerinde ise sıfıra yakın, içinde negatif* cümlesiyle gözlemlerini ifade etmeleri beklenmektedir. Dördüncü basamakta elde ettikleri bilgileri beşinci basamakta genellemeleri istenmektedir. Genellemeyi, *kuvvet çemberin dışında pozitif, üzerinde sıfır, içinde negatiftir* ifadesi ile belirtmeleri beklenmektedir. Genel olarak etkinlikte kuvvet fonksiyonunun denklemini ele alınmış ve AT ile dinamik geometri ortamı birleşiminin, farklı durumların belirlenmesi ve değerlerin sıranmasında büyük kolaylıklar sağlayacağı düşünülmüştür.

**4.8.3. Etkinlik 8.3.** Etkinliğin amacı, kuvvet fonksiyonundan hareketle çemberin dışındaki bir noktanın çembere göre kuvveti ile ilgili genellemeye ulaşmayı sağlamaktır. Bu amaçla gerekli olduğu düşünülen işlem basamakları, AT'nin etkin kullanımı amacıyla etkileşimli olarak tasarlanmıştır. Etkileşimin, çemberin dışındaki noktanın konumunun değişimine göre fonksiyondaki değişimleri izleyebilmeyi sağlayacak düzeyde etkin kullanım için geliştirildiği düşünülmektedir.

İşlem basamakları incelendiğinde, birinci basamakta kuvveti alınacak noktanın hareketine bağlı olarak kaç farklı konumda bulunabileceğinin gözlenmesi istenmekte ve

bunun için *çemberin dışında, üzerinde, içinde, merkez noktası üzerinde* cevabını doğru olarak vermeleri beklenmektedir. İkinci basamakta bu durumlardan ilki için kuvvet fonksiyonunu yazmaları istenmektedir. Önceki etkinlikte öğrendikleri fonksiyonu hatırlamak üzere  $K(x)=|KM|^2-r^2$  şeklinde yazacakları düşünülmektedir. Üçüncü basamakta manipülasyon gerçekleştirilerek, bu kez kuvveti alınacak noktada oluşan açının, doğru parçalarından birisi teğet olmak üzere diğer doğru parçasının çemberi kestiği noktanın hareket ettirilmesiyle kuvvet fonksiyonunun yazılması istenmekte, ancak cevap beklenmemektedir. Sonraki basamakta ise ipucu verilerek şeklin önceki basamakta verilen geribildirime göre tamamlanması ve böylece durumun tekrar incelenmesi istenmektedir. Öğrencilerin bu basamakta ipucundan faydalanarak çözüm üretmeleri beklenmekle birlikte, ipucunun yeterli olmaması olasılığına karşı öğretmenin ihtiyaç hissetmesi durumunda, çemberde merkez noktasından bir kirişe çizilen dikmenin kirişi iki eşit parçaya böldüğünü hatırlatabilir. Ancak bu durumda da yine, cevap verme olasılığı düşük olacağı hipotezi baskındır ve cevap alınmazsa ikinci bir ipucu verilerek oluşan üçgende Pisagor bağıntısını kurmaları beklenmektedir.

Beşinci basamakta öğrencilerin çemberde harflerle gösterilen uzunlukları Pisagor bağıntısında yerine yazarak  $|KM|^2=(a+b)^2+c^2$ ,  $r^2=a^2+c^2$  ifadesini elde etmeleri ve sonraki basamakta  $|KT|^2=|KM|^2-r^2$  ifadesini elde etmeleri, yedinci basamakta ise, iki basamakta elde edilen bu eşitliklerde harfleri yerine yazıp  $|KT|^2=(a+b)^2+c^2 - a^2+c^2$  eşitliğini sadeleştirerek Resim 49'daki sonuca ulaşmaları beklenmektedir.

Resim 49

*Etkinlik 8.3 beklenen cevap*

$$\begin{aligned} |KT|^2 &= (c^2 + (a+b)^2) - (a^2 + c^2) \\ |KT|^2 &= c^2 + a^2 + b^2 + 2ab - a^2 - c^2 \\ |KT|^2 &= 2ab + b^2 \\ |KT|^2 &= b(2a + b) \\ |KT|^2 &= |KA| \cdot |KB| \end{aligned}$$

Sekizinci basamakta geribildirimde bulunulmakta, AT ile etkileşimde bulunarak dokuzuncu ve onuncu basamakta noktaların konumuna göre, on birinci basamakta çemberin büyüklüğüne göre elde edilen eşitliğin durumunu gözlemlenmeleri istenmektedir. On ikinci basamakta ise öğrencilerin bir genellemeye ulaşmaları ve bu genellemeyi *çemberin dışındaki bir noktadan (nokta K olsun) çizilen teğet uzunluğunun karesi, yine K noktasından çizilen kirişin çemberde kestiği ilk nokta ile K noktası arasındaki uzaklık ve ikinci nokta ile K noktası arasındaki uzaklığın çarpımına eşittir* biçiminde yapmaları beklenmektedir. Bu şekilde öğrencilerin ilgili genellemeye ulaşmaları ve daha sonra dinamik geometri ve AT ortamını sınıf huzurunda farklı durumların test edilmesi için kullanması ile hem farklı duyu organlarına hitap etmiş hem de ilgi çekici bir öğretim ortamı sağlanmış olacağı düşünülmüştür.

**4.8.4. Etkinlik 8.4.** Bu etkinlik, etkinlik üç de incelenen kuvvet noktasının dışında olma durumuna karşın, nokta çember üzerinde ise bağıntıyı keşfetmeye yönelik, ikinci durum olarak incelenmektedir. Bu sebeple 5E modelinin keşfetme aşamasının devam ettiği düşünüldüğünden, ilgili aşama kapsamına alınmıştır.

Etkinliğin ilk işlem basamağında istenen uzaklık için bilinmesi gerekenlerin belirlenmesi istenmekte ancak cevap beklenmemektedir. İkinci basamakta ipucu verilerek tekrar gözden geçirmeleri istenmektedir. Cevap alamama olasılığına karşın üçüncü basamakta da ipucu verilmektedir. Dördüncü basamaktan dokuzuncu basamağa kadar, sırasıyla  $KA=b$ ,  $KH=c$ ,  $HB=b+c$ ,  $|KM|^2=a^2+c^2$  ve  $r^2=a^2+(b+c)^2$ ,  $r^2=a^2+b^2+c^2+2bc$ ,  $|KM|=a^2+c^2$  idi o zaman  $r^2=|KM|^2+b^2+2bc$ ,  $r^2=|KM|^2+|KA|*|KB|$  ve  $|KM|^2-r^2=-|KA|*|KB|$  doğru cevaplarına ulaşacakları beklenmektedir. Dokuzuncu basamakta,  $K(x_0)=|KM|^2-r^2=-|KA|*|KB|$  sonucuna ulaşabilecekleri varsayılmaktadır. Onuncu, on birinci ve on ikinci basamaklarda öğrencilerin etkileşimde bulunarak çeşitli denemeler yapmaları ve eşitliğin durumunu sorgulamaları, son basamakta ise, *çemberin içindeki bir noktanın (K noktası olsun) kuvveti, K noktasından geçen*



*kirişin çemberi kestiği her iki nokta ile K noktası arasındaki uzaklığın çarpımının negatifine eşittir* gibi bir ifade ile genelleme yapmaları beklenmektedir.

Kuvvet fonksiyonunun farklı durumlarının incelendiği bir diğer etkinlik olan bu etkinlikte, sonuç olarak kuvveti alınacak noktanın çemberin içindeki durumu incelenmesi ve farklı konumlarda aynı eşitliğin sağlanma durumu gözlemlenmesi beklenmektedir. Noktanın çember üzerinde kalması şartını sağlamak koşuluyla, farklı konumlardaki durumu incelemek üzere AT ve DGY ile etkin bir etkileşim gerçekleştirileceği düşünülmektedir.

**4.8.5. Etkinlik 8.5.** Keşfetme aşamasının üçüncü ve son etkinliği olup, öğrencilerin kuvveti alınacak noktanın üçüncü durumuna ait keşfetme faaliyetlerini gerçekleştirmeleri beklenmektedir. Bu nedenle bu etkinlik de 5E modelinin keşfetme aşamasına dâhil edilmiştir.

Etkinliğin ilk dört aşamasında kuvvet noktasının belli bir konumda iken ve belirtilen noktaların hareket ettirilmesiyle ilgili kuvvet fonksiyonunda meydana gelen değişimlerin gözlenmesi istenmekte ve öğrencilerin bunları doğru bir biçimde ifade etmeleri beklenmektedir.

Beşinci aşamada öğrencilerin, *çember üzerindeki bir noktanın çembere göre kuvveti 0'dır* genellemesine ulaşmaları beklenmektedir. Etkinliğin özellikle K noktasının çember üzerine kaydırıldıkça,  $|KM|$  uzunluğunun  $r$  ye yaklaştığını gösterilmesinin en etkili yolunun dinamik geometri ortamını ve bunun sınıf ortamında gösterilmesi açısından AT ortamını kullanmanın yararının büyük olacağı düşünülmektedir. Çeşitli durumların test edilmesi ve bunların gözlenmesi söz konusu olduğundan AT ile etkin etkileşim kurma düzeyi buna göre belirlenmiştir.

**4.8.6. Etkinlik 8.6.** Beşinci kazanımda olduğu gibi, bu kazanımda da 5E modelinin derinleştirme aşamasındaki etkinliklerin, kendi içerisinde modeli tekrar başlattığı yapıyla benzerlik göstermekte ve bu etkinlik kazanım içerisinde modelin derinleştirme aşamasına, kendinden sonraki etkinlikler için ise modelin dikkat çekme aşamasına karşılık geldiği

hipotezi savunulmaktadır. Animasyon olarak sunulmuştur. Önceki etkinliklerden hareketle, yeni bilgilerin edinilmesi veya bilgilerin yeni durumlara uyarlanması gibi faaliyetleri içermesi sebebiyle derinleştirme aşamasının başlangıcı olmuş, kendinden sonraki etkinliklerde elde edilecek genellemelere dikkat çekmek ve bir durum ya da problem ortaya koyduğu düşüncesiyle alt modelde dikkat çekme aşamasına dâhil edilmiştir. AT ile etkileşim düzeyi de buna göre belirlenmiştir.

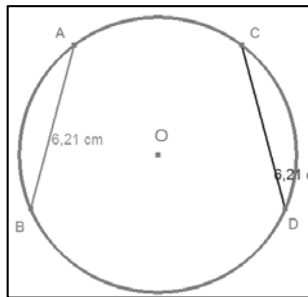
Etkinliğin tek aşamasında ortaya koyulan problem durumu için öğrencilerin sezgisel olarak doğru cevap verecekleri, ancak ispat etme aşamasında zorlanacakları düşünülmektedir. Animasyon olarak tasarlanan etkinlikle problem durumunu ortaya koyma bakımından oldukça faydalı olacağı öngörülmüştür.

**4.8.7. Etkinlik 8.7.** Kazanım içerisinde derinleştirme, etkinlikler arası düzeyde keşfetme aşaması olarak değerlendirilmektedir. Bunun sebebi, öğrencilerin yeni durumlar için yeni bilgiler keşfetmelerini, hipotez kurmalarını ve bunları test etmelerini sağlamak amacıyla olmasıdır. Etkinliğin AT ile etkin bir etkileşim sağlamasında bu amaç dikkate alınmıştır.

İlk basamakta öğrencilerin kâğıt kalem ortamında Resim 50’de verilen şekil üzerinde Resim 51’de verilen şekle benzer bir çizim yapmaları beklenmektedir.

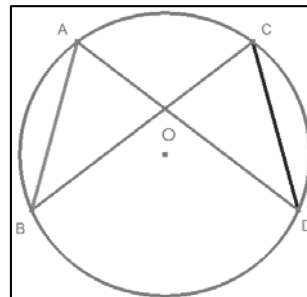
Resim 50

*Etkinlik 8.7 verilen şekil*



Resim 51

*Etkinlik 8.7 çizilmesi beklenen elemanlar*



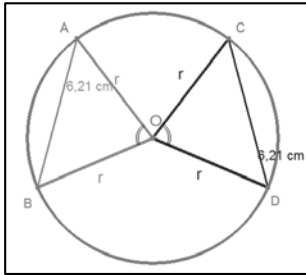
İkinci basamakta öğrencilerin manipülasyon yaparak belirtilen noktaların hareketine göre verilen uzunluklardaki değişimi gözlemlemeleri istenmekte ve üçüncü basamakta oluşan şekilleri kıyaslamaları beklenmektedir. Dördüncü ve beşinci basamaklarda aynı durumları,

belirtilen yaylar için test etmeleri istenmektedir. Altıncı basamakta ise yaylar ve uzunluklar arasında karşılıklı eşitlik durumlarını değerlendirmeleri, yedinci basamakta *eşit uzunluktaki farklı kirişler çemberin merkezine aynı uzaklıktadır* ifadesi ile genellemede bulunmaları beklenmektedir. Etkinliğin bu genellemenin kirişlerin farklı konumlarında da sağlanma durumunu gözleme açısından, AT ve dinamik geometri ortamının önemli yer tutacağı görüşü desteklenmektedir.

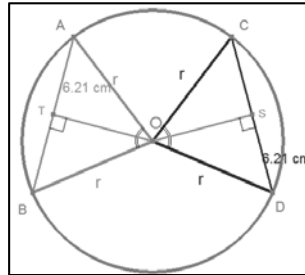
**4.8.8. Etkinlik 8.8.** Keşfetme aktivitelerinin devam etmesi sebebiyle derinleştirme aşamasındaki etkinlikler içerisinde keşfetme aşamasına dâhil edilmiş ve işlem basamakları temel alınarak etkileşim durumu belirlenmiştir.

Etkinliğin ilk basamağında uzunluk ve yayların eşitliği durumunda kirişlerin merkez noktasına olan uzaklıklarını karşılaştırmak üzere öğrencilerden çizim yaparak ispatlamaları istenmektedir. Resim 52’de öğrencilere verilen ve Resim 53’de öğrencilerden çizmeleri istenen şekiller verilmiştir.

Resim 52

*Etkinlik 8.8 verilen şekil*

Resim 53

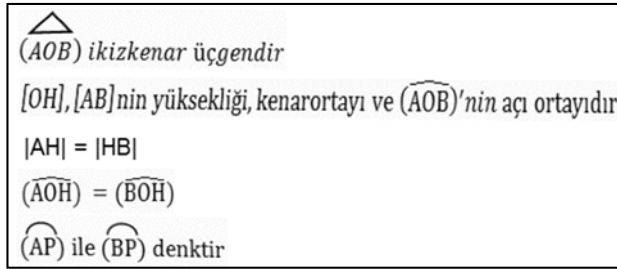
*Etkinlik 8.8 çizilmesi beklenen elemanlar*

İkinci basamakta belirtilen noktalardan merkez noktasına olan uzaklıklar için öğrencilerin düşünceleri sorulmakta ve *eşittir ve yarıçaptır* cevabını vermeleri, üçüncü basamakta *eş kirişler çemberin merkezine aynı uzaklıktadır* gibi bir ifadeyle genelleme yapmaları beklenmektedir. Sonuç olarak bu genellemenin test edilmesinde AT ve DGY'nin önemli bir yere sahip olduğu düşünülmektedir.

**4.8.9. Etkinlik 8.9.** Kazanıma ait olan bu etkinlik ile derinleştirme aşaması, bu aşama içinde ise keşfetme aşaması devam etmektedir. Merkezden çizilen dikmenin hem kirişi hem de kirişe ait yayı iki eşit parçaya ayırdığını keşfetme etkinliği olduğu için bu aşamada yer almaktadır. AT ile etkileşim düzeyi, deneme ve test etme üzerine keşfetmeye yönelik olarak tasarlanmıştır. İlk üç işlem basamağında verilen uzunlukları sınamaları ve ispatlamaları, üçüncü basamağa Resim 54’de belirtilenlere benzer bir cevap vermeleri beklenmektedir.

Resim 54

*Etkinlik 8.9 beklenen cevap*



Dördüncü basamakta, verilen elemanların özelliklerinin eksiksiz biçimde yazılması, beşinci basamakta ise bu nesnelere belirtilen özelliklerinin değişiminin test edilmesi ve altıncı basamakta *bir kirişe çizilen dikme hem kirişi hem de kirişin gördüğü yayı iki eşit parçaya böler* gibi bir genelleme yapılması beklenmektedir. Bu genellenmenin doğruluğunu, değerleri de işe katarak test etmede DGY ve AT'nin bunu sınıf ortamında özgürce test etme fırsatı sunması önemli olarak görülmektedir.

**4.8.10. Alıştırma 8.** Sekizinci kazanımın sonunda öğrencilerin yapması beklenen alıştırmada, bir çembere dışındaki bir noktadan çizilen teğet ve kesen yer almakta ve bunlardan oluşan üçgenlerden birisinin kenar uzunluğu sorulmaktadır. Kazanıma ait bilgilerden hareketle öğrencilerin Açı-Açı (AA) benzerliğini fark ederek eş açıları göstermeleri ve verilen uzunluklardan da üçgenlerin benzerliği ile ilgili genellemelerden hareketle bir oran bulmaları beklenmektedir. Oranı bulduktan sonra istenilen uzunluğu zorlanmadan bulacakları öngörülmektedir. Kazanıma ait bilgilerin yanında, eş açılardan

bulunması için çevre açısı ve teğet-kiriş açısı ile ilgili genellemelerin üzerinde çalışıldığı altıncı kazanıma ait bilgilerinde kullanılması gerektiği görülmektedir. Alıştırmanın sunumunda ve ilişkilerin gözlemlenmesinde özellikle AT'nin kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.

#### 4.9. Dokuzuncu Kazanıma Ait Etkinlikler

**4.9.1. Etkinlik 9.1.** İlgili kazanımın amacı, teğetler dörtgeni ve özelliklerinin öğretimidir. Bu amaçla öğrencilerin konuya dikkatini çekmek üzere hazırlanan birinci etkinlik, amacı temele alınarak AT ile etkileşim düzeyi belirlenmiştir. Dikkat çekme, ilgiyi toplama, bir problem durumu ortaya koyma gibi özellikleri sebebiyle de 5E modelinin dikkat çekme aşamasında yer verilmiştir.

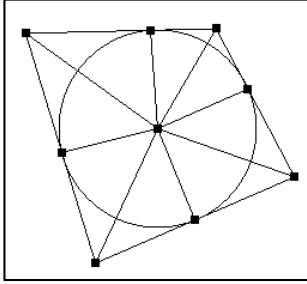
İlk işlem basamağında teğetlerin oluşturdukları dörtgene, ikinci basamakta bu dörtgene teğet olan çembere, bir isim vermeleri ve üçüncü basamakta dörtgenin bir köşe noktasından teğet noktalarına olan uzaklıklar ile ilgili düşüncelerini yazmaları ve nedenini belirtmeleri istenmektedir. Bu basamaklara sırasıyla, *teğet dörtgen yol*, *teğet çemberi* ve *eşittir* gibi cevaplar vermeleri beklenmekte, ancak üçüncü basamakta nedenini açıklamaları beklenmemektedir. Öğrencilerin problem durumunu zihinlerinde canlandırması açısından animasyonun önemli olduğu düşünerek hazırlanmıştır. Sunum açısından, kullanım serbestliğinden ve öğretim ortamında ilgi çekmesi bakımından da AT önemli yer tutmaktadır.

**4.9.2. Etkinlik 9.2.** Amacı teğetler dörtgeninin karşılıklı kenarları ile ilgili genellenmenin öğrenilmesini sağlamaktır. Bunun için, öğrencilerin manipülasyonlar yaparak keşfetmelerini sağlamak hedeflenmiştir. Ayrıca elde ettikleri bilgileri açıklama ile ilgili amacı da beraberinde barındırmaktadır. Bu iki amaç gereği, 5E modelinin iki aşamasını aynı anda barındırdığı düşünülmüştür. AT ile etkileşim düzeyi bu iki amaç etrafında şekillendirilmiştir. Buradan hareketle, ilk işlem basamağında, verilen uzunlukların yapılan manipülasyon sonucunda durumlarının gözlemlenmesi istenmektedir. İkinci basamakta, bir nokta için sağlanan durumun diğer noktalar içinde sağlanıp sağlanmadığı sorulmakta ve çizerek

tartışmaları istenmektedir. Bu basamakta geçerli olduğuna ilişkin cevap alındıktan sonra, şekli Resim 55’de görüldüğü gibi tamamlamaları beklenmektedir.

Resim 55

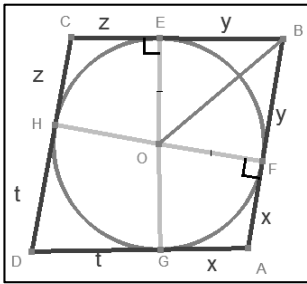
*Etkinlik 9.2 ikinci işlem basamağında beklenen cevap*



Her bir köşe noktasında oluşan üçgenlerin özelliklerinin sorulduğu üçüncü basamakta benzer üçgenler cevabını vermekte zorlanmaları beklenmemektedir. Dördüncü basamak geri bildirim vermekte, beşinci basamakta ise öğrencilerden köşe noktalarından teğet noktalarına olan uzaklıkları harflerle göstermeleri istenmekte ve sonuçta Resim 56’da gibi bir görünüm elde etmeleri beklenmektedir.

Resim 56

*Etkinlik 9.2 beşinci işlem basamağında beklenen cevap*



Harf değerlerine göre uzunlukların belirtilmesi istenen altıncı basamakta öğrencilerin doğru bir şekilde yazacakları tahmin edilmektedir. Yedinci basamakta kenar uzunlukları arasında bir bağıntı kurmaları istendiğinden öğrencilerin zorlanmakla birlikte  $|AB| + |CD| = |BC| + |DA|$  ifadesi ile bu bağıntıyı ifade edebilecekleri düşünülmektedir.

Sekizinci basamak, öğrencilerin etkileşimde bulunarak deneme yapmalarını sağlamakta ve hareket işlemi sonucu yeni durumu değerlendirmeleri beklenmektedir. Aynı

*olur. Çünkü teğet noktaları yer değiştirirse de bir köşe noktadan çizilen teğetler yine eşit olur* değerlendirmesi beklenirken, dokuzuncu basamakta ise *teğetler dörtgeninin karşılıklı kenarları eşittir* genellemesini yapacakları hipotezi savunulmaktadır.

Teğetler dörtgeni ile ilgili genellemeye ait bu etkinlikte, bir noktadan çizilen teğetlerle ilgili genellemelerin gözlemlenmesinde yine DGY ve AT bileşeni öğretimi kolaylaştıracağı gibi hatırlamada yardımcı olacağı da öngörülmektedir.

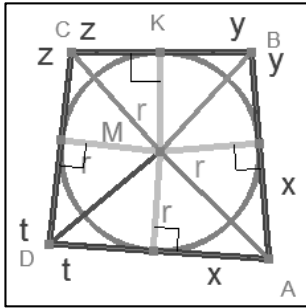
**4.9.3. Etkinlik 9.3.** Etkinlikte teğetler dörtgeninin alan bağıntısının elde edilmesi söz konusudur. İkinci etkinlikte elde edilen bilgilerden, yeni bir bilgi oluşturma ve bu bilgileri yeni duruma uyarlama söz konusu olduğundan bu etkinlik ile birlikte 4, 5 ve 6 numaralı etkinlikler de 5E modelinin derinleştirme aşamasına karşılık geldiği düşünülmektedir.

AT ile etkileşim, şeklin teğet olma durumunun korunması şartıyla farklı durumları test etmek üzere eklenmiştir. İlk işlem basamağında, teğet parçalarını öğrencilerin harflerle nasıl göstermeleri, ikinci basamakta  $2x+2y+2z+2t$  şeklinde çemberin çevre uzunluğunu yazmaları beklenmektedir. Üçüncü basamakta ise çemberin yarıçapı ile dörtgenin ilişkilendirilerek çizilmesi istenmektedir Dördüncü basamakta bir adım daha öteye geçerek dörtgenin alanının nasıl hesaplanacağı tartışılmaktadır. Beşinci basamakta  $r*x/y$  gibi bir eşitlikle, öğrencilerin oluşan üçgenlerin alan bağıntısını yazabilmesi beklenmektedir. Altıncı basamakta dörtgenin bir köşesinde meydana gelen üçgenin özelliklerine sahip başka bir üçgen daha çizilebilme durumu incelenmektedir.

Yedinci basamakta oluşan iki üçgenin toplam alanı sorulmakta ve  $A=r*x$  ifadesinin elde edilmesi beklenmektedir. Sekizinci basamak dörtgenin diğer köşelerindeki üçgen çizimi ile ilgili olup Resim 57'de gösterildiği gibi çizebilecekleri düşünülmektedir.

Resim 57

*Etkinlik 9.3 beklenen cevap*



Dokuzuncu basamakta, daha önceki basamaklarda yazdıkları için, tüm köşelere ait alan bağıntıları yazabilecekleri düşünülmektedir. Onuncu basamak tüm alanların toplam değerinin dörtgenin çevresi ile ilişki kurulup kurulamayacağını sorgulandığı ve öğrencilerin  $A=r*x+r*y+r*z+r*t=r(x+y+z+t)$   $\Ç=2x+2y+2z+2t$  ...  $A=r*\Ç/2$  cevabını vermelerinin beklendiği basamaktır. On birinci basamakta öğrencilerin *teğetler dörtgeninin alanı, çevresi ile çevre çemberin yarıçapı ile çarpımının yarısına eşittir* genellemesini yapabilecekleri ve on ikinci basamak teğet noktaları hareket ettirilince elde edilen bağıntının değişiminin gözlemlendiği ve öğrenciler tarafından da *değişmez* şeklinde bir cevap vererek gözlemledikleri basamaktır.

Etkinlik, gerek değerlerin gerekse genellenmenin test edilmesi açısından AT'nin yine ön plana çıktığı etkinliklerden bir tanesidir. DGY'nin sağladığı manipülasyon fırsatı etkinlikte önemli yer tutmaktadır.

**4.9.4. Etkinlik 9.4.** Etkinlik 3'te belirtildiği üzere, 5E modelinin derinleştirme aşamasında olup, etkileşim düzeyi buna göre belirlenmiştir. Etkinliğin ilk basamağında teğetler dörtgeni ile ilgili bağıntının hatırlatıldığı, ikinci basamak ise şeklin kare olması durumunda durumu çizerek tartışmaları istenen basamaktır.  $|AB|+|CD|=|BC|+|DA|$  bağıntısı ile birlikte şekli tamamlamaları beklenmektedir. Üçüncü basamakta öğrencilerden dörtgenin kenarlarını yarıçap olduğunu fark etmeleri ve göstermelerinin yanında, dördüncü basamakta karenin teğetler dörtgeni olma durumunu incelemeleri ve  $AB+CD=BC+DA$ ,  $2r+2r=2r+2r$ ,



$4r=4r$  olduğundan teğetler dörtgenidir ifadesi ile doğru olarak belirtmeleri beklenmektedir.

Beşinci basamakta ise geri bildirimde bulunmaktadır.

Etkinliğin doğası gereği manipülasyon gerçekleşmemekle birlikte, DGY sayesinde şeklin özellikleri sabitlenerek ilgili genelleme sunulmaya çalışılmıştır. Bunun yanında işlem basamaklarının sınıf ortamında sunumu ve öğretmene sağlamış olduğu hareket serbestliği ile AT ortamının öğretimi kolaylaştırdığı düşünülmektedir.

**4.9.5. Etkinlik 9.5.** Etkinlik 9.4’de belirtilen işlem basamakları ile aynı koşullarda, eşkenar dörtgen için gerçekleştirildiğinden burada tekrar yazılmamıştır.

**4.9.6. Etkinlik 9.6.** Etkinlik 9.4 ve 9.5 te belirtilen işlem basamakları ile aynı koşullarda, deltoid için gerçekleştirildiğinden burada tekrar yazılmamıştır.

**4.9.7. Alıştırma 9.** Alıştırma öncelikle, bir çembere bir noktadan çizilen teğet uzunlukları ile ilgili genellemeyi hatırlamayı gerektirmektedir. Verilen değerlere göre dairenin alanı istenen etkinlikte öğrencilerin teğetler dörtgeninden üçgen oluşturarak yamuğun yüksekliğini bulmaları ve sonrasında teğetler dörtgeni ile ilgili teoremi hatırlamaları gerekmektedir. Teoremden hareketle dairenin yarıçapı hesaplanmalıdır. Böylece dairenin alan formülünde hesapladıkları yarıçap değerini yazarak sonuca ulaşmaları beklenmektedir. Etkinliğin teğetler dörtgeni ile ilgili özelliği hatırlamakta zorlanabilecekleri düşünülse de, sonuca ulaşabilecekleri Bunun yanında, farklı bir çözüm yolu olarak ikizkenar olan yamuğun yüksekliğini bulduktan sonra yarıçapı hesaplamak için teğetler dörtgeni alan-çevre bağıntısını hatırlamasalar da, yüksekliğin yarısını alarak da yarıçapı hesaplayabilecekleri olası görülmektedir.

Alıştırma etkinliğinde, AT’nin özellikle işlem basamaklarının sınıfta sunumu açısından kolaylık sağlaması beklenmektedir. Önceki etkinliklerde olduğu gibi aşamalı sunumlarda DGY’ye sıkça başvurulmuştur.

#### 4.10. Onuncu Kazanıma Ait Etkinlikler

**4.10.1. Etkinlik 10.1.** Kirişler dörtgeni ve özelliklerinin incelendiği bu kazanımın ilk etkinliğidir ve animasyon olarak tasarlanmıştır. Amacı, dikkat ve ilgi çekmek olduğundan, AT ile etkileşim düzeyi buna göre belirlenmiştir. Etkinlik, konuya ilgi ve dikkat çekme, ön bilgileri ortaya çıkarma gibi faaliyetleri içeren 5E modelinin dikkat çekme aşamasına dâhil edilmiştir. Burada ilk etkinlik basamağıyla öğrencilere, kiriş kavramı hatırlatılıp, bir üçgene ait kirişler dörtgeni kavramına geçiş yapılmak istenmektedir. Bu doğrultuda ikinci basamakta öğrencilerin kirişleri oluşturan dörtgene isim vermeleri istenmektedir. Daha sonraki etkinlikte de kirişler dörtgenine geçiş yapılmaktadır. Animasyon olarak tasarlanması nedeniyle de 5E modelinde yer aldığı aşama açısından dikkat çekici olacağı öngörülmüştür.

**4.10.2. Etkinlik 10.2.** Bu etkinlik kirişler dörtgeninin karşılıklı açıları ile ilgili genellemeye ulaştırmak amacıyla, bir takım etkileşimler ile yeni fikirler elde etmeyi sağlayacağı ve bu nedenle 5E modelinin keşfetme aşamasına karşılık geldiği düşünülmektedir. Öğrencilerin etkileşim ile birtakım denemeler yaparak, bilgi üretme ve bunları tartışma süreçlerini içeren bir etkinliktir.

Etkinliğin ilk iki basamağında, yaylara karşılık açı değerleri sorulmakta ve öğrencilerden bunlara doğru cevap verecekleri düşünülmektedir. Üçüncü ve dördüncü basamaklarda ise, yaylar ve açılar kendi aralarında nasıl bir bağıntıya sahip olabilecekleri incelenmektedir. Beşinci basamakta öğrencilerin, AT’de denemeler yapmak koşuluyla kirişler dörtgeninin köşe noktalarını hareket ettirmeleri istenmiştir. Ardından, kirişler dörtgeni olma özelliğini koruması koşuluyla da elde edilen bağıntıların değişimi ile ilgili gözlemde bulunmaları ve *toplamları sürekli sabit kalıyor* şeklinde ifade etmeleri beklenmektedir.

Altıncı basamakta, öğrencilerin bir genellemeye ulaşarak, bunu *kirişler dörtgeninin karşılıklı açılarının toplamı 180 derecedir* gibi bir çıkarımda bulunacakları düşünülmektedir. Bu genellemeyi yapmalarında, AT’nin ve DGY’nin deneme yapma ve farklı durumları test

etme gibi fırsatlar sağlamasının büyük payı olduğu düşünülmektedir. Burada öğrenciler, noktalar farklı konumlara taşınırlar bile çember üzerinde kaldıkları sürece, başka bir deyişle kırışler dörtgeni olduğu sürece açıları ve değerlerini inceleyerek ve her yerde aynı sonucu elde edileceğini göreceklardır. Böylece genellemeye hızlı ve kolay ulaşacakları öngörülmektedir.

**4.10.3. Etkinlik 10.3.** Kırışler dörtgeninin orta dikmelerinin kesişim noktası ile ilgili etkili bir şekilde AT etkileşiminin gerçekleşeceği düşünüldüğünden ve önceki etkinlikteki gibi, öğrenciler çeşitli denemeler yaparak bir takım genellemeleri elde etme çabası göstereceğinden, 5E modelinin keşfetme aşamasına dâhil edilmiştir.

İlk işlem başmağında, köşe noktalarından hareket ettirilen kırışler dörtgeninde orta dikmelerin durumunun gözlenmesi istenmektedir ve bunu *aynı noktada kesişiyor ve hareket ettirince kesişmiyor* şeklinde ifade edecekleri düşünülmektedir. İkinci basamakta da benzer şekilde çember boyutlandırıldığında aynı durumun gözlenmesi istenmiştir. Üçüncü basamakta ise, köşe noktalarının belirtilen konumda iken durumun gözlenmesi istenerek *uzunluğu artıyor, r ye yaklaşıyor* sonucuna varmaları, dördüncü basamakta orta dikmelerin kesişim noktasını nedeniyle birlikte tartışmaları beklenmektedir. Bu basamakta *merkez noktası, kırışlerin orta dikmesi merkezden geçer* cevabı beklenmektedir. Daha önceki kazanımlara ait etkinliklerde gerçekleştirildiğinden, bu kazanımda işlem basmağı bulunmadan hatırlatma ve genellemeyi öğrencilerin test etmeleri amacıyla yer verilmiştir.

**4.10.4. Etkinlik 10.4.** Çemberin merkez noktası ile ilgili özellikleri açıklamaya çalışacağı bu etkinliğin işlevi gereği 5E modelinin açıklama aşamasında yer alması öngörülmüştür. Etkinlikte öğrencilerin, kırışlerin orta noktası olma özelliğini ve koordinatlarının nasıl bulunacağını önceki bilgilerini işe koşarak açıklamaları beklenmektedir. Etkin bir etkileşim sunması için şekil üzerinde yapılabilecek tüm işlemler göz önünde bulundurulmaya çalışılmıştır. Sonuç olarak, özellikle kırış orta dikmelerinin, iç çarpımını elde ettikten sonra öğrencilerin çemberin boyutuna, kırışler dörtgeninin köşe noktalarının ve

merkez noktasının farklı konumlarına göre bu çarpımın durumunu gözlemlenmeleri sağlanarak etkin bir etkileşim gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

Etkinliğin ilk işlem basamağında iki kirişin orta noktalarının nasıl bulunacağı sorulmuş ve doğru cevap verecekleri hipotezi kurulmuştur. İkinci basamakta ise, vektör tanımından hareketle belirtilen vektörlerin koordinatlarını bulmakta zorlanmayacakları düşünülmektedir. Üçüncü basamakta dik vektörleri belirtmeleri istenmiştir. Vektörlerin iç çarpımı dördüncü işlem basamağında sorulmakta ve tartışarak Resim 58’de cevabı verebilecekleri düşünülmektedir.

Resim 58

*Etkinlik 10.4 dördüncü işlem basamağında beklenen cevap*

$$\begin{aligned} <\overrightarrow{OH}, \overrightarrow{AB}> = 0 \text{ ve } <\overrightarrow{OK}, \overrightarrow{BC}> = 0 \text{ dir} \\ <\overrightarrow{OH}, \overrightarrow{AB}> &= \left(\frac{x_a + x_b}{2} - x_0\right) * (x_b - x_a) + \left(\frac{y_a + y_b}{2} - y_0\right) * (y_b - y_a) = 0 \\ <\overrightarrow{OK}, \overrightarrow{BC}> &= \left(\frac{x_b + x_c}{2} - x_0\right) * (x_c - x_b) + \left(\frac{y_b + y_c}{2} - y_0\right) * (y_c - y_b) = 0 \end{aligned}$$

Beşinci basamakta iç çarpımın ne için gerekli olduğu sorulmakta ve *merkez noktasının koordinatlarına ulaşılır* cevabı beklenmektedir. Altıncı, yedinci ve sekizinci işlem basamaklarında etkinliğin başlangıcında belirtilen manipülasyonları yaparak durumu gözlemlenmeleri beklenmektedir. Dokuzuncu basamakta *kirişlerin orta dikmesi merkezden geçer, merkez noktasının koordinatları, kirişlerin ve orta dikmelerin iç çarpımından elde edilir* cevabı ile öğrencilerin sonuç çıkarmaları istenmektedir. Öğrencilerin değerleri, çemberin boyutuna, kirişler dörtgeninin köşe noktalarının ve merkez noktasının konumuna göre yaptıkları denemeler ve gözlemler sonucunda, genelleme de bulunmakta zorlanmayacakları düşünülmektedir. Bu işlemleri AT ve DGY’lerin sağladığı fırsatlarla kolayca yapabilecekleri düşüncesi, bunun en belirgin nedeni olarak görülebilir.

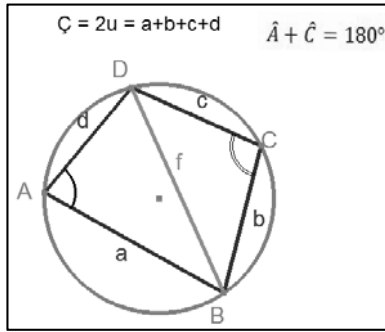
**4.10.5. Etkinlik 10.5.** Kirişler dörtgeni ile ilgili öğrencilerin, Resim 59’da verilen bağıntıyı elde etmeleri beklenmektedir. Çok sayıda işlem basamağının yer aldığı bu etkinlik,

çoğunlukla matematiksel ifadeler üzerinde işlem yapmayı gerektirmektedir. Etkinlik ile 5E modelinin açıklama aşamasına devam edilmektedir. Öğrenciler, ön öğrenmelerini de kullanarak kirişler dörtgeni ile elde ettikleri bilgileri açıklamaya çalışacakları için bu sonuca varılmıştır. AT ile etkileşim düzeyi, açıklanan durumlara göre belirlenmiştir.

Etkinliğin ilk işlem basamağında öğrencilerin kirişler dörtgeninin çevresini  $\mathcal{C}=2u=a+b+c+d$  şeklinde doğru olarak yazacakları düşünülmektedir. İkinci basamakta çizim yapmaları beklenen öğrencilerden Resim 59'daki cevabı verecekleri düşünülmektedir.

Resim 59

*Etkinlik 10.5 ikinci işlem basamağında beklenen cevap*



Üçüncü basamaktan on beşinci basamağa kadar olan işlem basamaklarında öğrenciler yönlendirilerek, matematiksel eşitliklerle çalışmaktadır. Bunlardan üçüncü ve yedinci basamaklara cevap vermeleri beklenmemekte, diğerlerine ise beklenen cevapları doğru bir biçimde verebilecekleri düşünülmektedir.

On beşinci basamakta, öğrencilerin AT ile etkileşimde bulunarak belirtilen noktaların konumu değiştirildiğinde ve on altıncı basamakta, çemberin boyutları değiştirildiğinde eşitliğin durumunu gözlemlemeleri istenmiştir. On yedinci ve son basamakta *bir kirişler dörtgeninin alanı, çevresinin yarısından, sırasıyla kenarlarını çıkararak çarpımının kareköküne eşittir* gibi bir genelleme yapacakları varsayılmaktadır.

Kirişler dörtgeninin çevresi ve alanı arasındaki bağıntının incelendiği etkinlikte, AT ile etkileşim oluşturma açısından zorlanılabilecek bir etkinlik olarak görülebilmesi olasıdır.

Çemberin büyüklüğüne ve kirişler dörtgeninin köşe noktalarının konumuna göre elde edilen eşitliğin korunma durumunun, sınıf ortamında test edilmesi bakımından hem AT'nin hem de DGY'nin gerekliliği göz ardı edilmemesi gerektiği savunulmaktadır.

**4.10.6. Etkinlik 10.6.** Bu etkinlik, onuncu kazanımın 5E aşamalarından derinleştirme aşamasına karşılık gelmektedir. Bunun nedeni, etkinlikte var olan bilgiler ışığında yeni bilgiler elde etmek üzere onları uyarlama ve kullanma söz konusudur. Temel amaç, hem teğetler dörtgeni hem de kirişler dörtgeni olma özelliği taşıyan dörtgeni elde etmek ve özelliklerini belirlemektir. Kirişler dörtgeninin alan bağıntısı da kullanılarak belirtilen dörtgen ile ilgili alan bilgisine ulaşılmaya çalışılarak, yeni bir genelleme ortaya konmaktadır. Genel olarak matematiksel ifadelerin yer aldığı işlem basamaklarında, AT ile etkileşim faaliyetleri ayarlanırken bu durum dikkate alınmıştır.

Etkinliğin birinci işlem basamağında, şekil üzerinde etkileşim sonucu birtakım işlemlerin yapılması istenmektedir. İkinci basamaktan altıncı basamağa kadar, öğrencilerden çeşitli durumları yorumlamaları istenmekte, üçüncü basamağa eksik cevap vermeleri beklenmektedir. Altıncı basamakta ise teğetler dörtgeninin özelliğini hatırlamaları istenmekte, ancak hatırlamama olasılığının yüksek olduğu düşünülmektedir.

Yedinci basamaktan onuncu basamağa kadar olan bölümde ise çeşitli matematiksel ifadeler için yönlendirilmekte ve hepsine eksiksiz cevap vermeleri beklenmektedir. Onuncu basamakta ise *hem kirişler hem de teğetler dörtgeninin alanı kenarlarının çarpımının kareköküne eşittir* gibi bir genelleme yapmaları beklenmektedir.

DGY'ler olmadan oluşturulması ve manipülasyon yapılması oldukça zor olacağı düşünülen etkinlikte, AT'nin sunmuş olduğu serbestlik fırsatının öğretim açısından gerekli olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple diğer etkinliklerde de olduğu gibi azami derecede etkileşim fırsatı sağlama ön plana alınmıştır.

**4.10.7. Alıştırma 10.** Alıştırma bir çemberin dışındaki bir noktadan, çembere çizilen üç kesen ve bu kesenlerin kesişim dörtgeninin köşesinden geçmesiyle oluşan şekilde, kesişim dörtgeninin bir kenar uzunluğunun sorulmasından oluşmaktadır. Verilen şekilde öncelikle öğrencilerin, açılar yardımıyla 4 ayrı üçgende ikişerli olarak üçgenlerin benzerliğini elde etmeleri, sonra da benzerlikten faydalanarak kenarlar arasındaki ilişkiyi belirlemeleri gerekmektedir. Öğrencilerin, sonuca ulaşmakta zorlanmaları durumunda işlem basamakları ile sonuca ulaşmalarında zorlanmayacakları düşünülmektedir.

İşlem basamakları bakımından manipülasyonun geri planda kaldığı düşünülse bile, üçgenlerin benzerliğinin anlaşılmasında adım adım açılarının gösterimi ve gerektiğinde gösterim işleminin kolayca geri alınabilmesi DGY'nin sağladığı fırsatlardan bazılarıdır ve değerli olduğu düşünülmektedir.

#### **4.11. On Birinci Kazanıma Ait Etkinlikler**

**4.11.1. Etkinlik 11.1.** Birinci etkinlik, daire diliminin alanında kesişim yay ile oluşturduğu alanın nasıl hesaplanacağı ile ilgilidir. Amacı öğrencilerin dikkatini çekerek konuya ilgisini çekmek ve düşünme süreçlerini zorlamaktır. Böylece 5E modelinin dikkat çekme aşamasında yer alabileceği düşünülerek AT ile etkileşim düzeyi buna göre belirlenmiştir.

Etkinlik tek işlem basamağından oluşmakta ve öğrencilerin *pizza diliminin alanından üçgenin alanını çıkararak bulabiliriz* gibi bir cevap vermeleri beklenmektedir. Animasyon olarak tasarlanmasında problem durumunu ortaya koyma ve dikkat çekme açısından önemli olduğu düşünülmüştür. Ayrıca sınıf ortamında tüm öğrencilerin rahatlıkla görebilmeleri ve öğrencilere sunumu kolaylaştırması ve sağladığı hareket serbestliği gibi avantajların öğretim açısından faydalı olduğu düşünülmektedir.

**4.11.2. Etkinlik 11.2.** Öğrencilerin dikkati çekildikten sonra bu etkinlik, alanın nasıl bulunabileceği ile ilgili olarak hipotez kurmaları ve bunu test etmeleri ile ilgilidir. Bu nedenle

5E modelinin keşfetme aşamasına dâhil edilmiştir. İlk etkinlikte tartıştıkları problem durumu bu etkinlikte yerini keşfetme, öğrencilerin birlikte çalışmalarına bırakması planlanmıştır. AT ile etkin bir etkileşim kurulması, keşfetme çalışmalarında hipotezlerini test etme ile ilgili olduğundan etkileşim düzeyi, bu durum dikkate alınarak belirlenmiştir.

Etkinliğin ilk işlem basamağı dairenin alanı ile ilgili ön bilgileri hatırlatmayla ilgiliyken, ikinci basamakta AT ile etkileşimde bulunarak belirtilen açı değerleri için Q açısı ile dairenin toplam açısı arasındaki ilişkiyi gözlemlemeleri istenmiştir. Üçüncü basamakta, bu sefer belirtilen açı değerleri için daire diliminin alanının dairenin alanına oranının belirlenmesi istenmektedir. Dördüncü basamakta, açı değerlerinin oranları ile alan değerlerinin oranlarının karşılaştırılması istenerek aralarındaki ilişki keşfettirilmeye çalışılmakta ve öğrencilerden *aynı* cevabı alınması beklenirken, sebebini yazmalarının zor olduğu düşünülmektedir.

Beşinci aşama daire diliminin nasıl hesaplanacağını, önceki basamaklardan elde ettikleri bilgiler ışığında doğru olarak yazmaları beklenmektedir. Verilen açı değerinin etkileşim ile elde edilen değişim sonucunda üçgenin alanının nasıl hesaplanacağı ile ilgilidir.

Yedinci basamakta yönlendirme ile daire diliminin alanından üçgenin alanının çıkarılması istenmiştir ve doğru olarak cevap verecekleri düşünülmektedir. Sekizinci basamakta elde ettikleri bilgiler ışığında *kirişin oluşturduğu alan, daire diliminin alanından oluşan üçgenin alanının çıkarılmasıyla bulunur* gibi bir genelleme yapmaları beklenmektedir. Etkinliğin senaryosu da göz önünde bulundurulduğunda, görsel olarak sunumunun DGY'nin ve AT'nin gerekliliğini düşündürmektedir. Bu nedenle yazılımın ve AT'nin mümkün olan en üst düzeyde manipülasyon fırsatı vermesine özen gösterilmiştir.

**4.11.3. Etkinlik 11.3.** Etkinliğin temel amacı, çapı gören açının oluşturduğu üçgenin dışındaki alanın, dairenin alanından oluşan üçgenin dik kenarlarının çarpımının çıkarılmasıyla elde edilebileceği genellemesine ulaşmaktır. Etkinlikte öğrencilerin yeni bilgiler keşfetme fırsatı bulacağı düşüncesi bu etkinliğin keşfetme aşamasında bulunmasının uygun olacağı



sonucuna varmayı sağlamıştır. Bunun yanında, etkinlik aşamalarında öğrencilerden beklenen açıklama ve gözlemler etkinliğin kısmen modelin açıklama aşamasına da geçiş özelliği taşıdığını göstermektedir. Başka bir deyişle, kazanıma ait son etkinlik olarak keşfetme aşamasında kazanımın son bulunduğu düşüncesi vermiş olsa da etkinliğin işlem basamakları açısından açıklama aşamasını kısmen içerdiği düşünülebilir. Etkinlikte, AT'nin etkin kullanımı diğer etkinliklerde olduğu gibi temel amaçlar arasında olmakla birlikte, etkileşim düzeyi hem keşfetme kısmen de açıklama aşamalarına göre düzenlenmiştir.

Etkinliğin ilk işlem basamağında oluşan üçgen tartışılmakta ve öğrencilerin *90°*, *çünkü 180°'lik yayı görüyor ve çevre açısı gördüğü yayın yarısıdır* cümlesi ile üçgenin özelliklerini belirtebilecekleri düşünülmektedir. Öğrencilerin AT ile etkileşim içerisinde ikinci ve üçüncü aşamalarda belirtilen noktaları hareket ettirerek, dördüncü aşamada çemberin boyutlarını değiştirerek gözlemler yapmaları ve *değişmiyor, çünkü gördüğü yay değişmiyor* ifadesi ile üç aşamaya da doğru cevap vermeleri beklenmektedir. Öğrencilerden koyu renkli (yeşil) alanın nasıl hesaplayabileceklerini tartışmaları istenmiş ve *yarım dairenin alanından üçgenin alanını çıkarırız* cevabını verecekleri düşünülmektedir.

Altıncı basamakta, Resim 60'da görülen cevabı vererek, üçgenin alanının nasıl hesaplanacağını hatırlamaları beklenmekte ve yedinci basamakta ise Resim 61'deki eşitliği elde etmeleri beklenmektedir.

Resim 60

*Etkinlik 11.3 altıncı işlem basamağında beklenen cevap*

$$\frac{1}{2} * |AC| * |BC| * \sin Q \quad \text{ve} \quad \sin Q = 1 \text{ old.}$$

$$\frac{1}{2} * |AC| * |BC|$$

Resim 61

*Etkinlik 11.3 yedinci işlem basamağında beklenen cevap*

Yeşil renkli alan=

$$\frac{\pi * r^2}{2} - \frac{1}{2} * |AC| * |BC| = \frac{1}{2} (\pi * r^2 - |AC| * |BC|)$$

Sekizinci ve son basamakta ise, öğrencilerin bu etkinlik ile ilgili bir genelleme yapmaları beklenmektedir. *Çapı gören açının oluşturduğu üçgenin dışındaki alan, dairenin alanından oluşan üçgenin dik kenarlarının çarpımının çıkarılmasıyla elde edilen değer yarısına eşittir* ifadesine benzer bir genelleme yapmaları olasıdır. Genellemeye ulaşma sürecinde öğrencilere, senaryoyu sunma açısından DGY'nin ve AT'nin büyük kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir. Örneğin, yayı gören açının C noktasının hareketine rağmen değişmemesi, ama alanın değişmesi bu verilere rağmen eşitliğin değişmemesi gibi sonuçlara ulaşmada DGY ve AT büyük etken olarak görülmektedir.

**4.11.4. Alıştırma 11.** İç içe iki daireden oluşan şekilde verilen alan değerlerinden hareketle bir açının değerinin bulunması istenen bir alıştırma etkinliğidir. Bu etkinlikte öğrencilerin önce Q açısına bağlı küçük daire diliminin alanını yazması, sonrada büyük daire diliminin alanına ait alanı, küçük daire diliminin alanı türünden yazmaları gerekmektedir. Sonuç olarak Q açısının değeri, daire diliminin alanın toplam alana oranlanmasından elde edilebilecektir. Öğrencilerin bu alıştırma da zorlanmaları beklenmemekle birlikte, olası bir zorlanma durumunda işlem basamaklarının yer aldığı çalışma kâğıdındaki basamakları rahatlıkla anlayarak çözebilecekleri öngörülmektedir. Alıştırmanın manipülasyon özelliğinin kullanılmaması ile birlikte, problem durumunun sınıf ortamında sunumu için AT ve düzgün çizim yeteneği ve şekillerde matematiksel ilişkileri kurma ve koruma adına DGY'nin kullanımının önemli olduğu düşünülmüştür.

## 5. Bölüm

### Bulgular ve Yorumlar

Varsayımda bulunarak ve bunları test ederek öğrencilerin, akıl yürütme becerilerini geliştirdikleri, dinamik olmayan durumlarda bile düşünürlerken hareket sürecini zihinlerinde yaşadıkları sınıf içi gözlemlerden anlaşılmaktadır.

Modüldeki etkinliklerde, Cabri Geometri yazılımının dinamik yapısının ve AT'nin sağladığı avantajlar göze çarpmaktadır. Çalışma yapraklarında verilen sorulara cevap verilebilmesi, öğrencilerin verilen nesnelere hareket ettirme ve hareket sonucunda oluşabilecek durumları sezerek incelemelerine bağlıdır. Bu modül ile yapılan öğretimde, bu tür sezgisel yeteneklerin artması çalışmanın beklentileri arasındadır.

Çalışmada, toplanan veriler 6 bölümde analiz edilmiştir:

1. 5E Modeline uygun gerçekleştirme analizi – Video verilerinin analizi
2. Cevap analizi – ÖÇY analizi
3. Etkileşim analizi – Video verileri ve ÖÇY analizi
4. AT tutum ölçeği analizi
5. ÜDS'ye verilen cevapların analizi
6. Görüşme verileri analizi

#### 5.1. Alt Problem 1 Bulgular: 5E Modeline Uygun Gerçekleşme Analizi

Ders modülü ile yapılan öğretim 5E Modeline uygun olarak yürütülmeye çalışılmıştır. Bunun sonucu olarak öğretim sürecinin öğrenci davranışlarını içeren video verileri betimsel analiz yöntemi ile incelenerek, öğretim sürecinin ve etkinliklerin 5E Modeline uygunluğu ile ilgili bulgulara yer verilmiştir.

##### 5.1.1. Birinci kazanım.

**5.1.1.1. Etkinlik 1.1.** Birinci kazanımın ilk etkinliğinin, 5E modelinin dikkat çekme aşamasında olduğu düşünülmüştür. Dersin işlenişi incelendiğinde, aşaması gereği olarak,

öğrencilere ön bilgilerini hatırlatmak ve bir problem durumu oluşturmak üzere animasyon biçiminde hazırlanmış olan bu etkinlik sunulmuştur. Etkinlikte, öğrencilerin *çokgenlerin kenar sayısındaki artış ile giderek çembere yaklaştığı* ön bilgilerinin ortaya çıkarılması ve öğrencilerin dikkatlerinin çekilmesi hedeflenmiştir.

Öğrencilerin tamamen etkinliğe konsantre oldukları gözlenmekte ve buradan öğrencilerin dikkatini çektiği anlaşılmaktadır. Etkinlikteki uygulamaların tahtada yapılması sırasında öğrencilerin, animasyondaki hareketleri dikkatlice takip ettikleri gözlenmiştir (bkz. Resim 62).

Resim 62

*Öğrencilerin dersi dikkatle takip etmeleri*



Bunun yanında, öğrencilerin aşağıda verilen sözleri merak ve ilgi ile etkinliği takip ettiklerini göstermektedir:

... **Öğrenci:** *Çadıra tıklasana bi ya.*

**Öğrenci:** *Onun iki sağındakine bas. ...*

AT'nin sınıf geneline sunma konusunda sağladığı fırsatlara ek olarak animasyon biçiminde tasarlanmasının da etkinliğin ayrıca dikkat çekici bir unsur olmasını sağladığı düşünülmektedir. Bu nedenlerle, etkinliğin öğretimin dikkat çekme aşamasını sağladığı görüşü oluşmuştur.

**5.1.1.2. Etkinlik 1.2.** İkinci etkinliğin 5E modelinde keşfetme ve açıklama olmak üzere iki aşamayı karşıladığı düşünülmüştür. *Çemberin elemanları, yardımcı ve temel*

*elemanlar, kiriş çap ilişkisi* gibi kavram ve genellemelerine yer verilmiştir. Öğretim sürecinde öğrenciler, önce çember elemanlarını çizmiş sonrasında bu elemanları temel ve yardımcı elemanlar olarak sınıflandırmışlardır. Verilen geribildirim ile cevaplarını ve çizimlerini kontrol etmişlerdir. Şekiller üzerinde çeşitli hareket işlemleri ile kiriş ve çap, büyük yay ve küçük yay arasındaki ilişkileri keşfetmeye çalışmışlardır (bkz. Resim 63).

Resim 63

*Kavramlar arasındaki ilişkileri keşfetme*



Keşfetme aşamasında, öğrencilerin kavram ve genellemeleri çeşitli öğrenci merkezli uygulamalar ve gözlemler yaparak öğrendikleri düşünüldüğünde etkinliğin bu konuda başarılı olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Etkinliğin açıklama aşamasında ise öğrencilerin etkinlikte çeşitli denemeler yaparak gözlemlerini belirtmeleri istenmiş ve gözlemleri sonucunda *en büyük kirişi* ve *büyük ve küçük yay* kavramlarının oluşturmaları beklenmiştir.

... **Öğrenci:** *Merkezinden geçirdik*

*Araştırmacı:* *Merkezden geçince ne oluyor?*

**Öğrenci:** *Aaaa. Çap oldu. ...*

Öğrenci cevapları (bkz. 5.2. Alt Problem 1.2 Bulgular: Ders Modülünün Etkililiği Analizi), video verileri ışığında bu etkinliğin, açıklama aşamasına uygun olduğu ve öğretim sürecinde bu aşamaya uygun biçimde uygulanabildiği düşünülmektedir.

**5.1.1.3. Etkinlik 1.3.** Üçüncü etkinlikle birlikte, dördüncü ve beşinci etkinliklerin hepsi birden 5E modelinin derinleştirme aşamasını oluşturduğu öngörülmüştür. Öğrencilerin

yeni durum olan *iki yayın bileşimi olan bir yayın ölçüsü, iki yayın ölçüş toplamına eşit olur* genellemesini öğrenmeleri hedeflenmiştir. Öğrenciler, önceki etkinlikte öğrenilenler dışında yay kavramının özellikleri ile ilgili yeni bir durumla karşılaşmış ve ikili grup çalışması (bkz. Resim 64) ile yay kavramı ile ilgili özellikleri öğrenmeleri ve genelleme yapmaları beklenmiştir.

Resim 64

*Grup çalışması*



*A, B ve C noktalarını hareket ettirince  $(\widehat{AOC})$  yayının ölçüsü ile  $(\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$  toplamı arasında nasıl bir bağıntı gözlemlediniz?* sorusu ile öğrencilere ek problem durumu verilmiştir. Öğrencilerin bu ek probleme dikkatli bir biçimde cevap aradıkları ve gözlem yaptıkları görülmüştür. Resim 65’de ise öğrencilerin etkinlikte genelleme yaptıkları sıradaki görüntüsü verilmiştir.

Resim 65

*Genelleme yaptıkları sıradaki görüntü*

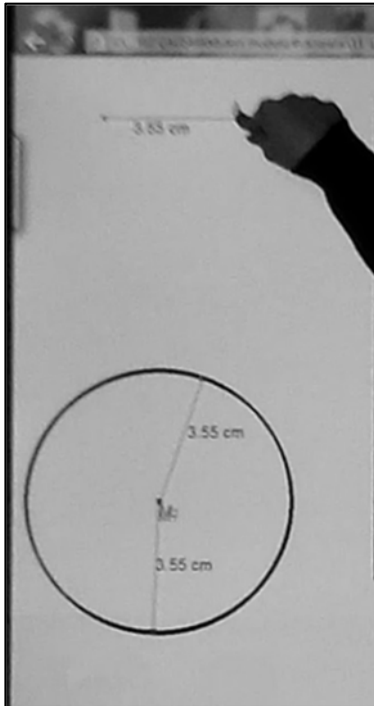


Bu yönleriyle etkinliğin derinleştirme aşamasına uygun olduğu düşünülmüştür. Ayrıca ilk kazanıma ait etkinliklerde öğrencilerin artık herhangi bir uyarı olmaksızın, sırası gelen öğrenci tahtaya kalkıp uygulamaları yapmaktadır. Bunun yanında video kameralardan rahatsız olmadan rahat davrandıkları, daha ileri giderek varlığını unuttukları söylenebilir.

**5.1.1.4. Etkinlik 1.4.** Bu etkinlik ile derinleştirme aşaması devam etmektedir. Bu aşamaya uygun olarak çemberin elemanlarından yarıçap kavramından hareketle daha derinlemesine bir bilgi olan *eş ve benzer çember* kavramlarına ulaşmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Eş çember kavramı için yarıçapları birbirine eşit iki çember verilmiştir. Bu çemberler üst üste yerleştirilerek yarıçap uzunluklarının eş ve aynı zamanda çemberlerin çakıştığı görülerek bu çemberlerin eş olduklarını fark etmeleri beklenmiştir. Yarıçapların birlikte hareket etmesiyle eş çember kavramının elde edilmesini kolaylaştırmıştır (bkz. Resim 66). Bu öğrencilerin *aaaaa...!* şeklindeki şaşırma ifadelerinden anlaşılmıştır.

Resim 66

*Eş çemberlerin üst üste getirilmesi*



Benzer çember kavramı ile ilgili basamaklarda öğrencilerin ilgi ve merakları benzer çember kavramına ulaşmada, yani derinleştirme aşamasına uygun biçimde sorular sordukları gözlenmiştir.

... **Öğrenci:** *B üçe bölünüp C mi oluşturuldu?*

**Öğrenci:** *En fazla ne kadar büyüyor?*

*Araştırmacı: sonsuza kadar büyür.*

**Öğrenci:** *Ne kadar küçülüyor?*

*Araştırmacı: Ne kadar küçülür?*

**Öğrenci:** *Yok olur.*

**Öğrenci:** *noktaya kadar. ...*

Ayrıca öğrencilerden bir tanesinin tekrar büyütüp küçültme isteğinde bulunması dikkat ve ilginin bir göstergesi olarak ele alınmıştır.

... **Öğrenci:** *bir daha küçültsene...*

Benzer çemberlerin de çakıştırılarak, büyütüp küçültmeleri sonucu yarıçaplar arasındaki oranın korunma durumlarını gözlemlemeleri beklenmiştir. Sonuç olarak öğrenciler, bu kavramları başarı ile bulmuşlar, bu çemberlerin özellikleri ve aralarındaki ilişkileri ifade etmişlerdir.

... **Öğrenci:** *soldakilere eş çemberler, sağdakilere benzer çemberler*

*Araştırmacı: nedir çemberlerin ortak özelliği?*

**Öğrenci:** *çevreleri eşittir, çapları eşittir.*

**Öğrenci:** *merkezleri ortaktır.*

*Araştırmacı: benzer çemberlerin ortak özelliği nedir? (öğretmen burada ara bir soru soruyor)*

**Öğrenci:** *aralarında oran vardır.*

*Araştırmacı: peki bütün çemberler için ne diyebiliriz o zaman?*



**Öğrenci:** benzer

*Araştırmacı:* Çemberler eş değilse benzerdir.

**Öğrenci:** eş çemberler de benzerdir.

**Öğrenci:** eş çemberler aynı zamanda benzerdir. ...

Çember elemanlarından hareketle, benzer ve eş çember kavramlarına ulaşarak öğrencilerin yeni kavramları elde etmeleri ile bu etkinliğin derinleştirme aşaması ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

**5.1.1.5. Etkinlik 1.5.** Etkinlik 1.5, 1.3 ve 1.4 numaralı etkinlikler gibi derinleştirme aşaması ile ilgili olduğu düşünülmüştür. Çemberin temel ve yardımcı elemanlardan hareketle derinlemesine yaylar ile ilgili *eş ve komşu yay* kavramlarına ulaşmaları beklenmiştir. Etkinlikte, yayların hareketleri sırasında sorular sormuşlar ve akıl yürütmüşlerdir. Öğrenciler sınıf genelinde şekil ve hareket üzerinde tartışma yapmışlardır.

... **Öğrenci:** Y'yi geçmemesi lazım

**Öğrenci:** aynen...

Uygulama aktivitelerinin az olduğu basamaklarda öğrencilerin biraz sıkıldıkları ve cevapları yazdıkları sırada ders dışı konulardan konuştukları gözlenmiştir.

Araştırmacı tarafından YÖY'e uygun olarak öğrencilere yol göstermek adına ipucu verilmiştir.

... *Araştırmacı:* bir ipucu vereyim. İsimlendirme yaparken konumlarına dikkat edin.

**Öğrenci:** konumlarına mı?

*Araştırmacı:* kulağıma benzer gibi bir şeyler geliyor. Konumlarına dikkat edin.

Mesela yan sınıftaki konumunuz nasıl?

**Öğrenci:** haaaa. Komşu.

**Öğrenci:** komşu dedim ben. ...

Derinleştirme aşamasına uygun olarak, öğrenciler araştırmacı tarafından kavramsal anlamaya teşvik edilmiştir. Yaylara ne isim verebileceklerini tartıştıkları sırada grup arkadaşlarıyla tartışarak bilgi alışverişinde bulunmuşlardır. Çemberin sahip olduğu elemanlardan hareketle, yaylar ile ilgili yeni kavramları kazanmış ve bu kavramlar sırasında derin düşünme, soru sorma ve araştırma yapma gibi aktiviteler sergilemişlerdir. Bu nedenle, bu etkinliğin derinleştirme aşamasına uygun olduğu düşünülmektedir.

### 5.1.2. İkinci kazanım.

**5.1.2.1. Etkinlik 2.1.** İkinci kazanım *çemberin vektörel, standart ve genel denklemi* ve bunlarla ilgili kavram ve genellemeleri içermektedir. İlk etkinliğin, dikkat çekme aşaması ile ilgili olduğu düşünülmekte ve bu amaçla da animasyon ile günlük hayattan bir senaryo ve sonucunda *Havuzun orta noktasını elinizdeki malzemelerle nasıl bulursunuz?* gibi merak uyandıracak bir problem durumu verilmiştir. Animasyon sırasında öğrencilerin dikkatli bakışları dikkat çekme aşamasına katkısının göstergesi olarak değerlendirilmiştir (bkz. Resim 67).

Resim 67

*Öğrencilerin animasyonları dikkatle izlemeleri*



Öğrenciler, etkinlikte çeşitli araçları görünce espriler yapmış, bunlar gülüşmelere neden olmuştur. Senaryonun eğlenceli yönü ile dikkatleri sürmüş ve bu arada yavaş yavaş

kendilerine verilen problem durumuna doğru ilerlemişlerdir. Problem verildiği süreçte, sınıfta bir sessizlik hâkim olmuş ve ardından düşünerek tartışmaya koyulmuşlardır (bkz. Resim 68). Şekil üzerinde çizim yapmak üzere öğrenciler gürültülü bir şekilde çalışmaya başlamışlardır.

Resim 68

*Verilen problem üzerine tartışmaları*



Son olarak, problem durumunun matematikle ilişkilendirmeleri için öğrencilere *I. maddedeki soruyu matematiksel olarak nasıl sorabiliriz?* sorusu sorularak düşünmeleri sağlanmıştır. Bu sırada doğru cevap verdiklerini düşünen grupta öğrenciler, birbirlerini tebrik ettikleri görülmüştür (bkz. Resim 69). Bu, öğrencilerin problem durumuna kendilerini vererek katıldıklarının ifadesi olarak görülmektedir.

Resim 69

*Soruya doğru cevap verdiği sırada öğrencilerin birbirlerini tebrik etmesi*

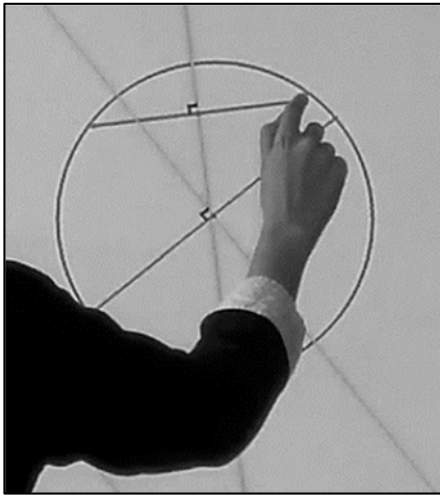


Öğrencilerin kirişler ile çemberin merkez noktası arasındaki ilişkiyi keşfetme işlemlerine güdülenmeleri ve problem durumuyla çemberin merkezini nasıl bulacaklarını düşünceleri amaçlanan bu etkinlikte, öğrenci tepkilerinin ve çalışmalarının etkinliğin dikkat çekme aşamasıyla yakından ilgili olduğu düşünülmüştür.

**5.1.2.2. Etkinlik 2.2.** Bu etkinlik, *kirişlerin orta dikmelerinin çemberin merkezinden geçtiğini* keşfetme etkinliği olarak tasarlanmıştır. Uygulama basamağını yapan öğrenci, noktaları taşımakta zorlanıyor. Doğru parçalarını çemberde kiriş oluşturacak şekilde yerleştirirken, taşıma sırasında *merkezden mi geçecek?* sorusunu sorarak keşfettiği anlaşılmaktadır (bkz. Resim 70).

Resim 70

*Öğrencinin genellemeyi keşfettiği sırada*



Araştırmacı tarafından çember ile doğru parçalarını orta dikmeleri arasındaki ilişkiyi öğrencilerin daha iyi gözlemlemeleri bakımından, doğru parçalarından birinin yerini değiştirerek genellemeyi ulaşabilmeleri sağlanmak isteniyor. Başka bir deyişle öğrencilerin keşfetme süreçlerinin koşulları daha iyi hale getirilmek isteniyor. Böylece doğru parçalarının orta dikmelerinin merkezden geçmesini keşfetmeleri istendiğinden ve buna ilişkin çıkarımda bulunmaları gerektiğinden bu etkinliğin, keşfetme aşaması ile uyumlu olduğu düşünülmüştür.

Özellikle etkileşim yoğun etkinlikler, öğrencilerin ayrıca ilgisini çekmiş ve hararetle tartışmalara neden olmuştur (bkz. Resim 71).

Resim 71

*Etkileşim yoğun etkinlikler sırasında öğrenci tartışmaları*



Öğrenciler, etkinlikle birlikte farklı ifadeler kullansalar da, etkileşimler sayesinde çemberin merkezi ile ilgili genellemeyi keşfetmişlerdir.

... **Öğrenci:** şeritlerle rasgele kırışlar oluştururuz.

**Öğrenci:** Şeridi çevresine sararız.

**Araştırmacı:** gönye ne işe yarıyor?

**Öğrenci:** Dik açı oluşturmak için.

**Öğrenci:** kenarında cetvel var.

**Öğrenci:** dik açı oluşturup hipotenüsü belirleriz...

**Öğrenci:** dikleri çizeriz ve orta noktalarını buluruz. Böyle yapa yapa buluruz.

**Araştırmacı:** kaç tane yapmamız lazım?

**Öğrenci:** iki tane yaparız.

**Araştırmacı:** evet en az iki tane yapınca buluruz. Etkinlikte 3 tane çizilmiş. Birini çıkarınca yine bulabiliriz. Nasıl ifade edelim?

**Öğrenci:** doğruların orta doğrusu merkezden geçer.

**Öğrenci:** Kiriş doğruları merkezden geçer. ...

Konuşmalarda öğrencilerin keşfettikleri süreçleri görülmektedir. Yine keşfetme aşamasına uygun olarak hipotezler kurup, denemeler yapmışlar ve aktiviteleri etkin bir şekilde sürdürmüşlerdir. Bu nedenlere dayanarak etkinliğin, 5E modeli için uygun bir etkinlik olduğu düşünülmektedir.

**5.1.2.3. Etkinlik 2.3.** Etkinlik 2.3'e, 5E modelinin açıklama aşamasında yer verilmiştir. Öğrenciler etkinlikte bir önceki etkinlikte keşfettikleri genellemeyi açıklama çabası içerisine girmişlerdir.

... **Öğrenci:** D doğrusu üzerine taşısana.

**Öğrenci:** İkizkenar.

**Öğrenci:** d doğrusu ile çemberin kesişme noktasına taşısana

**Öğrenci:** bir de merkeze taşısana, değeri 4,39 olabilir mi?

**Öğrenci:** K noktasını uzatabilir misin? (K noktasının bulunduğu doğruları kastediyor).

d doğrusu olmasın biraz yukarıya çıkar. Tamam anladım. ...

Daha sonra öğrenciler açıklama aşamasına uygun olarak çemberin merkezini belirtmişler ve öğretmen de genel bir açıklama yaparak konuyu netleştirmiştir. Etkinliğin büyük oranda açıklama aşamasına uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**5.1.2.4. Etkinlik 2.4.** Bu etkinlikte öncelikle, çemberin merkez noktasının konumunun bulunmasından sonra elde edilen bilgilerin *çemberin vektörel denklemi* konusunda uygulanmak üzere derinleştirilmesi hedeflenmektedir. Aktivite sırasında öğrencilerin yeni kavramı elde etmede zorlandıkları gözlenmekle birlikte, yeni kavramların elde edilmesinde derinleştirme aşamasına uygun olduğu görüşü baskındır.

... **Araştırmacı:** (ipucu veriliyor). Yarıçap için r'yi kullanıyorduk. Eşitlik diyor, buna bir isim verelim. Denklik deyince...

**Öğrenci:** özdeşlik

**Araştırmacı:** çemberin vektörel denklemi. ...

**5.1.2.5. Etkinlik 2.5.** Etkinlik 2.5, yine 2.4 numaralı etkinlik gibi yeni ve derinlemesine kavramlar elde edilmesini amaçladığından modelin derinleştirme aşamasında yer aldığı düşünülmüştür. Öğrenciler, aşamaya uygun olarak etkinlik üzerinde araştırma yapmışlardır ve görüşlerini açıklamış, düşünceleri ile ilgili sorular yöneltmişlerdir.

*... Araştırmacı: çemberin merkezini orijinin dışına taşıyın.*

**Öğrenci:** *o zaman çemberi hareket ettireyim.*

**Öğrenci:** *çemberi orijine taşıyarak buluruz hocam*

**Öğrenci:** *Birincide  $r$ 'yi yazmış biz yazmadıysak yani  $r$ 'yi öbür tarafa atmış ya problem olur mu? ...*

**Öğrenci:** *matematiksel olarak mı yazacağız? ...*

Ayrıca öğrencileri kavramsal öğrenmeye yönlendirmek üzere sorular sorulmuş ve bunlar sayesinde teşvik etmeye çalışılmıştır.

*... Araştırmacı: çemberin merkezini orijinin dışına taşıyın.*

*... Araştırmacı: (örnek veriliyor) mesela  $X$ 'in katsayısı*

*... Araştırmacı: bu halde bulmamız gerekiyor.*

*... Araştırmacı: (soru başka şekilde soruluyor). Bir çemberin standart denklemi verildiğinde merkez noktasının koordinatlarını bulabilir miyim? ...*

Bunun yanında öğrencilerin anlamakta zorluk yaşadığı durumlarda, aşamaya uygun olarak örneklendirmeler yapılarak bilgi verilmiştir (bkz. Resim 72). Ayrıca bu örnekten sonra öğrencilerin anladıklarına dair ifadeler kullandıkları görülmüştür.

Resim 72

Öğrencilerin zorlandığı sırada örneklendirme

$$x^2 + 3y^2 + 4x - 5y + 6 = 0$$

$$-2a = 4 \quad -5b = 2b$$

$$a = -2 \quad b = \frac{5}{2}$$

$$(x+2)^2 + (y-\frac{5}{2})^2 = \frac{25}{4}$$

Aktiviteler sırasında öğrenciler çalışmalara kendilerini kattıkları ve aralarında şu diyalogun gerçekleştiği gözlenmiştir.

... **Öğrenci:** ders ne çabuk bitiyor.

**Öğrenci:** aynen...

Sonuç olarak öğrencilerin kavramsal öğrenmeye uygun olarak *çemberin standart ve parametrik denklem* kavramlarını öğrenerek derinlemesine bilgi yapıları elde ettikleri bir aktivite süreci gözlenmiş ve bu yönüyle derinleştirme aşamasına uygun bir etkinlik olduğu kararına varılmıştır.

**5.1.2.6. Etkinlik 2.6.** 2.4 ve 2.5 numaralı etkinlikler gibi derinleştirme aşamasına uygun olduğu düşünülen bu etkinlikte denklemlerinden hareketle çemberlerin konumlarına göre isimlendirmeleri ile ilgili genellemeleri öğrenmeleri beklenmiştir. Böylece derinlemesine bilgi edinme sürecinin devam ettiği gözlenmiştir. Öğrenciler, aşamaya uygun olarak araştırma yapmış, sorular sorarak deneyimlerde bulunmuşlardır.

... **Öğrenci:** *Y noktası nerede? Y noktası orijinin altında mı, üstünde mi? ...*

Dördüncü ve beşinci etkinliklerle birlikte bu etkinlikte, işlem basamakları daha çok cebirsel ifadelerin yer almasından dolayı öğrencilerin konsantrasyonları zaman zaman kesintiye uğramış ve bu sırada sıkıldıkları gözlenmiştir. Bunun için derinleştirme aşaması ile uyumluluk bakımından sorun olmadığı düşünülse de, bu etkinliklerin AT ortamında uygulanması konusunda bazı soru işaretleri belirlemiştir. Ancak etkinlikte değerlerin



görüntülenmesi ve değişimleri izleme sırasında öğrencilerin değerlerdeki değişimi dikkatle izledikleri görülmüştür. Daha sonra araştırmacı öğrencilere, derinleştirme aşamasına uygun olarak formel bilgiyi vermiş ve tartışma faaliyetlerini netleştirmiştir. Yukarıda da söz edildiği gibi derinleştirme aşaması ile uyumlu olduğu söylenebilir.

**5.1.2.7. Alıştırma 2.** Bu etkinliğin değerlendirme yapma amaçlı kullanılması düşünüldüğünden, modelin değerlendirme aşamasında olması öngörülmüştür. Değerlendirme için verilen alıştırma değerlendirmenin sadece bir bölümünü oluşturmakta ve öğretim sürecindeki öğrenci çalışmaları da değerlendirme kapsamı içerisindedir. Başka bir deyişle, ünite sonu olduğu gibi ünite sürecinde gösterilen performanslarda değerlendirmenin bir parçasıdır. Alıştırma açık uçlu sorulardan ve öğrencilerin elde ettiği kavram ve genellemeleri uygulamaları amacıyla oluşturulmuştur. Öğrencilerin alıştırma çalışması başlar başlamaz hemen işe koyuldukları gözlenmiştir (bkz. Resim 73).

Resim 73

*Alıştırmalar sırasında öğrencilerin hemen çözmeye başladıkları görüntü*



Ayrıca öğrencilerin diyaloglarından alıştırmada sonuca ulaşmadaki mutluluklarını dile getirdikleri aşağıdaki cümlelerinden anlaşılmaktadır.

... **Öğrenci:** biz yaptık

**Öğrenci:** yaptık sanki...

Alıştırma kâğıtlarından sonra, alıştırmaların çözümü ile ilgili ipuçlarının sunulduğu ikinci alıştırma kâğıdı verilmiş ve öğrencilerin kendilerini değerlendirmeleri sağlanmıştır. Değerlendirme aşamasına öğrencilerin katılımı da sağlanmıştır. Alıştırma etkinliği yalnız

başına ele alındığında kavram ve genellemeleri kavrama düzeyini ölçen bir alıştırma olarak değerlendirme aşamasına uygun olduğu değerlendirilmiştir.

### **5.1.3. Beşinci kazanım.**

**5.1.3.1. Etkinlik 5.1.** Etkinlik 5.1, diğer kazanımlarda da olduğu gibi animasyon olarak tasarlanmış ve öğrencilere bir problem durumunun sunulması amaçlanmıştır. Bir problem durumu verilmiş ve bunu çözmeleri istenmiştir. Etkinliğe 5E modelinin dikkat çekme aşamasında yer verilmiştir. Etkinlik sırasında öğrencilerin anlam vermeye çalıştıkları ve çeşitli sorularla araştırma çabası içine girdikleri ifadelerinden anlaşılmaktadır.

*... Öğrenci 1: orda bir dik atarsak*

*Öğrenci 2: yarıçap mı?*

*Öğrenci 1: -evet*

*Öğrenci 2: hocam deltoitten çıkar mı? ...*

*Öğrenci: bir önceki basamakta yazmıştık.*

*Öğrenci: yarıçap olduğundan dik...*

*Öğrenci: eşitler*

*Öğrenci: Pisagor'dan...*

Gruplardan birisinin problem durumunu heyecanla elleriyle etkinlikleri havada oluşturarak tartıştıkları görülmüştür (bkz. Resim 74). Bu bir bakıma görselleştirmeye olan ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır.

Resim 74

*Öğrencilerin jestlerle etkinlikleri tartışmaları*



Böylece öğrencilerin dikkatini çeken problem durumu, onları sorgulamaya itmiş, aynı zamanda gülüşmelerinden eğlenceli bir çalışma haline getirdiği anlaşılmıştır. Öğrencilerin ilgi ve merakı, araştırmacıyı öğrencileri yönlendirici sorular sormaya ve ipuçları vermeye sevk etmiştir.

*... Araştırmacı: yarıçap olduğu için mi dik, yoksa teğet olduğundan mı? Oraya soru işareti*

*Araştırmacı: yer vektörü, normal doğrusu vardı, teğet doğrusu vardı, eğimlerinin çarpımı -1'dir, çünkü aralarındaki açı...*

*Araştırmacı: neden? ...*

*Araştırmacı: arkadaşınız ipucu vereyim, üçgenler diyor.*

*Araştırmacı: arkadaşınız ısrarla üçgenler diyor. ...*

Öğrenciler dikkatlerini çeken uygulama ile çalışmaya devam etmiş ve uyarılmaları sonucu tartışmalarını sonlandırmışlardır. Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı, animasyon ve problem durumunun onları araştırmaya yönlendirdiği ve dikkatlerini çektiği gözlemi, etkinliğin dikkat çekme aşaması ile uyumlu olduğunu göstermiştir.

**5.1.3.2. Etkinlik 5.2.** Etkinlik 5.2, çembere bir noktadan teğet olarak çizilen doğru parçalarının uzunluklarının eşit olduğunu keşfetme etkinliğidir. Bu nedenle öğrencilerin,

dikkat çekme aşamasında hayattan sunulan bir problem durumunu keşfederek öğrenmeleri hedeflenmiştir. Aşamalarda öğrenciler doğru parçalarının neden eş olduklarını keşfetmiş ve teğet noktalarının farklı konumlarında bu eşitliğin sağlanma durumunu etkileşimler sayesinde keşfetmişlerdir. Etkinlik sırasında öğrencilerden birisinin, bir önceki problem durumu ile ikinci etkinlik arasında ilişkilendirme yaptığı görülmüştür.

... **Öğrenci:** *bir önceki şeyde yapmıştık...*

Öğrenciler grup çalışması ile noktaların hareket ettirilerek durumun araştırılması çalışmaları gerçekleştirmiştir. Bu arada uygulamayı yapan öğrenciyi yönlendirerek, farklı durumları test etmeye çalışmışlardır. Ayrıca öğrenilecek genellemenin somutlaştırılması sağlanmıştır. Bu nedenlerden etkinliğin keşfetme aşaması için uygun olduğu gözlenmiştir.

**5.1.3.3. Etkinlik 5.3.** Üçüncü etkinlik öğrencilerin yarıçapın teğet noktasında, teğete dik olduğunu ispatlayarak açıklamaları istenen etkinliktir ve açıklama aşaması ile ilişkilendirilmiştir. Öğrencilerin araştırmacının açıklamaları sırasında *OH* ve *OD* uzunluklarını karşılaştırdığında zorlandıkları ancak uzunlukları harf olarak belirtmede ( $|OH|=r$  ve  $|OD|=r+a$  gibi) zorlanmadıkları görülmüştür.

Öğrencilerin bu aşamada zorlanmışlar ve araştırmacı aşamaya uygun olarak açıklamada bulunmuştur. Yapılan aktiviteler ile öğrenciler genellemeye ulaşmaya çalışmışlar, hareketler sırasında uygulamayı yapan arkadaşlarını yönlendirmişlerdir. Bu yönüyle etkinlik açıklama aşaması ile uygunluk gösterirken, öğrencilerin genellemeye ulaşmada ve açıklamada zorlandıkları gözlenmiştir.

**5.1.3.4. Etkinlik 5.4.** Dördüncü etkinlik derinleştirme aşaması için uygun görülmüştür. Etkinlik ile daha önce bir noktadan çizilen teğet doğruları ile ilgili kavram ve genellemelerden yeni kavram ve genellemeleri öğrenmeleri hedeflenmiştir. Bununla birlikte bu kavram ve genellemelerin bir noktadan iki çembere çizilen teğetlere genişletilmesi ile yeni genellemelere ulaşılması hedeflendiğinden, dördüncü, beşinci ve altıncı etkinliklerin kendi içerisinde tekrar

bir 5E model döngüsü oluşturdukları düşünülmüştür. Bu nedenle dördüncü etkinlik kazanım genelinde derinleştirme aşamasına, belirtilen üç etkinlik içerisinde ise dikkat çekme aşamasına karşılık geldiği varsayımında bulunulmuştur.

Yeni genellemeler açısından, problem durumu sunmak ve öğrencilerin dikkatini çekmek için animasyon olarak tasarlanmış ve öğrencilerin dikkatle izledikleri görülmüştür. Kendi içerisinde kavram bütünlüğü oluşturulan genellemelere giriş niteliğindedir. Ayrıca bir noktadan çembere çizilen teğet doğrularından, iki çembere çizilen teğet doğrularında iki teğet doğrusu arasındaki uzaklıklar ile ilgili daha derinlemesine bilgi düzeyine geçmeleri sağlanmıştır. Bu ve önceki kavram ve genellemelerin yeni durumlara uyarlanmasını içerdiği düşünüldüğünden derinleştirme aşamasında yer verilmiştir.

**5.1.3.5. Etkinlik 5.5.** Dördüncü etkinlikte farklı konumlarda çemberlerin ortak dış teğetlerinin keşfedilme ve gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Genellemeleri keşfetme üzerine oluşturulan bu etkinlik kazanım genelinde yeni genellemelerin öğrenilmesini sağladığından yine derinleştirme aşamasına karşılık geldiği düşünülmüştür. Önceki etkinlikte bahsedildiği gibi yeni genellemelerin oluşturduğu konu bütünlüğü içerisinde ise keşfetme aşamasında olduğu öngörülmüştür. Teğet noktasında yarıçapın dik olması genellemesinden hareketle yeni genellemelerin öğrenilmesi ve önceki etkinliklerdeki bilgilerini kullanmaları bakımından derinleştirme aşamasına karşılık geldiği öngörülmüştür. Ayrıca keşfetme aşaması olarak, öğrencilerin etkinlikte çeşitli denemeler yaparak varsayımında bulunma yoluyla kavram ve genellemeler keşfettirilmeye çalışılmıştır. Hareketler sırasında ilişkilerin ve değerlerin birbiri ile ilişkili olduğu durum öğrencileri etkilemiş ve *aaaa* ifadesiyle dile getirmiştir. Öğrencilerin hareketleri dikkatle takip ettikleri ve inceledikleri gözlenmiştir. Öğrencilerin yanında dersin öğretmenini de (uygulama için dersi alan öğretmen yoklama almak için sınıfa geldiği sırada) dikkatle ve öğretmenler normal koşullarda dersten çıkmalarına rağmen, uzun süre oturarak etkinlikteki aktiviteleri merak ve ilgiyle izlemeyi tercih etmiştir (bkz. Resim 75). Aynı

zamanda ön sıraya oturup öğrencileri izleyerek onların tepkilerini incelemiştir. Aslında bu durumun öğretmenler tarafından da alışık olunan bir durum olmadığını işaret ettiği düşünülmektedir.

Resim 75

*Dersin öğretmenin aktiviteyi merak ve ilgiyle izlemesi*



Sonuç olarak öğrenciler kazanım açısından daha derin bir anlama gerçekleştirirken, yeni durum genellemesi için keşfetme etkinliği gerçekleştirmişlerdir. Böylece her iki durum için 5E modelinin aşamalarını karşıladığı düşünülmektedir.

**5.1.3.6. Etkinlik 5.6.** Etkinlik 6, kazanım içerisinde derinleştirme aşamasını devam ettirirken, yeni genelleme durumu için yine bir keşfetme etkinliği olarak öngörülmüştür ve öğrencilerin K noktasından çizilen doğruların K'nın farklı konumlarında yine teğet olma durumlarını incelemeleri sağlanmıştır. Aktiviteler sırasında öğrencilerin heyecanla aktiviteyi yapan öğrenciyi yönlendirdikleri gözlenmiştir (bkz. Resim 76).

Resim 76

*Öğrencilerin heyecanla aktiviteyi gerçekleştirmeleri*



Bu sırada dersin öğretmeni öğrencilerin ÖÇY'yi doldurdukları sırada onları incelemiştir (bkz. Resim 77).

Resim 77

*Dersin öğretmeni öğrencilerin ÖÇY'ye verdikleri cevapları izlemesi*



Teğet doğru parçalarının eşit olmasından hareketle, aynı zamanda teğet doğrularının kesiştiği nokta ile çemberlerin merkezlerinin doğrusal olduğu genellemesine ulaşılan bu etkinlikte, öğrenciler önceki etkinliklerdeki bilgileri burada uygulayarak genellemeye ulaşmışlardır. Sorular sormuş, uygulamayı yapan arkadaşlarını yönlendirerek incelemiştir.

... **Öğrenci:** *ne değişti ki*

**Öğrenci:** *yine aynı yer oldu*

*Araştırmacı: bu sefer şöyle yapalım, K'yı yukarı çıkar. Yani her ikisine teğet olmasını sağla.*

**Öğrenci:** *M1'i değiştir*

**Öğrenci:** *Ne oldu? Ama yine aynı şey oldu ki, sadece ötelenmiş oldu.*

**Öğrenci:** *d doğrusunu biraz aç...*

Bu yönüyle derinleştirme aşamasına uygun olduğu belirlenmiştir. Kendi içerisinde 5E modelini barındıran etkinlikler içerisinde ise öğrencilerin genellemeyi elde ederken, grup arkadaşlarıyla araştırma çalışmaları yapmış, denemeler yaparak (aktiviteleri gerçekleştiren

arkadaşları aracılığıyla) varsayımda bulunmaya çalışmışlardır. Bu yönüyle de ikinci fonksiyonu olarak keşfetme aşamasına uygun olduğu öngörülmüştür.

**5.1.3.7. Alıştırma 5.** Alıştırma etkinliği olarak tasarlanmış ve değerlendirme aşamasında yer verilmiştir. Diğer alıştırma etkinliklerinde olduğu gibi, değerlendirmenin bir bölümünü oluşturmakta ve hem geri dönüt vermek hem de eksik ve yanlış işlem basamaklarını görmeleri amacıyla ipucu içeren çözüm kâğıtları ile çözüme ulaşmışlardır. Bu sırada öğrenciler ipucu basamaklarını gerçekleştirmiş, sınıf ortamında tartışarak etkinliği sürdürmüşlerdir (bkz. Resim 78).

Resim 78

*Öğrencilerden birinin sınıf ortamında tartışma sırasında görüntüsü*



*... Araştırmacı: DOC açısını bulalım*

**Öğrenci:** *büyük ihtimalle 90 derece*

*Araştırmacı: bunu ispatlamaya çalışın*

**Öğrenci:** *Çünkü iki paralel, açıortay. Direk yaparız x, yani... (işlem yapmaya koyuluyor) ...*

Öğrencilerden birisi sonuca başka bir şekilde ulaştığını belirterek, çözüm yolunu anlatmak için araştırmacıya çalışma kâğıdını göstererek doğrulamaya çalışmıştır (bkz. Resim 79).



Resim 79

*Öğrencilerin çözüm yolunu araştırmacıya anlatmaları*



*... Araştırmacı: Olur tabi. Neden olmasın. ...*

Böylece değerlendirmenin alışırma çözüme adına belli bir parçasını oluşturan etkinliğin 5E modelinde değerlendirme aşamasına uygun olduğu düşünülmüştür.

#### **5.1.4. Altıncı kazanım.**

**5.1.4.1. Etkinlik 6.1.** İlk etkinlik yine animasyon olarak tasarlanmış ve öğrencilerin kavram ve genellemelere dikkatlerini çekmek amaçlanırken, konu üzerine düşüncelerini sağlayacak problem durumu verilmiştir. Etkinlik açıldığında öğrenciler tüm dikkatlerini vererek izlemişlerdir.

Önbilgilerini hatırlayan öğrencilerden birisi, *merkez aç* diyerek bunu ifade etmiştir. Öğrencilerin dikkatini çeken etkinliğin merak uyandırdığı ve öğrencilerin soru üzerine yoğun olarak düşündükleri gözlenmiştir. Araştırmacıya sorular sorarak çözüm aradıkları gözlenmiştir.

*... Öğrenci: merkez, teğet*

*Öğrenci: çemberin üstündekine ne diyeceğiz?*

*Öğrenci: bir şey sorcam. Yukarıdaki noktaya kendimiz bir şey uydurabilir miyiz?*

*Araştırmacı: tabi tabi. Şunu demeniz yeterli. A noktasında bulunan kameranın adı şu.*

*İllaki diğer noktalara isim vermenize gerek yok. B kamerasının adı şu olsun*

*Öğrenci: ha kendimiz mi veriyoruz?*

*Araştırmacı: tabi tabi. Siz bir isim verseniz, konumlarına göre ne dersiniz? ...*

Etkinlik, belirtilen nedenlerden dolayı dikkat çekme aşamasının gereklerini karşıladığı düşünüülerek bu aşamada yer verilmiştir.

**5.1.4.2. Etkinlik 6.2.** Etkinlik 6.2, öğrencilerin çemberde açıları öğrenmeleri amacıyla hazırlanmıştır. İlk basamakta, öğrenciler merkez açı kavramının nasıl tanımlanacağı üzerine tartışmışlar ve varsayım üretmişlerdir.

*... Araştırmacı: A'yı merkezden geçecek şekilde aşağıya çek sen*

**Öğrenci:** merkez açı

**Öğrenci:** oooo (doğru parçası merkez noktasının üzerine getirdiğinde metin görünür olunca hayretle söylüyor)

*Araştırmacı: bu açıyı tanımlayın arkadaşlar*

**Öğrenci:** zaten tanımlı

**Öğrenci:** açıyı nasıl tanımlarız?

**Öğrenci:** şöyle oluyo diye yazarsın

**Öğrenci:** iki yarıçap arasındaki açı dersek...

Bu biçimiyle keşfetme aktiviteleri, öğrencilerin varsayımda bulunmaları ve denemeler yapmalarını sağladığından keşfetme aşaması ile oldukça uygun olduğu gözlenmiştir.

Öğrenciler varsayımlarda bulunmak ve test etmek üzere, *aşağıya çek, dışına çıkıyomu?* gibi yönlendirmede bulunup sorular sormuşlardır.

*... Öğrenci: bişey çıkar gibi yukarda*

**Öğrenci:** bence bırakma

**Öğrenci:** aşağıya kaydır sana bi

**Öğrenci:** bence orda değil

**Öğrenci:** geldi geldi

**Öğrenci:** aaaa...

Tanımlamalar sırasında öğrenciler derin düşünme ve arkadaşları ile yoğun bir tartışma sürecine katılmışlardır (bkz. Resim 80).

Resim 80

*Tanımlamalar sırasında grup çalışması*



Açıların görüntülenmesiyle birlikte öğrencilerden açılar arasında ilişkileri araştırmaları sağlanmıştır. Bu sırada yine öğrencilerde yoğun bir düşünme süreci gerçekleşmiştir.

**5.1.4.3. Etkinlik 6.3.** Üçüncü etkinlik, çemberde açı-yay genellemelerinin öğrenilmesine yöneliktir. Bu amaçla açı ve yaylar arasındaki ilişkileri keşfetmeye ve açı değişimlerine göre bunları açıklamaya çalışmışlardır. Öncelikle açı-yay ilişkilerini keşfetmek için noktaların yerini değiştirerek gözlemlemişlerdir.

... **Öğrenci:** *açı küçüldükçe çevre açı oluyor*

**Öğrenci:** *sıfır olmuyor ya 2 ve 3 de*

**Araştırmacı:** *şimdi  $Q$  açısı ile çemberin toplamına oranlayın*

**Öğrenci:** *90 için mi yapıyoruz?*

**Araştırmacı:** *evet*

**Öğrenci:** *dörtte bir...*

Daha sonra öğrencilerin açı ile yay değerlerini karşılaştırarak aralarındaki ilişkilerin açıklanması ve genellemeye ulaşmaları beklenmiştir. Uygulamalar sırasında öğrencilerin yine direktiflerle uygulama yapan arkadaşlarını yönlendirdikleri ve çeşitli denemeler yapmasını

dikkatle izledikleri gözlenmiştir. Araştırmacı, öğrencilere formel bilgiyi vererek öğrencilerin açıklamalarını netleştirmiştir.

... *Araştırmacı*: Bulduğunuz değer ne türden olur.

**Öğrenci**: cm

*Araştırmacı*: açığı çevirmek için ne yapalım? (öğrencilere radyan türünden yazmamız gerektiği söyleniyor) ...

İşleyişinden de anlaşıldığı gibi etkinlik, keşfetme ve açıklama işlevlerini birlikte yerine getirdiği düşünülerek 5E modelinin keşfetme ve açıklama aşamalarının ikisini birden karşıladığı düşünülmüş ve bu durum öğrenci uygulamaları ve öğrenci diyaloglarından anlaşılmıştır.

**5.1.4.4. Etkinlik 6.4.** Dördüncü etkinlikte çemberde açılar ile ilgili bilgileri kullanarak açı türleri arasındaki ilişkilerin öğrenilmesine odaklanılmıştır. Öğrencilerin açılar ile ilgili genellemeleri burada kullanarak aralarındaki açı ilişkisini belirlemeleri beklenmiştir. Uygulama basamaklarını dikkatle takip ettikleri gözlenmiştir. Grup arkadaşları ile fısıldaşarak soruları cevaplamaya çalışmışlar ve açıların farklı konumlarını tekrar incelemek için uygulama yapan arkadaşlarını yönlendirmeye çalışmışlardır.

... **Öğrenci**: C noktasını bir daha hareket ettirebilir misin?

**Öğrenci**: D'yi hareket ettirebilir miyiz? ... C'yi hareket ettir. ...

Araştırmacı çeşitli sorular ve ipuçları vererek genellemeye ulaşmaları için teşvik etmiştir.

... *Araştırmacı*: açılar dedik, yaylar dedik, birbirinin üzerine getirdik, bunları düşünerek bir genellemede bulunalım. ...

Genelleme bakımından, önceki genellemelerin kullanılarak farklı bir genellemeye ulaşma ve öğrenci ve öğretmen rolleri bakımından modelin derinleştirme aşamasına uygun

olduğu düşünölmektedir. Öğretmen etkinlik sonunda öğrencilerle ulaşılmaq istenen genelleme ile ilgili açıklama yapmış ve öğrenci cevaplarına geribildirimde bulunmuştur.

**5.1.4.5. Etkinlik 6.5.** Etkinlik 6.5 ile kazanımın derinleştirme aşaması devam etmektedir. Tekrar yeni bir genellemeye ulaşmaq üzere hazırlanan etkinlikte öğrencilerin merkez açı ve çevre açı arasındaki ilişki ile ilgili genellemeye ulaşmaları beklenmektedir. Öğrencilerin önceki bilgilerini yeni duruma uyarlamaları beklenen bu etkinlikte, öncelikle çizdikleri elemanı düzeltmeleri noktasında yönlendirilmiştir.

*... Araştırmacı: iki açı arasında ilişki kurmak üzere bir nesne çizin. Yani çemberin bir elemanını çizin.*

**Öğrenci:** yay

*Araştırmacı: yaysa üzerinden geçebilirsin ya da başka bir eleman çizebilirsiniz.*

*Araştırmacı: emin misiniz? Çizdiğiniz nesneyi bir daha düşünün, belki ortak başka bir nesne çizebilirsiniz.*

**Öğrenci:** mesela AB gibi (AB doğru parçası demek istiyor)

**Öğrenci:** huuummm...

**Öğrenci:** işaretlenmiş açı W ve Q mu oluyor?

*Araştırmacı: evet. İkinci maddedeki şekli tahtaya göre tamamlayın. ...*

Öğrenciler birbirleri ile fikir alışverişinde bulunarak kendi açıklamalarını sunmuştur. Böylece grup arkadaşları ile tartışarak çıkarımlarını ifade etmişlerdir. Uygulamalar sırasında incelemeler yaparak genellemeye ulaşmaya çalışmışlardır.

*... Öğrenci: diğer iki iç açının toplamına eşit. ...*

Öğrencilerin zorlandıkları noktalarda araştırmacı öğrencileri yönlendirmiştir. ...

*Araştırmacı: 2.basamağı diyorum. (tekrar ediliyor ve Q açısı ile...). Bir üçgendeki bir dış açı diye söyledik.*

*Araştırmacı: bu üçgenlerin kenarları yarıçap olduğu için nasıl üçgen oluyor? ...*

Etkinlik genel olarak derinleştirme aşamasına uygun olmakla birlikte, işlem basamakları ile derinleştirme aşamasının uygulanmasının zor bir biçimde gerçekleştiği görüşü hâkim olmuştur.

**5.1.4.6. Etkinlik 6.6.** Etkinlik 6.6 ile derinleştirme aşamasının devam ettiği düşünülmektedir. Öğrencilerin önceki genellemeler ile bu kez merkez ve teğet-kiriş açısı arasındaki ilişkileri öğrenmeleri hedeflenmiştir. Etkinlik sırasında uygulamalar ile gözlemler yapan öğrencilerin çıkarımlarda buldukları gözlenmiştir.

... **Öğrenci:** *değişmiyor ya*

*Araştırmacı: teğet noktasını hareket ettirelim.*

**Öğrenci:** *aynı oranda ikisi de değişiyor. ...*

**Öğrenci:** *aynı aynı*

**Öğrenci:** *niye dışardan verdi ya*

*Araştırmacı: niye dışardan verdi. Güzel. (açı tersine döndürüldü ve düzeldi)*

**Öğrenci:** *ha yarısı*

**Öğrenci:** *yarısı olur bence...*

**Öğrenci:** *eşit neresi (heyecanla soruyor)*

**Öğrenci:** *eşit işte*

**Öğrenci:** *eşit işte ne yaptınız?*

**Öğrenci:** *eşit ya...*

**Öğrenci:** *iki katı mı oluyor?*

**Öğrenci:** *aaa (eşit dedi ama eşit olmadığını görünce şaşırıyor) ...*

İncelemeler sırasında değerlendirme yapmak üzere sorular sorarak genellemeye ulaşma çabası içerisine girmişlerdir.

... **Öğrenci:** *bunu çizsek X falan desek*

**Öğrenci:** *bir şey çizmicen*

*Araştırmacı: arkadaşlar şu üçgenin özelliklerine göre iç açıları yazın. ...*

Genel olarak derinleştirme aşaması ile uyumlu olduğu düşünülen etkinlikte, önceki etkinliğe paralel olarak işlem basamaklarında basamağın gerekleri yerine getirilirken araştırmacının zorlandığı gözlemlenmiştir.

**5.1.4.7. Etkinlik 6.7.** Dördüncü etkinlikten itibaren süregelen derinleştirme aşaması bu etkinlikle devam etmektedir. Burada yeni durum olarak çemberin içinde bulunan ters açılar ile ilgili genellemelere yer verilmiştir. Öğrenciler yeni duruma bilgilerini uyarlayarak incelemelerde ve çıkarımda bulunmuşlardır.

*... Araştırmacı: az önceki düşüncenizi sözel olarak yazın.*

**Öğrenci:** hayda...

**Öğrenci:** aaa. Az önceki düşünce çöktü

*Araştırmacı: açılış işaretlerinin büyüüp küçülmesini önemsemeyin (açıyı gösteren yayların)*

**Öğrenci:** açılar değişmiyor. ...

Ayrıca çıkarımlarını değerlendirmek üzere sorular sormuş ve arkadaşlarının görüşlerini öğrenmeye çabalamışlardır.

*... Öğrenci: ben doğru mu yapıyorum (grup arkadaşına soruyor)*

*Araştırmacı: bu yine, orda üçgen görüyorum.*

**Öğrenci:** hee anladım.

**Öğrenci:** tabi ya...

Kavram yanılgısı ihtimaline karşı araştırmacı, öğrencilerin yanlış düşüncelerini yönlendiriyor.

*... Öğrenci: x ile y eşittir.*

**Öğrenci:** yo değildir

**Öğrenci:** orası D'ye eşit değil midir?

*Araştırmacı: x değeri eşit değil orda*

*Öğrenci: sanki D'ye eşit*

*Araştırmacı: tek taraflı bakarsak işin içinden çıkamayız. X+Y burada bir yay gördü birde burada bir yay görüyor.*

*Öğrenci: toplamının yarısına eşit*

*Öğrenci: aa bilmişim (bkz. Resim 81) ...*

Resim 81

*Soruya doğru cevap veren öğrencinin şaşkınlık ifadesi*



Sonuç olarak uygulama ve işlem basamakları dikkate alındığında etkinliğin, derinleştirme aşamasına uygun olduğu düşünülmüş ve birbirine benzeyen derinleştirme aşaması etkinliklerinden giderek elde edilen tecrübenin etkinliklerin gerçekleştirilmesini kolaylaştırdığı gözlemlenmiştir.

**5.1.4.8. Etkinlik 6.8.** Sekizinci etkinlik ile derinleştirme aşaması devam etmektedir.

*Eşit açılardan gördüğü yaylar eşittir ve eşit yayları gören açılarda eşittir* genellemesinin p ve q önermeleri için  $p=q$  ise  $q=p$ 'dir biçiminde ispatlanarak genellemeye ulaşılmasını sağlayan etkinlik 5E modelinin derinleştirme aşamasına dâhil edilmiştir.

Öğrenciler verilen yeni durumla ilgili incelemeler yapmış ve önceki bilgilerini uygulayarak yeni genellemelere ulaşmaya çalışmışlardır.

*... Öğrenci: A'yı kıpırdatır mısın? (arkadaşına dönerek). Değişmiyormuş. ...*

*Öğrenci: yukarı çıkarır mısın, A noktasını?*



**Öğrenci:** *baya geçir*

**Öğrenci:** *düzeltsene, 180 derece yapsana*

**Öğrenci:** *ha...*

Öğrencilerin işlem basamağına verdiği doğru cevaptan dolayı sevindiği gözlenmiştir.

... *Araştırmacı: -a=b ise, siz sesli olarak söylediniz ya, açıların eşit olması için falan diye.*

*Şimdi o ifadeler yerine çemberdeki elemanları yazarak söyleyeceğiz. Şu eleman şuna eşit ise bu da buna eşittir gibi.*

**Öğrenci:** *öyle yazdık (sevinçle grup arkadaşıyla ellerini vuruyorlar) (bkz. Resim 82)*

...

Resim 82

*Doğru cevap veren öğrencilerin sevinç görüntüsü*



Öğrencilerin uygulamaları dikkatle inceledikleri ve çıkarımda bulunmak için dikkatle izledikleri gözlenmiştir. Yine derinleştirme aşaması ile uyumlu olarak incelemelerini değerlendirmek ve test etmek için uygulamanın tekrar edilmesini istemişlerdir.

... **Öğrenci:** *hareket ettirince değişiyor mu?*

*Araştırmacı: hareket ettir.*

**Öğrenci:** *aaa, değişti...*

Ayrıca işlem basamaklarında anlaşılmayan noktalar araştırmacı tarafından açıklanmış ve öğrencilerin anlamaları sağlanmıştır. Böylece bu etkinliğin derinleştirme aşaması ile

uyumlu olduğu, bunun yanında işlem basamaklarının daha kısa olarak sunulabileceği düşüncesi uyanmıştır.

**5.1.4.9. Etkinlik 6.9.** Derinleştirme aşamasında ve kazanımda son etkinlik olarak yer alan dokuzuncu etkinlikte, *çemberin dışındaki bir açının ölçüsünün gördüğü yayların farkının yarısına eşittir* genellemesine ulaşılması hedeflenmiştir.

Uygulama basamaklarını öğrenciler dikkatle izleyip, açı ile yaylar arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışmışlardır. Yeni duruma önceden edindikleri bilgileri uygularken zorlanan öğrenciler işlem basamağında yapmaları gereken çizimi düşünemedikleri için üzölmüşlerdir.

*... Araştırmacı: (ipucu basamağında) bu çizimi yapsaydık. 3.basamakta bu çizimi yapıyoruz ve başka nasıl yapabiliriz bunu tartışıyoruz.*

**Öğrenci:** *ben biliyorum ya. Ver sunu ver (deyip heyecanla arkadaşının elinden kalemi alıyor. Arkadaşı da bunu neden düşünemediğini hayıflanarak elleri ile yüzünü kapatıyor)* (bkz. Resim 83) ...

Resim 83

*Hatalı cevap veren öğrencilerin üzüntüleri*



Öğrenciler daha sonra cevapların düzeltilmişler ve sonraki basamağı da yaparak mutluluklarını ellerini vurarak göstermişlerdir (bkz. Resim 84). Geribildirim, işlem basamakları gibi kısa süreçlerde öğrencileri motive etmiş, etkinliği sürdürmelerinde rol oynamıştır.

Resim 84

*Cevaplarını düzelten öğrencilerin mutluluk görüntüsü*



Açı değerlerini bulma sırasında öğrenciler kendi düşüncelerini ifade ederek hararetle bir tartışma gerçekleştirmişlerdir (bkz. Resim 85).

Resim 85

*Tartışma görüntüsü*



*... Araştırmacı: açılar arasında bir bağıntı bulabilir misiniz?*

**Öğrenci:** hayır

*Araştırmacı: istersen ön yargılı düşünme*

**Öğrenci:** evet

**Öğrenci:**  $2x$

*Araştırmacı: şimdi X ve Y açılarının gördüğümüz yayların değerini derece cinsinden yazacaksınız*

**Öğrenci:** derece mi? Ne demek derece?

*Araştırmacı: evet*

**Öğrenci:** sayısal değer değil de, açı farzı mahal.

**Öğrenci:** sayısal değer yok ki.

*Araştırmacı: sayısal değer değil.*

**Öğrenci:** *ha onu yazarız...*

Öğrenciler, etkinlik basamaklarında zorlandıklarından araştırmacı tarafından yönlendirilerek çıkarımda bulunmaları ve genellemeye ulaşmaları sağlanmaya çalışılmıştır.

*... Araştırmacı: BCD açısı gördüğün yayın yarısı olduğuna göre, o zaman burası 2X burası 2Y olacak. Şimdi P açısının ölçüsünü yay ölçüleri türünden yazın diyor.*

*Araştırmacı: bakın P'yi bulduk burada. P'yi yalnız bırakalım oradan. P açısı ne olacaktır?*

**Öğrenci:** *X-Y olacak*

*Araştırmacı: evet. P açısının değerini şekil üzerindeki açılar değerinden yazın bakalım. X yerine hangi açıyı yazalım?*

**Öğrenci:** *B'yi BD cinsinden mi yazacağız?*

*Araştırmacı: evet*

**Öğrenci:** *biz bildik ya...*

Öğrenciler, etkinlik süresince birbirleriyle iletişim halinde akıl yürüterek çıkarımda bulunmaya ve açıklamaya çalışmışlar ve bunları kayıt altına almışlardır. Çıkarımlarında emin olmak için zaman zaman araştırmacıya sorular yöneltmişlerdir. Aralarında tartışarak fikirlerini savunmaya çalışmışlardır. Bu tür bir ortam sağladığı için etkinliğin derinleştirme aşaması ile ilişkili ve bu aşamaya uygun olduğu düşünülmüştür.

**5.1.4.10. Alıştırma 6.** Alıştırma çalışması değerlendirme sürecinin bir parçası olarak kullanılmıştır. Öğrencilerin öğrendikleri genellemeleri rahatlıkla uygulayabildikleri ve yapabildikleri için de motivasyonlarını artıran bir uygulama olmuştur. Değerlendirmenin sadece bir parçası olduğundan genel olarak 5E modelinin değerlendirme aşamasının tam anlamıyla karşıladığı, genellemeleri uygulamak için ideal bir çalışma olduğu düşünülmüştür. Öğrencilerin çaba ve performans sergilemeleri bakımından bekleneni vermiştir.

### 5.1.5. Dokuzuncu kazanım.

**5.1.5.1. Etkinlik 9.1.** Birinci etkinlikte, öğrencilere günlük hayattan bir örnek animasyonla senaryolaştırılıp sunulmuş, arkasından bir problem durumu verilmiştir. Öğrencilerin dikkatini çekmek ve derse odaklanmalarını sağlamak amaçlanmıştır. Önbilgilerine dayanarak isimlendirmelerde bulunmaları istenmekte ve son olarak bina köşelerinden giriş kapılarına olan uzaklıkları (teğetler dörtgeninin köşelerinin teğet noktalarına olan uzaklıkları) karşılaştırmaları istenmiştir. Sorular sorarak durumu anlamaya ve var olan bilgilerini ortaya çıkarmaya başlamışlardır.

... **Öğrenci:** *teğet olan yollara ne ad verebiliriz.*

**Öğrenci:** *dışındakilere mi? İçinde olacak da kirişler dörtgeni diyeceğiz. Bence yanlış çizilmiş o (gülüyor).*

*Araştırmacı: yanlışlık yok.*

**Öğrenci:** *içerde olsa kirişler dörtgeni diyecektim ben ona...*

Üçüncü basamakta öğrenciler önceki etkinliklerle ilgili olarak bir noktadan çizilen teğetlerin noktadan teğet noktalarına kadar olan uzaklıkların eşit olduğu ile ilgili genellemeyi hatırladıkları gözlenmiştir. Öğrencilerden birisi parmaklarını şaklatarak bunu gösterirken, diğeri *haaa...* diyerek tepkisini gösteriyor (bkz. Resim 86).

Resim 86

*Genellemeyi hatırlayan öğrencilerin şaşkınlık ifadeleri*



Etkinliğin özellikle önceki bilgileri ortaya çıkarmak ve günlük hayattan bir problem verilerek düşünmeleri sağladığından ve hazırlanış olarak animasyon olarak tasarlanması ile modelin dikkat çekme aşamasına uygun olduğu düşünülmüştür.

**5.1.5.2. Etkinlik 9.2.** Etkinlik 9.2, teğetler dörtgeni olma koşulunun keşfedilmesi üzerine oluşturulmuştur. Keşfetme aşamasının gereği olarak, öğrenciler etkinlik üzerinde denemeler yaparak varsayımlarda bulunmuşlardır. Varsayımlar kurarak problem durumuna çözümler getirmeye çalışmışlardır.

... **Öğrenci:** *noluyo*

**Öğrenci:** *tekrar hareket ettirir misin?*

**Öğrenci:** *F'yi de hareket ettir*

**Öğrenci:** *yaklaşınca ne oluyo...*

Bunun yanında açıklama aşaması gereği olarak da, grup içi tartışmalar gerçekleştirdikleri ve birbirlerine düşüncelerini açıklamaya çalıştıkları gözlenmiştir.

... **Öğrenci:** *burdan şunu birleştirelim (bkz. Resim 87) ...*

Resim 87

*Grup tartışması*



Araştırmacı sınıf içerisinde dolaşarak öğrencileri yönlendirici ve açıklayıcı bilgiler vermiştir (bkz. Resim 88).

Resim 88

*Araştırmacının yönlendirici davranışları*

Öğrencilerin şekilden dolayı yanlış anlamalarının olduğunu fark eden araştırmacı, şekli değiştirerek yeni durumu dikkate almaları için öğrencileri uyarmıştır. Böylece olası bir kavram yanılgısının önüne geçilmeye çalışılmıştır.

... **Öğrenci:** *burası paralel mi?*

*Araştırmacı: değil. Paralel olmayan duruma getirelim (şekil değiştiriliyor, ancak matematiksel ilişkiler sabit kalıyor)*

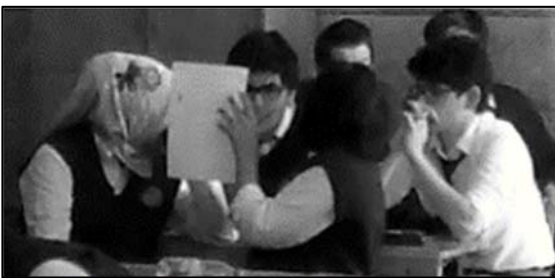
**Öğrenci:** *vay (değişimi gören öğrenciler)*

*Araştırmacı: artık paralel gibi görünmüyor değil mi?*

**Öğrenci:** *Ama nasıl yani (paralellik bozulunca üzülüyor) ...*

Öğrenci gruplarından iki grup arasında bilgi alışverişi gerçekleşmiş ve birbirlerine açıklamalarını yaparak karşılıklı bakış açılarını görme ve değerlendirme fırsatı bulmuşlardır (bkz. Resim 89).

Resim 89

*Diğer gruplarla tartışma görüntüsü*

Son olarak araştırmacı öğrencilere formel bilgiyi vererek etkinliği tamamlıyor.

Süreçten anlaşılacağı üzere etkinliğin 5E modelinin keşfetme ve açıklama aşamalarının her ikisine ait özellikleri taşıdığı ve bununla birlikte sürece göre iki aşama için de uygun olduğu söylenebilir.

**5.1.5.3. Etkinlik 9.3.** Üçüncü etkinlikte, öğrenciler teğetler dörtgeni ile ilgili yeni bir durumla karşılaşmış ve önceki etkinlikte elde ettiği bilgi ve genellemelerden hareketle, teğetler dörtgeninin alanının nasıl hesaplanacağını öğrenmişlerdir. Şekli görünce önceki ile benzer etkinlik olduğunu öğrenen öğrenciler, araştırmacının başka bir genellemeye ulaşacaklarını bildirmesi ile tekrar etkinliğe motive olmuşlardır. Dörtgenin köşelerinden teğet noktalarına kadar olan mesafelerle ilgili önbilgilerini yeni bir durum olan bu etkinliğe uygulamışlardır.

Öğrenciler, sorular sorarak çıkarımda bulunmaya ve sorulara cevap vermeye çalışmışlardır.

*... Araştırmacı: ilişkilendirerek derken ortak eleman olacak şekilde*

**Öğrenci:** benim aklıma bir şey geliyor ama saçma olur.

*Araştırmacı: olsun çiz*

*Araştırmacı: bak saçma değilmiş gayet mantıklı imiş*

**Öğrenci:** bir tane mi çizecektik

*Araştırmacı: önemli değil*

**Öğrenci:** yamuk oluştu

**Öğrenci:** bir tanesini çizsek yeter mi?

*Araştırmacı: yeterli...*

Öğrencilerin bazıları önceden işlem basamaklarını tamamlayarak yüksek motivasyonla etkinliği tamamlamışlardır. Diğer bir grup tamamlayarak sonuca ulaştıklarından emin bir biçimde birbirlerini tebrik etmişlerdir (bkz. Resim 90).



Resim 90

*Sonuca doğru ulaşan öğrencilerin birbirlerini kutlamaları*



Öğrencilerden birisi çıkarımda bulunarak bunu değerlendirmesi için araştırmacıya sormuştur.

... **Öğrenci:** *Hocam böyle mi? (deyip ayağa kalkıp soruyor)*

*Araştırmacı: Toplam alanı r parantezine alınca ne oluyor...*

Sonuç olarak araştırmacı öğrencilere formel bilgiyi vererek konuyu netleştirmiş ve genellemeye ulaşmaları sağlanmaya çalışılmıştır.

... **Öğrenci:**  $r(x+y+z+t)$

*Araştırmacı: yani yarıçap \* çevrenin yarısı*

**Öğrenci:**  $u.r$

*Araştırmacı: evet*

**Öğrenci:** *Aaaa ben çevreyi çekip yazmışım*

*Araştırmacı: evet*

**Öğrenci:** *değişmez...*

Etkinlik derinleştirme aşamasına ait özellikleri göstermiş ve öğrencilerin ilgi ile aşamayı tamamladıkları görülmüştür.

**5.1.5.4. Etkinlik 9.4.** Dördüncü etkinlik, karenin teğetleri dörtgeninin olma durumunun incelenmesi ile ilgilidir. Öğrenciler ilk anda teğetler dörtgeni olma koşulunu, kısa yoldan *karşılıklı kenarları toplamının eşit olmasından* hareketle hemen söylemiştir. Bu

durumda ispatlamaları istenmiştir. Bu nedenle önceki bilgilerini kareyi incelemek için yeni duruma uyarlamışlardır.

... *Araştırmacı: kare teğetler dörtgeni olma koşulunu sağlar mı?*

**Öğrenci:** sağlar

*Araştırmacı: kare olduğuna göre karşılıklı kenar toplamları eşit tamam ama teğetler dörtgeni olduğunu çemberlerden hareketle ispatlayacağız.*

**Öğrenci:** ha tamam...

Etkinlik sırasında öğrenciler araştırmacı tarafından yapılan hatayı bularak bildiriyor.

Buradan öğrencilerin etkinliği sorguladığı anlaşılmaktadır.

... **Öğrenci:** AB neden r?

**Öğrenci:** AB aynen...

**Öğrenci:** iyi de AB orda 2r değil mi?

*Araştırmacı: evet yanlış yazmışım...*

Öğrenciler araştırmacıya sorular sorarak, kendi çıkarımlarını irdelemişlerdir. Son olarak araştırmacı tarafından formel bilgiler verilmiştir. Etkinlik kısa sürmekle birlikte, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri, yeni ama benzer bir duruma uygulamaları yönüyle modelin derinleştirme aşaması ile uygunluk gösterdiği düşünülmüştür.

**5.1.5.5. Etkinlik 9.5.** Beşinci etkinlik, *eşkenar dörtgenin teğetler dörtgeni olma durumunun incelenmesi* ile ilgilidir. Önceki etkinliklerle benzer çözüm yoluna sahip olduğundan bu etkinlikte de öğrenciler hemen kendileri yapmaya çalışmışlardır.

Araştırmacıya sorular sorarak çözümlerini değerlendirmişler, son olarak formel bilgi verilerek etkinlik tamamlanmıştır. Önceki aşamalarda olduğu gibi benzer ama farklı bir durumda öğrendiklerini uygulamada, dördüncü etkinliktekine benzer süreçler gözlemlendiğinden bu etkinliğin de derinleştirme aşamasına uygun olduğu değerlendirilmiştir.

**5.1.5.6. Etkinlik 9.6.** Etkinlik 9.6, 9.4. ve 9.5 numaralı etkinliklerde olduğu gibi yine özel bir şekil için teğetler dörtgeni olma durumunun incelenmesini içerir. Adı geçen etkinliklerden pratik hızı artan öğrenciler hızlı bir şekilde deltoid için durumu ispatlamışlardır.

**5.1.5.7. Alıştırma 9.** Öğrencilerin teğetler dörtgeni ile ilgili genellemeleri uygulamaları amacıyla kullanılan alıştırma etkinliği diğer alışırmalarda olduğu gibi değerlendirmenin bir kısmını oluşturmaktadır. Soru ile birlikte öğrencilerin hararetle alıştırmayı yapmaya çalıştıkları gözlenmiştir. Araştırmacıdan yardım isteyerek çözüm yollarını ve genellemeyi öğrenme durumlarını sınamaya çalışmışlardır (bkz. Resim 91).

Resim 91

*Öğrencilerin araştırmacıdan yardım istemeleri*



Gruplardan birisi, araştırmacıya bulduğu değeri söyleyerek bulduğu sonucu kontrol ediyor.

*... Öğrenci: ben seksen dört buldum doğrumu*

*Araştırmacı: seksen dört değil. Pi ile bir değer buldun mu?*

*Öğrenci: ben pi 'yi 3 aldım*

*Araştırmacı: üç alsan da bir hata var sanırım. Bir daha kontrol et bakalım*

*Öğrenci: huu...*

Kavram ve beceri değerlendirilmesinin ön planda tutulduğu bu değerlendirme de, bunlara ulaşma durumlarının incelenmesi sonucu bu alıştırmının değerlendirme sürecinin bir

parçası olmasında bir engel bulunmadığı düşünülduğünden 5E modelinin değerlendirme aşamasında bulunmasının uygun olduğu düşünülmüştür.

## 5.2. Alt Problem 2.1 Bulgular: Ders Modülünün Etkililiği Analizi

Cevap analizinde, öğrenci gruplarının ÖÇY'ye verdikleri cevaplar içerik analiz yöntemine göre analiz edilmiştir. Bu analizin yapılması için öncelikle cevaplar kategorilere ayrılmış, öğrencilerin işlem basamaklarında yazdıkları cevaplar, bu kategorilere göre sınıflandırılmıştır. Kategoriler aşağıda belirtilmiştir:

- OD – Olası Doğru Cevaplar
- OY – Olası Yanlış Cevaplar
- E – Eksik Cevaplar
- B – Boş bırakılan Cevaplar
- D – Diğer Cevaplar

Belirtilen cevap türlerinden olası doğru, olası yanlış ve beklenen cevap kategorileri aynı zamanda öğretmenlere kılavuzluk yapması amacıyla öğretmen kılavuz kitapçığında yer verilmiştir. Olası doğru ve olası yanlış kategorileri öğretmen kılavuz kitapçığında yer alan *OC – Olası Cevap* kategorisi altında birleşik olarak yer almış, cevapların analizi sırasında ayrıma gidilmiştir.

Öğrencilerin verdikleri cevapların olası doğru cevaba göre eksik olması durumunda eksik kategorisi, boş bıraktıkları cevaplar için ise boş kategorisi kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin verdikleri cevaplar içerisinde kategoriler içerisinde yer almayan cevaplar *D- Diğer* kategorisinde yer almıştır.

Öğrencilerin ÖÇY'de verdikleri cevaplar her bir kazanıma ait işlem basamaklarında analiz edilmiş ve tablolar halinde sunulmuştur.

**5.2.1. Birinci kazanım.** Beş etkinlikten oluşan Kazanım 1'e ait işlem basamaklarının sayısı Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16

*Birinci kazanım işlem basamakları*

Etkinlik Numarası	İşlem Basamağı Sayısı
Etkinlik 1.1	4
Etkinlik 1.2	8
Etkinlik 1.3	7
Etkinlik 1.4	9
Etkinlik 1.5	7

Kazanım 1'e ait etkinlikler, öğrencilerin önceki sınıf düzeylerinde öğrenmiş olduğu kavram ve genellemeleri hatırlamaya yönelik etkinliklerdir. Genel olarak, çemberin elemanları, benzer ve eş çember, komşu yay gibi kavramların hatırlatılması amaçlanmıştır.

Bu kazanıma ait cevap analizlerinden elde edilen cevap sayıları ise Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17

*Birinci kazanım öğrenci cevap tablosu*

Kazanım 1																									
Etkinlikler	<u>1</u>					<u>2</u>					<u>3</u>					<u>4</u>					<u>5</u>				
	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>
Etkinlik 1.1	10	X	3	X	X	8	5	X	X	X	13	X	X	X	X	3	5	5	X	X					
Etkinlik 1.2	X	X	13	X	X	X	5	8	X	X											13	X	X	X	X
Etkinlik 1.3						13	X	X	X	X	10	3	X	X	X	13	X	X	X	X	13	X	X	X	X
Etkinlik 1.4	9	X	4	X	X	10	1	2	X	X	11	1	X	1	X	8	5	X	X	X	12	1	X	X	X
Etkinlik 1.5						12	1	X	X	X	11	2	X	X	X	9	1	3	X	X	3	1	9	X	X
	<u>6</u>					<u>7</u>					<u>8</u>					<u>9</u>									
	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>					
Etkinlik 1.2	12	1	X	X	X	13	X	X	X	X	13	X	X	X	X										
Etkinlik 1.3	13	X	X	X	X	7	6	X	X	X															
Etkinlik 1.4	13	X	X	X	X	4	9	X	X	X	2	2	8	1	X	8	5	X	X	X					
Etkinlik 1.5	1	11	X	X	1	6	5	2	X	X															

**5.2.1.1. Etkinlik 1.1. Birinci işlem basamağı:** Öğrenci cevapları analiz edildiğinde, 10 grup olası doğru ve 3 grup eksik cevap vermiştir. Olası yanlış cevap veren grup bulunmazken, öğrencilerin verdikleri olası doğru cevaplara örnek cevap Resim 92’de sunulmuştur.

Resim 92

*Etkinlik 1.1 birinci işlem basamağı olası doğru cevap örneği*

1. Şekillerin ortak özelliği ne olabilir?  
Hepsinin kenarı ve köşesi var. Çokgenler.

Olası doğru cevapta, öğrencilerin vermeleri beklenen gerekli ve yeterli cevap dışında öngörülen diğer şekil özelliklerini de belirttikleri gözlenmektedir. Öngörülen cevaplarda şekillerin ortak özelliklerinden birisi kenar olarak vurgulanmasının yanında, köşelerinin ek olarak belirttikleri gözlenmektedir. Kapalılık özelliğine değinmemiş olsalar da, köşe elemanından bahsetmeleri kısmen kapalılık özelliğini çağrıştırdığı için olası doğru cevaplar kategorisine yerleştirmekte sakınca görülmemiştir.

Eksik cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin şekillerin ortak özelliği olarak sadece *geometrik şekil* olduklarını belirttikleri gözlenmiştir. Geometrik şekil ifadesinin genel ve çok geniş anlam içermesi ve çokgenlerin geometrik şekillerin alt kategorilerinden birisini ifade etmesi sebebiyle verilen bu cevapların eksik cevap kategorisinde bulunmasının daha doğru olacağı kanısına varılmıştır.

Öğrencilerin verdikleri eksik cevaplara örnek cevap Resim 93’de sunulmuştur.

Resim 93

*Etkinlik 1.1 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Hepsinin geometrik şekil olması.

Verilen cevaplarda, çokgen yanında *daire* ya da *çember* kavramlarının kullanılması, öğrencilerin ulaşılmak istenen kavram bilgisini sezgisel olarak algıladıkları düşüncesiyle verdiklerinden, cevabın doğru cevap kategorisinde yer alabileceği düşüncesi uyandırmıştır. Yani beklenenin dışında daha ileri ve daha fazla bilgi sundukları düşünülmüştür.

Olası doğru cevapların yüksek düzeyde olması, AT'nin sınıf ortamındaki sunum kolaylığından kaynaklandığı düşünülebilir. Öğretim etkinliklerinin çoklu temsiller ile sunulmasının dinamik katılım sağladığı, öğrencilerin tamamına yakının dikkatini çektiği gözlenmiştir.

**İkinci işlem basamağı:** 8 grup olası doğru ve 5 grup olası yanlış cevap vermiştir. Öğrencilerin, doğru cevap verme bakımından zorlanmalarının beklenmediği bu basamakta olası yanlış cevaplar öğrencilerin şekillerin vurgulanan eleman bakımından değil, bütün şekli değerlendirdiklerini göstermiştir. Başka bir deyişle dikkatli okumamaları yanlış verilen cevapların güçlü bir nedeni olduğu düşünülmektedir. Resim 94'de öğrencilerin vermiş olduğu yanlış cevaba örnek verilmiştir.

Resim 94

*Etkinlik 1.1 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

6'gen, 8'gen gibi çokgenler var.

Olası doğru cevaplar, AT'nin etkileşim fırsatı ile vurgulanan elemanların sınıf ortamında kolaylıkla sunulmasına ve öğrencilerin derse etkin katılımını sağladığının işareti olarak görülebilir. Olası doğru cevaba örnek Resim 95'de verilmiştir.

Resim 95

*Etkinlik 1.1 ikinci işlem basamağı olası doğru cevap örneği*

kenar



**Üçüncü işlem basamağı:** 13 grubun tamamının olası doğru cevap verdiği bu işlem basamağında çokgenlerin kenar sayısındaki artışın animasyon yardımıyla görülmesinin büyük etken olduğu düşünülmesinin yanında, öğrencilerin AT ortamının ve animasyonun sağladığı sunum kolaylığının bu durumu en çok etkileyen faktör olabileceği düşünülmektedir. Öğrencilerin vermiş olduğu cevaplara örnekler Resim 96'da görülmektedir.

Resim 96

*Etkinlik 1.1 üçüncü işlem basamağı olası doğru cevap örnekleri*

Acılar azalıyor. Şekiller çembere benzeye başlıyor.

Kenar sayısı arttıkça daireye benziyor.

Başka bir grubun cevabında ise şekillerin daire olarak anlaşıldığı görülmektedir. Şekillerin doğrudan çevremizde bulunabilecek örneklerden oluşması ve ünitenin bu ilk kazanımında, henüz çember ya da daire kavramlarının farklarına ya da ne olduklarına değinilmediği için çember ya da daire kavramlarından herhangi birisinin kullanılmasında sakınca görülmemiştir.

**Dördüncü işlem basamağı:** Grupların 3'ü olası doğru, 5'i olası yanlış ve 5'i eksik cevap vermiştir. Olası yanlış cevap veren grupların çokgen kenar sayısındaki artışı gözlemlenmede sorun yaşadıkları ve kenar sayıları ile ilgili bilgi vermeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Bunun nedeni açık uçlu düşünmede zorlanmaları olabilir. Resim 97'de yanlış cevaba bir örnek verilmiştir.

Resim 97

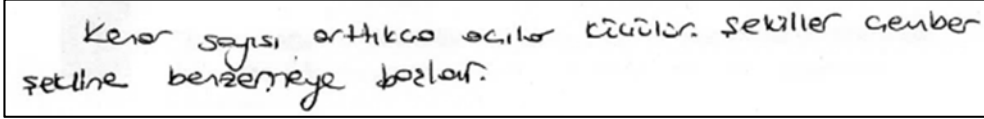
*Etkinlik 1.1 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Kenar sayısı 5 kenardan fazla. En az 5 kenarlı bir şekil var.

Olası doğru cevap, öğrencilerin işlem basamaklarındaki süreci takip edebildikleri ve sonuca ulaşabildiklerini göstermiştir. Resim 98’de olası doğru cevaba örnek verilmiştir.

Resim 98

*Etkinlik 1.1 dördüncü işlem basamağı olası doğru cevap örneği*

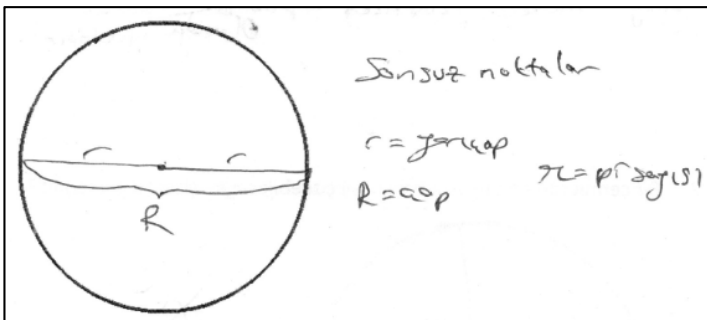


Bu sürecin takibini AT ortamının sunum açısından kolaylaştırdığı, etkileşimde bulunmayı sağlaması ile de diğer teknolojilerden farklı olarak deneme yapma fırsatı verdiğinden, kenar sayısı artışının ulaştırmaya çalıştığı sonucu kolaylıkla fark etmelerini sağladığı düşünülebilir.

**5.2.1.2. Etkinlik 1.2. Birinci işlem basamağı:** Öğrencilerin verdikleri cevapların tamamına eksik cevap kategorisinde yer verilmiştir. Öğrencilerden, çemberi oluşturan elemanları çizerek isimlerini yazmaları istenmiştir. Verdikleri cevaplar incelendiğinde hiçbir grubun tam olarak elemanları çizip, isimlerini yazdığına rastlanmamıştır. Resim 99’da eksik cevaba örnek verilmiştir.

Resim 99

*Etkinlik 1.2 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

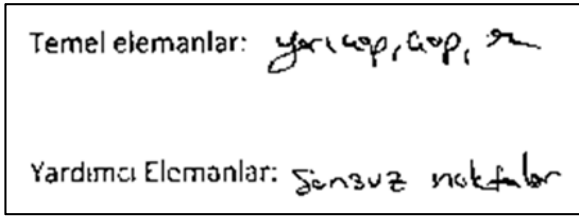


Öğrencilerin, verdikleri cevaplardan anlaşılacağı üzere daha önceki sınıf düzeyinde görmüş olduğu elemanları hatırlamakta zorlandıkları görülmüştür.

**İkinci işlem basamağı:** Öğrencilerin, çemberin elemanlarını temel ve yardımcı elemanlar olmak üzere gruplandırmaları istenmiştir. Bu basamakta verilen cevaplar incelendiğinde 5 grubun yanlış ve 8 grubun eksik cevap verdiği, doğru cevap veren grubun bulunmadığı görülmüştür. Yanlış cevapların genel olarak birinci işlem basamağında verilen eksik cevapla birlikte, öğrencilerin ön bilgilerini hatırlamakta ve çemberin elemanlarını sınıflamakta zorlandıkları görülmektedir. Özellikle, çember kavramının tanımı olan *bir noktadan eşit uzaklıktaki noktalar kümesi* genellemesindeki noktaların çemberin elemanı olduğunu düşündükleri gözlenmektedir. Resim 100’de yanlış cevaba örnek verilmiştir.

Resim 100

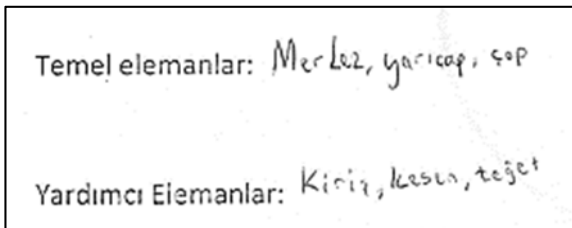
*Etkinlik 1.2 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Eksik cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin genellikle *kesen* kavramını hatırlamadıkları, çemberin temel elemanlardan *yarıçapı* yazdıkları ama *çaptan* yardımcı eleman olarak ise *yaydan* söz etmedikleri gözlenmiştir. Resim 101’de, eksik cevaba örnek verilmiştir.

Resim 101

*Etkinlik 1.2 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



**Üçüncü ve dördüncü işlem basamakları:** Öğrencilere dönüt vermek amacıyla ve eksik ve yanlış bilgilerini görme fırsatı verilmiştir. Bu nedenle herhangi bir kategoriye ayırma işlemi gerçekleştirilmemiştir.

**Beşinci işlem basamağı:** Öğrencilerin AT ortamında gerçekleştirilen etkileşimin sonucunun gözlemlenmesi beklenmiş ve 13 gurubunda doğru cevap verdiği belirlenmiştir. Bu cevaplara Resim 102'deki cevap örnek olarak verilebilir.

Resim 102

*Etkinlik 1.2 beşinci işlem basamağı olası doğru cevap örneği*

Kirişi merkezden peşirerek çapı oluşturduk.

Bunun yanında yapılan incelemelerden 3 gurubun gözlemlerini daha ileriye taşıyarak sonraki işlem basamağında sorulan genellemeye göre çapla ilgili de sonuç çıkardıkları görülmüştür. Bu duruma örnek olarak Resim 103'deki resimler verilebilir.

Resim 103

*Öğrencilerin sonraki işlem basamağı ilgili çıkardıkları sonuç örnekleri*

Kiriş merkezden peşirilince çap oldu.

En uzun kiriş çaptır.

Kavramların, AT ve dinamik geometri ortamında sunulmasının öğrencilerin genelleme yapmalarını kolaylaştırdığı düşünülebilir.

**Altıncı işlem basamağı:** Öğrencilerin bir genelleme yapmaları istenmiştir. 1 grup hariç diğer tüm grupların genellemeye ulaştıkları görülmüştür. Cevaplar incelenerek elde edilen verilerden doğru cevaplara örnek Resim 104'de verilmiştir.

Resim 104

*Etkinlik 1.2 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

Bir çember üzerindeki kiris merkeze geçerse çap olur ve bir çemberin çapı aynı zamanda kirisidir.

Yanlış cevap kategorisinde yer verilen cevap incelendiğinde, ifadeden anlam çıkarmakta zorlanıldığı belirlenmiştir. Bu cevap Resim 105’de verilmiştir.

Resim 105

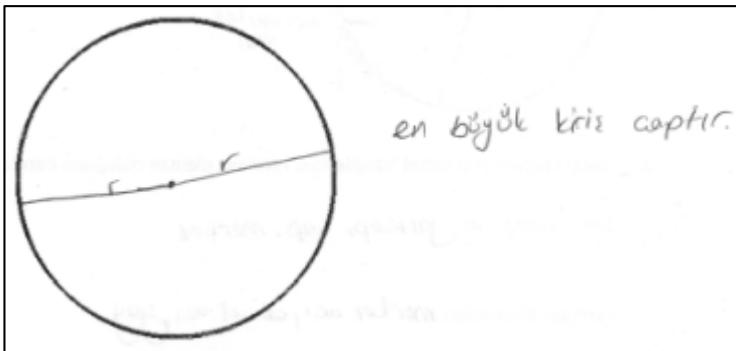
*Etkinlik 1.2 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Çap uzaktıkça kirisin çapı küçülür.

**Yedinci işlem basamağı:** Bir çemberde en büyük kirisin nasıl çizileceğinin sorulduğu bu işlem basamağında, öğrencilerden merkezden geçecek şekilde çember çizmeleri beklenmiştir. Verilen cevapların analizine göre, tüm gruplar doğru cevap vermiştir. Resim 106’da doğru cevaplara bir örnek verilmiştir.

Resim 106

*Etkinlik 1.2 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



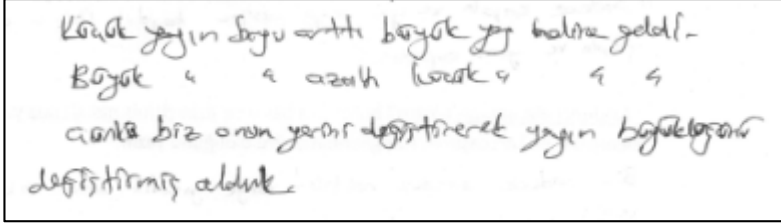
AT ve dinamik geometri ortamının görsellik ve manipülasyon fırsatlarının hatırlamalarında etkili olduğu düşünülmektedir.

**Sekizinci işlem basamağı:** Yine bir manipülasyon söz konusu olup öğrencilerin büyük yay ve küçük yay kavramlarını hatırlamak için gözlem yapmaları beklenmiştir. Yine

önceki işlem basamağında olduğu gibi tüm gruplar doğru cevap vermiştir. Cevapların analizinden elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin verdiği doğru cevaplara örnek Resim 107’de verilmiştir.

Resim 107

*Etkinlik 1.2 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



*(öğrenci cevabı:*

*Küçük yayın boyu arttı büyük yay haline geldi*

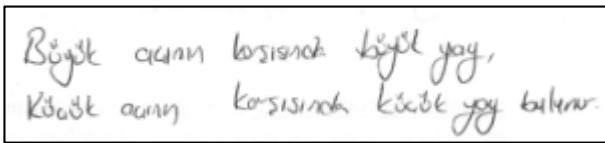
*Büyük yayın boyu azaldı küçük yay haline geldi*

*Çünkü biz onun yerini değiştirerek yayın büyüklüğünü değiştirmiş olduk)*

Ayrıca, bu cevaplara ek olarak gruplardan birisi, yayların büyüklüğü ile açılar arasındaki bağlantıya değinerek farklı bir açıdan genellemede bulunmuştur. Bu gurubun cevabı Resim 108’de verilmiştir.

Resim 108

*Etkinlik 1.2 sekizinci işlem basamağı farklı genelleme örneği*



*(öğrenci cevabı: Büyük açının karşısında büyük yay, Küçük açının karşısında küçük yay bulunur)*

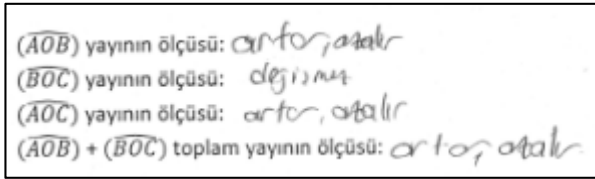
Bu etkinlikle genel olarak, çember ve çemberin elemanları konusunda kavram ve genellemelerle ilgili önceki öğrenmelerin hatırlanması amaçlanmış ve analizler sonucu bu amacın büyük oranda gerçekleştiği düşüncesi gelişmiştir.

**5.2.1.3. Etkinlik 1.3. Birinci işlem basamağı:** Öğrencilerden verilen yay uzunluklarını, sonraki işlem basamaklarında karşılaştırma amacıyla yazmaları istenmiştir. Bu nedenle herhangi bir analiz işlemi yapılmamıştır.

**İkinci işlem basamağı:** İki yayın bileşimi olan bir yayın uzunluğunun iki yayın toplam uzunluğuna eşit olduğu genellemesine ulaşmak için yay uzunlukları ile toplam yay uzunluğunu kıyaslamaları ve A noktası üzerinde yapılan manipülasyon ile öğrencilerden yaylardaki değişimi gözlemlenmeleri istenmiştir. Yapılan analizler sonucu grupların tamamının doğru cevap verdiği belirlenmiştir. Öğrencilerin verdiği cevaplara örnek Resim 109'da verilmiştir.

Resim 109

*Etkinlik 1.3. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

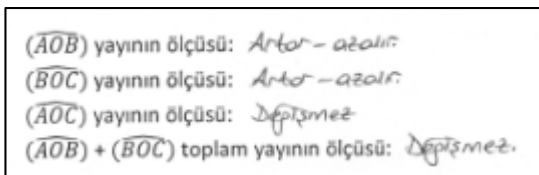


**Üçüncü işlem basamağı:** Önceki işlem basamağına benzer şekilde, bu kez B noktası üzerinde yapılan manipülasyon sonucu yine yay uzunluklarını ve toplam yay uzunluğunu gözlemlenmeleri istenmiştir. Kâğıt analizleri sonucu gruplardan 10'unun doğru cevap verdiği, 3 grubun ise gözlemlerinde hata yaptıkları gözlenmiştir.

Doğru cevaplara örnek Resim 110'da verilmiştir.

Resim 110

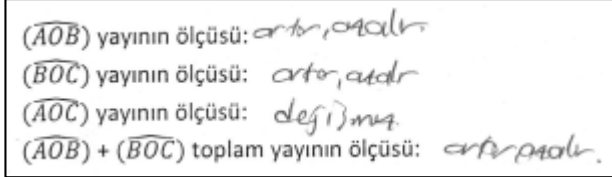
*Etkinlik 1.3. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



Öğrencilerin yanlış cevapları incelendiğinde, gözleme dayalı bir basamak olduğundan öğrencilerin değişimleri takip etmeleri istenen yayları karıştırdıkları olası bir durum olarak görülmektedir. Yanlış cevaplara örnek Resim 111’de verilmiştir.

Resim 111

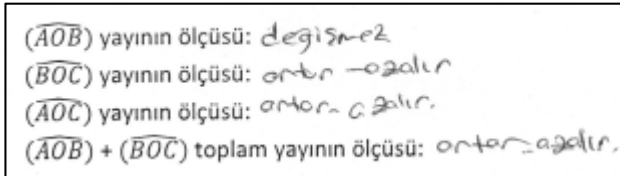
*Etkinlik 1.3. üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



**Dördüncü işlem basamağı:** Önceki iki basamağa benzer şekilde olmak üzere bu kez C noktasına uygulanan manipülasyonun gözlenmesi beklenmiştir. Tüm öğrenci gruplarının cevaplarına doğru cevap gurubunda yer verilmiş ve örnek olarak Resim 112’de verilen cevap gösterilmiştir.

Resim 112

*Etkinlik 1.3. dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



**Beşinci işlem basamağı:** 2., 3. ve 4. işlem basamaklarında elde edilen gözlemlerden hareketle öğrencilerin, iki yayın uzunlukları toplamı ile bu yayların bileşimi olan yayın uzunluğu arasındaki ilişkiyi belirtmeleri istenmiştir. Analizi sonucu tüm grupların cevaplarına doğru cevap kategorisinde yer verilmiştir ve Resim 113’de bu cevapların bir örneği görülmektedir.



Resim 113

*Etkinlik 1.3. beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

$(\widehat{AOC})$  açısının değişim durumu  $(\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$  açısının değişim durumu aynıdır. Mesela  $(\widehat{AOC})$  açı değişmiyorsa  $(\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$  açısı da değişmiyor ve  $(\widehat{AOC}) = (\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$  oluyor

(öğrenci cevabı:  $(AOC)$  açısının değişim durumu  $(AOB) + (BOC)$  açısının değişim durumu aynıdır. Mesela  $(AOC)$  açısı değişmiyorsa  $(AOB) + (BOC)$  açısı da değişmiyor. Ve  $(AOC) = (AOB) + (BOC)$  oluyor.)

**Altıncı işlem basamağı:** Tüm grupların doğru olarak cevap verdiği işlem basamaklarından biri olan altıncı basamakta, beşinci basamakta belirttikleri ilişkiyi matematiksel olarak ifade etmeleri istenmiştir. Bunun yanında, bazı grupların Resim 113'de olduğu gibi metin olarak ifade ederken matematiksel ifadeyi de beraberinde kullandıkları görülmektedir. Bu basamaktaki doğru cevaplara örnek Resim 114'de gösterilmiştir.

Resim 114

*Etkinlik 1.3. altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$\begin{aligned} (\widehat{AOC}) &= 311,06 \\ (\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC}) &= 311,06 \end{aligned}$$

Bu tür cevaplarda, öğrenciler Cabri Geometri ile ölçülen açı değerlerini de ifade ederek aradaki ilişkiyi ortaya koymayı tercih ettikleri de görülmektedir.

**Yedinci işlem basamağı:** Öğrencilerden iki yayın toplam uzunluğu ve bu yaylarında bileşimi olan yay uzunluğu arasındaki ilişki ile ilgili bir genelleme yapmaları istenmiştir. Grupların yarıya yakını (6 grup) genelleme yapmakta zorlanmış ve verdikleri cevaplara, yanlış cevaplar kategorisinde yer verilmiştir. Bu cevaplar incelendiğinde öğrencilerin genellikle yay uzunluğundan daha çok açıları değerlendirdikleri ya da değişimlerin gözlenmesi ile ilgili basamakları genellenenin odağına aldıkları görülmüştür. Resim 115'de öğrencilerin yanlış cevaplarından biri görülmektedir.

Resim 115

*Etkinlik 1.3. yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

AOB artınca AOC artar (A nok. hareket ettirilince)  
 BOC artınca AOC artar (C nok. hareket ettirilince)  
 B nok. hareket ettirilince AOC değişmez

(Öğrenci cevabı: AOB artınca AOC artar-azalır (A nok. hareket ettirilince)

BOC artınca AOC artar-azalır (C nok. hareket ettirilince)

B nok. hareket ettirilince AOC değişmez)

Cevapların analizinde doğru cevap veren grup sayısı 7 olup, Resim 116'da bu cevaplara bir örnek sunulmuştur.

Resim 116

*Etkinlik 1.3. yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Çember üzerinde seçtiğimiz ya da noktadan oluşan iki yayın ölçülerinin toplamı baktaki ve sendeki noktaların oluşturduğu yayın ölçüsüne eşittir.

Etkinliğin amacı olan genellemeye ulaşma sürecinde genel olarak öğrenciler zorlanmazken, genelleme aşamasında zorlandıkları görülmektedir. Bu duruma, süreç içerisinde AT ve dinamik geometri ortamının fayda sağladığı, ancak genelleme aşamasında öğrencilerin zihinsel süreçlerinin, zorlanmalarında etkili olduğu düşünülebilir.

**5.2.1.4. Etkinlik 1.4. Birinci işlem basamağı:** *Eş ve benzer çemberler kavramlarına ulaşmak için manipülasyon yapılarak çemberlerin birlikte boyut değiştirmeleri sağlanmıştır. Öğrencilerin çemberlerdeki değişimi gözlemlenmeleri ve gözlemlerini yazmaları istenmiştir. Öğrenci cevapları incelendiğinde 9 grup doğru cevap verirken, 4 grup eksik cevap vermiştir.*

Eksik cevaplar incelendiğinde ise, çember boyutlarında ya da yarıçaplardaki artışı sadece tek yönlü olarak yani artış ya da azalış olarak ele almasından kaynaklandığı görülmektedir. Bu basamakta verilen eksik cevaplara örnek Resim 117'de görülmektedir.

Resim 117

*Etkinlik 1.4. birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Çemberlerin açıları artıyor ve büyüyorlar

Doğru cevaplarda ise öğrencilerden, her iki çemberinde aynı oranda büyüyüp küçüldüğünü belirtmeleri beklenmiştir. Doğru cevaplara Resim 118 örnek olarak verilebilir.

Resim 118

*Etkinlik 1.4. birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Yarıçapı arttıkça çember büyür.  
Yarıçapı azaldıkça çember küçülür.  
Alan ve çevre de değişir.

**İkinci işlem basamağı:** Öğrencilerden çemberleri üst üste getirerek, bu durumda aynı noktayı tekrar hareket ettirmeleri ve gözlemlerini yazmaları istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarına göre 10 grup doğru, 1 grup yanlış ve 2 grup eksik cevap vermiştir. Çemberlerin üst üste getirilmesiyle çemberlerin eş oldukları ve aynı oranda büyüyüp küçüldükleri vurgulamak istenmiştir.

Öğrencilerin doğru cevaplarına Resim 119'da bir örnek görülmektedir.

Resim 119

*Etkinlik 1.4. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Aynı oranda büyüyüp küçülürler

Yanlış cevap incelendiğinde ise grubun noktanın hareketinden sonuç çıkarmadıkları sadece görsel olarak gördükleri durumu belirttiği görülmüştür. Yanlış cevap Resim 120'de görülmektedir.

Resim 120

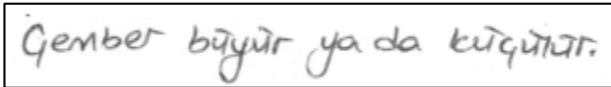
*Etkinlik 1.4. birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Değiştiler

Eksik cevaplarda yine önceki işlem basamağında öğrencilerin sadece büyüme ya da küçülme üzerinde durdukları, çemberlerin aynılığı ya da boyutlarının değişiminde aralarındaki oranı değerlendirmedikleri görülmektedir. Bu cevaplara örnek Resim 121’de sunulmuştur.

Resim 121

*Etkinlik 1.4. ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

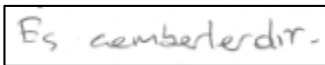


**Üçüncü işlem basamağı:** Öğrencilerin çemberlere bir isim vererek eş çember kavramı hatırlatılmaya çalışılmıştır. Cevaplar öğrenci gruplarının 11’inin kavramı hatırladığını göstermiş, 1 grubun hatırlayamayarak yanlış cevap verdiğini, 1 grubun işe boş bırakmayı tercih ettiğini göstermiştir.

Grupların doğru cevaplarına örnek Resim 122’de görülmektedir.

Resim 122

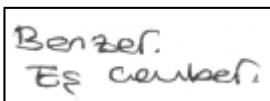
*Etkinlik 1.4. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



Ayrıca gruplardan birisi eş çemberler için eş çember kavramı yanında benzer kavramını da kullandığı görülmüştür. Bu cevabın örneği Resim 123’dedir.

Resim 123

*Etkinlik 1.4. üçüncü işlem basamağı eş-benzer çember kavramlarını birlikte kullanım örneği*



Yanlış cevapta ise yine çemberlerin o anki konumları değerlendirilerek verildiği anlaşılmaktadır ve örnek Resim 124’de görülmektedir.

Resim 124

*Etkinlik 1.4. üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Çabıık

**Dördüncü işlem basamağı:** Bu kez, öğrencilerin eş çemberlerin özelliklerini belirlemeleri istenmiştir. Verilen cevaplara göre, 8 grup bu çemberlerin özelliklerini doğru olarak belirtmiş, 5 grup ise yanlış cevaplamıştır.

Doğru cevap veren grupların cevabı Resim 125’de örneklendirilmiştir. Bu cevaplarda büyüklük ya da yarıçap ile ilgili ifadeler tek başına yeterli görülmüştür.

Resim 125

*Etkinlik 1.4. dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

Yarıçapları eşittir

Yanlış cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin özellik olarak yine bu çemberleri ifade eden eş çember, benzer çember kavramlarını ya da A noktasının hareketinden elde ettikleri gözlemleri yazdıkları görülmüştür. Bu yanlış cevaplara örnekler Resim 126’da görülmektedir.

Resim 126

*Etkinlik 1.4. dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*

Eş çember.

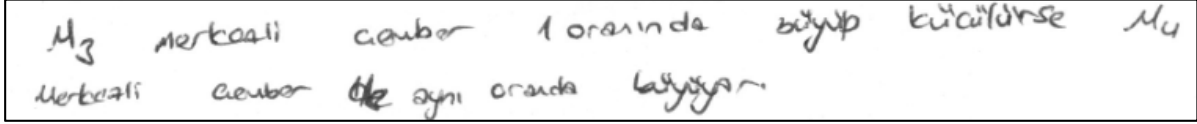
Yarıçap büyüdükçe çember büyür.  
Yarıçap küçüldükçe çember küçülür.

**Beşinci işlem basamağı:** Yine iki çember verilmiş ancak bu kez çemberler farklı büyüklükte ve yarıçapları arasında belli bir oran olacak biçimde oluşturulmuştur. Bu iki çemberin yarıçap büyüklüğünü beraber kontrol eden B noktasının hareketinin gözlenmesinin istenildiği bu basamakta gruplardan sadece bir tanesinin yanlış, diğer grupların ise tamamının

doğru cevap verdiği kâğıt analizinde ortaya çıkmıştır. Yanlış cevaba ait alıntı Resim 127’de sunulmuştur.

Resim 127

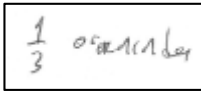
*Etkinlik 1.4. beşinci işlem basamağı yanlış cevap rneği*



Yanlış cevap incelendiğinde çemberlerin büyüme oranını belirtmede problem yaşandığı anlaşılmaktadır. Doğru verilen cevaplara rnek Resim 128’de görülebilir.

Resim 128

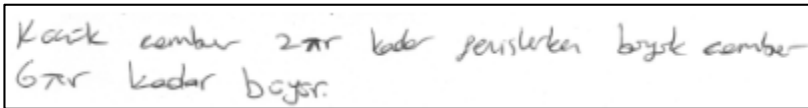
*Etkinlik 1.4. beşinci işlem basamağı doğru cevap rneği*



Ayrıca doğru cevaplardan birisinde çemberlerin büyüme oranını çevresiyle ilişkilendirerek gözlemin ifade edildiğine rastlanmıştır. Bu cevap Resim 129’da sunulmuştur.

Resim 129

*Etkinlik 1.4. beşinci işlem basamağı çemberlerin büyüme oranını çevresiyle ilişkilendirerek rneği*



**Altıncı işlem basamağı:** ğrencilerden farklı boyutlarda olan çemberlerin st üste getirilerek B noktasının hareketi ile gerçekleşen durumu incelemeleri istenmiştir. Grupların cevaplarına göre, 13 grup doğru cevap verirken, yanlış ya da eksik cevap veren ya da boş bırakan grup olmamıştır. AT ve dinamik geometri ortamının sağlamış olduğu etkili sunum ve deneme fırsatları sayesinde gözlem yapmayı kolaylaştırdığından öğrenciler bu aşamada zorlanmadan cevap vermişlerdir. Verilen cevaplara rnek Resim 130’da yer almaktadır.

Resim 130

*Etkinlik 1.4. altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

Yarıçapları üstteki oranla benzer oranla artıp azalır.

**Yedinci işlem basamağı:** Farklı boyutlardaki (yarıçap büyüklükleri farklı olan) bu çemberlere ortak bir isim vererek *benzer çemberler* kavramının hatırlatılması amaçlanmıştır. 4 gurubun hatırlama da problem yaşamamasına karşın, 9 gurubun hatırlamada güçlük çektiği anlaşılmıştır. Yanlış cevap veren grupların genelde çemberlerin merkezlerine verilen isimleri ya da bir birinin üzerine getirilmelerinden kaynaklı olarak, görünüşlerini dikkate alarak isimlendirdikleri anlaşılmaktadır. Bu cevapların örnekleri Resim 131’de görülebilir.

Resim 131

*Etkinlik 1.4. yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$M_1, M_2$  19 ise geçik çemberler

Doğru cevaplarda ise öğrencilerin kavramı hatırladıkları Resim 132’de görülmektedir.

Resim 132

*Etkinlik 1.4. yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Benzer çemberlerdir.

**Sekizinci işlem basamağı:** Öğrencilerden benzer çemberlerin özelliklerini yazmaları istenmiştir. Ancak az sayıda grup doğru ve yanlış cevap vermiştir. Grupların büyük çoğunluğu eksik cevap vermiştir. Doğru ve yanlış cevap sayısı 2’şer gruptan oluşurken, 8 grup eksik cevap vermiş, 1 grup da bu basamağı boş bırakmıştır.

Eksik cevaplar incelendiğinde çoğunlukla, benzer çemberlerde yarıçapları arasındaki oranın standart olduğu gibi düşüncede oldukları düşünülebilir. Bu nedenle, çemberlerin benzerliği yarıçaplar arasında belli bir orana bağlanmış düşüncesi uyandırabileceğinden ek

açıklama gerektirdiği anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu cevaplara eksik cevap kategorisinde yer verilmiştir.

Resim 133’de, benzer çemberlerin ortak özellikleri ile ilgili eksik cevaplara örnek verilmiştir.

Resim 133

*Etkinlik 1.4. sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Yarıçapları oranı 3 e 1

Ayrıca, bazı cevaplarda ise benzer çemberlerin, ortak bir merkez noktası olması zorunluluğu varmış gibi algılandığı anlaşılmıştır. Etkinlikte benzer şekilde çemberlerin üst üste getirilmesinden bu sonuca varılabileceği düşünüldüğünden öğrencilerin, açıklama yapmaları da gerekmektedir. Bu açıklama yapılmadığı durumda verilen cevaplara eksik cevap kategorisinde yer verilmiştir. Bu cevaplara Resim 134’de örnek gösterilmiştir.

Resim 134

*Etkinlik 1.4. beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Merkezleri ortaktır.

Bunun yanında doğru cevaplar için örnek Resim 135’de yer almaktadır.

Resim 135

*Etkinlik 1.4. sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Yarıçapları oranları kadar büyük ya da küçükler.

Bu ifadeden çemberler arasında bir oran bulunduğu yani çemberlerin eşit olmadığı ve bundan da çemberlerin benzer olduğu sonucu çıkarılabilir.

Öğrencilerin yanlış cevapları incelendiğinde, benzer çemberlerin ortak özellikleri yerine kavramın kendisini kullanmayı tercih ettikleri gözlenmektedir (bkz. Resim 136).



Resim 136

*Etkinlik 1.4. sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Benzer çemberlerdir.

**Dokuzuncu işlem basamağı:** Farklı büyüklükteki çemberlere ne ad verilebileceği sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya *benzer çemberler* kavramıyla cevap vermeleri beklendiği gibi öğrencilerin çoğunluğu bu soruya doğru cevap vermiştir. 8 grup bu soruya doğru cevap verirken, 5 grup yanlış cevaplamıştır.

Yanlış cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin genel olarak *farklı çember* ifadesini ya da çemberin merkez noktasına verilen ismi kullanmıştır. Bu durum öğrencilerin benzer çember kavramını hatırlamakta zorlandığını göstermektedir. Resim 137’de yanlış cevaplara ait örnekler görülmektedir.

Resim 137

*Etkinlik 1.4. dokuzuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Farklı çemberler      M4 merkezli çember

Dördüncü etkinlikte öğrencilere, *eş* ve *benzer çember* kavramlarının hatırlatılması amaçlanmıştır. Genel olarak öğrencilerin görsel temsiller sayesinde kavram ve genellemeleri hatırladıkları ve yapılan geribildirimler ile eksik öğrenmeler tamamlanmaya ve yanlış öğrenmeler düzeltilmeye çalışılmıştır.

**5.2.1.5. Etkinlik 1.5. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 1.5 öğrencilere, *benzer* ve *eş yay* kavramlarının hatırlatmak üzere hazırlanmıştır. Etkinliğin birinci basamağında öğrencilerden, daha sonra karşılaştırmak üzere yay uzunluklarını yazmaları istenmiştir. Gördükleri değerleri yazmaları nedeniyle, cevaplara herhangi bir analiz işlemi yapılmamıştır.

**İkinci işlem basamağı:** Öğrencilerin, bir noktayı hareket ettirerek yaylarda meydana gelen değişikliği gözlemlenmeleri istenmiştir. Buradaki amaç, yayların eş olduğu ve aynı oranda artış ya da azalış gösterdiklerini ve değerlerinin eşit olduğunu gözlemlenmeleridir.

Yukarıda belirtilen durum için ÖÇY incelendiğinde 12 grup doğru sonuca ulaşırken, 1 grup yanlış cevap vermiştir. Resim 138’de doğru cevaba örnek görülebilir.

Resim 138

*Etkinlik 1.5. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Esit bir miktarda azalip - artmaktadır.

Örnek olarak verilen bu doğru cevaptan, öğrencilerin yay uzunluklarının noktanın hareketine göre artıp azaldığı ve bu sırada sayısal değerlerin eşit kaldığı bilgisini vermek istedikleri anlaşılmaktadır. Eş yay kavramına ulaşmada, bu yayların özelliklerini kavramak açısından AT ve dinamik geometri ortamının büyük öneme sahip olduğu düşünülmektedir.

Yanlış cevap incelendiğinde ise, grubun gözlem yaparken y yayının hareketini gözden kaçırdığı, x yayının hareketini ise tek yönlü olarak ele aldığı anlaşılmaktadır. Resim 139’daki öğrencilerin cevabına bakıldığında bu durum anlaşılmaktadır.

Resim 139

*Etkinlik 1.5. ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$x \Rightarrow \text{Artar}$   
 $y \Rightarrow \text{Değişmez}$

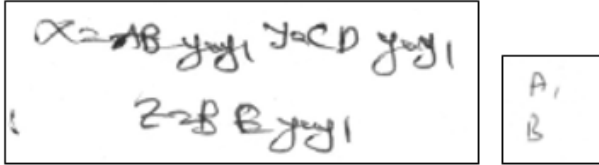
(Öğrenci cevabı: x: artar, y: değişmez)

**Üçüncü işlem basamağı:** Öğrencilerden bu iki yayı ifade edecek bir isim bulmaları ya da eş yaylar kavramını hatırlamaları istenmiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğu eş yaylar kavramını hatırlamıştır. 11 grup bu basamağı doğru cevaplarırken, 2 grup yanlış cevaplamıştır.

Yanlış cevaplar analiz edildiğinde isimlendirmeyi tekil olarak düşünüp, yayları etkinlikte ifade eden adları ya da yayları oluşturan noktalarla isimlendirmeyi tercih ettikleri anlaşılmaktadır. Yanlış cevaplar Resim 140'da gösterilmektedir.

Resim 140

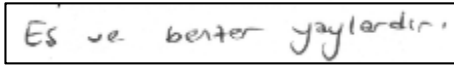
*Etkinlik 1.5. üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Öğrencilerin bu iki yay için eş yaylar cevabı verdiği doğru cevaplar ise Resim 141'de örneklendirilmiştir.

Resim 141

*Etkinlik 1.5. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



**Dördüncü işlem basamağı:** Öğrencilerin eş yayların özelliklerini yazmaları istenen basamaktır. Grupların 9'u bu basamakta eş yayların özelliklerini doğru yazarken, 3 grup eksik ve 1 grup yanlış yazmıştır. Yanlış cevap incelendiğinde aslında eş yayların özellikleri yerine etkinlikte bir harf gösterilen isimlerini yazdığı anlaşılmaktadır. Resim 142'de yanlış cevap görülebilir.

Resim 142

*Etkinlik 1.5. dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Öğrencilerin eksik cevaplarında ise eksikliğin genel olarak yay uzunluklarına odaklandıkları için gerçekleştiği gözlenmiş, aynı açı değerine sahip olduklarını belirtmemişlerdir. Eksik cevaplara örnek Resim 143'de gösterilmektedir.

Resim 143

*Etkinlik 1.5. dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

Uzunlukları eşittir.

Doğru cevaplarda ise öğrencilerin ortak özellik olarak yukarıda sözü edilen iki özelliği de belirttikleri görülmektedir. Resim 144’de doğru cevaplara örnek verilmiştir.

Resim 144

*Etkinlik 1.5. dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

açıları eşittir.  
Herkesi ortaktır.  
Yay uzunlukları eşittir.

Örnekte öğrenciler aynı zamanda gözlemlerini beklenenin biraz daha üzerinde, ortak merkez noktasına sahip olduklarını belirterek fazladan bilgi verilmiştir. Bu durumun AT’nin sağlamış olduğu sunum fırsatlarından kaynaklandığı söylenebilir.

**Beşinci işlem basamağı:** Önceki işlem basamaklarından farklı olarak, öğrencilerden öncekinden farklı iki yay arasındaki benzer özellikleri belirlemeleri istenmiştir. Buna göre bu yaylar farklı uzunluklara sahip ve yayları gören açının kollarından yani yarıçaplardan birisi ortaktır. Bu nedenle öğrencilerden ortak özellik olarak özellikle aralarındaki yarıçapı belirtmeleri beklenmiştir. Bu beklentiyi sadece 3 grup karşılarken, 9 grup başka ortak özellikler belirtmiş ancak *komşu yay* kavramına doğru ilerlemelerini sağlayacak ortak özelliği gözden kaçırdıkları gözlenmiştir. Eksik cevaplara örnek Resim 145’de yer almaktadır.

Resim 145

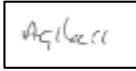
*Etkinlik 1.5. beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Uzunlukları eşittir.  
Gördükleri açılar eşittir.

Gruplardan 1 tanesi ise bu basamağı yanlış cevapla tamamlamıştır. Yanlış cevap incelendiğinde, ortak özellik olarak açılar belirtilmiştir. Oysa her iki yayı oluşturan açılar ne ortak ne de eşit değere sahiptir. Bu nedenle yanlış cevap kategorisinde bulunmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Resim 146'da bu cevap görülmektedir.

Resim 146

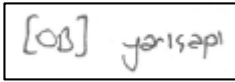
*Etkinlik 1.5. beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Resim 147'de ise doğru cevaplara bir örnek verilmiştir.

Resim 147

*Etkinlik 1.5. beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



**Altıncı işlem basamağı:** Öğrencilerin en az doğru ve en çok yanlış cevap verdiği işlem basamağıdır. Başka bir deyişle *komşu yaylar* kavramını hatırlamakta oldukça zorlanmışlardır. 11 grup bu basamakta yanlış cevap verirken, 2 grup doğru cevap vermiştir. Doğru cevaplar Resim 148'de örneklendirilmiştir.

Resim 148

*Etkinlik 1.5. altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*



Yanlış cevaplar incelendiğinde, grupların yarısından fazlası, benzer yay kavramını kullanmıştır. Bu durumun, önceki işlem basamaklarında benzer ve eş çemberler kavramlarının zihinlerinde yer ederek eş yay kavramını hatırlayınca benzer yay kavramını çağrıştırmamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yanlış cevaplara örnek Resim 149'da görülmektedir.

Resim 149

*Etkinlik 1.5. altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Benzer yaylar

**Yedinci işlem basamağı:** Komşu yayların ortak özelliğinin sorulduğu yedinci işlem basamağı, etkinliğin ve birinci kazanımın son işlem basamağıdır. Amacı komşu yay kavramının kullanılabilceği yayların ortak özelliklerini belirtmektir. Bu basamakta 6 grup doğru, 5 grup yanlış ve 2 grup ise eksik cevap vermiştir.

Yay açısının bir kolunun ortak olduğu bilgisinin verilmesi beklenen bu basamakta doğru cevaplara örnek Resim 150’de yer almaktadır.

Resim 150

*Etkinlik 1.5. yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

✓ Aynı kember üzerinde olmaları  
 ✓ OB yarıçapıyla ayrılmışlardır.  
 ✓ Komşu yaylardır.

Resim 151’de yanlış cevaba bir örnek görülmektedir.

Resim 151

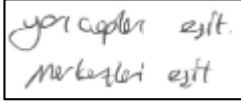
*Etkinlik 1.5. yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

( $\widehat{AE}$ ) yayını oluşturan iki yaydan ibaret.

Eksik cevaplar incelendiğinde, iki yayın bir yarıçaplarının ortak olduğu bilgisi beklenirken, yarıçaplarını eşit olduğunun belirtilmesi ve ortak olduğunun belirtilmemesi eksiklik olarak görülmüştür. Resim 152’de eksik cevaplara örnek yer almaktadır.

Resim 152

*Etkinlik 1.5. yedinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



**5.2.2. İkinci kazanım.** Altı etkinlikten oluşan *Kazanı 2*'ye ait işlem basamaklarının sayısı Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 18

*İkinci kazanım etkinlik işlem basamak sayıları*

Etkinlik Numarası	İşlem Basamağı Sayısı
Etkinlik 2.1	2
Etkinlik 2.2	5
Etkinlik 2.3	7
Etkinlik 2.4	6
Etkinlik 2.5	15
Etkinlik 2.6	2

Kazanım 2'de, çemberde merkez nokta ile giriş orta dikmeleri arasındaki ilişkiler ve çemberin parametrik, standart ve genel denklemleri ve bu denklemler arası geçişler incelenmiştir. Bu kazanıma ait cevap analizlerinden elde edilen cevap sayıları ise Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19

*İkinci kazanım öğrenci cevap tablosu*

Kazanım 2																									
Etkinlikler	<u>1</u>					<u>2</u>					<u>3</u>					<u>4</u>					<u>5</u>				
	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>
Etkinlik 2.1	X	2	5	1	5	7	5	X	1	X															
Etkinlik 2.2	3	1	4	X	5	10	3	X	X	X	11	2	X	X	X										
Etkinlik 2.3	6	6	X	X	1	12	X	1	X	X	9	4	X	X	X	11	X	2	X	X	11	1	1	X	X
Etkinlik 2.4	13	X	X	X	X	13		X	X	X	7	6	X	X	X	11	X	2	X	X	13	X	X	X	X
Etkinlik 2.5						10	3	X	X	X	13	X	X	X	X	4	6	2	1	X					
Etkinlik 2.6	1	X	12	X		4	9	X	X	X															
Etkinlikler	<u>6</u>					<u>7</u>					<u>8</u>					<u>9</u>					<u>10</u>				
	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>
Etkinlik 2.3	12	1	X	X	X	8	4	1	X	X															
Etkinlik 2.4	X	12	X	X	1																				
Etkinlik 2.5	11	X	X	2	X						X	5	7	1	X	X	6	7	X	X	4	3	6	X	X



---

 Kazanım 2
 

---

 Etkinlikler
 

---

12345

OD OY E B D OD OY E B D OD OY E B D OD OY E B D OD OY E B D

1112131415

OD OY E B D OD OY E B D OD OY E B D OD OY E B D OD OY E B D

Etkinlik 2.5

5 7 X 1 X 7 6 X X X 8 5 X X X 8 2 2 1 X 5 4 3 1 X

---

**5.2.2.1. Etkinlik 2.1. Birinci işlem basamağı:** Animasyon olan bu etkinliğin ilk işlem basamağında, verilen malzemelerle bir havuzu orta noktasının, başka bir deyişle bir çemberin merkez noktası bilinmiyorsa nasıl bulunabileceği sorulmuştur. Genel olarak öğrencilerden kırışlar ve kırışlerin orta dikmelerini çizerek bulmaları beklenmiştir. Bu şekilde sonuca ulaşan grup bulunmamakla birlikte beklenenin dışında 5 grup farklı şekillerde sonuca ulaşmayı başarmıştır. 1 grup işlem basamağını boş bırakırken, 5 gurubun cevapları eksik kalmış ve 2 grup da yanlış cevap vermiştir.

Doğru cevaplar Resim 153’de örneklendirilmiştir.

Resim 153

*Etkinlik 2.1. birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

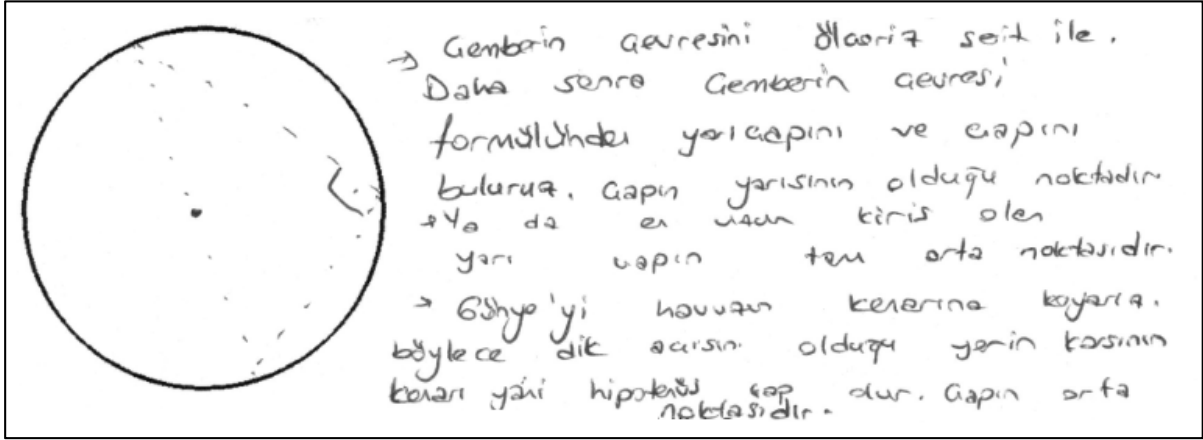


Bu cevapta, gurubun şeridi çember üzerinde en uzun noktada orta noktasını bularak sonuca ulaşmaya çalıştıkları anlaşılmaktadır. Ancak büyük olasılıkla yaklaşık sonuç elde edilecektir. Buna rağmen, genellemeyi öğrenmeye yeni başlamaları ve çapın en uzun kırış olduğu bilgisini kullanmaları kazanımın amacına ulaşması bakımından yeterli olacağından doğru kabul edilmiştir.

Diğer bir örnek Resim 154’de görülebilir.

Resim 154

Etkinlik 2.1. birinci işlem basamağı doğru cevap örneği-2

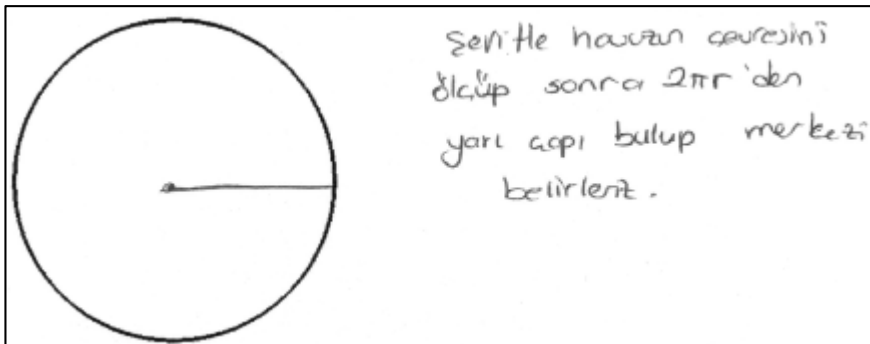


Bu örnekte grup, 3 öneri getirmiş, özellikle de üçüncü öneride sonuca oldukça yakın cevap vermiştir. Dik açının çapı gördüğü noktaları yani çapın başlangıç ve bitiş noktalarını bulup aradaki uzunluğun yarısını ölçerek bulmayı önermiştir.

Eksik cevaplar incelendiğinde ise, havuzun orta noktası yerine orta noktaya olan uzaklık olarak ele aldıkları, böylece uzunluğun nasıl bulunacağını belirtip eksik bıraktıkları gözlenmiştir. Resim 155'de bu cevaplara örnek verilmiştir.

Resim 155

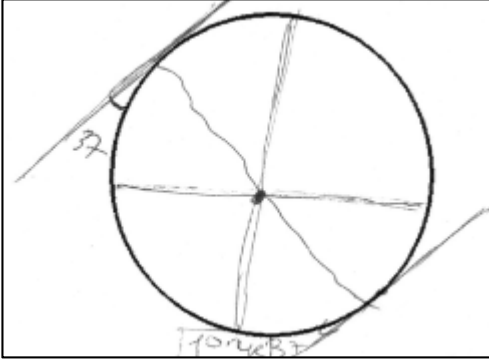
Etkinlik 2.1. birinci işlem basamağı eksik cevap örneği



Yanlış cevapların analizinde ise öğrencilerin, çözüm için ölçmeye dayalı olmayan tahmini yöntemler kullanmaya çalıştıkları, bunun sonucunda yanlış ilerledikleri anlaşılmaktadır. Resim 156'da yanlış cevaplara bir örnek verilmiştir.

Resim 156

*Etkinlik 2.1. birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



**İkinci işlem basamağı:** Etkinliğin son işlem basamağında öğrencilere birinci basamaktaki soruyu matematiksel olarak nasıl sorabileceklerini tartışmaları istenmiş ve böylece gerçek durumdan matematiksel duruma geçiş amaçlanmıştır. Öğrenci gruplarının 7'si matematiksel olarak soruyu sorarak doğru cevap vermiş, 5 grup sormakta zorlanmış ve 1 grup da boş bırakmıştır.

Doğru verilen cevaplar Resim 157'de örneklendirilmiştir.

Resim 157

*Etkinlik 2.1. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Bir çemberin merkezini gönye ile nasıl bulursun?

(Öğrenci cevabı: Bir çemberin merkezini gönye ile nasıl bulursun?)

Yanlış cevaplarda sorulan sorular incelendiğinde ise, merkez noktasını bulmayı yarıçap uzunluğunu bulmak olarak değerlendirdikleri görülmektedir (bkz. Resim 158).

Resim 158

*Etkinlik 2.1. ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Çevresi bilinen çemberin yarıçapı nedir = ?

(Öğrenci cevabı: Çevresi bilinen çemberin yarıçapı nedir?)

Bu, merkez noktasının uzaklığını bulma için doğru bir önerme olabilir. Ancak, konum olarak ölçme fırsatı bulunmadığında merkez noktasının konumunun nasıl belirleneceğinin sorulması istenmektedir.

**5.2.2.2. Etkinlik 2.2. Birinci işlem basamağı:** Öğrencilerin AT ile etkileşimde bulunarak kirişleri ve orta dikmeleri çember üzerine yerleştirmeleri ve gözlemlenmeleri istenmiştir. Gözlemler incelendiğinde, 3 gurubun gözlemlerini doğru bir şekilde yazdığı, 1 gurubun yanlış gözlemde bulunduğu, 4 gurubun gözlemlerini eksik bildirdiği ve 5 gurubun beklenenin dışında doğrudan genellemede buldukları anlaşılmıştır.

Bu işlem basamağında gözlemlerini beklendiği gibi yazan öğrencilerin cevaplarına örnek Resim 159'da görülebilir.

Resim 159

*Etkinlik 2.2. birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Orta dikmeler ortada bir noktada buluşuyor.

Yanlış cevap incelendiğinde kirişlerin orta dikmeleri yerine orta noktalarından sözü edilmektedir. Yanlış gözlemde bulunan gurubun cevabı Resim 160'da yer almaktadır.

Resim 160

*Etkinlik 2.2. birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Uzunlukları farklı kirişlerin orta noktaları bir noktada kesişir.

Eksik gözlemde bulunan öğrenci gruplarının cevaplarına göre ise, çember üzerine yerleştirilen kirişlerin dikkate alındığı, orta dikmeler ile ilgili bilgi içermediği gözlenmiştir.

Bu cevaplara örnek Resim 161'de görülmektedir.

Resim 161

*Etkinlik 2.2. birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Çemberin kirişlerini oluşturduk.

Doğrudan genellemede bulunan grupların cevapları ise Resim 162'dedir.

Resim 162

*Etkinlik 2.2. birinci işlem basamağı doğrudan genelleme yapılan cevap örneği*

Kırsaların orta dikmeler merkezden geçer. Bunların kısmı merkezdir.

**İkinci işlem basamağı:** Etkinliğin ikinci işlem basamağında genellemeye ulaşmak üzere çember üzerine yerleştirilen doğru parçalarının çemberin hangi elemanını oluşturduğu sorulmuştur. Buna göre gruplardan 10'u doğru cevap verirken, 3 grup yanlış cevap vermiştir. Yanlış cevaplar incelendiğinde, doğru parçaları ile ilgili soru sorulurken, öğrencilerin merkez noktası ile ilgili cevap verdiği gözlenmiştir. Bu nedenle buna benzer cevaplara yanlış kategorisinde yer verilmiştir. Resim 163'de bu cevaplara bir örnek görülmektedir.

Resim 163

*Etkinlik 2.2. ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Çemberin merkezi.

Doğru cevaplara verilen örnek ise Resim 164'de görülebilir.

Resim 164

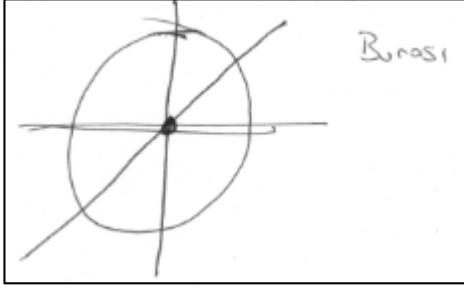
*Etkinlik 2.2. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Çemberin kısımlarını oluşturduk.

**3. Üçüncü işlem basamağı:** Bu işlem basamağında öğrencilerden çemberin merkez noktasının neresi olabileceğini tartışmaları istenmiştir. Doğru olarak cevap veren grup sayısı 11 gibi yüksek sayıda olmakla beraber, yanlış cevaplandırılan grup sayısı 2'dir. Yanlış cevap veren gruplardan birisini cevabı Resim 165'de örnek olarak verilmiştir.

Resim 165

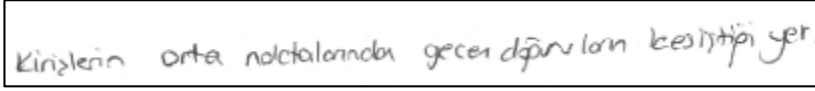
*Etkinlik 2.2. üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Bu cevap incelendiğinde öğrencilerden orta dikmelerin kesiştiği yer biçiminde cevap vermeleri beklenirken rastgele bir yeri işaret etmiştir. Doğru cevaplar ise Resim 166'da örneklendirilmiştir.

Resim 166

*Etkinlik 2.2. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



*Kirişlerin orta dikmelerinin merkez noktasından geçen* genellemesine ulaştırma amacı taşıyan bu etkinlikte doğru cevap sayılarının yüksekliği görsel temsil kullanmanın yanında, etkileşim ve manipülasyonun büyük önem taşıdığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle AT ve DGY'ye olan ihtiyaç ortaya çıkardığı düşünülmektedir.

**5.2.2.3. Etkinlik 2.3. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 2.3'te, ikinci etkinlikte elde edilen genellenenin ispatının gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. İlk işlem basamağında K noktasının hareketinin gözlenmesi istenmektedir. Bu basamakta verilen cevaplar incelendiğinde 6 grup doğru cevap verirken yine 6 grup yanlış cevap vermiştir. 1 grupta beklenenin dışında, kiriş orta dikmelerinin kesişim noktasını çemberin ağırlık merkezi ile ilişkilendirerek cevaplandırmıştır. Ayrıca bu basamakta verdikleri cevap, ikinci basamağa vermeleri beklenen *ikizkenar* cevabını da içermektedir. Bu cevap Resim 167'de görülmektedir.

Resim 167

*Etkinlik 2.3. birinci işlem basamağı ikinci basamağa ait cevabı içeren örnek*

K noktası d doğrusu boyunca hareket ettirince ikizkenar üçgen olur.  
K noktası d doğrusu ile çemberin kesişim noktasına taşınırsa  
Üçgenin ağırlık merkezi çemberin merkezi olur!

(Öğrenci cevabı: K noktası d doğrusu boyunca hareket ettirince ikizkenar üçgen olur. K noktası d doğrusu ile çemberin kesişim noktasına taşınırsa üçgenin ağırlık merkezi çemberin merkezi olur.)

Doğru cevaplar incelendiğinde öğrenciler genel olarak ikizkenar üçgen oluştuğunu belirterek ikinci işlem basamağının da cevabı olan K noktasının d doğrusu üzerinde kollarının eşit olduğunu ifade etmişlerdir. Resim 168’de doğru cevaplara örnek verilmiştir.

Resim 168

*Etkinlik 2.3. birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

d noktasının üzerine getirdiğimizde ikizkenar üçgen olur.

(Öğrenci cevabı: d noktasının üzerine getirdiğimizde ikizkenar üçgen olur)

Yanlış cevapların analizinden, orta dikmenin değişmediği bilgisi verilmiştir. Orta dikme, şekle göre doğru parçası değil doğru olarak görülmektedir. Bunun yanında doğru ile ilgili herhangi bir işlem yapılmadığı için d doğrusunda her hangi bir hareket bulunmamaktadır. Resim 169’da yanlış cevaplara bir örneğe yer verilmiştir.

Resim 169

*Etkinlik 2.3. birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Orta dikmenin uzunluğu değişmez.

**İkinci işlem basamağı:** Öğrencilerin genelinin ilk basamakta fark etmekte zorlandıkları durum yönlendirme yapılarak, ikinci basamakta gözlemlenmeleri sağlanmıştır.



Yönlendirmenin de etkisiyle öğrenci gruplarından 12'si doğru cevap vermiş, 1 grup ise eksik cevap vermiştir. Eksik cevap incelendiğinde K noktasının kolları ile ilgili gözlem beklenirken d doğrusunun oluşan üçgen ile bağlantısına yer verildiğinden eksik cevap olarak değerlendirilmiştir. Bu cevap Resim 170'de görülmektedir.

Resim 170

*Etkinlik 2.3. ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Doğru cevaplarda, öğrenciler oluşan üçgeni bütün olarak ele almış ve buna göre gözlemlerini belirtmişlerdir. Bu cevaplara örnek Resim 171'de verilmiştir.

Resim 171

*Etkinlik 2.3. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Ayrıca gruplardan birisi K noktasının hareketinden oluşan ikizkenar üçgeni oluşturan iki dik üçgene de dikkat çekerek gözlemini belirtmiştir. Bu cevap Resim 172'de görülebilir.

Resim 172

*Etkinlik 2.3. ikinci işlem basamağı harici gözlem belirtilen doğru cevap örneği*

**Üçüncü işlem basamağı:** Üçüncü işlem basamağında, cevabı aranan soru *Acaba öğrenciler merkez noktasının girişin orta dikmesinin üzerinde bulunduğu d doğrusu üzerinde olduğunu gözlemleyebilecekler mi? sorusudur.* Bu amaçla öğrencilerden K noktasının hareketiyle merkez noktasının neresi olabileceğini tahmin etmeleri istenmiştir. Cevapların analizinden, 9 gurubun doğru cevap, 4 gurubun yanlış cevap verdiği sonucu çıkmıştır. Doğru cevaplar Resim 173'de örneklendirilmiştir.

Resim 173

*Etkinlik 2.3. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

Noktayı  $d$  doğrusu üzerinde çemberin içine doğru hareket ettiririz. Yarıçaplar eşit olduğunda çemberin tam ortasıdır.

(Öğrenci cevabı: Noktayı  $d$  doğrusu üzerinde çemberin içine doğru hareket ettiririz.

Yarıçaplar eşit olduğunda çemberin tam ortasıdır.)

Yanlış cevaplar incelendiğinde bazı grupların, oluşan üçgenleri eş kenar üçgen olarak belirtmeleri hatalı cevap vermelerinin nedeni olarak görülmüştür. Bu cevaplara örnekler

Resim 174'de görülmektedir.

Resim 174

*Etkinlik 2.3. üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*

Ortalara geldiğinde merkez olabilir.  $K$ 'yı oluşturan doğru parçaları ve  $AB$  doğrusu bir eşkenar üçgen oluşturursa ( $K$   $d$  doğrusu üzerinde olmalı) merkez yaklaşık olarak bulunabilir.

$K$  noktasını çember üzerine getirip sonra da bir eşkenar üçgen oluştururum orası merkezdir.

(Öğrenci cevabı 1: Ortalara geldiğinde merkez olabilir.  $K$ 'yı oluşturan doğru parçaları ve  $AB$  doğrusu bir eşkenar üçgen oluşturursa ( $K$  doğrusu üzerinde olmalı) merkez yaklaşık olarak bulunabilir.)

(Öğrenci cevabı 2:  $K$  noktasını çember üzerine getirip sonra da bir eşkenar üçgen oluştururum orası merkezdir.)

Ayrıca diğer bir yanlış cevap incelendiğinde ise çizilen şekilde K noktasının kollarının birbirine dik olması durumunda merkez olacağı şartı belirtilmiştir. Bu cevap Resim 175’de incelenebilir.

Resim 175

*Etkinlik 2.3. üçüncü işlem basamağı K noktasına bağlı koşul belirtilen yanlış cevap örneği*

K noktasının d noktası üzerinde olup  $[AK] \perp [KB]$  olursa K noktası merkez olur. (Her zaman doğru olmayabilir)

**Dördüncü işlem basamağı:** K noktasının, merkez nokta olması için sürekli olarak d doğrusu üzerinde bulunması gerektiğini gözlemlemek üzere oluşturulan bu basamakta, 11 grup doğru cevap verirken, 2 grup eksik cevap vermiştir. Eksik cevaplarda noktanın d doğrusu üzerinde bulunduğunu belirtirken bu noktanın merkez noktası olacağına değinilmemiştir. Bu nedenle eksik kategorisinde olmalarının uygun olacağı düşünülmüştür. Bu cevaplara Resim 176’daki görüntü örnek olarak gösterilmiştir.

Resim 176

*Etkinlik 2.3. dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

Bu nokte cıap üzerinde olur.

Doğru cevaplar, Resim 177’deki görüntü ile örneklendirilmiştir.

Resim 177

*Etkinlik 2.3. dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

K noktasının aldığı yer merkezdin

**Beşinci işlem basamağı:** Dördüncü işlem basamağında belirtilen durumun yani K noktasının d doğrusu (orta dikmenin üzerinde bulunduğu doğru) üzerinde olma durumunun tersi durum ve nedeni bu işlem basamağında sorulmaktadır.

11 gurubun doğru cevap verdiği bu basamakta, 1 grup yanlış, 1 grup da eksik cevap vermiştir. Doğru cevaplar Resim 178’de örneklendirilmiştir.

Resim 178

*Etkinlik 2.3. beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Bence değilse olmaz. Çünkü merkez bütün kırımların orta dikmesinden geçmeli.

(Öğrenci cevabı: Bence değilse olmaz. Çünkü merkez bütün kırımların orta dikmesinden geçmeli.)

Eksik cevap incelendiğinde, K noktasının d doğrusu üzerinde olmazsa merkez nokta olamayacağı belirtildiği ancak nedeninin belirtilmediği görülmektedir. Bu nedenle eksik cevap kategorisinde yer verilmiştir. Bu cevap Resim 179’da görülebilir.

Resim 179

*Etkinlik 2.3. beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Merkezdir değildir. Üzerinde değilse eğer.

(Öğrenci cevabı: Merkez değildir üzerinde değilse eğer.)

Yanlış cevap Resim 180’de görülmektedir.

Resim 180

*Etkinlik 2.3. beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Olabilir.

Buna göre K noktasının d doğrusu üzerinde değilse bile merkez nokta olacağı belirtilmiştir. Oysaki K noktası d doğrusu üzerinde olmazsa, orta dikmelerin kesişim yeri olmaz. Bu nedenle de merkez nokta olma durumu söz konusu değildir.

**Altıncı işlem basamağı:** K noktasının merkez nokta olmasına farklı bir açıdan bakma amacıyla hazırlanan bu basamakta, K noktasını oluşturan doğru parçalarının yarıçap ile karşılaştırılması söz konusudur. Bu basamağa verilen cevaplarda, 12 grup doğru cevap verirken, 1 grup yanlış cevap vermiştir.

Yanlış cevap incelendiğinde, K noktasının merkezden uzaklaştıkça yarıçapın azaldığı belirtilmiştir. Ancak burada hataya düşülen durum, K noktasının merkezden uzaklaşması durumunda noktayı oluşturan doğru parçalarının yarıçap olmayacağını göz ardı edilmesidir. Bu cevaba Resim 181’de yer verilmiştir.

Resim 181

*Etkinlik 2.3. altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği*

K noktası merkezden uzaklaştıkça r azalır.

Doğru cevaplar, Resim 182’de örneklendirilmiştir.

Resim 182

*Etkinlik 2.3. altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

Yarıçapın ortada bulunması

**Yedinci işlem basamağı:** Yedinci işlem basamağında, öğrencilerin bu etkinlik için bir genellemede bulunmaları istenmiştir. Verilen cevaplara göre 8 grup doğru, 4 gurubun yanlış cevap verdiği görülmüştür. 1 grup da genellemeyi eksik olarak yapmıştır. Eksik cevap incelendiğinde, öğrencilerin giriş orta dikmelerinin d doğrusu üzerinde olduğunu belirttikleri ancak kesiştikleri noktanın merkez noktası olduğunu belirtmedikleri görülmüştür. Bu cevap Resim 183’de görülmektedir.

Resim 183

*Etkinlik 2.3. yedinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Kirişin her taraf orta dikmesi her zaman doğru olur.

Doğru cevaplara örnek Resim 184'de verilmiştir.

Resim 184

*Etkinlik 2.3. yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Bir çember üzerindeki kirişin orta dikme doğruları, merkezden geçmektedir.

Yanlış cevaplar incelendiğinde düşünce hatalarından kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

Örneğin bir gurubun cevabında, çember üçgen içerisinde eşkenar üçgen oluşturarak, yarıçapın bulunabileceği belirtilirken, amacın yarıçapı bulmak olmadığı göz ardı edilmiştir. Resim 185'de bu cevap görülebilir.

Resim 185

*Etkinlik 2.3. yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

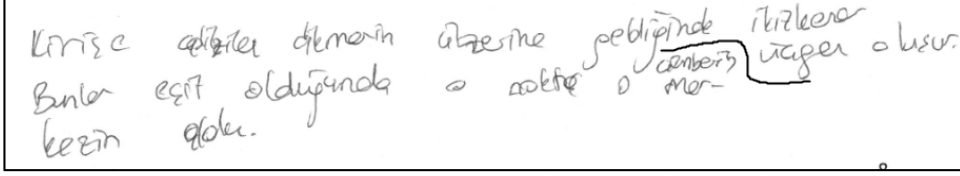
Çember içinde bir eşkenar üçgen oluşturarak yarıçapı bulabiliriz.

Diğer bir yanlış cevapta ise, oluşan dik üçgenler eşit olduğunda K noktasının merkez noktası olacağı belirtilmiştir. Çemberlerin eşit olduğu her noktada, K noktasının çemberin merkezi olamayacağı göz ardı edilmiştir. Bununla birlikte, çemberin merkezi olması için, K noktasını oluşturan doğruların birbirine eşit olması yeterli koşul değildir. Buna ek olarak kirişin farklı konumlara taşınması durumunda da K noktasının d doğrusu üzerinde bulunması sağlanırsa, başka bir deyişle kirişin en az iki farklı konumunda K noktası d doğrusu üzerinde bulunma ve onu oluşturan doğru parçalarının eşit olma durumu sağlanırsa, öğrencilerin ifadesi

doğru olacaktır. Bu koşullar sağlanmadığından oğrencilerin cevapları genellemeye uymamaktadır. Bu cevap Resim 186'da görülebilir.

Resim 186

*Etkinlik 2.3. yedinci işlem basamağı diğer yanlış cevap rneği*



(ğrenci cevabı: Kirişe çizilen dikmelerin üzerine geldiğinde ikizkenar gen olur.

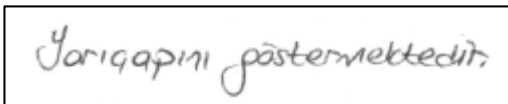
*Bunlar eşit olduğunda o nokta o çemberin merkezi olur. )*

Bir noktanın merkez noktası olması için sağlanması gereken koşulların incelendiği bu etkinlikte genel olarak oğrencilerin başarılı oldukları ve genelleme yapmakta zorlanmadıkları görülmüştür. Özellikle genelleme yaparken, AT'nin ve DGY'nin farklı koşulları gözlemek üzere nesnelere üzerinde kolaylıkla denemeler yapma fırsatları vermesi avantaj olarak görülmektedir.

**5.2.2.4. Etkinlik 2.4. Birinci işlem basamağı:** emberin vektörel denklemini kavraması üzerine hazırlanan bu etkinliğin ilk işlem basamağında öncelikle, verilen vektörün çemberin hangi elemanını oluşturduğu sorulmuştur. Tüm oğrenci grupları bu soruya doğru cevap vermiştir. Bu cevaplara Resim 187'de örnek verilmiştir.

Resim 187

*Etkinlik 2.4. birinci işlem basamağı diğer doğru cevap rneği*



**kinci işlem basamağı:** İkinci işlem basamağında vektörün farklı konumlarda da çemberin aynı elemanını oluşturma durumu sorulmuştur. Yine bu basamakta da tüm oğrenci grupları çemberin yarıçapını oluşturduğunu belirterek doğru cevap vermiştir. rnek cevap Resim 188'de görülmektedir.

Resim 188

*Etkinlik 2.4. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Koruyor.

Gruplardan birisinde, öğrenciler vektörün mevcut özelliğini koruması için detaylı bilgi vererek, P noktasının çember üzerinde bulunma koşulunu belirtmiştir. Bu cevap doğru olmakla birlikte, DGY ile P noktası çember üzerine sabitleme fırsatı sağladığından P noktası etkinliğin doğası gereği çember üzerinden ayrılamamaktadır. Bu da çember üzerinde bulunma koşulunu öğrencilere özel bir şekilde gösterme fırsatı sağlamıştır. Öğrencilerin bu cevabı Resim 189’da görülmektedir.

Resim 189

*Etkinlik 2.4. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Eğer P noktası çember üzerinde hareket ederse değişmez.

(Öğrenci cevabı: Eğer P noktası çember üzerinde hareket ederse değişmez.)

**Üçüncü işlem basamağı:** Bu işlem basamağında, öğrencilerin vektör uzunluğunun, yarıçap uzunluğuna eşit, yani vektör uzunluğunun yarıçapa eşit olduğunu matematiksel olarak ifade etmeleri istenmiştir. Öğrenci cevaplarından 7 gurubun doğru cevap ve 6 gurubun yanlış cevap verdiği anlaşılmıştır. Doğru cevaplar Resim 190’da örneklendirilmiştir.

Resim 190

*Etkinlik 2.4. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

$||\vec{OP}|| = r$

Yanlış cevaplar incelendiğinde ise, iki temel hata ortaya çıkmaktadır. Bu hatalardan ilki öğrencilerin vektör uzunluğunu sadece yarıçap sembolünü yazmalarından



kaynaklanmaktadır. Diğer hata ise, yarıçapı vektör ile ilişkilendirmeden, örneğin *çemberin çevresi* gibi bu basamakla ilgisi olmayan kavramlarla ilişkilendirmelerinden kaynaklanmaktadır. Bu tür cevaplara örnekler Resim 191’de sunulmuştur.

Resim 191

*Etkinlik 2.4. üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$r$$

$$2\pi r = \text{Çevre}$$

$$r = \frac{\text{Çevre}}{2\pi}$$

**Dördüncü işlem basamağı:** Dördüncü işlem basamağında, çemberin farklı boyutlarında vektörün ve yarıçapın değişiminin gözlenmesi istenmiştir. Bu basamakta 11 grup gözlemlerini doğru olarak aktarıırken, 2 grup eksik cevap vermiştir. Hatalı cevap veren grup bulunmamaktadır. Eksik cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin tek yönlü bir değişimden söz ederek cevapladıkları görülmüştür. Cevaplarında sadece artış göstereceğini belirtmişlerdir. Bu cevaplar Resim 192’de örneklendirilmiştir.

Resim 192

*Etkinlik 2.4. dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

İkisinde büyüyor.

Doğru cevaplar incelendiğinde, vektör ve yarıçaptaki değişimi beklendiği üzere iki yönlü olarak belirttikleri görülmektedir. Bu cevaplara örnek Resim 193’de görülebilir.

Resim 193

*Etkinlik 2.4. dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

Çember de yarıçap da aynı oranda artar azalır.

**Beşinci işlem basamağı:** Dördüncü işlem basamağına benzer şekilde, beşinci işlem basamağında bu kez üçüncü basamakta yazılması beklenen yarıçap ile vektör arasındaki matematiksel ifadenin durumunun gözlemlenmesi istenmiştir. Verilen cevaplardan anlaşılacağı üzere 13 gurubun tamamı doğru cevap vermiştir. Örnek olarak Resim 194'deki cevap verilebilir.

Resim 194

*Etkinlik 2.4. beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Yine yarıçaptır. Ama yarıçapın değeri değiştiği için  $\vec{OP}$  'de değişir.

(Öğrenci cevabı: Yine yarıçaptır. Ama yarıçapın değeri değiştiği için  $OP$  vektörü de değişir.)

**Altıncı işlem basamağı:** Altıncı işlem basamağında öğrencilerden vektör ve yarıçap ile ilgili belirtilen ifadeye bir isim vermeleri istenmiştir. Öğrencilerden beklenen *çemberin vektörel denklemi* kavramını belirtmeleridir. Cevaplar incelendiğinde, kavramı bulan grup olmamakla birlikte bir grup diğer cevap kategorisinde beklenenin dışında bir kavramla beklenen kavrama yakın bir isim kullanmıştır. Bu cevap Resim 195'deki görülebilir.

Resim 195

*Etkinlik 2.4. altıncı işlem basamağı beklenen kavrama yakın cevap örneği*

$OP=r$  olduğu için yarıçap veya yarıçap vektörü diye biliriz.

Yanlış cevaplar analiz edildiğinde, öğrencilerin genellikle yarıçap kavramını ya da vektörel denklemin matematiksel ifadesini kullandıkları görülmüştür. Resim 196'da bu cevaplara örnekler görülmektedir.

Resim 196

*Etkinlik 2.4. altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği*



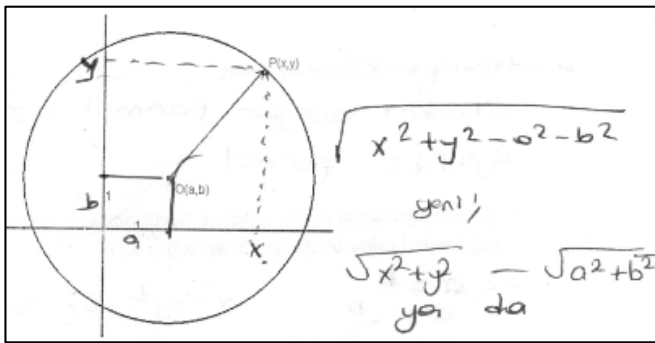
Çemberin vektörel denklemi kavramının kazandırılmaya çalışıldığı bu etkinlikte, öğrenciler her ne kadar kavramı bulmakta zorlanmış olsalar da, yapılandırmacı öğretim anlayışına uygun olarak elde ettikleri kavramlardan hareketle sınıf içerisinde olması gerektiği gibi araştırmacı tarafından resmileştirilmiştir.

**5.2.2.5. Etkinlik 2.5. Birinci işlem basamağı:** Çemberin standart denkleminin ve bu denklemden çemberin merkez noktasının koordinatlarının belirlenebileceğini öğretmesi hedeflenen bu etkinliğin ilk basamağında öğrencilerden, AT ortamında bir manipülasyon yapmaları istendiğinden herhangi bir cevap vermeleri beklenmemektedir.

**İkinci işlem basamağı:** Bu işlem basamağında öğrencilerden, koordinat sisteminde verilen iki nokta arasındaki uzaklığı bulmak için bir formül bulmaları istenmiştir. 10 grup bu formülü bulurken 3 grup bulmakta zorlanarak yanlış cevap vermiştir. Yanlış cevaplara örnek Resim 197’de verilmiştir.

Resim 197

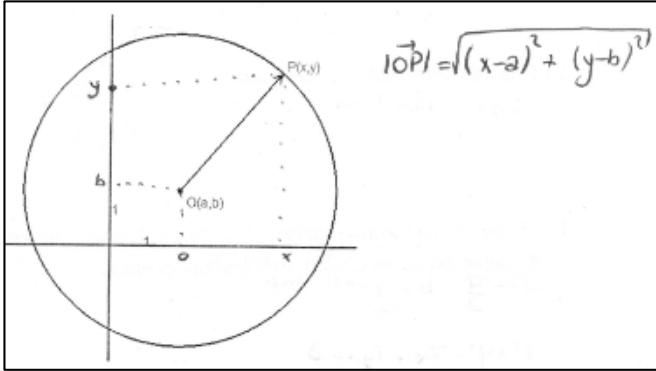
*Etkinlik 2.5. beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Doğru cevaplar ise, Resim 198’de örneklendirilmiştir.

Resim 198

*Etkinlik 2.5. beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



**Üçüncü işlem basamağı:** Öğrencilerin çemberin farklı konumu için formüldeki değişimi incelemeleri istenmiştir. Tüm öğrenci gruplarının doğru cevap verdikleri gözlenerek değişim olmadığını belirtmişlerdir. Öğrenci cevaplarına örnek Resim 199’da verilmiştir.

Resim 199

*Etkinlik 2.5. üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

Farklılık olmaz.

**Dördüncü işlem basamağı:** Öğrencilerden, buldukları formüle bir isim vermeleri istenmiştir. Olası öğrenci cevaplarına göre gruplardan 4’ü çember formülü gibi bir isim verirken (bu cevaplar doğru olarak kabul edilmiştir), 2 grup koordinat düzleminde iki nokta arasındaki uzaklığı bulma işlemi olarak belirtmiş ve isim vermemiştir. Bu nedenle, bu cevaplar eksik cevap kategorisine alınmıştır. 1 grup bu basamağı boş bırakmış, 6 grup da yanlış cevap vermiştir.

Doğru cevaplara Resim 200’de örnek verilmiştir.

Resim 200

*Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

-Çember formülü-

Eksik cevaplar, Resim 201’de örneklendirilmiştir.

Resim 201

*Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

iki nokta arasındaki uzaklık

Yanlış cevaplar incelendiğinde ise, isimlendirmeye ilgili olmayan cevaplar verildiği gibi, bazı cevaplarda bir önceki etkinlikte belirtilen kavramları kullandıkları gözlenmiştir. Bu cevaplara örnekler Resim 202’de verilmiştir.

Resim 202

*Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Norm bulduk. Pisagordan Geometrik vektör denklemleri

**Beşinci işlem basamağı:** Öğrencilerin yazdıkları formül ile kendilerine geri bildirim olarak verilen formülü karşılaştırmaları istenmiş ve herhangi bir cevap beklenmediğinden bu işlem basamağı analiz edilmemiştir.

**Altıncı işlem basamağı:** Öğrencilerden elde ettikleri formülü genişletmeleri istenmiştir. Bu basamakta öğrenciler üstel ifadeler ile ilgili matematiksel işlem becerilerini kullanmaya gereksinimleri vardır. Verdikleri cevapların analizinden, 11 gurubun doğru cevap verdiği ve 2 gurubun cevap vermemeyi tercih ettiği anlaşılmıştır. Doğru cevaplara örnekler aşağıdaki Resim 203’de verilmiştir.

Resim 203

*Etkinlik 2.5. altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$r^2 = (x-a)^2 + (y-b)^2$$

$$r^2 = x^2 - 2xa + a^2 + y^2 - 2yb + b^2$$

**Yedinci işlem basamağı:** Bu işlem basamağında da, beşinci basamakta olduğu gibi öğrencilerden herhangi bir cevap vermeleri beklenmemektedir.

**Sekizince işlem basamağı:** Genişletilen formülde sabit değerleri temsil eden harflerin belirlenmesi istenmiştir. Gruplardan 8'i sabit değer temsilcilerini eksik olarak belirtirken, 5'i değişken değer temsilcilerini de bu basamağa alarak yanlış cevap vermiştir. Cevaplara verilen örnekler Resim 204, Resim 205 ve Resim 206'da yer almaktadır.

Resim 204

*Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

$$\lambda = -2a$$

Resim 205

*Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$x, y, r$$

Resim 206

*Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı beklenen cevap örneği*

$$-2a, -2b, a^2 + b^2 - r^2$$

**Dokuzuncu işlem basamağı:** Bu basamakta, sekizinci basamakta belirlenen temsillerin yerine, tek bir harf ile temsil edilecek şekilde büyük harf kullanılması istenmiştir. Öğrencilerin cevapları incelendiğinde, 7 grup eksik cevap verirken, 6 grup yanlış cevap vermiştir. Öğrencilerin verdiği cevaplara örnekler Resim 207, Resim 208 ve Resim 209'da görülmektedir.

Resim 207

*Etkinlik 2.5. dokuzuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$(0,0) = \text{orijin}$$

Resim 208

*Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

$$\begin{array}{l} -2a = G \\ -2b = H \end{array} \quad x^2 + Gx + a^2 + y^2 + Hy + b^2 = r^2$$

Resim 209

*Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı beklenen cevap örneği*

$$-2a=D \dots$$

**Onuncu işlem basamağı:** Bu basamakta, büyük harf temsillerin, formülde sabit değer temsillerinin yerine yazılması istenmiştir. 4 grup bu işlemi doğru olarak yerine getirmiştir. 3 grup yanlışlık yaparken, 6 grup bu işlemi eksik cevap vermiştir. Cevapların birer örneği Resim 210, Resim 211 ve Resim 212’de görülmektedir.

Resim 210

*Etkinlik 2.5. onunca işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$x^2 + y^2 + Dx + Ey + F = 0$$

Resim 211

*Etkinlik 2.5. onunca işlem basamağı eksik cevap örneği*

$$r^2 = x^2 + Bx + a^2 + y^2 + Ay + y^2$$

Resim 212

*Etkinlik 2.5. dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$x^2 - C + a^2 + y^2 - D + b^2$$

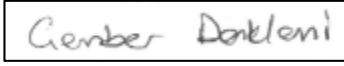
Cevaplara dikkatle bakıldığında, yanlış cevaplarda değişkenler yerine de büyük harflerin kullanıldığı ya da değişkenlerin yazılmadığı görülmektedir. Örneğin bu cevapta,  $x$  ve  $y$  değişkenleri formülde yer almamaktadır.

Yanlış cevap incelendiğinde ise, sabit değer temsillerinin bir kısmının büyük harf temsilleri ile ifade edildiği görülmektedir. Bu cevap için, örneğin  $a^2$  ve  $b^2$  de büyük harf temsilleri ile gösterilmesi gerekirdi.

**On Birinci işlem basamağı:** Büyük harf temsilleri ile elde edilen formüle, başka bir deyişle sabit değer temsillerin sadeleştirildiği bu formüle, öğrencilerin bir isim vermeleri istenmiştir. Öğrenci cevaplarına göre, 4 grup doğru cevap, 8 grup yanlış cevap vermiş ve 1 grup ise cevap vermemeyi tercih etmiştir. *Çemberin genel denklemi* kavramına yakın olan cevaplar da, doğru cevaplar içerisine dâhil edilmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 213’de verilmiştir.

Resim 213

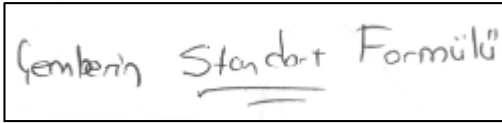
*Etkinlik 2.5. on birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



Yanlış cevaplara verilen örnek (bkz. Resim 214) incelendiğinde ise, belirtilen kavramın *çemberin standart denklemi* kavramıyla karıştırıldığı görülmektedir.

Resim 214

*Etkinlik 2.5. on birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



**On ikinci işlem basamağı:** Bu işlem basamağında sabit değer temsilleri ile büyük harf temsilleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu nedenle öğrencilerin büyük harf temsilleri ile sabit değer temsilleri (denklemden küçük harf ile gösterilen temsiller) eşitliğinde sabit değer temsillerinin eşitliğin bir tarafında yalnız bırakılması istenmiştir. Bu işlemi, 7 gurubun doğru yaptığı, 6 gurubun ise yanlış yaptığı görülmüştür. Doğru cevaba örnek Resim 215’de görülmektedir ki, bu cevap incelendiğinde, öğrencilerin aynı zamanda eşitlikten bir sonraki



aşamada sözü edilen merkez noktasının koordinatlarının da elde edilebileceğini fark ettikleri anlaşılmaktadır.

Resim 215

*Etkinlik 2.5. on ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$x^2 + y^2 + Dx + Ey + F = 0 \text{ (Çember Denklemi)}$$

$$\begin{aligned} -2a &= D & a &= -\frac{D}{2} \\ -2b &= E & b &= -\frac{E}{2} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{aynı} \\ \text{zaman} \\ \text{merkez} \\ \text{koordinatları} \end{array} \right\}$$

Yanlış cevaplar incelendiğinde, ya işaret hatası yaptıkları ya da anlamsız eşitlikler oluşturdukları görülmüştür. Resim 216'da bu cevaplara verilen örnekler yer almaktadır.

Resim 216

*Etkinlik 2.5. on ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$\begin{aligned} 2a &= B & a &= \frac{B}{2} \\ 2b &= C & b &= \frac{C}{2} \end{aligned} \quad \begin{array}{l} Dx = -x^2 + y^2 + Cy - F \\ Cy = -x^2 - y^2 - Dx - F \end{array}$$

**On üçüncü işlem basamağı:** Öğrencilerin çemberin genel denkleminde hareketle, merkez noktasının koordinatlarının nasıl belirleneceğini kavradıkları basamaktır. Bu amaçla, öğrencilere denklemden faydalanarak merkez noktasının koordinatlarının büyük harf temsilleri ile nasıl belirlenebileceği sorulmuştur. Verilen cevaplar incelendiğinde 7 gurubun doğru cevap, 5 gurubun yanlış cevap verdiği anlaşılmıştır. Doğru cevaplardan bir tanesi Resim 217'de örnek olarak görülmektedir.

Resim 217

*Etkinlik 2.5. on üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$O\left(\frac{-G}{2}, \frac{-H}{2}\right)$$

Yanlış cevaplara göre ise, daha önceki basamakta elde ettikleri anlamsız eşitlikleri devam ettirdikleri bu basamakta da hataların devam ettiği görülmüştür. Cebirsel işlem becerisi gerektiren birkaç işlem basamağından sonra geri bildirimde bulunulmasının bunda etkili olduğu düşünülebilir. Bu tür işlem basamakları etkinlik ile dolaylı yoldan ilgili olduğu için geri bildirimlerin bu şekilde verilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. Bu cevaplar Resim 218’de örneklendirilmiştir.

Resim 218

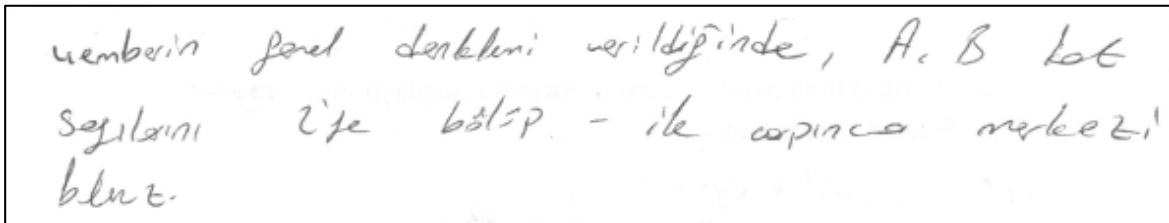
*Etkinlik 2.5. on üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



**On dördüncü işlem basamağı:** Öğrencilerin, çemberin genel denkleminde elde edilebileceğini fark ettirmek üzere bir önceki basamaktaki durumu yorumlamaları istenmiştir. Öğrenci cevapları incelendiğinde, 8 grubun bu durumu doğru yorumladığı, 2 grubun yanlış ve 2 grubun eksik yorumladığı kanısına varılmıştır. 1 grup ise bu basamağı boş bırakmıştır. Doğru yorumlar incelendiğinde, yukarıda sözü edilen merkez noktasının koordinatlarının bulunabileceğini fark ettikleri anlaşılmaktadır. Bu cevaplara Resim 219’da örnek verilmiştir.

Resim 219

*Etkinlik 2.5. on dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



Yanlış cevaplara göre, yapılan yorumların önceki basamakla ilgisi olmadığı veya anlamsız olduğu görülmektedir. Bu tür cevaplara örnekler aşağıda verilmiştir (bkz. Resim 220).

Resim 220

*Etkinlik 2.5. on dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$3 \times k = 3k \quad a \text{ ve } b \text{ çemberin merkezidir.}$$

**On beşinci işlem basamağı:** Çemberin genel denkleminde, çemberin merkez noktasının koordinatlarının elde edilip edilemeyeceği, eğer elde edilirse nasıl elde edilebileceği sorularak geri bildirimde bulunmak ve çok sayıda işlem basamağından oluşan etkinliğin genel olarak gözden geçirilmesi amaçlanmıştır.

Öğrenci cevapları incelendiğinde, 5 grup doğru cevap verirken, 4 grup yanlış ve 3 grup eksik cevap vermiştir. 1 grup ise bu soruya cevap vermemeyi tercih etmiştir.

Doğru cevaplara örnek Resim 221’de görülmektedir.

Resim 221

*Etkinlik 2.5. on beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$\begin{aligned} \text{Çevre} \\ x^2 + 3y^2 + 4x - 5y + 6 &= 0 \\ -2a = 4 \quad -5b = -2b \\ a = -2 \quad b = \frac{5}{2} \end{aligned}$$

Resim 222’de ise bu işlem basamağında verilen yanlış cevaplar görülmektedir.

Resim 222

*Etkinlik 2.5. on beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$\text{Formül ile elde edilebilir} \\ (OP)^2 = \sqrt{(2-k)^2 + (l-j)^2}$$

Eksik cevaplar incelendiğinde ise, öğrencilerin nasıl bulunur sorusuna cevap vermedikleri görülmüştür. Resim 223’de, eksik cevaplara bir örnek verilmiştir.

Resim 223

*Etkinlik 2.5. on beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

-Evet, Denklemleri bulun

Çemberin denklemlerini elde etmeyi ve denklemler arası geçişleri amaç edinen bu etkinlikte öğrencilerin doğru ve yanlış cevapları genel olarak eşit olduğu, bazı işlem basamaklarında ise doğru cevap bulunmadığı görülmüştür. Öğrencilerin özellikle denklemler ile ilgili işlemlerde zorlandıkları verilen örneklerden anlaşılmaktadır.

**5.2.2.6. Etkinlik 2.6. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 2.6’da, özel konumlu çemberler kavramının kazandırılması amaçlanmıştır. Bunun için öğrencilerin, belli konumlardaki çemberlerin denklemlerinde sabit değerleri temsil eden değerlerin kaldırılması yoluyla keşfetmeleri sağlanmıştır.

İlk işlem basamağı, 5 alt maddeye ayrılarak farklı konumlardaki çemberler incelenmiştir. Alt maddelerin tamamını sadece 1 grup doğru olarak cevaplandırırken, geriye kalan gruplar tamamını doğru olarak cevaplandırmayıp bir kısmında hataları olsa bile eksik cevap vermiş olarak kabul edilmiştir. Tüm alt maddeleri Hatalı cevaplandıran grup bulunmadığından yanlış cevap veren grup olmadığı kabul edilmiştir. Doğru cevap veren grubun cevabı Resim 224’de görülmektedir.

Resim 224

*Etkinlik 2.6. birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

a)  $r^2 = x^2 + y^2$  b)  $r^2 = (x-a)^2 + y^2$   
 $r^2 = x^2 - 2ax + a^2 + y^2$  c)  $r^2 = (a-x)^2 + y^2$   
 $r^2 = a^2 - 2ax + x^2 + y^2$

d)  $r^2 = x^2 + (y-b)^2$   
 $r^2 = x^2 + y^2 - 2by + b^2$  e)  $r^2 = x^2 + (b-y)^2$   
 $r^2 = x^2 + b^2 - 2by + y^2$

Eksik cevaplar, Resim 225’de örneklendirilmiştir.

Resim 225

Etkinlik 2.6. birinci işlem basamağı eksik cevap örneği

a)  $x^2 + y^2 - r^2 = 0$   $r = \sqrt{x^2 + y^2}$

b)  $r^2 = (x-a)^2 + y^2$   $r = \sqrt{(x-a)^2 + y^2}$

c)  $r^2 = (x+a)^2 + y^2$   $r = \sqrt{(x+a)^2 + y^2}$

d)  $r^2 = x^2 + (y-b)^2$

e)  $r^2 = x^2 + (y+b)^2$

Eksik cevaba verilen örnek incelendiğinde, c ve e maddelerinde negatif bölgelerden dolayı işaret hatası yapıldığı görülmektedir.

**İkinci işlem basamağı:** Son işlem basamağı olup, bu çemberlere öğrencilerin isim vermeleri istenmiştir. Bu basamaktaki amaç *özel konumlu çemberler* kavramını kazandırmaktır. Bu kavrama yakın isimler bulan grupların cevapları doğru olarak kabul edilmiştir. Bu açıdan bakıldığında 4 gurubun doğru cevap ve 9 gurubun yanlış cevap verdiği görülmüştür.

Doğru cevaplara örneğe Resim 226'da yer verilmiştir.

Resim 226

Etkinlik 2.6. ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği

konum çemberleri

Yanlış cevaplarda ise, isimlendirmenin kavramla ilgisinin bulunmadığı görülmüştür.

Bu cevaplar Resim 227'de örneklendirilmiştir.

Resim 227

*Etkinlik 2.6. birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Ayrı Cemberlerin yansımasıdır.

**5.2.2.7. Alıştırma 2.** Kazanım 2'ye ait etkinliklerden sonra denklemler arası geçişleri pekiştirmek üzere verilen bu alıştırmada üç alt maddeden oluşan soru sorulmuştur.

Öğrencilerden alından cevaplar incelendiğinde, grupların tümü bu alıştırmayı doğru olarak cevaplandırmıştır.

Alıştırmaya verilen cevaplar Resim 228'de örneklendirilmiştir.

Resim 228

*Alıştırma 2. doğru cevap örneği*

$$\begin{aligned} a) & (x+1)^2 + (y-3)^2 = 16 \\ b) & x^2 + (y+4)^2 = 1 \\ c) & (x-a)^2 + (y+2)^2 = b^2 \end{aligned}$$

Genel olarak öğrencilerin etkinliklerde başarılı olduğu, cebirsel işlemlerde zorlandıkları gözlenmiştir.

**5.2.3. Beşinci kazanım.** Altı etkinlikten oluşan *Kazanı 5*'e ait işlem basamaklarının sayısı Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20

*Beşinci kazanım etkinlik işlem basamak sayıları*

Etkinlik Numarası	İşlem Basamağı Sayısı
Etkinlik 5.1	2
Etkinlik 5.2	5
Etkinlik 5.3	6

Etkinlik Numarası	İşlem Basamağı Sayısı
Etkinlik 5.4	2
Etkinlik 5.5	8
Etkinlik 5.6	5

Bu kazanıma ait cevap analizlerinden elde edilen cevap sayıları ise Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21

*Beşinci kazanım öğrenci cevap tablosu*

Kazanım 5																													
Etkinlikler	<u>1</u>					<u>2</u>					<u>3</u>					<u>4</u>					<u>5</u>								
	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>				
Etkinlik 5.1	10	1	X	2	X	3	2	5	3	X																			
Etkinlik 5.2	9	X	4	X	X	9	2	1	1	X	2	6	4	1	X	10	X	3	X	X	9	2	1	1	X				
Etkinlik 5.3	6	X	6	1	X	6	X	7	X	X	10	X	1	2	X	10	1	1	1	X	1	X	1	11	X				
Etkinlik 5.4	7	X	6	X	X	11	X	X	2	X																			
Etkinlik 5.5	2	X	9	2	X	6	X	6	1	X	X	X	10	3	X	5	1	7	X	X	3	5	5	X	X				
Etkinlik 5.6						9	1	3	1	X	4	2	4	3	X	10	2	X	1	X	6	4	X	3	X				
	<u>6</u>					<u>7</u>					<u>8</u>																		
	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>														
Etkinlik 5.3	6	4	X	3	X																								
Etkinlik 5.5	3	X	10	X	X	4	3	6	X	X	3	4	4	2	X														



**5.2.3.1. Etkinlik 5.1. Birinci işlem basamağı:** Animasyon olarak tasarlanan bu etkinliğin ilk basamağında öğrencilere, dünyanın ufuk çizgilerine bakan bir astronotun, ufuk çizgilerine olan mesafelerini tartışmaları istenmiştir. Verdikleri cevaplar incelendiğinde, 2 gurubun yorum yapmadığı, 10 gurubun doğru ve 1 gurubun da yanlış cevap verdiği görülmüştür.

Yanlış cevap incelendiğinde, yanlış bir genelleme yaptığı görülmüştür. Verilen cevapta, ufuk noktalarına uzaklığın, dünyanın çapı kadar olduğu belirtilmiştir. O zaman biraz öne gelinir ya da geriye gidilirse, çapa eşit olmayacağı anlaşılmaktadır. Yanlış cevap Resim 229'da gösterilmiştir.

Resim 229

*Etkinlik 5.1 birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Doğru cevaplar Resim 230'da örneklendirilmiştir.

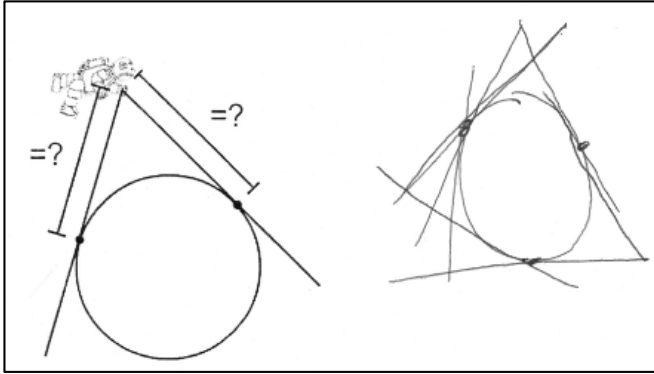
Resim 230

*Etkinlik 5.1 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

**İkinci işlem basamağı:** Öğrencilerin, birinci basamaktaki düşüncelerini çizerek ispatlamaları istenmiştir. Gruplardan 3'ü düşüncelerini ispatlama başarısı gösterirken, 2'si yanlış yöntem uygulamıştır. 5 grup ispatı eksik yapmış, 3 grup ise boş bırakmıştır. Yanlış cevaplara örnek Resim 231'de sunulmuştur.

Resim 231

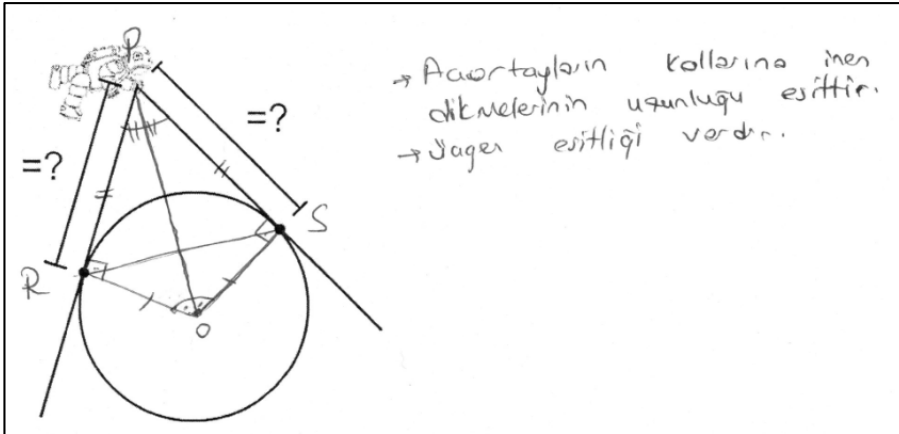
*Etkinlik 5.1 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Doğru cevaplar incelendiğinde, bazı özellikleri ifade etmemiş olsalar da, şekil üzerinde gösterdikleri için doğru kabul edilmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 232’de görülebilir. Resim incelendiğinde, üçgen eşitliğinin hangi özelliklerden kaynaklandığı yazılı olarak belirtilmemiştir. Teğete çizilen dikmelerin oluşturduğu dik açı, dikmelerin yarıçap olması ve üçgenlerin bir kenarının ortak olmasından dolayı, üçgenlerin *Kenar-Açı-Kenar (KAK)* bağıntısına göre eş oldukları görülmektedir.

Resim 232

*Etkinlik 5.1 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

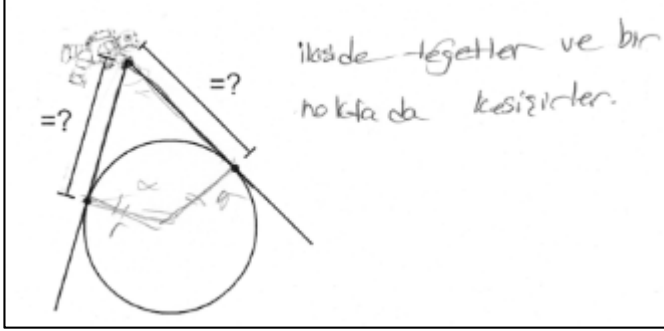


Eksik cevaplar incelendiğinde, bazı grupların teğetlere çizilen dikmeleri şekil üzerinde göstererek yazılı olarak ifade ettikleri ancak o noktadan ileriye taşıyamadıkları (bkz. Resim

233), bazı grupların ise ispatlamaya çizerek yaklaştıkları, ancak ifade etmedikleri ve şekil üzerinde de gösterimlerini tamamlayamadıkları görülmüştür (bkz. Resim 234).

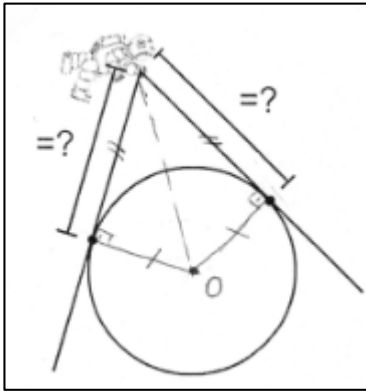
Resim 233

*Etkinlik 5.1 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği-metinsel ifade*



Resim 234

*Etkinlik 5.1 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği-çizim*



**5.2.3.2. Etkinlik 5.2. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 5.1'in ispatının yapıldığı bu etkinlikte, ilk olarak teğet noktalarının çemberin merkezine olan uzaklıkları tartışarak nedenini yazmaları istenmiştir. 9 grup, nedeniyle birlikte uzunlukların eşit olduğunu belirterek doğru cevap vermiştir. 4 grup ise neden belirtmediği için, cevapları eksik kategorisine dâhil edilmiştir. Doğru cevaplar incelendiğinde öğrencilerin, bu uzunlukların yarıçap olduğundan eşit olduğunu belirttikleri görülmüştür. Bu cevaplara örnek Resim 235'de verilmiştir.

Resim 235

*Etkinlik 5.2 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

yanıçap ~~dik~~ olduğu için esittir.

Neden belirtilmeyen eksik cevaplar ise Resim 236'da örneklendirilmiştir.

Resim 236

*Etkinlik 5.2 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Esittir.

**İkinci işlem basamağı:** Geri bildirimde bulunulmuştur. Ek olarak teğetlere çizilen uzunlukların dik olduğu belirtilerek öğrencilerden nedenini yazmaları istenmiştir. 9 grup doğru olarak nedeni belirtirken, 2 grup cevabını yanlış nedene dayandırmıştır. 1 grup eksik cevap verirken, 1 grup da bu işlem basamağını boş bırakmıştır. Yanlış cevaplar incelendiğinde, dik açı olma gerekçesini yanlış nedene dayandırdıkları anlaşılmıştır. Cevaplardan birisinde, dik açı olma nedeni olarak yanıçap gösterilirken, diğerinde *dik açı diktir* ifadesi kullanılmıştır. Bu cevaplar alttaki resimde görülebilir (bkz. Resim 237).

Resim 237

*Etkinlik 5.2 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*

çünkü n ve s yanıçap.

Dik açı diktir.

Özellikle ikinci cevapta öğrencilerin ciddiyetsiz davranarak bu tür bir cevap verdiği düşünülebilir. Ancak diğer işlem basamaklarındaki cevapları incelendiğinde böyle bir davranış izine de rastlanmamıştır. Eksik cevapta, dik açı olma nedeni belirtilmediği gözlemlenmiştir. Bu cevap Resim 238'de görülmektedir.

Resim 238

*Etkinlik 5.2 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

doğru diktir.

Doğru cevaplara Resim 239’da bir örnek verilmiştir.

Resim 239

*Etkinlik 5.2 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Çarpım teğet değeri diktir.  
vektör

**Üçüncü işlem basamağı:** Teğetlerin karşılaştırılması için yapılması gereken işlem sorulmuştur. Alınan cevaplardan, 2 gurubun doğru cevap, 6 gurubun yanlış cevap ve 4 gurubun eksik cevap verdiği, 1 gurubun ise cevap vermediği belirlenmiştir. Doğru cevap sayısının düşük olduğu bu basamakta, eksik cevaplarda öğrencilerin doğrudan teğetlerin eşit olduğunu belirtmeleri ve bunun kesin ispat olmadığını farkına varamadıkları görülmüştür.

Örneğin verilen bir cevapta öğrenciler, dikmeler çizildikten sonra eşit olduğu kanısına ulaşmış ancak bunu bir neden dayandırmadığı anlaşılmıştır. Bu, eksik cevap olarak Resim 240’da görülmektedir.

Resim 240

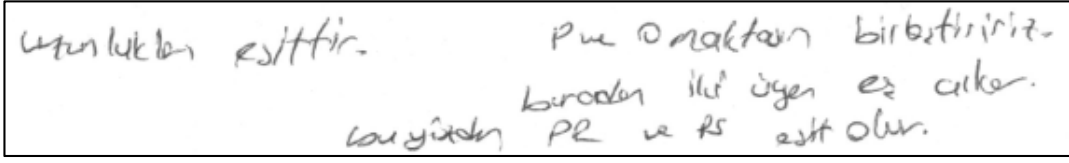
*Etkinlik 5.2 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

Gembere teğet dduklar noktalarla merkeze diler in-  
dirdiğimizde zamen eşit olduklarını ispatlay derviz.

Doğru cevaplara Resim 241’de bir örnek verilmiştir. Örnekte, öğrencilerin, iki noktayı birleştirilmesi gerektiğini belirterek iki eş üçgen oluşturabileceklerini fark ettikleri anlaşılmaktadır.

Resim 241

*Etkinlik 5.2 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

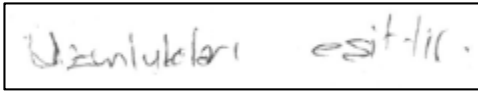


(Öğrenci cevabı: Uzunlukları eşittir. P ve O noktasını birleştiririz. Buradan iki üçgen eş çıkar. Bu yüzden PR ve RS eşit olur.)

Yanlış cevaplarda, öğrencilerin sadece iki teğetin eşit olduğunu belirtip cevaplarını sonlandırmaları dikkat çekmiştir. Eşit oldukları doğru bir sonuç, ancak bu basamakta istenen cevapla bir ilgisi bulunmamaktadır. Bu cevaplara örnek Resim 242’de gösterilmiştir.

Resim 242

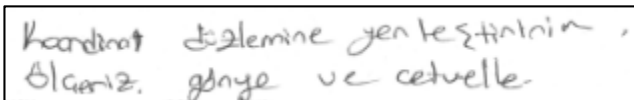
*Etkinlik 5.2 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Diğer bir yanlış cevapta ise öğrenciler, koordinat düzlemine taşıyarak ölçme önerisi getirmiştir. Ancak bu işlemin matematiksel ispat seçeneği olarak değerlendirilmesi olası değildir. Bu cevap Resim 243’de görülebilir.

Resim 243

*Etkinlik 5.2 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği-2*



Başka bir yanlış cevapta ise öğrenciler, şeklin deltoid olması durumunda eşitliğin elde edilebileceği gibi bir ifade kullanarak eşitlik durumunun bir bakıma her zaman sağlanamayacağını belirterek düşüncesini geçersiz duruma getirmiştir. Bu cevap da Resim 244’de görülebilir.

Resim 244

*Etkinlik 5.2 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği-3*

Buket açısına bağlı olarak deltoid çıkarırsa  
özellik olarak iki eşitliğini bulabiliriz.

**Dördüncü işlem basamağı:** Öğrencilerden teğet uzunlukları arasında bir bağıntı elde etmeleri istenmiştir. 10 grup iki uzunluk arasında Pisagor teoremi ilişkisi olduğunu farkına vararak doğru cevap verdiği, diğer 3 gurubun ise bu basamakta eksik cevap verdiği gözlemlenmiştir. Doğru cevaplara örnek Resim 245’de görülmektedir.

Resim 245

*Etkinlik 5.2 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$\left. \begin{array}{l} |PR|^2 + r^2 = |OP|^2 \\ |SP|^2 + r^2 = |OP|^2 \end{array} \right\} |PR|^2 + r^2 = |SP|^2 + r^2$$

Eksik cevaplar ise, Resim 246’da örneklendirilmiştir.

Resim 246

*Etkinlik 5.2 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

$$[PR] = [PS]$$

Bu cevaplara göre öğrencilerin, eşitliği ispatlayacak bağıntı istenirken bunu yanlış anlayarak eşit olduklarını matematiksel olarak gösterme şeklinde anlamış olabilecekleri düşünülmektedir.

**Beşinci işlem basamağı:** Öğrencilerin, teğetlerin farklı konumları için de elde edilen bağıntıyı sınamaları ve gözlemlerini yazmaları istenmiştir. Gruplardan 9’u bu basamakta doğru cevap vermiş, 2 grup yanlış cevap verirken, 1 grup gözlemi eksik belirtmiştir. 1 grup da bu basamağı boş bırakmıştır. Yanlış cevap incelendiğinde öğrencilerden, teğetlerin farklı konumlarda aralarındaki bağıntının sağlanıp sağlanmadığı sorulurken, cevaplarda açının ya da teğetleri oluşturan noktanın durumunu gözlemledikleri anlaşılmış, doğru bir gözlem olmakla

birlikte bu basamakla ilgisi olmadığı için yanlış cevap kategorisinde değerlendirilmiştir.

Resim 247’de, yanlış cevaplar görülmektedir.

Resim 247

*Etkinlik 5.2 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*

Alan (4) küçüldükçe 2 işaretleri büyür.

R e S noktasını çembere yaklaştırıp teğeti oluşturdu.  
P noktasını yaklaştırıp teğeti oluşturdu.

Eksik cevapta öğrenciler, iki teğetin aynı oranda büyüdüğünü belirtirken azalma ile ilgili ya da teğetleri oluşturan noktanın çembere yaklaşma durumu ile ilgili bilgi vermediği anlaşılmaktadır. Bu cevap Resim 248’de görülebilir.

Resim 248

*Etkinlik 5.2 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

Uzunlukları aynı derecede artıyor.

(Öğrenci cevabı: uzunlukları aynı derecede artıyor.)

**5.2.3.3. Etkinlik 5.3. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 5.3 çemberin merkezinden geçen bir doğru parçasının teğet doğrusuna dik olduğunu ispatlamak için hazırlanmıştır. Buna göre, birinci işlem basamağında, noktaların hareketi ile doğru parçası ve teğetin oluşturduğu açının gözlenmesi istenmiştir. Elde edilen cevaplar incelendiğinde, 6 grup doğru, 6 grup eksik cevap vermiştir, 1 grup da bu basamağı boş bırakmıştır. Cevaplarda açı değerinin artarak 90 dereceye yaklaştığı bilgisi istenirken, 90 dereceye yaklaştığını belirtmeyen grupların cevapları eksik sayılmıştır. Eksik cevaplar Resim 249’da örneklendirilmiştir.



Resim 249

*Etkinlik 5.3 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

$d \perp H'$ 'ye yaklaştıkça  $aa_1$  ~~büyür~~  
büyür

Doğru cevaplara ise örnek Resim 250'de verilmiştir.

Resim 250

*Etkinlik 5.3 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Yaklaştıkça  $aa_1$  büyür.  $H'$  noktasına gelme  $90^\circ$ 'dir

**İkinci işlem basamağı:** Doğrunun, bitiş noktası teğet noktasına getirildiğindeki durumun incelenmesi amaçlanmıştır. Cevaplarda, doğru parçasının  $r$ 'ye eşit ve  $H$  noktasında teğete dik olduğunu belirtmeleri gerekmektedir. Cevaplardan 6 gurubun doğru ve 7 gurubun eksik cevap verdiği anlaşılmaktadır. Eksik cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin bazıları dik olduğuna dikkat çekerken, bazıları ise sadece yarıçapa eşit olduğunu belirttikleri görülmüştür. Bu cevaplar Resim 251'de görülebilir.

Resim 251

*Etkinlik 5.3 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

$|OD| = r$

Doğru cevaplara örnek ise Resim 252'de görülmektedir.

Resim 252

*Etkinlik 5.3 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

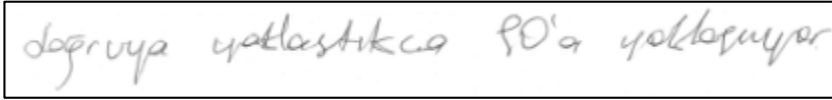
$|OD| = r$  ve  $d \perp [OD]$

**Üçüncü işlem basamağı:** Birinci ve ikinci basamaklardan sonuç çıkarılması beklenmektedir. Buna göre, 10 grup doğru cevap ve 1 grup eksik cevap vermiştir. 2 grup bu basamakta sonuç çıkarmakta zorlanarak boş bırakmıştır. Yanlış cevap veren grup

bulunmamaktadır. Eksik cevap incelendiğinde, öğrenciler teğet noktasına yaklaştıkça teğet doğrusu ile merkezden geçen doğru arasındaki açının  $90$  dereceye yaklaştığını belirtirken, cevaplar teğet noktasındaki durumu ile ilgili bilgi içermemektedir. Başka bir deyişle sonuç genellemesine ulaşmamıştır. Bu cevap Resim 253’de görülebilir.

Resim 253

*Etkinlik 5.3 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

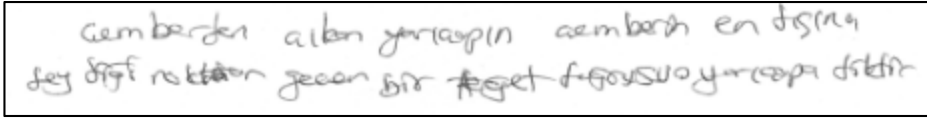


(Öğrenci cevabı: Doğruya yaklaştıkça  $90$ 'a ( $90^0$ 'ye) yaklaşıyor.)

Genellemeye ulaşan doğru cevaplara Resim 254’deki cevap örnek verilebilir.

Resim 254

*Etkinlik 5.3 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

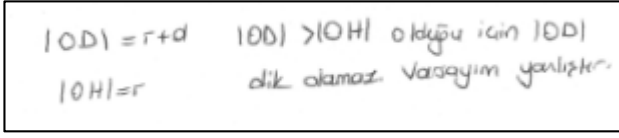


(Öğrenci cevabı: Çemberden çıkan yarıçapın çemberin en dışına değdiği noktadan geçen bir teğet doğrusu yarıçapa diktir)

**Dördüncü işlem basamağı:** Teğet noktasında açının  $90$  derece olmadığı varsayımından hareketle, o noktadaki doğru parçası (aynı zamanda yarıçap) ile o nokta dışında doğru parçasının dik olduğu herhangi bir noktadaki uzunlukların karşılaştırılması istenmiştir. Yani önceki durumun, tersi durum ile ispatlanması söz konusudur. Cevaplar,  $10$  doğru,  $1$  yanlış ve  $1$  eksik cevap olarak belirlenirken, öğrenci gruplarından  $1$ 'i bu basamağı boş bırakmıştır. Doğru cevap Resim 255’de örneklendirilmiştir.

Resim 255

*Etkinlik 5.3 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

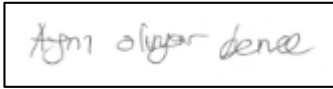


$|OD| = r+d$   $|OH| > |OH|$  olduğu için  $|OD|$   
 $|OH| = r$  dik olamaz. Varsayım yanlıştır.

Yanlış cevaplar incelendiğinde ise, uzunlukların aynı olacağı belirtilmiştir. Farklı iki noktanın bir noktaya uzunluğunun aynı olması çember belirttiğinden ve uzunluğun doğruya olan uzaklığı belirttiğinden cevap yanlış kategorisine dâhil edilmiştir. Bu cevap Resim 256'da yer almaktadır.

Resim 256

*Etkinlik 5.3 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Aynı oluyor bence

(Öğrenci cevabı: Aynı oluyor bence)

Eksik cevap incelendiğinde ise, öğrencilerin şekilde oluşan üçgende hipotenüsün diğer kenarlardan kısa olamayacağını belirterek ters varsayımı kabul etmemiştir. Ancak burada sadece küçük olmaması değil, aynı zamanda eşit olamayacağı da söz konusudur. Bu nedenle eksik cevap verildiği kabul edilmiştir. Bu cevap Resim 257'de görülmektedir.

Resim 257

*Etkinlik 5.3 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*



Hipotenüs kenardan küçük olamaz.

**Beşinci işlem basamağı:** Bir önceki basamaktaki cevapları belirtilen doğru parçaların değerlerini yazarak karşılaştırma söz konusudur. Öğrencilerin verdikleri cevaplara göre, 1 grup önceki basamakta yazdığı için bu basamak için de doğru kabul edilmiştir. Onun dışında 1 grup, uzunluk değerlerini yazmadan sadece karşılaştırmayı belirtmiştir. Diğer 11 grup ise bu basamağı boş bırakmıştır. Boş bırakılan cevapların bu denli çok olması, önceki basamakta

karşılaştırmanın yapılmasından ve bu basamakta gerek görülmemesi olası bir nedendir. Doğru cevapta ise daha öncede belirtildiği gibi, önceki basamakta cevabı vermiştir. Bu cevaba Resim 258’de yer verilmiştir.

Resim 258

*Etkinlik 5.3 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$\begin{array}{l} |OD| = r+d \quad |OD| > |OH| \text{ olduğu için } |OD| \\ |OH| = r \quad \text{dik olmaz. Varsayım yanlıştır.} \end{array}$$

Eksik cevapta ise sadece bir önceki basamaktaki gibi sadece karşılaştırılmış, ama bu şekilde göre yapılmıştır, değerini yazarak karşılaştırma söz konusu değildir. Bu cevap Resim 259’da yer almaktadır.

Resim 259

*Etkinlik 5.3 beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

$$|OD| > |OH|$$

**Altıncı işlem basamağı:** Dördüncü ve beşinci işlem basamaklarından nasıl bir sonuca ulaşabileceği sorulmuştur. 6 grup doğru cevap verirken, 4 grup yanlış cevap vermiştir. 3 grup sonuç çıkarmakta zorlanarak boş bırakmıştır. Yanlış cevaplar incelendiğinde, [OH]’nin dik olmadığı diğer noktalar çelişki oluşturduğundan, [OH] teğet noktasında d doğrusuna dik olduğu sonucundan uzak olarak, tersi durumu kabul emiş ve onun doğruluğu üzerine sonuç çıkardıkları görülmüştür. Oysaki tersi durum esasında çelişkilidir. Yanlış cevaplara örnek Resim 260’da verilmiştir.

Resim 260

*Etkinlik 5.3 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$\begin{array}{l} OH \text{ dik olmaz ise } OD \text{ dik olursa} \\ \text{uzunlukla bağlı değildir} \end{array}$$

Doğru cevaplar ise Resim 261’de örneklendirilmiştir.

Resim 261

*Etkinlik 5.3 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

Yarıçap tepete diktir ve tepete en kısa mesafedir.

Etkinlikte özellikle, farklı noktalar için dik olma durumunun incelenmesinde AT ortamı ve DGY büyük kolaylık ve durumları sınama fırsatı sağlamıştır. Öğrenciler genel olarak bu etkinlikte başarılı olmuş, sonuç çıkarma aşamalarında zorlandıkları görülmüştür. Durumları sınama aşamasında kâğıt-kalem ortamına göre çok yönlü düşünme fırsatı buldukları düşünülmektedir.

**5.2.3.4. Etkinlik 5.4. Birinci işlem basamağı:** Animasyon olarak tasarlanan bu etkinlikte, öğrencilerin bir noktadan iki çembere çizilen ortak teğet uzunlukları ile ilgili modeli hareketlendirmek amaçlanmıştır. İlk işlem basamağında teğet uzunluklarını karşılaştırmaları istenmiş ve 7 gruptan doğru cevap alınırken ve 6 gurubun cevapları eksik kalmıştır.

Elde edilen cevaplardan doğru olanlara Resim 262’de örnek verilmiştir.

Resim 262

*Etkinlik 5.4 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Eşittir ikizkenar yarımlar eşittir

(Öğrenci cevabı: Eşittir, ikizkenar yarımlar eşittir)

Eksik cevaplarda ise, öğrencilerin eşit olma durumu sorulan teğet uzunluklarının sadece eşit olduğunu belirttiği, nedenini yazmadıkları görülmüştür. Bu cevaplara örnek Resim 263’de görülebilir.

Resim 263

*Etkinlik 5.4 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Eşittir

**İkinci işlem basamağı:** Modelde, teğetlerin çıkış noktasının konumu değiştirildiğinde yine uzunlukların karşılaştırılması istenmiştir. 11 grup bu basamakta doğru cevap verirken, 2 grup bu basamağı boş bırakmayı tercih etmiştir.

Doğru cevaplar Resim 264’de örneklendirilmiştir.

Resim 264

*Etkinlik 5.4 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

değişir

Animasyon olarak tasarlanan etkinlikte, model üzerinde öğrenciler teğet uzunluklarının ve teğet parçalarının uzunluklarının eşliğini fark etmekte zorlanmamışlardır. İşlem basamaklarına verdikleri cevaplar bunu göstermektedir.

**5.2.3.5. Etkinlik 5.5. Birinci işlem basamağı:** Bu etkinlikte, Etkinlik 5.4’teki modelin geometrik çizimi yapılarak teğet ve teğet parçaları uzunluklarının eşitlik durumlarının farklı konumlar için karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu nedenle ilk işlem basamağında, öğrencilerin bir çembere çizilen teğet uzunluğunu nedenleriyle tartışmaları istenmiştir. Cevaplar incelendiğinde 2 grup doğru cevap, 9 grup eksik cevap vermiş ve 2 grup da boş bırakmayı tercih etmiştir. Eksik cevapların sebebi, öğrencilerin verdikleri cevapları bir gerekçeye dayandırmamış olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu cevaplara örnek Resim 265’de yer almaktadır.

Resim 265

*Etkinlik 5.5 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Eşittir

Doğru cevaplar ise Resim 266'da örneklendirilmiştir.

Resim 266

*Etkinlik 5.5 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Dış teğetler eşit uzunluktadır.

**İkinci işlem basamağı:** Diğer çembere olan teğet uzunluklarının karşılaştırılması istenmiştir. Cevaplar incelendiğinde 6 grup doğru ve 6 grup eksik cevap vermiştir. 1 grup da bu basamağı boş bırakmıştır. Eksik cevaplar önceki basamakta olduğu gibi sebep belirtmemekten kaynaklanmaktadır. Ancak, eksik cevaplar da bir önceki basamakla benzerlik gösterdiği ve önceki basamakta neden belirten 3 gurubun bu basamakta belirtmemesi göz önüne alındığında, bu üç gurubun eksik cevap belirtmesi tekrar benzer bir nedeni yazmak istememesinden kaynaklanabilir. Bu cevaplara örnek Resim 267'de görülmektedir.

Resim 267

*Etkinlik 5.5 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

1.  $M_1$  merkezli çemberin dış teğetlerinin uzunluklarını karşılaştırın. Sebebini yazın.  
Dış teğetler eşit uzunluktadır.

2. İpucu için " $M_1$ " butonuna basınız.  $M_2$  merkezli çemberin dış teğetlerinin uzunluklarını karşılaştırınız. Sebebini yazın.  
 $M_2$  merkezli çemberde de eşittir.

Her iki basamağa da eksik cevap veren öğrenci cevaplarına Resim 268'de örnek verilmiştir.

Resim 268

*Etkinlik 5.5 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği-2*

1.  $M_1$  merkezli çemberin dış teğetlerinin uzunluklarını karşılaştırın. Sebebini yazın.  
Eşittir.

2. İpucu için " $M_1$ " butonuna basınız.  $M_2$  merkezli çemberin dış teğetlerinin uzunluklarını karşılaştırınız. Sebebini yazın.  
Eşittir.

Doğru cevaba örnek olarak Resim 269 verilebilir.

Resim 269

*Etkinlik 5.5 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Esneklik önce ibis de teğettir.

**Üçüncü işlem basamağı:** İki çember arasında kalan teğet parçalarının uzunluklarının karşılaştırılması istenmiştir. Bu basamakta verilen cevaplara göre, 10 grup eksik cevaplamış, eşitliği belirttikleri durum için neden belirtmemişlerdir. 3 grup ise boş bırakmıştır.

Eksik cevaplar Resim 270’de örneklendirilmiştir.

Resim 270

*Etkinlik 5.5 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

Dış teğet parçalarının uzunlukları eşittir.

**Dördüncü işlem basamağı:** Teğetlerin çıkış noktası olan K noktasının hareketine göre uzunlukların incelenmesi istenmiştir. Cevaplara göre, 5 grup doğru cevap, 1 grup yanlış cevap ve 7 grup eksik cevap vermiştir.

Eksik cevaplarda, K noktasının tek yönlü hareketine göre cevap verildiği anlaşılmaktadır. Bu cevaplara örnek Resim 271’de görülebilir.

Resim 271

*Etkinlik 5.5 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

K çembere yaklaştıkça çemberler ve uzunluklar küçülür.

Yanlış cevap incelendiğinde, teğet uzunlukları yerine çember büyüklüklerine dikkat çekerek yanlış anladıkları ortaya çıkmıştır. Bu cevap Resim 272’de görülmektedir.



Resim 272

*Etkinlik 5.5 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Küçük Çember hızlı büyür veya küçülür  
Büyük " " yavaş " "

(Öğrenci cevabı: Küçük çember hızlı büyür veya küçülür. Büyük çember yavaş büyür veya küçülür)

Doğru cevaplar ise Resim 273'de örneklendirilmiştir.

Resim 273

*Etkinlik 5.5 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

Eşitlikler değişmiyor boyutlar değişiyor

**Beşinci işlem basamağı:** Bu kez teğet üzerindeki bir T noktasının konumuna bağlı olarak teğet uzunluklarının eşitlik durumunun sorulduğu bu basamakta, öğrenci gruplarından 3'ü doğru 5'i yanlış cevap verirken, 5'inin cevabı eksik kalmıştır.

Yanlış cevaplara göre, önceki basamakta olduğu gibi teğet uzunlukları yerine çember büyüklükleri ya da yarıçap uzunlukları değerlendirilmiştir. Bu cevaplar Resim 274'de örneklendirilmiştir

Resim 274

*Etkinlik 5.5 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*

yarıçaplar artar azalır

Azalar indikçe çemberler küçülür  
İleri çıkıkça çemberler büyür.

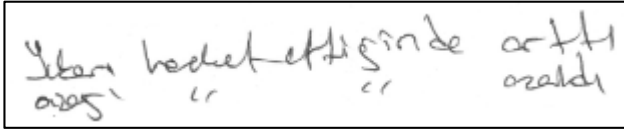
(Öğrenci cevabı 1: yarıçaplar artar azalır)

(Öğrenci cevabı 2: Aşağıya indikçe çemberler küçülür, yukarı çıktıkça çemberler büyür.)

Eksik cevaplarda ise, teğetlerin kendi uzunluğunun değerlendirildiği, aralarında bir kıyaslama yapılmadığı gözlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 275’de verilmiştir.

Resim 275

*Etkinlik 5.5 beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



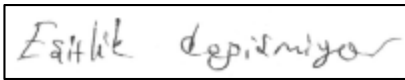
Yukarı hareket ettiğinde arttı azaldı

(Öğrenci cevabı: Yukarı hareket ettiğinde arttı, aşağı hareket ettiğinde azaldı)

Doğru cevaplara ise Resim 276’da örnek verilmiştir.

Resim 276

*Etkinlik 5.5 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

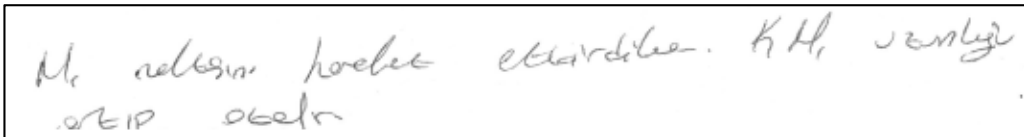


Eşitlik değişmiyor

**Altıncı işlem basamağı:** Manipülasyon işlemlerinin devam ettiği bu basamakta, birinci çemberin merkez noktasının taşınması durumunda teğet uzunluklarının karşılaştırılması istenmiştir. Verilen cevaplarda, 3 doğru 10 eksik cevap bulunmaktadır. Eksik cevaplarda, genel olarak teğet uzunlukları tekil olarak değerlendirilmiş, aralarındaki eşitlikten söz edilmemiştir. Bu cevaplara Resim 277’de örnek verilmiştir.

Resim 277

*Etkinlik 5.5 altıncı işlem basamağı eksik cevap örneği*



$M_1$  noktasını hareket ettirdikçe,  $KM_1$  uzunluğu artıp azalır

(Öğrenci cevabı:  $M_1$  noktasını hareket ettirdikçe,  $KM_1$  uzunluğu artıp azalır)

Doğru cevaplar ise Resim 278’de örneklendirilmiştir.

Resim 278

*Etkinlik 5.5 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

Esitlik değişti

**Yedinci işlem basamağı:** Altıncı basamağa benzer biçimde ikinci çembere ait merkez noktasının yerinin değiştirilmesi sonucu teğet uzunluklarının durumu sorulmuştur. Elde edilen cevaplara göre, 4 grup doğru, 3 grup yanlış vermiştir. Bunun yanında 6 gurubun cevapları eksik olarak belirlenmiştir.

Diğer basamaklarda olduğu gibi benzer nedenlerle öğrenciler teğet uzunlukları yerine çember ve yarıçap ile ilgili gözlemler belirtmişlerdir. Bu cevaplara örnek Resim 279’da verilmiştir.

Resim 279

*Etkinlik 5.5 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

çemberin ağırlık ortası azalır

Eksik cevaplar incelendiğinde, yine diğer basamaklarda olduğu gibi benzer şekilde teğet uzunluklarının karşılaştırılması söz konusu değildir. Bu cevaplara Resim 280’de örnek verilmiştir.

Resim 280

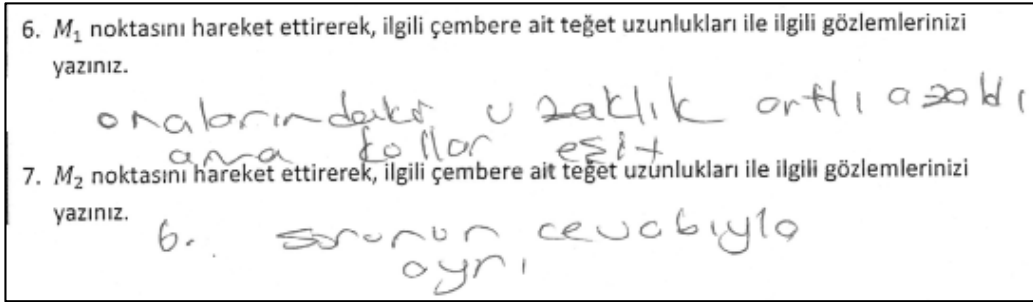
*Etkinlik 5.5 yedinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

sağın sirttikae ortası  
sola sirttikae azaldı

Doğru cevaplara örnek ise, Resim 281’de görülmektedir.

Resim 281

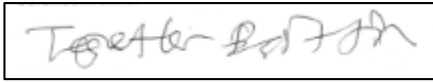
*Etkinlik 5.5 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



**Sekizinci işlem basamağı:** Son işlem basamağı olup, yapılan manipülasyon işlemleri sonucu başka bir deyişle noktaların hareket ettirilmesi sonucu öğrencilerin elde ettikleri sonucu yazmaları beklenmiştir. Elde edilen cevapların analizine göre, 3 grup doğru, 4 grup yanlış ve 4 grup eksik cevap vermiştir. 2 grup da cevap vermemiştir. Eksik cevaplar incelendiğinde, çeşitli eksik bildirimlere rastlanmıştır. Bunlardan birisi herhangi bir durum ya da koşuldan söz etmeden eşitliğin bildirilmesidir. Bu cevap Resim 282’de görülebilir.

Resim 282

*Etkinlik 5.5 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

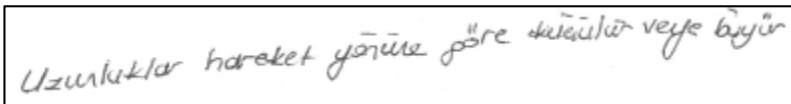


(Öğrenci cevabı: teğetler eşittir)

Diğer bir eksik cevapta ise, teğet uzunluklarının aralarında eşitliğin değerlendirilmeden, sadece belli hareketler sonucu uzunlukların, diğerinden bağımsız olarak artış ve azalışlarını değerlendirmeleri söz konusudur. Bu tür cevaplara örnek Resim 283’de verilmiştir.

Resim 283

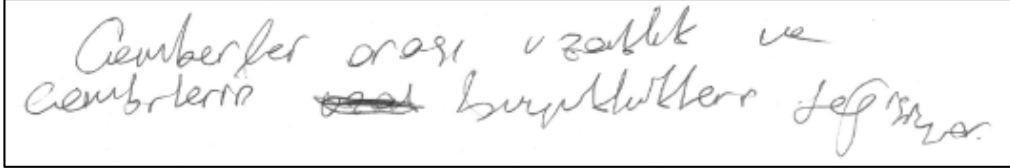
*Etkinlik 5.5 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği-2*



Yanlış cevaplarda, öğrencilerin teğet uzunlukları yerine çember boyutları ya da aralarındaki uzaklık gibi teğetlerle ilgisi olmayan kavramları değerlendirdikleri gözlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 284’de görülmektedir.

Resim 284

*Etkinlik 5.5 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

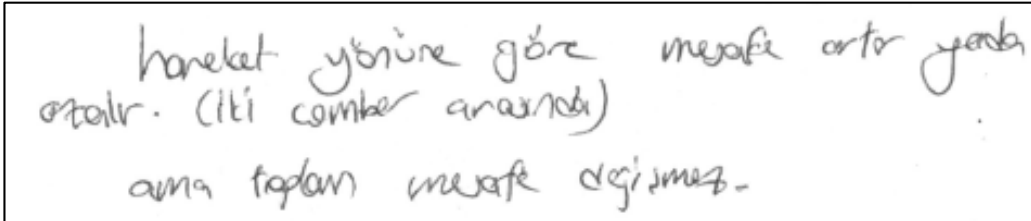


(Öğrenci cevabı: Çemberler arası uzaklık ve çemberlerin büyüklükleri değişiyor)

Doğru cevaplar ise, Resim 285’de örneklendirilmiştir. Bu cevap incelendiğinde kullanılan *mesafe* sözcüğünden, aynı zamanda çemberler arası uzaklığı ifade eden teğet uzunluklarının belirtildiği düşünülmüştür. Bu nedenle bu cevap doğru olarak kabul edilmiştir.

Resim 285

*Etkinlik 5.5 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



Etkinlik 5’te öğrenci cevaplarından anlaşıldığı üzere orta düzeyde bir başarıdan söz edilebilir. Doğru cevaplar, genel olarak yanlış cevaplara göre az sayıdadır (bkz. Tablo 21). Ancak eksik cevaplarında çokluğu bu durumun dikkatsizlik, yazmaya üşenme gibi nedenleri de olabileceğini göstermektedir.

**5.2.3.6. Etkinlik 5.6. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 5.6, özellikle DGY’lerin ve AT’nin değerini pekiştirecek önemli bir aktivite olarak görülmektedir. Çeşitli matematiksel koşulların sabit olduğu durumda manipülasyon yaparak bir genellenmenin keşfedilmesinde yoğun etkileşim söz konusudur. Bir noktadan (*K noktası*) geçen doğrular bir çembere teğet ve

bir  $d$  doğrusu çemberlerin merkezinden geçecek şekilde sabitlenmiştir.  $K$  ve teğet noktalarının hareketleri ile öğrencilerin, ortak teğetleri olan çemberlerin merkezlerinin ve teğetlerin kesiştiği noktanın aynı doğru üzerinde olduğunu yapılandırmacı anlayışına uygun olarak keşfetmeleri beklenmektedir.

Etkinliğin birinci işlem basamağında, AT'de uygulama yapan öğrenciye, teğet doğrularının iki çembere ortak teğet olacak biçimde taşınması söylendiği ve diğer öğrencilerden şekil ve noktaların konumlarını gözlemlemeleri beklendiği için herhangi bir şey yazmaları beklenmemektedir.

**İkinci işlem basamağı:**  $K$  noktası ve çemberlerin merkez noktalarının farklı konumları için ortak teğet olma durumunun incelenmesi beklenmiştir. Yapılan incelemede, öğrenci gruplarından 9'u gözlemlerini doğru olarak belirtirken, 3 grup eksik belirtmiştir. 1 grup ise cevap vermemeyi tercih etmiştir.

Eksik cevaplara göre öğrenciler, noktaların konumlarının  $d$  doğrusu üzerinde olduğunu belirtmek yerine merkez noktalarının aynı doğru üzerinde olduğu ve  $K$  noktasının teğetlerin kesişim noktası olduğunu ayrı ayrı belirterek,  $K$  noktası ile merkez noktaların konumlarını ilişkilendirememişlerdir. Bu cevaplar Resim 286'da örneklendirilmiştir.

Resim 286

*Etkinlik 5.6 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

K teğetlerin kesiştiği nokta.  
 $M_1$  ve  $M_2$   $d$  doğrusu üzerinde çemberlerin merkezleri

(Öğrenci cevabı:  $K$  teğetlerin kesiştiği nokta.  $M_1$  ve  $M_2$   $d$  doğrusu üzerinde çemberlerin merkezleri)

Araştırmacıya göre, bu basamakta AT, dinamik geometri ile sağlanan matematiksel özelliklerin korunarak test edilmesi işlemini sunma ve denemeler yapma fırsatı vermesi sayesinde sağlıklı bir gözlem ortamı sağlayarak, öğrencilerin kolay bir şekilde aynı

doğrultuda olduklarını keşfetmelerini sağlamıştır. Doğru cevaplar için örnek Resim 287’de verilmiştir.

Resim 287

*Etkinlik 5.6 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Aynı doğru yerindedir

**Üçüncü işlem basamağı:** Bu kez aynı doğru üzerinde olmama durumunun incelenmektedir. Bu nedenle noktalar hareket ettirilerek öğrencilerin söz konusu noktaların aynı doğrultuda olmadıkları durumunda başka teğet olabilecekleri konum bulunma durumunu incelemeleri istenmiştir. Cevaplara göre, 4 grup doğru, 4 grup eksik ve 2 grup ise yanlış cevap vermiştir. 3 grup cevap vermemiştir. Yanlış cevaplarda farklı, yani doğrusal olmadığı durumlarda da teğet olabileceğini belirtmişlerdir. Teğet olduğu durumda sözü edilen noktaların doğrusal olma zorunluluğundan dolayı cevaplar yanlış olarak değerlendirilmiştir. Yanlış cevaplara örnek Resim 288’de gösterilmiştir.

Resim 288

*Etkinlik 5.6 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Yerlerini değiştirsek de teğet olabilirler.

Eksik cevaplarda öğrencilerin, noktaların doğrusal olduğunu belirtmek yerine bazı durumlar olarak işaret etmesi eksik cevap olarak değerlendirilmiştir. Bu cevaplara örnek olarak verilen cevap Resim 289’da görülmektedir.

Resim 289

*Etkinlik 5.6 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

Bazı durumlarda

(Öğrenci cevabı: Bazı durumlarda)

Doğru cevaplar incelendiğinde, noktalar doğrusal olduğu sürece teğet olma durumunun sağlandığını belirtmişlerdir. Bu cevaplara Resim 290'da örneklendirilmiştir.

Resim 290

*Etkinlik 5.6 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

*K, M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub> noktaları aynı doğrular üzerinde olmaları. Aynı doğru üzerinde oldukları durumlar dışında teğet olmazlar.*

**Dördüncü işlem basamağı:** Konum değişikçe ve teğet olma durumlarında konumların gözlenerek değerlendirilmesi istenmiştir. Verilen cevaplarda, 10 grup doğru, 2 grup yanlış cevap vermiştir. 1 grubun cevabının da boş olduğu görülmüştür. Yanlış iki cevap incelendiğinde cevapların noktaların konumları ve bununla ilişkili olarak teğet durumu ile ilgili değildir. Bu cevaplar Resim 291'de görülebilir.

Resim 291

*Etkinlik 5.6 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*

*M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub>'nin cevapları doğrularla dik kesişiyor.*

*Konumlar değişti ancak eşitlikler değişmedi*

*(Öğrenci cevabı 1: M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub>'nin cevapları doğrularla dik kesişiyor.)*

*(Öğrenci cevabı 2: Konumlar değişti ancak eşitlikler değişmedi)*

Doğru cevaplarda ise, noktaların ancak doğrusal olduklarında teğet olma durumunun sağlandığı belirtilmiştir. Bu cevaplar Resim 292'de örneklendirilmiştir.



Resim 292

*Etkinlik 5.6 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

K, M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub> noktaları aynı doğrular üzerinde olmalıdır. Aynı doğru üzerinde olmaları durumunda teğet olmaz.

**Beşinci işlem basamağı:** Etkinliğe ve kazanıma ait son işlem başmağında öğrencilerin, nasıl bir sonuç çıkarabilecekleri sorulmuştur. Grupların yarısından fazlası sonuç çıkarmada başarı sağlamıştır. Buna göre, 8 grup doğru, 4 grup yanlış cevap verirken 1 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevaplar incelendiğinde, cevaplarda noktaların sadece yerlerinin değişerek konumlarının ötelendiği belirtilmiştir. Ancak buradaki asıl amaç, noktaların hangi konumlarda olursa olsun iki çemberin ortak teğet olma koşulunun, teğetlerin kesişim noktası ile çemberlerin merkez noktalarının aynı doğru üzerinde olmaları gerektiği genellemesine ulaştırmaktır. Bu cevaplara örnek Resim 293’de görülebilir.

Resim 293

*Etkinlik 5.6 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Sadece ötelenmiş olur.

Doğru cevaplar Resim 294’de bir örnek verilmiştir.

Resim 294

*Etkinlik 5.6 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

İki çemberin merkezlerinden geçen doğru ve bu çemberlerin teğet doğrularının kesişimi d doğrusundan geçer.

(Öğrenci cevabı: İki çemberin merkezlerinden geçen doğru ve bu çemberlerin teğet doğrularının kesişimi d doğrusundan geçer.)



Kazanım 5’de, bir ve iki çembere ait teğet uzunlukları ve teğet parçalarının uzunluklarının eşliği ele alınmış ve bunlar ispatlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca iki çemberde ortak dış teğet olma koşulu incelenmiştir. Öğrenciler genel olarak bu etkinliklerde başarı sağlamışlardır.

**5.2.4. Altıncı kazanım.** Altı etkinlikten oluşan *Kazanım 6*’ya ait işlem basamaklarının sayısı Tablo 22’de sunulmuştur.

Tablo 22

*Altıncı kazanım etkinlik işlem basamak sayıları*

Etkinlik Numarası	İşlem Basamağı Sayısı
Etkinlik 6.1	1
Etkinlik 6.2	12
Etkinlik 6.3	9
Etkinlik 6.4	9
Etkinlik 6.5	5
Etkinlik 6.6	10
Etkinlik 6.7	10
Etkinlik 6.8	8
Etkinlik 6.9	7

Bu kazanıma ait cevap analizlerinden elde edilen cevap sayıları ise Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23

*Altıncı kazanım öğrenci cevap tablosu*

Kazanım 6																									
Etkinlikler	<u>1</u>					<u>2</u>					<u>3</u>					<u>4</u>					<u>5</u>				
	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>
Etkinlik 6.1	2	3	8	X	X																				
Etkinlik 6.2	12	1	X	X	X	11	2	X	X	X	11	X	X	2	X	7	2	1	2	1	10	2	X	1	X
Etkinlik 6.3	12	X	X	1	X	13	X	X	X	X	9	3	1	X	X	9	4	X	X	X	11	2	X	X	X
Etkinlik 6.4	7	4	X	2	X	2	X	11	X	X	12	X	X	1	X	10	1	X	2	X	12	1	1	X	X
Etkinlik 6.5	X	7	1	5	X	9	3	X	1	X	9	1	2	1	X	11	X	1	1	X	6	2	X	5	X
Etkinlik 6.6	8	X	4	1	X	11	1	X	1	X	1	5	5	2	X	3	3	4	3	X	5	X	5	2	1
Etkinlik 6.7	9	2	1	1	X	5	2	4	2	X	12	X	X	1	X	9	2	X	2	X	8	1	1	3	X
Etkinlik 6.8	7	X	5	1	X	8	4	X	1	X	X	X	11	2	X	8	3	X	2	X	2	1	X	10	X
Etkinlik 6.9	1	X	11	1	X	1	6	4	2	X	9	3	X	1	X	1	7	1	4	X	8	3	X	2	X

## Kazanım 6

	<u>6</u>					<u>7</u>					<u>8</u>					<u>9</u>					<u>10</u>							
	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>			
Etkinlik 6.2	9	X	4	X	X	8	1	2	2	X	7	2	1	3	X	12	X	X	1	X	8	4	X	1	X			
Etkinlik 6.3	6	6	X	1	X	6	4	X	3	X	X	7	X	6	X													
Etkinlik 6.4	4	2	7	X	X	9	1	2	1	X	12	X	X	1	X	2	4	6	1	X								
Etkinlik 6.6	6	5	1	1	X											9	2	1	1	X								
Etkinlik 6.7	8	2	2	1	X	6	6	X	1	X	4	6	X	3	X	6	X	5	2	X	X	2	9	2	X			
Etkinlik 6.8	8	X	2	3	X						X	1	9	3	X													
Etkinlik 6.9	4	2	5	2	X	8	3	X	2	X																		
	<u>11</u>					<u>12</u>																						
	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>																		
Etkinlik 6.2	6	2	3	2	X	4	1	3	5	X																		

**5.2.4.1. Etkinlik 6.1. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 6.1, her kazanımın ilk etkinliğinde olduğu gibi 5E modelinin dikkat çekme aşamasına uygun olacak biçimde animasyon olarak hazırlanmıştır. Etkinlikte merkez, çevre açısı ve teğet kiriş açıları temsil eden gerçek hayattan bir model oluşturulmuştur. Bu modelde öğrencilerin kameralarla gösterilen açılara isim vermeleri istenmiştir.

Verilen cevapların analizinden, 2 gurubun doğru, 3 gurubun yanlış ve 8 gurubun eksik cevap verdiği ortaya çıkmıştır. Eksik cevaplar incelendiğinde genel olarak öğrencilerin, *merkez ve çevre açıları* isimlendirdikleri ancak *teğet-kiriş açısı* atladıkları gözlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 297’de görülebilir.

Resim 297

*Etkinlik 6.1 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

A kamerası merkez açısı
B, C, D " çevre açısı

Doğru cevaplar ise Resim 298’de örnek olarak görülmektedir.

Resim 298

*Etkinlik 6.1 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

A merkez kamera	B ve C çembere ortadiki kameralar.
D teğet kamera	(çevre kameraları)

Yanlış cevaplar incelendiğinde, açıları harflerle ya da yönlerle ifade etmeye çalışmışlardır. Bu cevaplara Resim 299’da örnekler verilmiştir.

Resim 299

*Etkinlik 6.1 birinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*

A merkez B sağ	A B C D
C geri sol D ön sol	

**5.2.4.2. Etkinlik 6.2. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 6.2, ilk etkinlikte öğrencilerin isim vermeleri istenen açıları ifade eden matematiksel kavramları keşfettikleri bölümdür. Cabri Geometry etkinliğinde çemberler üzerinde çeşitli doğru parçaları görünmekte ve öğrenciler bu doğru parçalarını hareket ettirerek çeşitli açılar oluşturup bunları incelemişlerdir.

İlk işlem basamağında, A noktasının hareketiyle oluşacak açının isminin bulunması istenmiştir. Verilen cevaplarda, 12 gurubun bu ismi bularak doğru cevap verdiği, 1 gurubun ise yanlış cevap verdiği görülmüştür. Yanlış cevap incelendiğinde, öğrencilerin açının adı yerine tarifini yazdıkları görülmüştür. Bu cevap Resim 300’de görülebilir.

Resim 300

*Etkinlik 6.2 birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

2 yarımçap arasındaki açı

Açı isimlerinin doğru olarak belirlendiği cevaplar Resim 301’de örneklendirilmiştir.

Resim 301

*Etkinlik 6.2 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Açma açısı

**İkinci işlem basamağı:** Birinci basamakta ismi belirlenen açının öğrenciler tarafından tanımlanması istenmiştir. Buna göre, cevaplar analiz edildiğinde 11 urup doğru tanımlarken, 2 gurubun tanımı beklendiği gibi doğru olmamış, bunlar yanlış cevaplar kategorisinde yer bulmuştur. Yanlış cevaplar Resim 302’de örnekle gösterilmiştir.

Resim 302

*Etkinlik 6.2 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

çevre açısı

Cevaba göre öğrenciler, birinci basamakta yazdığı açı ismini benzer şekilde bu basamakta da yazmıştır. Resim 303’de ise doğru cevaplara örnekler verilmiştir.

Resim 303

*Etkinlik 6.2 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Merkezden geçen açıdır (iki yarıçap arasındaki)

(Öğrenci cevabı: Merkezden geçen açıdır (iki yarıçap arasındaki))

**Üçüncü işlem basamağı:** Birinci işlem basamağına benzer şekilde bu işlem basamağında öğrencilerden bu kez, B noktasının hareketiyle başka bir açının ismini bulmaları istenmiştir. Öğrenci cevaplarının analizine göre 11 öğrenci doğru cevap verirken, iki öğrenci boş bırakmayı tercih etmiştir.

Doğru cevaplara örnek Resim 304’de görülebilir.

Resim 304

*Etkinlik 6.2 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

Çevre açısı

**Dördüncü işlem basamağı:** Üçüncü basamakta belirtilen açının (çevre açısı) tanımlanması istenmiştir. Gruplardan 8’i tanımlamayı doğru yaparken, 2 gurubun yanlış cevap verdiği düşünülmüştür. 1 grup eksik cevap vermiş, 2 grup da bu basamağı boş bırakmıştır. Doğru cevaplar incelendiğinde 1 grup beklenenden farklı bir biçimde tanımlama yapmıştır. Bu cevap Resim 305’de görülmektedir.

Resim 305

*Etkinlik 6.2 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

B → iki kavis arasındaki açı (kavisler çemberin üstünde bir noktada kaviscek)



(Öğrenci cevabı: B iki kiriş arasındaki açı (kirişler çemberin üzerinde bir noktada kesişecek))

Diğer bir doğru cevap örneği de Resim 306'da görülebilir.

Resim 306

Etkinlik 6.2 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği-2

Çemberin üstünde bulunan bir noktadan başlayan açı

Yanlış cevapların analizinden, bir grubun tanımlama yerine adını yazdığı, diğer grubun ise çevre açısı yerine teğet-kiriş açısının tanımını yaptığı görülmüştür. Bu cevaplar Resim 307'de görülebilir.

Resim 307

Etkinlik 6.2 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örnekleri

Çevre açısı Çemberin çevresindeki noktada teğettir

Eksik cevaptan ise, çevre açısı ile teğet-kiriş açısı ayrımının yapılamayacağı anlaşılmaktadır. Bu cevap Resim 308'de incelenebilir.

Resim 308

Etkinlik 6.2 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği

Çemberde bir noktadan geçen açı

**Beşinci işlem basamağı:** 10 grup doğru cevap, 2 grup yanlış cevap vermiştir ve 1 grup da boş bırakmıştır. Bu basamakta öğrencilerin, C noktasının hareketiyle ilgili açının ismini bulmaları istenmiştir. Buna göre, yanlış cevapların dikkatsizlikten kaynaklandığı anlaşılmıştır. Bir cevapta açı ismi yerine tanım yazıldığı, diğerinde ise D noktasının hareketiyle oluşacak açının adının yazıldığı görülmüştür. Bu cevaplar Resim 309'da yer almaktadır.

Resim 309

*Etkinlik 6.2 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*

kirişlerin oluşturduğu açıdır. Teğet Kiriş Açı

Doğru cevaplar ise, Resim 310'da örneklendirilmiştir.

Resim 310

*Etkinlik 6.2 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Çevre açısı

**Altıncı işlem basamağı:** Öğrencilerden, D noktasının hareketiyle açının isminin bulunması istenmiştir. Buna göre 9 grup gözlemlerinden hareketle doğru cevap ve 4 grup eksik cevap vermiştir. Eksik cevapların analizinden, açının ismindeki *teğet* kavramını dikkate almadıkları gözlemlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 311'de görülmektedir.

Resim 311

*Etkinlik 6.2 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Kiriş açısı

Doğru cevaplar, Resim 312'de örneklendirilmiştir.

Resim 312

*Etkinlik 6.2 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

Teğet -kiriş açısı

**Yedinci işlem basamağı:** Öğrencilerin teğet-kiriş açısı kavramını tanımlamaları istenmiştir. Yapılan incelemede, 8 grup doğru cevap, 2 grup eksik cevap, 1 grup yanlış cevap vermiş ve 2 grup da boş bırakmıştır. Yanlış cevapta öğrencilerin, teğet kavramı yerine sadece *kirişler* ifadesini kullandığı görülmüştür. Bu cevap Resim 313'de gösterilmektedir.

Resim 313

*Etkinlik 6.2 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Uç noktaların oluşturduğu açılar

Eksik cevaplarda öğrencilerin, gerek açığı oluşturan doğru parçalarını aynı kavramla kullandıkları, gerekse sadece teğet kavramını kullandıkları görülmüştür. Bu cevaplar sırasıyla Resim 314'de gösterilmiştir.

Resim 314

*Etkinlik 6.2 yedinci işlem basamağı eksik cevap örnekleri*

Dışındaki bir noktadan çevreye iki doğru parçası çizer

Teğetten geçer

Doğru cevaplarda öğrencilerin, her iki kavrama da vurgu yaptıkları görülmektedir. Bu cevaplara örnek Resim 315'de verilmiştir.

Resim 315

*Etkinlik 6.2 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

teğet ve kirişin arasındaki açı

**Sekizinci işlem basamağı:** Etkinlikte açı değerlerinin gösterilerek bu değerler üzerinden öğrencilerin açılar arasında bir bağıntı bulmaları istenmiştir. Bu bağıntıyı 7 grup bularak doğru cevap verirken, bunun yanında 2 grup yanlış cevap, 1 grup eksik cevap vermiştir. 3 grup ise bu basamağı boş bırakmıştır. Eksik cevapta, sadece çevre açısı ile merkez açısı arasındaki bağıntı belirtilmiştir. Teğet-kiriş açısı ile ilgili herhangi bir bağıntıdan söz edilmemiştir. Bu cevap Resim 316'da görülmektedir.

Resim 316

*Etkinlik 6.2 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Çevre açu merkezde yerisidir.

Yanlış cevaplarda ise, elde edilen ilişkilerin açı değerleri arasındaki ilişkiden çok, neden o değerleri aldıklarından ve toplam açı değerlerinden söz edildiği görülmüş, aradaki ilişkiyi belirlemede zorlanmışlardır. Bu cevaplara Resim 317'de yer verilmiştir.

Resim 317

*Etkinlik 6.2 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*

teget simadıklarından ve gap oluştuktan  
brinden ötürü 90'dan küçük

3'ünün teğlamı 180

Doğru cevaplara örneğe Resim 318'de yer verilmiştir.

Resim 318

*Etkinlik 6.2 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Aynı yayı gören çevre açu Merkez açının  
yarısıdır. Aynı yayı gören teğet kiris le çevre açu  
esittir.

**Dokuzuncu işlem basamağı:** Bir sınavla söz konusudur. Sekizinci basamakta elde edilen ilişkilerin, B ve C noktalarının hareket ettirilmesi ile yeniden gözden geçirilmesi söz konusudur. Bu durumda, verilen cevaplar incelendiğinde, 12 gurubun doğru cevap verdiği belirlenmiştir. 1 grup ise boş bırakmıştır.

Doğru cevaplar Resim 319'da örneklendirilmiştir.

Resim 319

*Etkinlik 6.2 dokuzuncu işlem basamağı doğru cevap örneği*

Değişiklik olmazdı.

**Onuncu işlem basamağı:** Belirtilen iki açının ortak özelliklerinin belirtilmesi ile ilgilidir. Burada A ve B açıları sorulmaktadır. 8 grup ortak özellikleri doğru olarak belirtirken, 4 grup hata yapmış ve 1 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevaplara örnek Resim 320'dedir.

Resim 320

*Etkinlik 6.2 onuncu işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*

Çember içinde açıları

Açılar aynı yerde açıları açıldı,

aynı çember üzerinden geçerken aynı açı

Bu cevaplardan anlaşılacağı üzere, açıların konum olarak değerlendirildikleri, önceki basamakta yapılan manipülasyona göre değerlendirdikleri ya da buldukları çember üzerinden ilişkilendirdikleri görülmektedir. Doğru cevaplar Resim 321'de örneklendirilmiştir.

Resim 321

*Etkinlik 6.2 onuncu işlem basamağı doğru cevap örneği*

Aynı yayı görürler

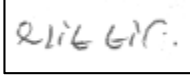
**On birinci işlem basamağı:** Önceki basamağa benzer şekilde, bu kez C ve D açılarının ortak özellikleri sorulmaktadır. Bu basamaktaki cevaplar incelendiğinde, 6 doğru cevap, 1 yanlış cevap, 4 eksik cevap bulunmaktadır. 2 grup bu basamağı boş bırakmıştır. Eksik cevaplar incelendiğinde, sadece açıların eşit olduğunu belirttiklerinden ve aynı yayı

gördüklerinden söz etmemelerinden dolayı cevaplar eksik cevap kategorisinde yer almıştır.

Bu cevaplar Resim 322’de örneklendirilmiştir.

Resim 322

*Etkinlik 6.2 on birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



Yanlış cevap incelendiğinde ise, her ikisinin de çevre açısı olduğu belirtilerek yanlış cevap verilmiştir. Bu cevap Resim 323’de görülebilir.

Resim 323

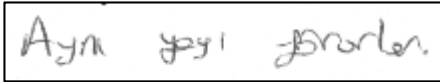
*Etkinlik 6.2 on birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Doğru cevap örneği ise Resim 324’de yer almaktadır.

Resim 324

*Etkinlik 6.2 on birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

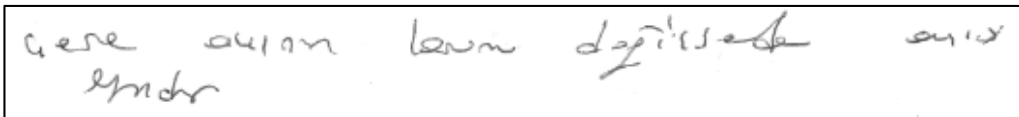


(Öğrenci cevabı: Aynı yayı görürler.)

**On ikinci işlem basamağı:** Etkinliğin son işlem basamağında, öğrencilerin açılarla ilgili genelleme yapmaları istenmiştir. 4 grup doğru genelleme yaparken, 1 gurubun genellemesi yanlış olmuştur. 3 grup genellemeyi eksik olarak yaparken, 5 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevap Resim 325’de görülebilir.

Resim 325

*Etkinlik 6.2 on ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Bu cevaba göre, sadece bir işlem basamağında yapılan bir manipülasyon üzerine bir genelleme yapıldığı ve etkinliğin bütün olarak ele alınmadığı görülmüştür.

Eksik cevaplarda sadece merkez ve çevre açısı ile ilgili genelleme yapıldığı, çevre açısı ve teğet kiriş açısı ya da teğet-kiriş açısı ve merkez açısı arasındaki ilişki ile ilgili genelleme yapılmadığı görülmüştür. Bu cevaplar Resim 326'da örneklendirilmiştir.

Resim 326

*Etkinlik 6.2 on ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

aynı merkez açısı görenin çevre açısı 2 katıdır.

Doğru cevaplara örnek ise Resim 327'de yer almaktadır.

Resim 327

*Etkinlik 6.2 on ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Merkez açısı ile çevre açısı aynı yayı çörseler de merkez açısının ölçüsünü çevre açısının ölçüsünün iki katıdır. Teğet-kiriş açısı ve çevre açısı da aynı yayı çörselerse birbirlerine eşittir.

Örnekten de anlaşılacağı üzere, çevre açısının hem teğet-kiriş açısı hem de merkez açısı ile aralarındaki ilişkiden söz ederek genelleme de bulunulmuştur.

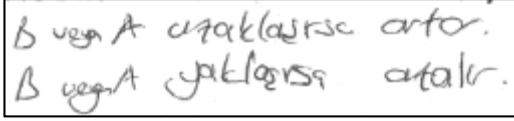
Bu etkinlikle birlikte öğrencilerin çevre açısı, merkez açısı, teğet-kiriş açısı gibi kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri kavramaları sağlanmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplara göre, genel olarak başarılı oldukları görülmüştür. Özellikle açısı değerlerinin ve aralarındaki ilişkilerin gözlenmesi için, AT ve dinamik geometri ortamlarının sağladığı manipülasyon ve deneme yapma fırsatları önemli görülmektedir.

**5.2.4.3. Etkinlik 6.3. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 6.3, açısı ölçüsü ile açısının gördüğü yay uzunluğu arasındaki ilişkiyi inceleme fırsatı vermektedir. Bu bakımdan öğrencilerin, bu ilişkiyi keşfetme ve test etmelerini sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. İlk

işlem başmağında, verilen noktaların hareketiyle açının durumunun gözlemlenmesi istenmiştir. 12 grup bu basmakta doğru cevap vermiştir. 1 grup boş bırakmıştır. Doğru cevaplara örnek Resim 328’de görülmektedir.

Resim 328

*Etkinlik 6.3 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

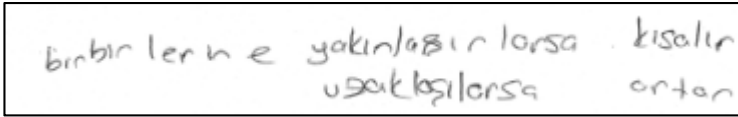


B veya A uzaklaşırsa artar.  
B veya A yaklaşırsa azalır.

**İkinci işlem basamağı:** Bu kez açının gördüğü yay uzunluğunun gözlenmesi ile ilgilidir. 13 gurubun tamamı doğru cevap vermiştir. Cevaplara örnek Resim 329’da yer almaktadır.

Resim 329

*Etkinlik 6.3 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

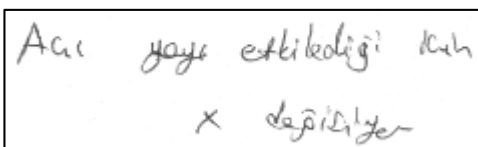


birbirlerine yaklaşırsa . kısalmı  
uzaklaşırsa artar

**Üçüncü işlem basamağı:** Açı ile yay uzunluğu arasındaki ilişkinin incelenmesi istenmiştir. Cevaplara göre, 9 grup doğru, 2 grup yanlış, 1 grup beklenenin dışında doğru cevap ve 1 grup eksik cevap vermiştir. Eksik cevap incelendiğinde, yay uzunluğunun açıya bağlı olarak değiştiği belirtilmiş olmasına rağmen, nasıl bir değişim olduğundan söz edilmediği için bu cevap eksik cevap kategorisinde yer almıştır. Bu cevap Resim 330’da görülebilir.

Resim 330

*Etkinlik 6.3 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*



Açı yayı etkilediği için  
x değişiyor.

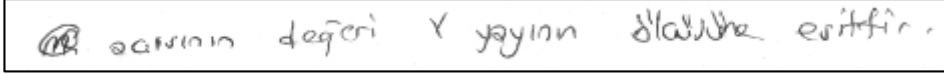
(Öğrenci cevabı: Açı yayı etkilediği için x değişiyor.)



Yanlış cevaplarda ise, öğrencilerin basamaktaki soruya açı değeri bakımından cevap vermiştir. Ancak soruda yay uzunluğundan söz edilmektedir. Resim 331’de bu cevaplara örnek olarak bir resim verilmiştir.

Resim 331

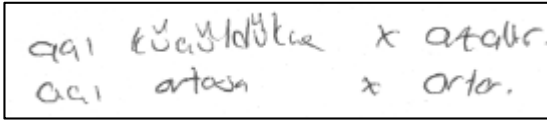
*Etkinlik 6.3 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Doğru cevaplar ise, Resim 332’de örneklendirilmiştir.

Resim 332

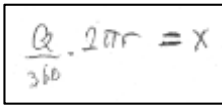
*Etkinlik 6.3 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



Beklenin dışında verilen cevap incelendiğinde ise, cevap doğru olmakla birlikte, bu gurubun, aradaki ilişkiyi matematiksel olarak belirterek formül yazdıkları görülmektedir. Bu cevap Resim 333’de görülebilir.

Resim 333

*Etkinlik 6.3 üçüncü işlem basamağı beklenenin dışında doğru cevap örneği*



**Dördüncü işlem basamağı:** Belli açı değerleri için açının çemberin toplam açısı ve yay uzunluğunun çemberin çevre uzunluğu arasındaki oranları belirlemeleri için öğrencilerin verilen boşlukları doldurmaları istenmiştir. Bu basmakta amaç açı ile toplam çember açısı ve yay uzunluğu ile çemberin çevresi arasında aynı oranda ilişki olduğunu keşfettirmektir. Cevapların analizine göre, 9 grup doğru cevap verirken, 4 grup yanlış cevap vermiştir. Doğru cevap Resim 334’de yer almaktadır.

Resim 334

*Etkinlik 6.3 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

Q=90° için,	$Q/360^\circ = \frac{1}{4}$	X/Ç = $\frac{1}{4}$
Q=120° için,	$Q/360^\circ = \frac{1}{3}$	X/Ç = $\frac{1}{3}$
Q=240° için,	$Q/360^\circ = \frac{2}{3}$	X/Ç = $\frac{2}{3}$
Q=360° için,	$Q/360^\circ = 1$	X/Ç = 1

Yanlış cevaplar incelendiğinde, bazı oranları öğrencilerin yanlış yazdıkları görülmüştür. Bu durumun matematiksel hesaplamadan kaynaklanan bir hata olduğu düşünülmektedir. Bu cevaplara örnek Resim 335’de verilmiştir.

Resim 335

*Etkinlik 6.3 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Q=90° için,	$Q/360^\circ = \frac{1}{4}$	X/Ç = $\frac{1}{4}$
Q=120° için,	$Q/360^\circ = \frac{3}{4}$	X/Ç = $\frac{3}{4}$
Q=240° için,	$Q/360^\circ = \frac{2}{3}$	X/Ç = $\frac{2}{3}$
Q=360° için,	$Q/360^\circ = 1$	X/Ç = 1

**Beşinci işlem basamağı:** Açıdan hareketle yay uzunluğunu bulacak formül yazılması istenmiştir. Bu basamakta 11 grup doğru cevap verirken, 2 grup yanlış cevap vermiştir. Yanlış cevaplar incelendiğinde gruplardan bir tanesi x uzunluğunu doğrudan açı olarak hesaplayacak bir formül belirtirken, diğer grup formülü yazarken tersini yazmıştır. Resim 336’da bu cevaplar ile ilgili örneklere yer verilmiştir.

Resim 336

*Etkinlik 6.3 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$X = \frac{\theta}{360}$	$X = \frac{360}{\theta} \cdot 2\pi r$
--------------------------	---------------------------------------

Doğru cevaplar Resim 337’de incelenebilir.

Resim 337

*Etkinlik 6.3 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$\frac{\alpha}{360} \cdot 2\pi r = \frac{\alpha}{180} \cdot \pi \cdot r$$

**Altıncı işlem basamağı:** Beşinci işlem basamağında olduğu gibi öğrencilerden Q açısı için formül bulmaları istenmiştir. Cevap analizine göre, 6 grup doğru cevap, 6 grup yanlış cevap vermiştir. 1 grup da boş bırakmıştır. Yanlış cevaplar incelendiğinde matematiksel eşitlikleri ters kurdukları ya da yanlış değerler kullandıkları görülmüştür. Bu cevaplara örnekler Resim 338’de görülmektedir.

Resim 338

*Etkinlik 6.3 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$Q = \frac{360 \cdot 2\pi r}{x} \quad \gamma = \frac{Q \cdot r}{60} \quad Q = \frac{60 \cdot x}{r}$$

Bunun yanında doğru cevaplarda ise, beşinci basamaktan hareketle öğrencilerin Q açısı ile ilgili formül elde edebildikleri görülmüştür. Bu cevaplar ise Resim 339’da örneklendirilmiştir.

Resim 339

*Etkinlik 6.3 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$Q = \frac{x \cdot 360}{2\pi r}$$

**Yedinci işlem basamağı:** Altıncı basamakta elde edilen açı değerinin birimi sorulmuştur. Cevapların incelenmesi sonucu göre, 6 grup doğru cevap ve 4 grup yanlış cevap vermiştir. 3 grup bu basamağı cevapsız bırakmıştır. Yanlış cevaplara göre, bazı gruplar farklı birim belirtirken, bazıları da formülü yazmayı tercih etmişlerdir. Bu cevaplara örnekler Resim 340’da görülebilir.

Resim 340

*Etkinlik 6.3 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Derecedir	$\varphi = \frac{360 \cdot x}{2\pi r}$
-----------	--

Doğru cevap olarak öğrencilerin *cm* olduğunu belirtmeleri yeterli olmuştur. Bu cevaplara Resim 341’de verilmiştir.

Resim 341

*Etkinlik 6.3 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

<i>cm cinsinde</i>
--------------------

**Sekizinci işlem basamağı:** Yedinci basamakta elde edilen değeri dereceye çevirmek için yapılması gereken işlem sorulmaktadır. Elde edilen cevaplar gruplandığında, doğru cevap veren grup bulunmazken, 6 grup cevap vermemeyi tercih etmiştir. Yanlış cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin *cm* değerinin dereceye nasıl dönüştürüleceğini hatırlamadıkları anlaşılmaktadır. Resim 342’de bu cevaplar için örneklere yer verilmiştir.

Resim 342

*Etkinlik 6.3 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$\theta = \frac{x}{r}$	$\frac{R}{360} = \frac{D}{180}$
------------------------	---------------------------------

**Dokuzuncu işlem basamağı:** Herhangi bir faaliyet ya da soru içermemektedir. Sadece geribildirimde bulunmak üzere bir butona basılması istenmiştir. Bu nedenle herhangi bir cevap beklenmemektedir.

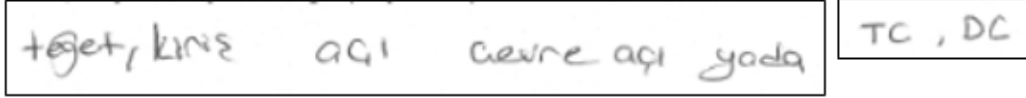
Etkinlik 3’te öğrencilere bir açı ölçüsü ile yay ölçüsü arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Genel olarak öğrenci gruplarının başarılı oldukları söylenebilir.

**5.2.4.4. Etkinlik 6.4. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 6.4, aynı yayı gören açı özellikleri ile ilgilidir. Birinci işlem basamağında bir açığı oluşturan doğru parçalarının

belirlenmesi istenmiştir. İşlem basamağında verilen cevaplardan, 7 doğru cevap ve 4 yanlış cevap alınmıştır. 2 grup bu basamağı boş bırakmıştır. Yanlış cevaplar Resim 343'de örneklendirilmiştir.

Resim 343

*Etkinlik 6.4 birinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*



Cevaplardan anlaşılacağı üzere öğrencilerin soruyu okumadıkları ya da doğru parçalarının isimlerini yanlış yazdıkları görülmüştür. Doğru cevaplara örnek Resim 344'de verilmiştir.

Resim 344

*Etkinlik 6.4 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



**İkinci işlem basamağı:** Bir noktanın diğer noktaya yaklaştırılması sonucu ortaya çıkan durumun incelenmesi istenmiştir. Öğrenci cevaplarından, 2 gurubun doğru cevap ve 11 gurubun eksik cevap verdiği görülmüştür. Doğru cevap olarak öğrencilerden CE doğru parçasının giderek küçüldüğü ve kaybolduğunun belirtilmesi beklenirken, eksik cevaplar incelendiğinde, bu bilgilerin eksik olarak verildiği anlaşılmaktadır. Bu cevaplara örnek Resim 345'de yer almaktadır.

Resim 345

*Etkinlik 6.4 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



Doğru cevaplar Resim 346'da örneklendirilmiştir.

Resim 346

*Etkinlik 6.4 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

C açısını gören kısımler bütünde ve kısımda  
her iki açı değişmedi.

**Üçüncü işlem basamağı:** Verilen cevaplar incelendiğinde 12 doğru cevaba karşılık, 1 grup bu basamağı boş bırakmıştır. Öğrencilerden, C açısının değerini gerçekleştiren etkileşim sonucu gözlenmesi istenmiştir. Doğru cevaplara örnek Resim 347’de verilmiştir.

Resim 347

*Etkinlik 6.4 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

Açı da yay da  
değişmedi

**Dördüncü işlem basamağı:** C noktasının E noktasının üzerine getirilmesi ile C açısını oluşturan doğru parçalarının belirlenmesi dördüncü işlem basamağının kapsamındadır. Öğrenci cevaplarına göre, 10 grup doğru cevap, 1 grup yanlış cevap vermiştir ve 2 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevaba göre, doğru parçalardan birisini öğrencilerin yanlış belirledikleri anlaşılmaktadır. Resim 348’de bu cevaba yer verilmiştir.

Resim 348

*Etkinlik 6.4 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

TC ve KA

Doğru cevaplar ise Resim 349’da örneklendirilmiştir.

Resim 349

*Etkinlik 6.4 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

[TE], [EK]

**Beşinci işlem basamağı:** C açısının ikinci şekilde hangi açıyla benzerlik gösterdiği sorulmuştur. Bu basamaktaki cevaplardan 12 gurubun cevabının doğru cevap, 1 gurubun ise yanlış cevap verdiği anlaşılmaktadır. Yanlış cevap Resim 350’de görülebilir.

Resim 350

*Etkinlik 6.4 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

B açısı

Doğru cevapların bir örneği ise Resim 351’de görülmektedir.

Resim 351

*Etkinlik 6.4 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

D açısıyla benzerlik gösterir

(Öğrenci cevabı: D açısıyla benzerlik gösterir)

**6. Altıncı işlem basamağı:** C ve D açı değerlerinin tartışılması istenmiştir. 2 gurubun yanlış cevap verdiği bu basamakta 7 grup eksik cevap verirken, 4 grup doğru cevap vermiştir. Bu cevaplardan yanlış cevaplar incelendiğinde, açıların aynı değere sahip olduklarını belirtmek yerine, tersini belirtmişlerdir. Bu cevaplara örnek Resim 352’de verilmiştir.

Resim 352

*Etkinlik 6.4 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Bmi artarken diğer açı azaldı,

(Öğrenci cevabı: biri artarken diğer açı azaldı)

Eksik cevaplarda, öğrencilerin açıların eşit olduğunu belirtirken nedenini belirtmedikleri görülmüştür. Bu cevaplar Resim 353’de örneklendirilmiştir.

Resim 353

*Etkinlik 6.4 altıncı işlem basamağı eksik cevap örneği*

Biri kimsi diğer acente Nedani  
göz kararı ve eşitler

Doğru cevap Resim 354'de örnek olarak verilmiştir.

Resim 354

*Etkinlik 6.4 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

Aynı yayı gördükleri için D ve C açısı  
esittir.

**Yedinci işlem basamağı:** C ve D açılarının gördükleri yaylar açısından değerlendirilmesi istenmiştir. Öğrencilerin cevapları incelendiğinde, 9 grup doğru, 2 grup yanlış cevap ve 1 eksik cevap vermiştir ve 1 grup boş bırakmıştır. Öğrencilerin iki açı için aynı yayı gördüklerini belirtmeleri beklenirken, yanlış cevaplara göre, yayları yanlış belirtmişler ya da yay uzunluklarını karşılaştırmışlardır. Bu cevaplar Resim 355'de görülebilir.

Resim 355

*Etkinlik 6.4 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*

D açısı  $\widehat{DT}$  yayları  
C  $\widehat{CT}$  yayları

Diğerleri daha büyük

Eksik cevapta, yayların eşit olduğunu belirtirken aynı yay olduğunu belirtmemişlerdir.

Bu cevap Resim 356'da görülebilir.

Resim 356

*Etkinlik 6.4 yedinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

İkisi de eş derecede büyük ve küçükler aynı  
belirtilenler.



Doğru cevaplar Resim 357’de örneklendirilmiştir.

Resim 357

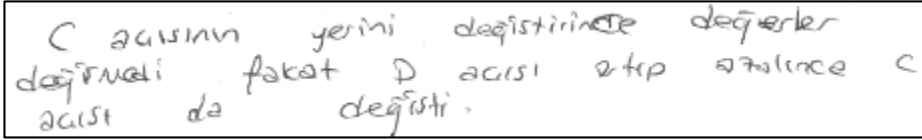
Etkinlik 6.4 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği



**Sekizinci işlem basamağı:** Etkileşim sonucu açılar oluşturan doğru parçalarının konumlarındaki değişime göre açıların gözlenmesi ile ilgilidir. Verilen cevaplar kategorilerine göre ayrıldığında 12 grup doğru cevap vermiş ve 1 grup boş bırakmıştır. Doğru cevapların bir örneğine Resim 358’de yer verilmiştir.

Resim 358

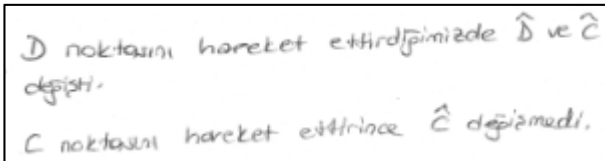
Etkinlik 6.4 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği



**Dokuzuncu işlem basamağı:** Öğrencilerden, bu açılar ile ilgili bir genelleme yapmaları istenmiştir. Buna göre, 2 grup doğru cevap, 4 grup yanlış cevap ve 6 grup eksik cevap verirken, 1 gurubun boş bıraktığı gözlemlenmiştir. Yanlış cevaplara göz atıldığında, iki tür yanlış cevaptan söz edilebilir. Birincisinde öğrencilerin, nokta hareketi ile açının değiştiği ile ilgilidir. Ancak bu tespit işlem basamaklarında etkinliğin bir basamağı olarak yer almaktadır. Burada beklenen iki teğet-kiriş açısı ile aynı yayı gören çevre açısı arasında ilişki kurulmasıdır. Bu cevaplara örnek Resim 359’da verilmiştir.

Resim 359

Etkinlik 6.4 dokuzuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği



Diğer yanlış cevap türünde ise öğrencilerin, sadece açı ile yay arasında bağlantı kurulmuştur. Ancak etkinlikte iki farklı açı ilişkisi sorulmaktadır. Bu cevaplara örnek Resim 360'da görülebilir.

Resim 360

*Etkinlik 6.4 dokuzuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği-2*

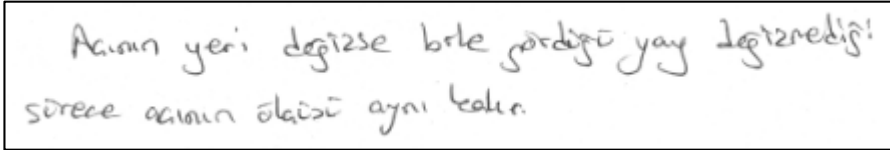


(Öğrenci cevabı: Açı büyüdükçe yay uzunluğu artar.)

Eksik cevaplarda öğrencilerin, açı değerinin gördüğü yayın değişmemesine bağlı olarak aynı kalacağı belirtirken, aynı yayı gören diğer açıdan söz etmemişlerdir. Bu cevaplar Resim 361'de örneklendirilmiştir.

Resim 361

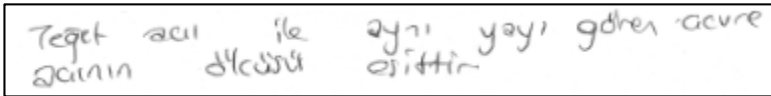
*Etkinlik 6.4 dokuzuncu işlem basamağı eksik cevap örneği*



Bu basamakta verilen doğru cevaplara Resim 362'de örnek olarak yer verilmiştir.

Resim 362

*Etkinlik 6.4 dokuzuncu işlem basamağı doğru cevap örneği*



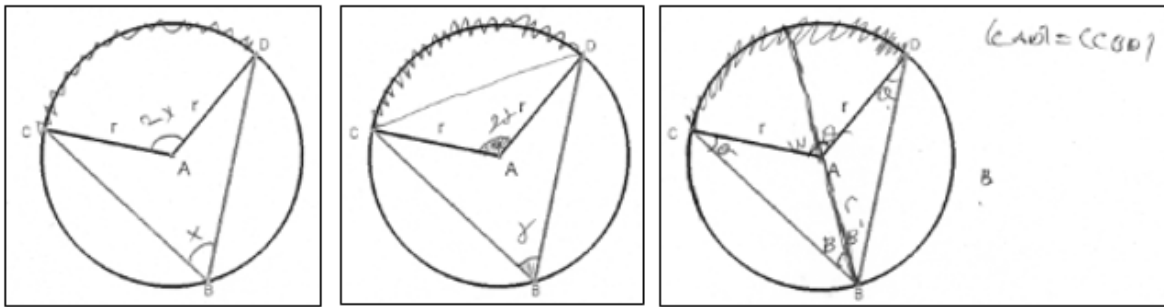
Doğru cevaba verilen bu örnekte öğrencilerin, *teğet-kiriş açı* kavramı yerine sadece *teğet açı* sözcüklerini kullanmıştır. Bu durumun etkinliğin amacı ile doğrudan ilişkisi olmadığı düşünüldüğünden ve bu sözcüklerle hangi açıyı kastettikleri açıkça belli olduğundan bu durum göz ardı edilmiştir.

Sonuç olarak etkinlikte, öğrencilere teğet-kiriş açısı ile çevre açısı arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır ve genel olarak öğrencilerin başarılı olduğu söylenebilir. Özellikle açılardaki değişimin öğrencilerin gözlemlerini sağlamada AT ve DGY büyük kolaylıklar sağlamıştır.

**5.2.4.5. Etkinlik 6.5. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 6.5, daha önceki etkinliklerde merkez açısı ile çevre açısı arasında keşfedilen ilişkinin ispatlanmasına yöneliktir. 5 işlem basamağından oluşan bu etkinliğin ilk işlem basamağında, merkez açısı ile çevre açısı arasında ilişki kurmak üzere öğrencilerden, şekle ekleme yapmaları istenmiştir. Öğrenci cevaplarına göre, 7 grup yanlış cevap ve 1 grup eksik cevap verirken doğru cevaba rastlanmamıştır. 5 grup bu basamağı boş bırakmıştır. Yanlış cevaplar incelendiğinde öğrencilerin bir kısmı sadece yayı işaret etmiş, bir kısmı yanlış eleman çizmiş ve bir grup da doğru çizmiş, ancak şekil üzerinde merkez açısı ile çevre açısının eşit olduğuna ilişkin işaretler kullandığı için cevabı yanlış kabul edilmiştir. Bu cevaplar belirtilen sırayla Resim 363’de verilmiştir.

Resim 363

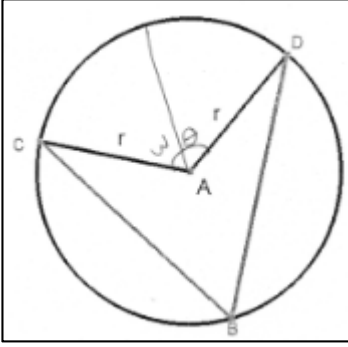
*Etkinlik 6.5 birinci işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*



Eksik cevap kategorisinde bulunan tek grupta öğrencilerin, doğru elemanı çizmeye yaklaştıkları ancak bu elemanı sadece merkez açısı ile ilişkilendirdikleri anlaşılmaktadır. Bu cevap Resim 364’de görülebilir.

Resim 364

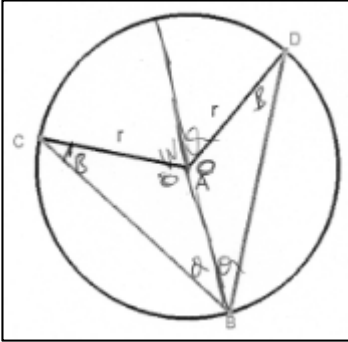
*Etkinlik 6.5 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



**İkinci işlem basamağı:** İlk basamakta iki açının ortak elemanı çizilince oluşan üçgenlerdeki açılar arasında bir bağıntı olup olmadığı sorulmuştur. Verilen cevaplardan, 9 gurubun doğru cevap ve 3 gurubun yanlış cevap verdiği, 1 gurubun bu basamağı boş bıraktığı görülmüştür. Yanlış cevaplar incelendiğinde, açıların eşliği ile ilgili verdikleri bilgilerin yanlış olduğu görülmüştür. Bu cevaplar, Resim 365’de örneklendirilmiştir.

Resim 365

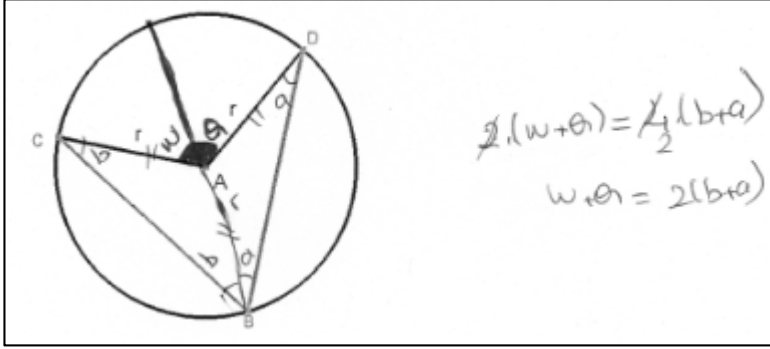
*Etkinlik 6.5 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Doğru cevaplar incelendiğinde ise, öğrencilerin ikizkenar üçgenleri fark ederek açı isimlerini doğru yazdıkları açı ilişkilerini belirledikleri görülmüştür. Bu cevaplara örnek Resim 366’da verilmiştir.

Resim 366

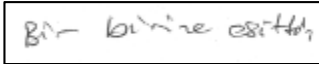
Etkinlik 6.5 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği



**Üçüncü işlem basamağı:** İki açı değerinin yazılarak karşılaştırılması istenmiştir. Bu basamakta, 8 gurubun doğru cevap, 1 gurubun yanlış cevap ve 3 gurubun eksik cevap verdiği anlaşılmaktadır. Aynı zamanda 1 grup boş bırakmayı tercih etmiştir. Yanlış cevapta öğrencilerin, açıların eşit olduğunu belirttiği görülmüştür. Ancak etkinlikte böyle bir bilgi olmadığı gibi, bu eşitliği kesinliğinden emin olmadan yazıldığı açık olarak görülmektedir. Bu cevap Resim 367’de görülebilir.

Resim 367

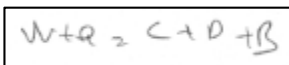
Etkinlik 6.5 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği



Eksik cevaplarda ise, öğrencilerden harflerle gösterilen açıların dış ters açı ile ilişkilendirilerek yazmaları beklenmiş, ancak toplam değerlerini yazmakla kalmışlardır. Açılarının değerlerini karşılaştırma ile ilgili herhangi bir düşünce belirtmemişlerdir. Bu cevaplara örnek Resim 368’de görülmektedir.

Resim 368

Etkinlik 6.5 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği



Doğru cevaplar Resim 369’da örneklendirilmiştir.

Resim 369

Etkinlik 6.5 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği

$$\begin{aligned} (\widehat{CAD}) &= 2 \cdot (\widehat{BD}) \\ Q+W &= 2(x+y) \end{aligned}$$

**Dördüncü işlem basamağı:** Açılırları oluşturan noktaların ve çemberin boyutunun değişmesi ile açılar arasındaki ilişkinin test edilerek gözlenmesi istenmiştir. Bu basamakta, 11 grup doğru cevap, 1 grup eksik cevap vermiş, 1 grup boş bırakmıştır. Eksik cevap incelendiğinde, açılrların durumunu belirtmiş ancak açılrlar arasındaki ilişkiden söz edilmemiştir. Bu cevap Resim 370’de görülebilir.

Resim 370

Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği

$W$  ve  $Q$  azalır artıyor (Öğrenci cevabı:  $W$  ve  $Q$  azalır artıyor)

Doğru cevaplar Resim 371’de örneklendirilmiştir.

Resim 371

Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği

Bağıntı değişmedi.

**Beşinci işlem basamağı:** Öğrencilerin bir genel sonuç bildirmeleri istenmiştir. Bu basamakta 6 grup doğru cevap ve 2 grup yanlış cevap vermiş, 25 grup ise cevap vermemiştir. Yanlış cevaplarda öğrencilerin belli bir basamak için genelleme yaptığı, etkinliğin genelini düşünmediği anlaşılmaktadır. Resim 372’de bu cevaplar için bir örnek verilmiştir.

Resim 372

Etkinlik 6.5 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği

iki iç açı bir dış açıya eşittir

Doğru cevaplara örnek olmak üzere bir cevaba Resim 373’de yer verilmiştir.

Resim 373

*Etkinlik 6.5 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Çevre açısı merkez açının yarısıdır.

Sonuç olarak, merkez açısı ile çevre açısı arasındaki ilişkinin nereden kaynaklandığını öğretmek üzere yapılan bu etkinlikte öğrencilerin birtakım işlem basamaklarında zorlanmalarına rağmen genel olarak başarılı oldukları söylenebilir.

**5.2.4.6. Etkinlik 6.6. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 6.6, merkez açısı ile teğet-kiriş açısı arasındaki ilişkinin ispatlanması ile ilgilidir. Bu amaçla etkinliğin birinci işlem basamağında çemberin teğet noktasındaki açının değeri sorulmaktadır. Verilen cevaplar incelendiğinde, 8 gurubun doğru ve 4 gurubun eksik cevap verdiği, 1 gurubun ise boş bıraktığı görülmüştür. Eksik cevaplarda, öğrencilerin doğru cevap verdiği ancak nedenini belirtmedikleri gözlemlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 374’de verilmiştir.

Resim 374

*Etkinlik 6.6 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

dikdir.

Doğru cevaplara örnek Resim 375’de görülebilir.

Resim 375

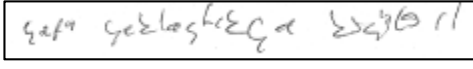
*Etkinlik 6.6 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

$90^\circ$  dir Çember merkezden Teğete gelen dikdir.

**İkinci işlem basamağı:** Teğet noktasının hareketiyle teğet noktasındaki açının durumunun gözlenmesi istenmiştir. 11 gurubun doğru ve 1 gurubun yanlış cevap verdiği gözlemlenmiştir. Yanlış cevap incelendiğinde açının değişmediği yerine değiştiğine ilişkin bilgi içermektedir. Bu cevap Resim 376’da görülebilir.

Resim 376

*Etkinlik 6.6 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

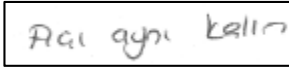


(Öğrenci cevabı: Çapa yaklaştıkça küçülür)

Doğru cevaplar Resim 377'de örneklendirilmiştir.

Resim 377

*Etkinlik 6.6 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

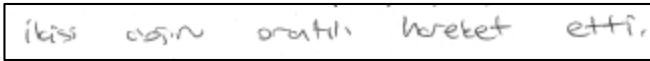


**Üçüncü işlem basamağı:** Öğrencilerden, etkileşimde bulunarak teğet noktasını AT'de hareket ettirmeleri ile belirtilen açılardaki değişimlerin gözlenmesi istenmiştir. Verilen cevaplarda 1 grup doğru cevap, 5 grup yanlış cevap ve 5 grup eksik cevap vermiş, 2 grup bu basamağı boş bırakmıştır.

Doğru olarak belirtilen cevap Resim 378'de görülmektedir.

Resim 378

*Etkinlik 6.6 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

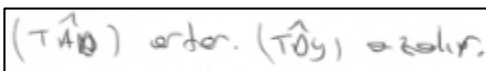


(Öğrenci cevabı: İkisi doğru orantılı hareket etti.)

Bu basamakta yanlış verilen cevaplarda, açılarının aynı yönlü değişmediği belirtilmekle birlikte, şekildeki değişimden aslında ikisinin aynı yönlü değiştiği gözlemlenebilmektedir. Bu cevaplar Resim 379'da örneklendirilmiştir.

Resim 379

*Etkinlik 6.6 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Eksik cevaplar incelendiğinde, açılarının aynı yönde artış ve azalış gösterdiklerini belirtmek yerine öğrencilerin sadece, artış gösterdikleri bilgisini verdikleri ya da değişimin



aynı yönde olduğunu belirtmedikleri gözlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 380’de verilmiştir.

Resim 380

*Etkinlik 6.6 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örnekleri*

İkişide artar. TAD açısı 180'e yatkın.

Artıp azalır.

**Dördüncü işlem basamağı:** Teğet-kiriş açığı oluşturan T noktasının, AT ile etkileşimli bir şekilde hareket ettirilmesiyle, teğet-kiriş açığı ile merkez açının gözlenmesi ve bu amaçla işlem basamağında öğrencilerin T noktasını AT üzerinde hareket ettirmeleri beklenmektedir. Sonuç olarak öğrencilerin, her iki açığı gözlemleyerek aynı yönde artış ya da azalış gösterdiğini belirtmesi gerekmektedir.

Cevaplar incelendiğinde, 3 grubun doğru, 3 grubun yanlış cevap verdiği gözlenirken 4 grup yanlış cevaplamıştır. 3 grup ise işlem basamaklarını boş bırakmayı tercih etmiştir. Eksik öğrenci cevapları incelendiğinde, açılardan azaldığını belirtmedikleri, bunun yanında açılardan artış yönü ile ilgili de bilgi vermedikleri gözlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 381’de yer almaktadır.

Resim 381

*Etkinlik 6.6 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

İkişide artar.

Yanlış cevaplar incelendiğinde, öğrenciler açılardan biri değişirken diğerinin sabit kalacağını belirtmiştir. Resim 382’de yanlış cevaplara bir örnek verilmiştir. Burada, merkez açının değiştiği ve teğet-kiriş açının sabit kaldığı belirtilmiştir.

Resim 382

*Etkinlik 6.6 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

Merkez açı değişir,  $(\widehat{AO})$  değişmez.

İşlem basamağına doğru cevap veren gruplardan bir örneğe Resim 383’de yer verilmiştir.

Resim 383

*Etkinlik 6.6 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

Aynı şekilde doğru orantılı hareket etti.

**Beşinci işlem basamağı:** Şekilde meydana gelen üçgenin türü ve iç açıları ile ilgili soruları içermektedir. Öğrencilerden, ikizkenar üçgen olduğunu ve kâğıt kalem ortamında üçgenin açılarını buna göre belirtmeleri beklenmektedir. Bu sorulara verilen cevaplarda, 5 doğru, 5 eksik, 2 boş ve 1 tane fazladan bilgi içeren doğru cevaba rastlanmıştır. Yanlış cevap veren guruba rastlanmamıştır. Eksik cevaplarda, Resim 384’den üçgenin türünü belirttikleri ancak üçgenin açıları ile ilgili herhangi bir bilgi vermedikleri anlaşılmaktadır. Bu cevap aşağıda görülmektedir.

Resim 384

*Etkinlik 6.6 beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

İkizkenar

Doğru cevaplar ise, Resim 385’de örneklendirilmiştir.

Resim 385

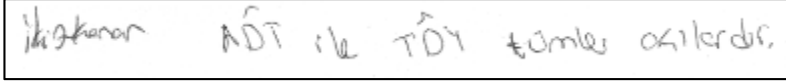
*Etkinlik 6.6 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

geniz orantılı ve ikizkenar bir üçgendir.  
 $(\widehat{A}) = (\widehat{D})$   $(\widehat{TAD}) = 180 - 2x$   
 $x = x$

Fazladan bilgi içeren doğru cevap incelendiğinde ise, gurubun teğet noktasında oluşan iki açının birbirinin tümler açı olduğu bilgisini verdiği anlaşılmaktadır. Bu cevap Resim 386'da görülmektedir.

Resim 386

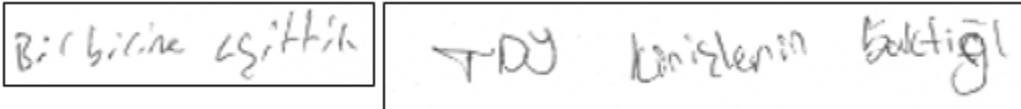
*Etkinlik 6.6 beşinci işlem basamağı beklenenin dışında doğru cevap örneği*



**Altıncı işlem basamağı:** İkizkenar üçgenin açılarının belirlenmesinden sonra bu işlem basamağında, merkez açı ile teğet-kiriş açının karşılaştırılması istenmiştir. Buna göre, merkez açısının, teğet-kiriş açının iki katı olduğunu öğrencilerin gözlemleri beklenmektedir. Grupların gözlemlerine göre, 6 doğru, 5 yanlış ve 1 eksik cevaba rastlanmıştır. Bunların dışında 1 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevaplar incelendiğinde, açıların eşit olduğu ya da açıları karşılaştırmak yerine ilgisi olmayan gözlem bilgisi vermişlerdir. Bu cevaplar ile ilgili örnekler Resim 387'de verilmiştir.

Resim 387

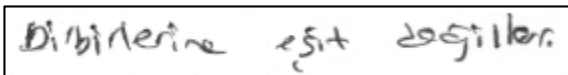
*Etkinlik 6.6 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*



Eksik cevap incelendiğinde ise, açıların birbirine eşit olmadığı bilgisi verilmiş ancak merkez açının teğet-kiriş açının iki katı olduğu bilgisine rastlanmamıştır. Bu cevap Resim 388'de görülmektedir.

Resim 388

*Etkinlik 6.6 altıncı işlem basamağı eksik cevap örneği*



Doğru cevaplar Resim 389'da örneklendirilmiştir.

Resim 389

*Etkinlik 6.6 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$2 \cdot (\widehat{TDY}) = (\widehat{TAO})$$

Buna göre, merkez açının teğet-kiriş açının iki katı olduğunun belirtilmesi durumunda doğru cevap olarak kabul edilmiştir.

**Yedinci ve sekizinci işlem basamakları:** Sonraki basamaklarda açıların karşılaştırılması amacıyla öğrencilerden açı değerlerini yazmaları istendiğinden analiz işlemi gerçekleştirilmemiştir.

**Dokuzuncu işlem basamağı:** Yedinci ve sekizinci basamakta öğrencilerin, yazmış oldukları açı değerlerini karşılaştırarak ve iki açı arasındaki ilişkiyi açı değerleri bakımından inceleyerek bir sonuç çıkarmaları beklenmiştir. Bulgulara göre, 9 grup doğru, 2 grup yanlış ve 1 grup eksik cevap vermiştir. 1 gurubun ise bu basamağı boş bıraktığı anlaşılmıştır. Yanlış cevaplara göre, öğrencilerin iki açı arasındaki ilişki yerine açı ile yay arasındaki ilişkiye değindikleri gözlenmiştir. Bu cevaplara bir örnek Resim 390'da verilmiştir.

Resim 390

*Etkinlik 6.6 dokuzuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği*

noktalar hareket ettirilen yaya göre değişir.  
açı orası yay uzunluğu orası.

*Her merkez açı için durumun geçerli olduğu ve çemberin mevcut konumu sağlayıp sağlamadığı üzere görmek için şeklinde belirtilen cevapta, söylenmek istenen durumun açık olarak belirtilmemesi sebebiyle eksik cevap sayılmıştır. Bu cevap Resim 391'de yer almaktadır.*

Resim 391

*Etkinlik 6.6 dokuzuncu işlem basamağı eksik cevap örneği*

Çemberin bu konumları sağlayıp sağlamadığını görmek için. Her merkez açı için geçerlidir.

(Öğrenci cevabı: Çemberin bu konumlarını sağlayıp sağlamadığını görmek için. Her merkez açı için geçerlidir.)

Bir merkez açının aynı yayı gören teğet-kiriş açının iki katı olduğu genellemesine ulaşılması beklenen bu basamakta, doğru olarak kabul edilen cevaplara örnek Resim 392'de verilmiştir.

Resim 392

*Etkinlik 6.6 dokuzuncu işlem basamağı doğru cevap örneği*

bulunur.  $\angle TAD = 2\angle D$   
 Tüm merkez (Aynı yayı bulan) açıları Kirişlerin 2 katıdır.

**Onuncu işlem basamağı:** Genelleme ile ilgili geri bildirimde bulunma amacı bulunduğundan analiz işlemi gerçekleştirilmemiştir.

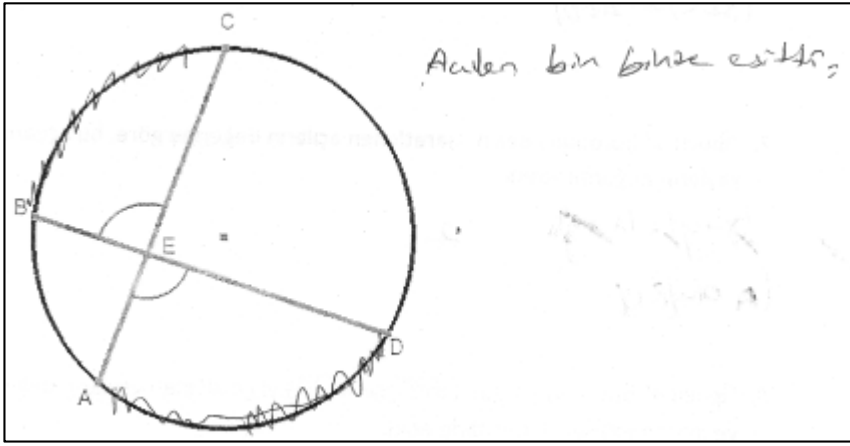
Etkinlik 6.6'da, teğet-kiriş açı ile merkez açı arasındaki ilişkinin ispatlanmasında, özellikle AT ortamında açılarının değişik konumlardaki değerinin etkileşimle karşılaştırılarak aradaki ilişkinin fark edilmesi, kâğıt kalem ortamında gerçekleştirilemeyecek fırsatlar sunmuştur.

**5.2.4.7. Etkinlik 6.7. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 6.7, çember içinde herhangi bir noktada kesişen kirişlerin oluşturduğu açının değerinin, kendisinin ve tersi açının gördüğü yay açı değerlerinin toplamının yarısına eşit olduğunu ispatlamak amacıyla hazırlanmıştır. Bu amaçla ilk işlem basamağında oluşan ters açıların karşılaştırılması istenmiştir. Verilen cevaplar incelendiğinde, 9 gurubun doğru, 2 grubun yanlış cevap verdiği, 1 gurubun

cevabının eksik olduğu ve 1 gurubun da boş bırakmayı tercih ettiği gözlenmiştir. Eksik cevaplarda, öğrencilerin açılarn ters açı olduklarını belirttiği ancak bunun dayandığı ispata ya da iç ters açılarn birbirine eşit oldukları genellemesine yer vermedikleri gözlenmiştir. Resim 393’de örneği verilen genellenin ya da ispatın yapılmadığı cevap eksik cevap olarak değerlendirilmiştir.

Resim 393

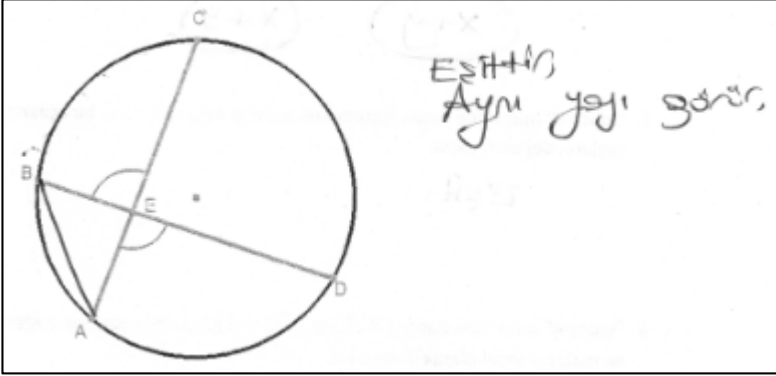
*Etkinlik 6.7 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



İki yanlış cevaptan birincisinde, açılarn eşit olduğunu ve bunun nedenini aynı yayı görmeleri olarak belirtmişlerdir. Ancak ispatı doğrudan aynı yayı görmeleri üzerinden gerçekleştirilemeyeceğinden (şekil üzerinde her iki açının farklı yayları gördüğü anlaşılmaktadır) dolayı cevap doğru olarak kabul edilememiştir. Resim 394’de bu cevap görülmektedir.

Resim 394

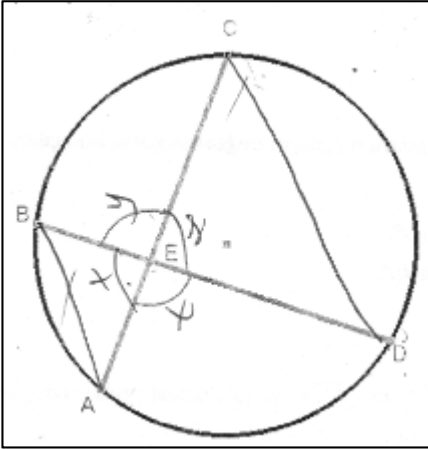
*Etkinlik 6.7 birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Diğer yanlış cevap ta ise, öğrenciler çizerek bir ispatlama yoluna gitmiş ancak açılara verdikleri isimlerden eşit olmadıkları ve herhangi bir ifade kullanmadıkları Resim 395’de görülebilir.

Resim 395

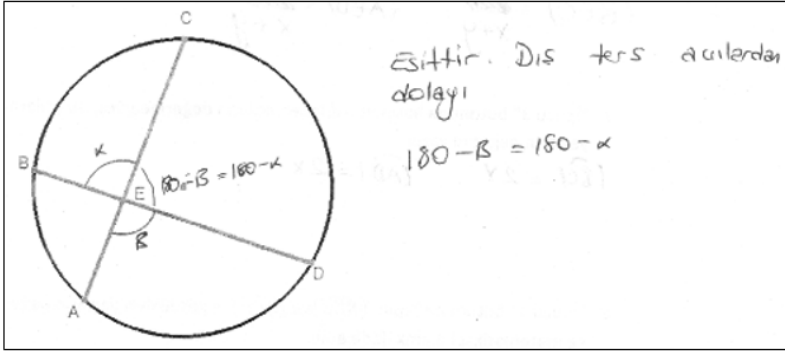
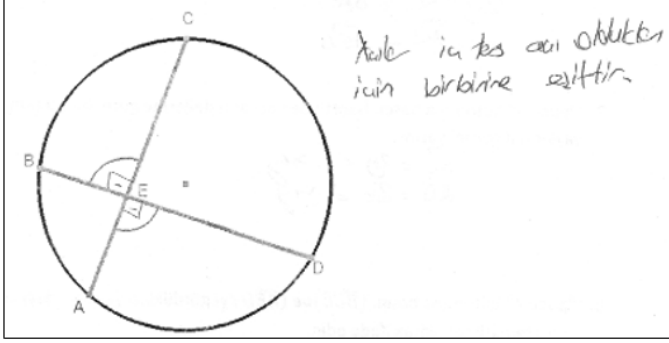
*Etkinlik 6.7 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği-2*



Doğru cevaplarda, öğrencilerin bazıları içters açı oldukları için iki açının eşit olduğu belirttikleri ya da şekil üzerinde ispatladıkları gözlenmiştir. Bu cevaplara örnekler Resim 396’da verilmiştir.

Resim 396

Etkinlik 6.7 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği



**İkinci işlem basamağı:** Kirişleri oluşturan noktaların hareket ettirilerek, açılar arasındaki ilişkinin gözlenmesi istenmiştir. Grupların cevaplarına göre, 5 grup doğru cevap, 2 grup yanlış ve 4 grup eksik cevap vermiş, 2 grup da boş bırakmıştır. Yanlış cevaplar incelendiğinde, öğrenciler açılarının sabit kaldığını belirtmiştir. Resim 397’de bu cevaplar örneklendirilmiştir.

Resim 397

Etkinlik 6.7 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği

Açıların ölçüleri değişmez. Görüldüğü yerler değişir.

Eksik cevaplarda, ise açılarının değiştiği belirtilirken eşitlik durumunun devam edip etmediği ile ilgili bilgi verilmemiştir. Resim 398’de eksik cevaba örnek verilmiştir.



Resim 398

*Etkinlik 6.7 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Değişiyor.

Resim 399'da, doğru cevaplara örnek verilmiştir.

Resim 399

*Etkinlik 6.7 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Acı bir yine eşittir.

**Üçüncü işlem basamağı:** Öğrencilerden, açılarının gördüğü yayları yazmalarını

istenmiştir. Verilen cevaplar incelendiğinde, 12 doğru cevap alınmış, 1 grup boş bırakmıştır.

Resim 400'de, bu doğru cevaplara bir örnek verilmiştir.

Resim 400

*Etkinlik 6.7 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

$\widehat{BC}$  yayı ve  $\widehat{AD}$  yayı

**Dördüncü işlem basamağı:** Üçüncü basamağın tersine, bu kez bu yayları gören çevre

açılar sorulmaktadır. Cevaplar kategorize edildiğinde 8 doğru, 3 yanlış cevap alınmıştır. 2

grup boş bırakmıştır. Yanlış cevaplar Resim 401'de örneklendirilmiştir ve bu cevaplara göre,

öğrenciler çevre açısı yerine ters açıları yazarak hata yaptıkları gözlenmiştir.

Resim 401

*Etkinlik 6.7 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$\alpha$  açısı

Doğru cevaplara bir örnek Resim 402'de verilmiştir ve açıları doğru olarak belirttikleri gözlenmiştir.

Resim 402

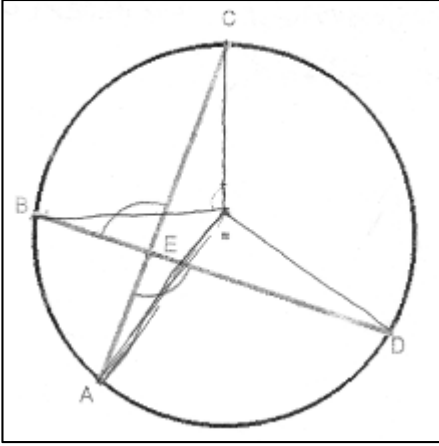
*Etkinlik 6.7 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$\boxed{(\widehat{CAB}) = (\widehat{DBA})}$$

**Beşinci işlem basamağı:** Dördüncü basamakta belirtilen, çevre açıların başka alternatiflerinin çizilme durumu sorulmuştur ve öğrencilerden şekil üzerinde çizmeleri beklenmiştir. Buna göre cevaplardan 8 tanesi doğru, 1 tanesi yanlış ve 1 tanesi eksik olarak değerlendirilmiştir. 3 gurubun ise boş bıraktığı anlaşılmıştır. Yanlış olan cevaba Resim 403'de yer verilmiş ve incelendiğinde, dördüncü basamakta belirtilen yayları gören çevre açısı çizmekte zorlandıkları anlaşılmıştır.

Resim 403

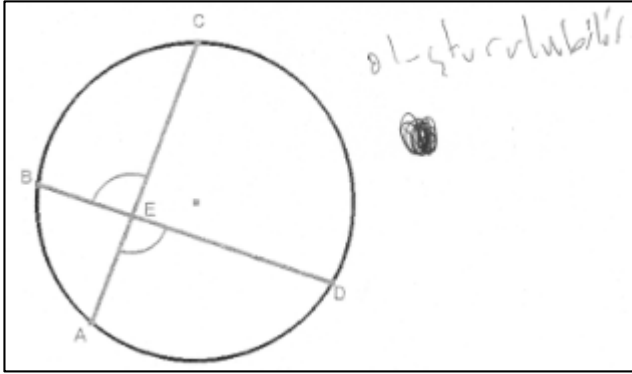
*Etkinlik 6.7 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Eksik cevapta, öğrenciler sadece çizilebileceğini belirtmiş ancak herhangi bir çizim yapmamıştır. Bu cevap, Resim 404'de görülebilir.

Resim 404

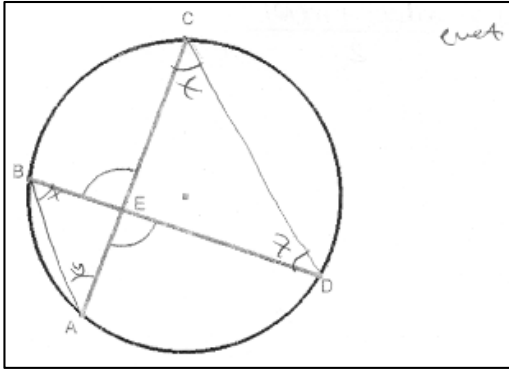
*Etkinlik 6.7 beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



Çoğunlukta olan doğru cevaplar Resim 405’de örneklendirilmiştir.

Resim 405

*Etkinlik 6.7 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



Bu cevapta öğrenciler hem çizilebileceğini belirtmiş hem de şekil üzerinde çizerek göstermiştir.

**Altıncı işlem basamağı:** Şekle göre, belirtilen açıların verilen harf değerine yazılmasının istendiği bu işlem başmağında, 8 grup doğru, 2 grup yanlış ve 2 grup da eksik cevap verdiği görüşü hâkim olmuş ve 1 grup da bu basamağı boş bırakmayı tercih etmiştir. Cevaplardan yanlış olanlara örnek Resim 406’da verilmiş ve yay değerinin yayı gören açının iki katı olduğu, bunun yanında ters açılar merkez açı olmamasına rağmen aynı yayı gören çevre açının iki katı olduğu belirtilmiştir. Diğer yanlış cevapta ise yay değerlerinin birbirine

eşit olduğu belirtilmiştir ki, açıların ya da yayların değerlerinin eşit olduğunu belirteceğimiz herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

Resim 406

*Etkinlik 6.7 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örnekleri*

Resim 407'den anlaşılacağı üzere, ters açıların eşit olduğu belirtilmiş ve ancak harf değeri olarak açıların değerleri söz konusu yapılmamıştır. Bu nedenle eksik kabul edilmiştir.

Resim 407

*Etkinlik 6.7 altıncı işlem basamağı eksik cevap örneği*

Doğru cevaplara örnek Resim 408'de verilmiş ve cevap incelendiğinde, hem ters açıların değeri hem de yay değerleri harf değeri türünden doğru olarak verilmiştir. Ayrıca yayların değeri bir sonraki basamağında cevabını oluşturmaktadır.

Resim 408

*Etkinlik 6.7 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

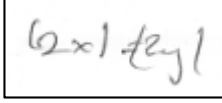
**Yedinci işlem basamağı:** Harf olarak verilen açı değerlerine karşılık yay değerlerinin yazılmasının istendiği basamaktır. Öğrenci cevaplarına göre, 6 grup doğru, 6 grup yanlış cevap vermiş, bununla birlikte 1 grup boş bırakmayı tercih ederken, eksik cevap olan guruba rastlanmamıştır.

Resim 409'da verilen yanlış cevap örneğine göre, hangi uzunluğun hangi yaya ait olduğu net olarak anlaşılması göz ardı edilmesine rağmen, eşit olduğunu destekler bir bilgi

bulunmadığı halde, eşit olduklarının gösterilmesi yanlış cevap kategorisinde bulunmasına neden olmuştur.

Resim 409

*Etkinlik 6.7 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

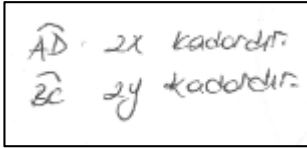


$$(2x) = (2y)$$

Doğru cevaplar Resim 410'da örneklendirilmiştir.

Resim 410

*Etkinlik 6.7 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

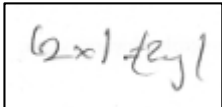


$$\begin{array}{l} \widehat{AD} = 2x \text{ kadardır.} \\ \widehat{BC} = 2y \text{ kadardır.} \end{array}$$

**Sekizinci işlem basamağı:** Ters açılardan gördükleri yaylar türünden matematiksel olarak ifade edilmesi istenmiştir. Verilen cevaplarda 4 doğru, 6 yanlış cevaba rastlanırken, 3 grup cevap vermemiştir. Yanlış cevaplar yapılan hata bakımından çeşitlilik göstermektedir. Yanlış cevaplardan ikisinde yay uzunluklarının eşit olduğuna dair ifade yer almaktadır. Bu cevaplardan birisi Resim 411'de görülebilir.

Resim 411

*Etkinlik 6.7 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-1*



$$(2x) = (2y)$$

Diğer bir yanlış cevapta ise, yay ölçülerinin toplamının  $180^0$  olduğu ifade edilmiştir.

Bu cevap Resim 412'de yer almaktadır.

Resim 412

Etkinlik 6.7 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-2

$$\begin{array}{l} \widehat{BC} = 2y \\ \widehat{AD} = 2x \end{array} \quad \begin{array}{l} 2 + 2y = 180 \\ x + y = 90 \end{array}$$

Diğer yanlış cevapta, öğrencilerin *matematiksel olarak ifade edin* cümlesine karşılık *farklı şekilde ifade edilemez* gibi bir cevap verildiği Resim 413’de görülmektedir.

Resim 413

Etkinlik 6.7 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-3

Farklı, ifade edilemez

Doru cevaplar Resim 414’de örneklendirilmiştir.

Resim 414

Etkinlik 6.7 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği

$$\frac{2y+2x}{2} = x+y \quad \frac{\widehat{AD}+\widehat{BC}}{2} = \widehat{BEC} \vee \widehat{AED}$$

**Dokuzuncu işlem basamağı:** Öğrencilerden, sekizinci basamakta elde edilen bağıntının ters açıları oluşturan noktanın her konumunda sağlama durumu sorulmuştur. Öğrencilerden, belirtilen noktayı hareket ettirerek gözlemlenmeleri istenmiştir. 6 gurubun doğru cevap verdiği basamakta 5 gurubun cevabı ise eksik cevap olarak gruplandırılmıştır. 2 grup cevapları boş bırakmıştır. Eksik cevaplarda, bahsi geçen noktaların hareket ettirilmesi sonucu, farklı konumlarda sekizinci işlem basamağındaki genellemenin geçerliliği ile ilgili gözlemin yazıldığı ancak nedenine değinilmediği göze çarpmaktadır. Bu nedenle eksik cevap olarak değerlendirilmiştir. Bu cevaplar Resim 415’de örneklendirilmiştir.

Resim 415

*Etkinlik 6.7 dokuzuncu işlem basamağı eksik cevap örneği*

Geçerlidir.

Doğru cevaplara örnek Resim 416'da verilmiştir.

Resim 416

*Etkinlik 6.7 dokuzuncu işlem basamağı doğru cevap örneği*

Geçerlidir. Geçerli olması için gördükleri yayların farklı olması gerekir.

(Öğrenci cevabı: Geçerlidir. Geçerli olmaması için gördükleri yayların farklı olması gerekir)

Cevaptan anlaşılacağı üzere, geçerliliğin sürdürülebilmesi için açları gören yayların aynı kalması gerektiği neden olarak gösterilmiştir.

**Onuncu işlem basamağı:** Öğrencilerin bir genelleme yapması istenmiştir. Cevaplar incelendiğinde, 2 gurubun yanlış ve 9 gurubun eksik cevap verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Doğru cevaba rastlanmadığı gibi 2 grup boş bırakmayı tercih etmiştir. Eksik cevaplarda, eksikliğin sebebi iki şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bu eksiklerden ilki sözel ifadelerdeki eşikliklerdir. Resim 417'de verilen örnekte, öğrenciler *bir açının ölçüsü gördüğü yaylar...* şeklinde devam eden ifade ters açıdan bahsetmemiş dolayısıyla sadece bir açının gördüğü iki yay olarak anlaşılmasına sebep olmuştur. Bu nedenle bu cevap eksik olarak kabul edilmiştir.

Resim 417

*Etkinlik 6.7 onuncu işlem basamağı eksik cevap örneği*

Bir açının ölçüsü gördüğü yayların ölçüsüne toplama işleminin sonucu eşittir.

Diğer grup eksik cevaplarda ise, genellemenin sadece matematiksel formül olarak ifade edilmesi ve herhangi bir açıklamaya yer verilmemesinden kaynaklanan eksikler olduğu değerlendirilmiştir. Bu tür cevaplar ise Resim 418’de örneklendirilmiştir.

Resim 418

*Etkinlik 6.7 onuncu işlem basamağı eksik cevap örneği-2*

$$m(BCD) = \frac{m(B) + m(CD)}{2}$$

Yanlış cevaplarda ise öğrencilerin, eşitliği yay ölçülerinin toplamı olarak ifade ettikleri, yarısının alınacağını belirtmedikleri anlaşılmaktadır. Bu cevaplara örnek, Resim 419’da verilmiştir.

Resim 419

*Etkinlik 6.7 onuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Açılmanın karşılığı yaylar toplamı merkez  
toplamına eşittir

Etkinlik 7, iki basamağında AT ortamı ile etkileşim gerektiren yapısıyla, teknolojinin eğitime katkısı bakımından düşük olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, öğrencilerin ikinci ve dokuzuncu basamakta söz konusu noktaların hareket ettirilerek gözlemde bulunmalarını sağlamak, kâğıt-kalem ortamında gerçekleştirilmesi olası görünen bir durum değildir. Ayrıca söz konusu genellemelerin görsel olarak temsili ancak bu şekilde sağlanabilmektedir.

**5.2.4.8. Etkinlik 6.8. Birinci işlem basamağı:** Bu etkinlikte, iki merkez açı eşit olduğunda gördüğü yaylarında eşit olduğu ve yaylar eşit olduğunda, bu yayları gören merkez açıların da eşit olduğunun ispatlandığı ve bu ispatın  $p=q$  ise  $q=p$ ’dir biçiminde yapıldığı etkinliktir.



İlk işlem basamağında, çember üzerindeki noktaların hareket ettirilmesiyle yay uzunluklarına bağlı değişen elemanların yazılması istenmiştir. Cevaplardan 7'si doğru, 5'i eksik cevap olarak değerlendirilmiş, 1 grup boş bırakmıştır. Cevap olarak, yayları gören açılarının değiştiğinin belirtilmesi beklenmiştir. Bu doğrultuda, Resim 420'deki cevap, doğru cevaplara örnek olarak verilebilir.

Resim 420

*Etkinlik 6.8 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

(Öğrenci cevabı: Açı ölçüleri değiştikçe yayların uzunlukları değişir. Ya da yay uzunluğunun ölçüsü değiştikçe açı ölçüleri de değişir. C'yi hareket ettirince değişmez ...)

Eksik cevaplarda, ise değişen elemanın yay uzunluğu olduğu belirtilmiş, açılardan söz edilmemiştir. Bu cevaplara örnek, Resim 421'de yer almaktadır.

Resim 421

*Etkinlik 6.8 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

**İkinci işlem basamağı:** İki yayın eşit olmasını sağlayan koşulların belirtilmesi istenmiştir. Buna göre, 8 cevap doğru ve 4 cevap yanlış olarak değerlendirilmiştir. Gruplardan 1 tanesi cevap vermemiştir. Doğru cevaplar Resim 422'de örneklendirilmiştir.

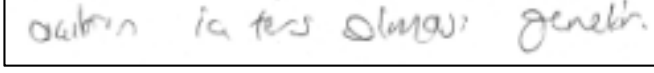
Resim 422

*Etkinlik 6.8 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Yanlış cevaplarda, açıların eşitliğinden çok ne tür açı olması gerektiğinden söz edildiği gözlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 423’de verilmiştir.

Resim 423

*Etkinlik 6.8 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

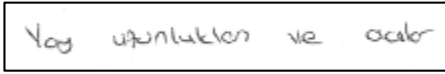


(Öğrenci cevabı: Açıların iç ters olması gerekir)

**Üçüncü işlem basamağı:** 11 gurubun cevabı eksik kabul edilmiştir. 2 grup ise cevap vermemiştir. İlk basamağa benzer biçimde bu kez noktalar hareket ettirilince açılara bağlı olarak değişen elemanların yazılması istenmiştir. Eksik cevaplara örnek Resim 424’de yer almaktadır.

Resim 424

*Etkinlik 6.8 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

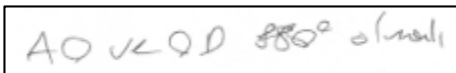


Bu cevaplarda iki noktanın hareketiyle yay uzunluklarının değiştiği, üçüncü noktanın hareketiyle hiçbir bu değişikliğin olmadığını belirtmeleri istenmiştir.

**Dördüncü işlem basamağı:** Söz konusu iki açının eşit olması için gerekli koşulların belirtilmesi istenmiştir. Cevaplar, 8 doğru, 3 yanlış ve 2 boş olarak belirlenmiştir. Yanlış cevaplar incelendiğinde, bir gurubun açılarının olması gereken değerine ilişkin cevap verdikleri gözlenmiştir. Bu cevap Resim 425’de görülebilir.

Resim 425

*Etkinlik 6.8 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Diğer yanlış cevapta ise, açıların çevre açısı ya da merkez açısı olması gerektiği vurgulanmıştır. Ancak basamakta sorulan açılar mevcut duruma göre merkez açıdır ve bunun üzerinden sorulmaktadır. Bu cevap Resim 426'da yer almaktadır.

Resim 426

*Etkinlik 6.8 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği-2*

Aynı yay çözümleri çeker.  
(İki açı da ya merkezde ya da çemberin bir noktasının üzerinde olması gerekir. Yani merkez veya çevre açısı)

Doğru cevaplar Resim 427'de örneklendirilmiştir.

Resim 427

*Etkinlik 6.8 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

Yayların ölçüleri eşit olmalı

**Beşinci işlem basamağı:** Önceki basamakların durumun  $a=b$  ise  $b=a$  biçiminde tartışılması istenmiştir. Buna göre, 2 grup doğru, 1 grup ise yanlış cevap vermiş, 10 grup da boş bırakmıştır. Boş bırakan gruplardan 7'sinde, öğrencilerin yazması gereken cevabı önceki basamakta yazarak, bu basamağa ok çizerek işaret ettikleri gözlenmiştir. Resim 428'de boş bırakılan cevaplarda yapılan çizimler görülmektedir.

Resim 428

*Etkinlik 6.8 beşinci işlem basamağı boş bırakılan cevap örneği*

5. Bu iki durumdan hareketle karşılıklı sağlanması gereken koşulları tartışınız ( $a=b$  ise  $b=a$ 'dır gibi).  $\widehat{COB} = \widehat{BOA} \Leftrightarrow \widehat{AB} = \widehat{CD}$

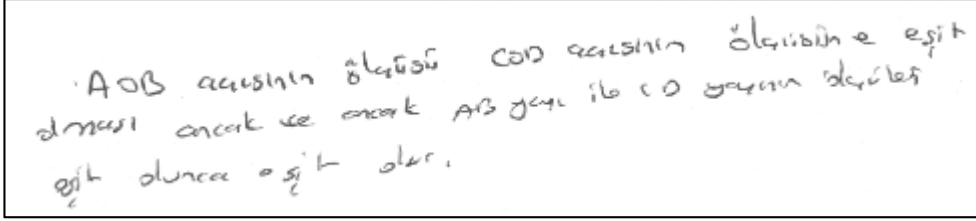
6. "Önerme" butonuna basın. Önermeye göre çember elemanlarını yazarak önermeyi matematiksel olarak ifade edin.

aynısı

Bu şekilde belirtildiğinden ve bu tür tüm cevaplar dördüncü basamak göz önüne alındığında doğru olarak işaret edildiğinden, 2 doğru cevapla birlikte toplam 9 doğru cevap olarak kabul edilmiştir. Doğru cevaplar Resim 429'da örneklendirilmiştir.

Resim 429

*Etkinlik 6.8 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



**Altıncı işlem basamağı:** Beşinci basamakta elde edilen önermeye ait çember elemanlarını yazarak, önermenin matematiksel olarak yazılması istenmiştir. 8 grup bu önermeyi doğru olarak yazarken, 2 grup eksik yazmıştır. 3 grup boş bırakmıştır. Eksik cevaplarda önerme yerine sadece o an eşit olan elemanları yazdıkları görülmüştür. Resim 430'da bunlar örneklendirilmiştir.

Resim 430

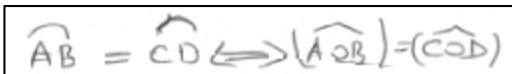
*Etkinlik 6.8 altıncı işlem basamağı eksik cevap örneği*



Doğru cevaplara, Resim 431'de yer verilmiştir.

Resim 431

*Etkinlik 6.8 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*



Burada beklenen açuların değerleri eşitse bunların gördükleri yaylarda eşittir ifadesinin ya da tersinin matematiksel olarak yazılmasıdır.

**Yedinci işlem basamağı:** Sadece etkinlikte görülen değerlerin yazılarak karşılaştırılması beklendiğinden herhangi bir değerlendirmeye gerek duyulmamıştır.

**Sekizinci işlem basamağı:** Yedinci basamaktaki inceleme sonucu öğrencilerden, genelleme yapmaları istenmiştir. Hiçbir gurubun doğru genellemede bulunmadığı, 1 gurubun yanlış ve 9 gurubun eksik genelleme yaptığı ve 3 gurubun ise boş bıraktığı cevaplardan anlaşılmıştır. *İki yay eşitse bu yayları merkez açıları eşittir, merkez açıları eşitse yaylar da eşittir* gibi bir genelleme beklenmiştir. Eksik cevaplarda, genellenenin tek yönlü yapıldığı (örneğin merkez açıları eşitse gördüğü yaylarda eşittir), ancak tersi durumun belirtilmediği gözlenmiştir. Bir başka eksiklik, temel soru merkez açı olma koşulu ile ilgili olmasına rağmen, açıların merkez açı olduğunun belirtilmemesi olarak görülmüştür. Bunlar, Resim 432'de örneklendirilmiştir.

Resim 432

*Etkinlik 6.8 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örnekleri*

Aynı açıdaki merkez açıların gördüğü yayları eşittir.

açılar eşitse gördüğü yaylar eşittir.  
yaylar eşitse yayları gören açıları da eşittir.

Yanlış cevaplar incelendiğinde, herhangi bir açı ya da yay ilişkisinden bahsedilmediği görülmüştür. Resim 433'de bu cevap görülmektedir.

Resim 433

*Etkinlik 6.8 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$A=M$  ise  $M=A$  dır

(Öğrenci cevabı:  $A=M$  ise  $M=A$  'dır)

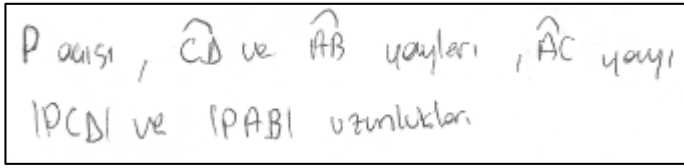
Etkinlikte, merkez açıların ve gördükleri yaylar arasındaki ilişkinin karşılıklı olarak eşit olma koşulları incelenmiştir. DGY sayesinde, açıların eşit kalması sağlanmış, etkinlik

sırasında AT yardımıyla açıların ölçüleri etkileşim ile değiştirilmiştir. Böylece bu ortamlar, kâğıt kalem ortamının veremeyeceği fırsatlar sunarak genellemeye kısmen de olsa ulaşılmasını sağlamıştır.

**5.2.4.9. Etkinlik 6.9. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 6.9, çemberin dışındaki bir açı ile gördüğü yaylar arasındaki ilişkinin ispatlanması amacıyla oluşturulmuştur. Bu amaçla ilk işlem basamağında etkileşimde bulunarak öğrencilerin, iki noktayı hareket ettirmeleri ve hareket sonucu büyüklükleri değişen elemanları yazmaları istenmiştir. Cevaplara göre, 1 grup doğru 11 grup eksik cevap vermiş, 1 grup da boş bırakmıştır. Tek doğru cevapta tüm değişen elemanlar eksiksiz olarak belirtilmiştir. Bu cevap Resim 434’de görülebilir.

Resim 434

*Etkinlik 6.9 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

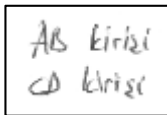


P açısı,  $\widehat{CD}$  ve  $\widehat{AB}$  yayları,  $\widehat{AC}$  yayı  
|PCD| ve |PAB| uzunlukları

Eksik cevaplarda, büyüklükleri değişen elemanlar eksik belirtilmiştir. Örneğin, Resim 435’de verilen örnekte öğrencilerin, sadece kirişlerin değiştiği, yay uzunlukları ve açı ile ilgili bilgi vermedikleri gözlenmiştir.

Resim 435

*Etkinlik 6.9 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

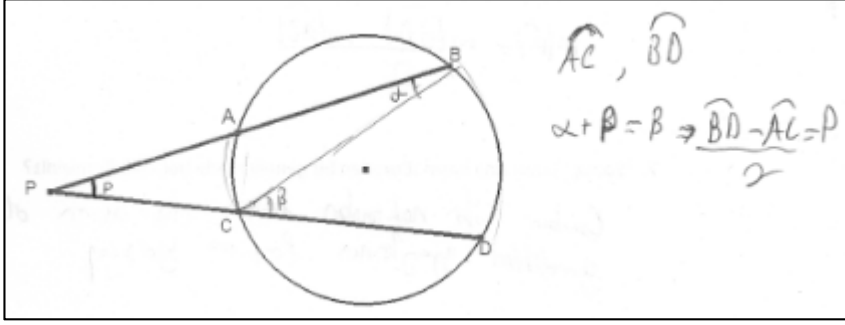


AB kirişi  
CD kirişi

**İkinci işlem basamağı:** Belirtilen açı ile gördüğü yaylar arasında nasıl bir bağıntı olabileceği sorulmuş ve şekil üzerinde tartışılması istenmiştir. Cevaplarda, 1 gurubun doğru, 6 gurubun yanlış ve 4 gurubun eksik cevap verdiği, 2 gurubun ise cevap vermediği anlaşılmıştır. Buna göre, 1 gurubun açı ile yaylar arasındaki ilişkiyi keşfettikleri görülmüştür. Resim 436’da doğru cevap görülmektedir.

Resim 436

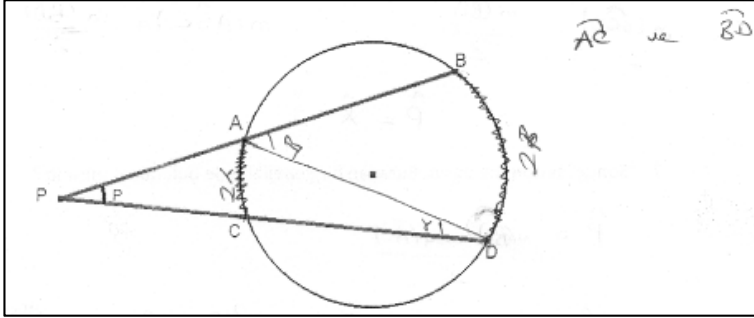
Etkinlik 6.9 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği



Eksik cevaplarda öğrencilerin, belli bir aşamaya kadar, özellikle şekil üzerinde ilerledikleri ancak sonuca ulaşmakta zorlandıkları gözlenmiştir. Bu cevaplar Resim 437'de örneklendirilmiştir.

Resim 437

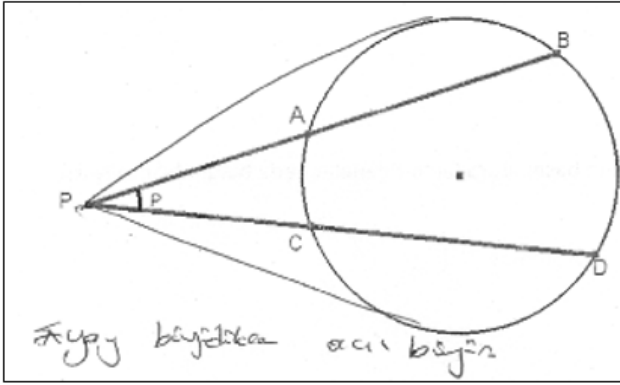
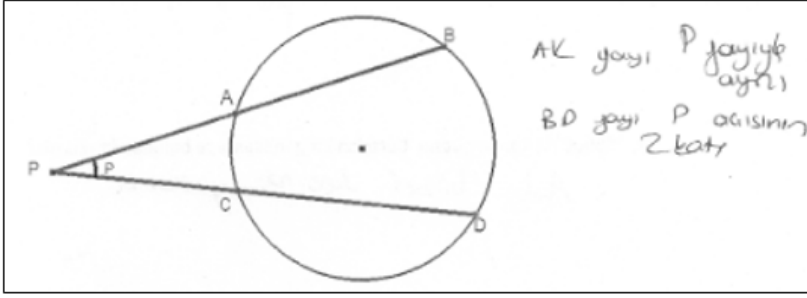
Etkinlik 6.9 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği



Resim 437'deki örnekte, şekil iç açların toplamını oluşturan dış açıyı oluşturacak şekilde çizilmiş ve yay değerleri doğru olarak verilmiştir. Son olarak iç açlar ile dış açı arasındaki bağıntı elde edilememiştir. Yanlış cevaplarda, ispatlanmamış ve geçerli olmayan ilişkilerden söz edildiği ya da bundan başka yanlış çizimler yapıldığı gözlenmiştir. Bu tür cevaplara sırasıyla Resim 438'de örnek verilmiştir.

Resim 438

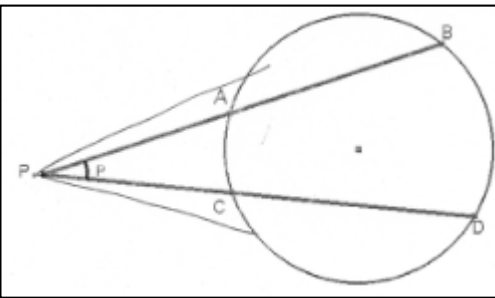
Etkinlik 6.9 ikinci işlem basamağı eksik cevap örnekleri



**Üçüncü işlem basamağı:** Çizim ile ilgili geribildirim verildikten sonra, çizimin farklı biçimde nasıl yapılabileceği sorulmuştur. Elde edilen cevaplara göre, 9 grup doğru ve 3 grup yanlış cevap verirken, 1 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevapta öğrencilerin önceki basamakta yaptığı hatayı sürdürerek yanlış cevapladığı görülmüştür. Resim 439'da bu cevap yer almaktadır.

Resim 439

Etkinlik 6.9 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği

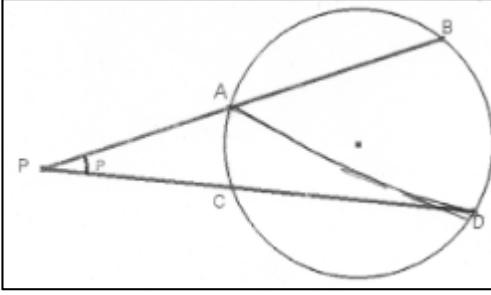




Doğru cevaplarda öğrenciler, alternatif çizimi yaparak açı ile yay arasındaki ilişkinin farklı çizimlerle elde edilebileceğini ortaya koymuşlardır. Bu cevaplar Resim 440'da örneklendirilmiştir.

Resim 440

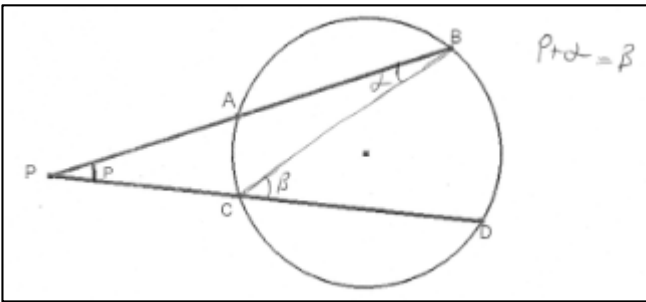
*Etkinlik 6.9 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



**Dördüncü işlem basamağı:** Çizimde meydana gelen açılar arasında bir bağıntı bulunma durumu sorulmuş ve cevaplara göre, 1 grup doğru, 7 grup yanlış ve 1 grup eksik cevap verirken, 4 grup cevap vermemeyi tercih etmiştir. Doğru cevabı, rahatlıkla bir dış açının iki iç açı arasındaki ilişkiyi yazdıkları gözlenmekle birlikte, ilk basmakta doğrudan açı ile yaylar arasındaki ilişkiyi keşfeden grup vermiştir. Cevap Resim 441'de görülmektedir.

Resim 441

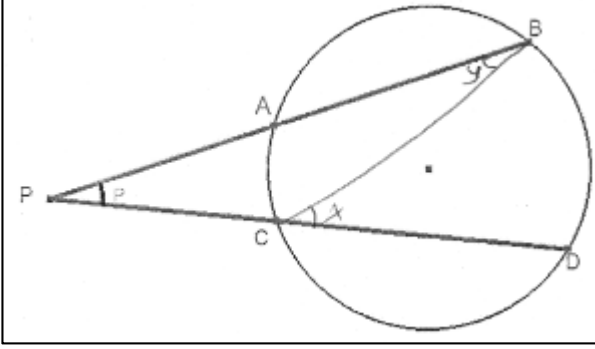
*Etkinlik 6.9 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



Eksik cevapta, iki iç açı ve bir dış açı olacak şekilde açılarının gösterildiği ancak aralarındaki bağıntının belirtilmediği gözlenmiştir. Bu cevap Resim 442'de yer almaktadır.

Resim 442

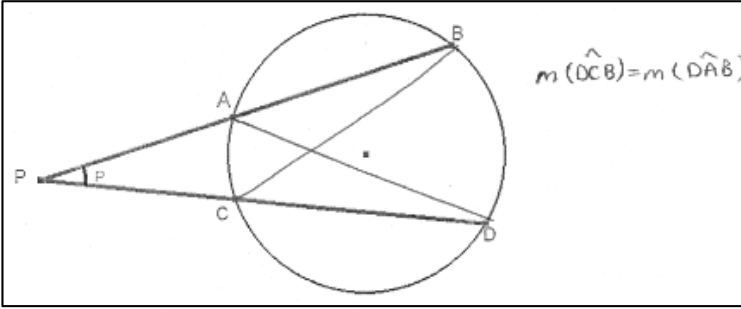
*Etkinlik 6.9 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*



Yanlış cevaplara verilen örnekte ise, öğrencilerin farklı çizimleri tek şekil üzerinde yapmalarından dolayı, beklenin aksine farklı açılar arasında bağıntı aramasına ve sonuçta bağıntının ise yanlış olmasına neden olmuştur. Örnek Resim 443’de verilmiştir.

Resim 443

*Etkinlik 6.9 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



**Beşinci işlem basamağı:** Açılarının gördüğü yay uzunluklarının yazılması istenmiştir. 8 grup doğru, 3 grup yanlış cevap vermiş, 2 grup ise boş bırakmıştır. Yanlış cevaplar incelendiğinde, karşılıklı yaylar arasında iki katı olma ilişkisi olduğu düşünülmüştür. Ancak, yaylar arsında böyle bir ilişkinin varlığı kesin olmadığından doğru olarak kabul edilememiştir. Bu cevaplara örnek Resim 444’de görülebilir.

Resim 444

*Etkinlik 6.9 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$\begin{array}{l} x = 2P \\ y = P \end{array}$$

Diğer yanlış cevap türünde ise, öğrencilerin yay uzunluklarını değil de, açı ölçülerini yazdıkları gözlenmiştir. Bu cevap, Resim 445’de yer almaktadır.

Resim 445

*Etkinlik 6.9 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-2*

$$x = y + P \quad y = x - P$$

Doğru cevaplarda, öğrencilerin her bir çevre açının karşısındaki yaya, açı değerinin iki katını yazmaları beklenmiştir. Resim 446’da bu cevaplar örneklendirilmiştir.

Resim 446

*Etkinlik 6.9 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$\begin{array}{l} \widehat{BD} = 2x \quad \widehat{AC} = 2y \\ 2P = 2x - 2y \end{array}$$

**Altıncı işlem basamağı:** Öğrencilerin açı değerini, yaylar türünden yazmaları istenen bu basamakta, 4 grup doğru, 2 grup yanlış ve 5 grup eksik cevap vermiştir. 2 grup ise boş bırakmayı tercih etmiştir. Doğru cevaplar Resim 447’de örneklendirilmiştir.

Resim 447

*Etkinlik 6.9 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$P = x - y \quad \frac{m(\widehat{BD})}{2} - \frac{m(\widehat{AC})}{2}$$

Yanlış cevaplarda, söz konusu açı yerine, çevre açılarının değerlerinin yazıldığı ya da doğrudan yayların farkı olduğunu belirttikleri görülmüştür. Bu cevaplara örnekler Resim 448'de verilmiştir.

Resim 448

*Etkinlik 6.9 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$\widehat{BCD} = \frac{m\widehat{BD}}{2} \quad \vee \quad \widehat{ADC} = \frac{m(\widehat{BD})}{2}$$

$$\begin{aligned} \widehat{P} &= 2x - 2y \\ \widehat{P} &= 2m(\widehat{BCD}) - 2m(\widehat{ADC}) \end{aligned}$$

Eksik cevaplarda öğrencilerin, çember dışındaki açının ve yayların değerini yazdığı ancak açının değerini yay ölçüsü türünden yazmadıkları gözlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 449'da görülmektedir.

Resim 449

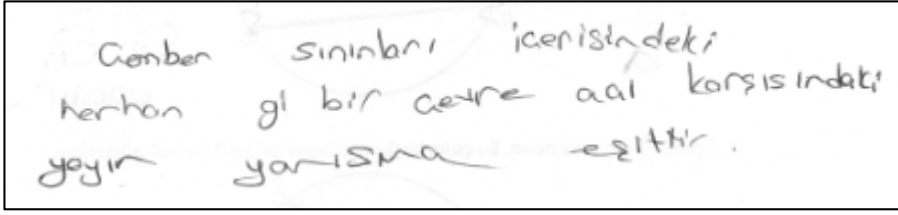
*Etkinlik 6.9 altıncı işlem basamağı eksik cevap örneği*

$$\begin{aligned} m(\widehat{BCD}) &= \frac{m(\widehat{BD})}{2} & m(\widehat{ADC}) &= \frac{m(\widehat{BD})}{2} \\ \widehat{P} &= \widehat{x} - \widehat{y} \end{aligned}$$

**Yedinci işlem basamağı:** Öğrencilerin genelleme yapmaları istenmiştir. 7 doğru cevap ve 4 yanlış cevap verilmiş, 2 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevaplarda, çember içerisindeki bir açıdan bahsedildiği gözlenmiştir. Ancak, etkinlikte genellemenin çember dışında bulunan bir açı için yapılması istenmiştir. Bu cevap Resim 450'de görülebilir.

Resim 450

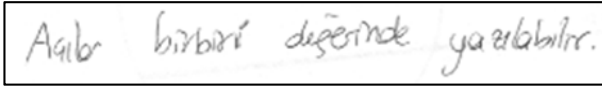
*Etkinlik 6.9 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Diğer bir yanlış cevapta ise, çember dışındaki bir açının gördüğü yaylardan söz etmek yerine daha genel ve hatta matematiksel olarak fazla bir anlam ifade etmeyen bir cevapla karşılaşmıştır. Bu cevap Resim 451’de yer almaktadır.

Resim 451

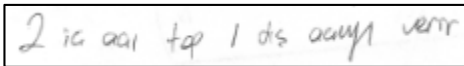
*Etkinlik 6.9 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-2*



Resim 452’de görülen yanlış cevapta, üçgenlerle ilgili bir genellemeye yer verilmiştir.

Resim 452

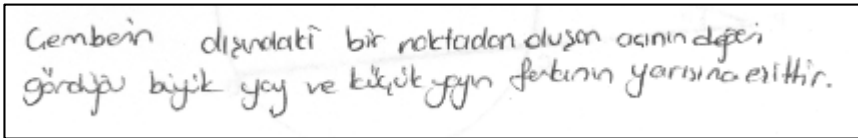
*Etkinlik 6.9 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-3*



Doğru cevaplara örnek Resim 453’de görülmektedir.

Resim 453

*Etkinlik 6.9 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

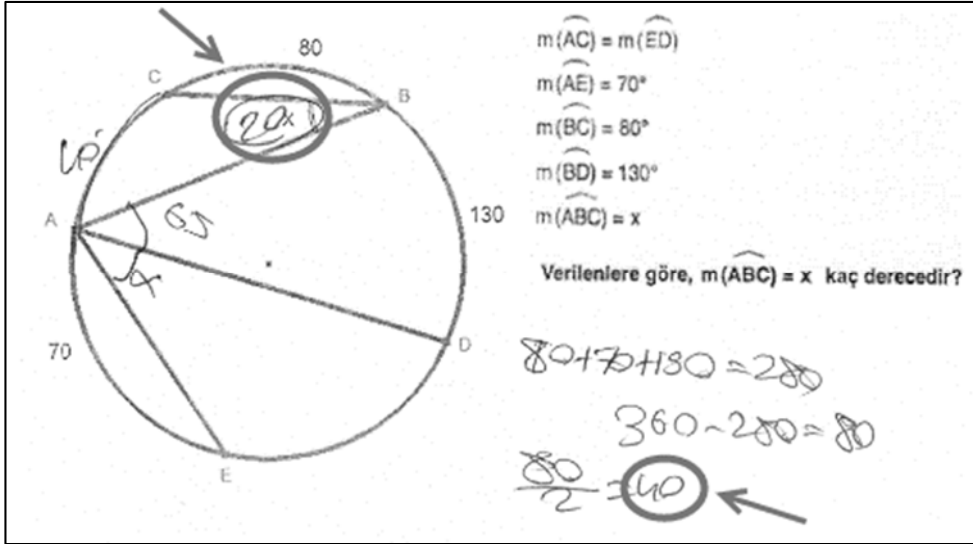


Özellikle, AT ve DGY belirtilen noktaların hareket ettirilmesine bağlı olarak değişen elemanları belirlemede önemli fırsatlar sunmuştur. Böylece öğrencilere, açının bağlı olduğu özellikleri kolayca tespit edebilme kolaylığı sağlanmıştır.

**5.2.4.10. Alıştırma 6.** Alıştırmaya göre, X ile gösterilen açının değeri sorulmaktadır. Cevaplar analiz edildiğinde, 10 gurubun doğru, 2 gurubun yanlış cevap verdiği ve 1 gurubun boş bıraktığı anlaşılmıştır. Yanlış cevap veren grupların cevaplarında, çevre açısı ile yay ölçüsü arasındaki ilişkiyi yanlış hatırlamalarından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Bu hataya rağmen, gruplardan bir tanesi aslında şekil üzerinde doğru değeri yazmıştır. Bu cevap Resim 454’de gösterilmiştir.

Resim 454

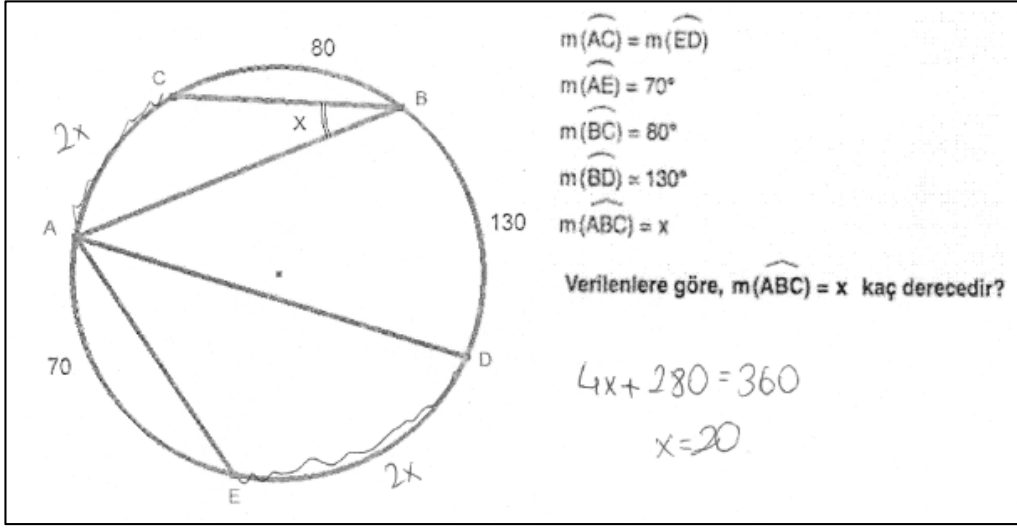
*Alıştırma 6 yanlış cevap örneği*



Doğru cevaplar Resim 455’de örneklendirilmiştir.

Resim 455

*Alıştırma 6 doğru cevap örneği*



Altıncı kazanımda, çemberde açılar ile ilgili kavramlar, açılar arasındaki ve açılar ile yaylar arasındaki ilişkiler ve bu ilişkilere ait genellemeler ele alınmıştır. Özellikle, açılardaki değişimlerin ve bu değişimlerin yaylar üzerindeki etkilerinin gözlenmesi, açı-açı ve açı-yay ilişkilerinin belirlenmesi ve bunlardan ulaşılabilecek genellemeleri görsel olarak temsil ederek kolaylaştırma gibi işlemlerde AT ve DGY, kâğıt kalem ortamında elde edilmesi neredeyse imkânsız olan fırsatlar sunmuştur.

**5.2.5. Dokuzuncu kazanım.** 6 etkinlikten oluşan *Kazanı 9*'a ait işlem basamaklarının sayısı Tablo 24'de sunulmuştur.

Tablo 24

*Dokuzuncu kazanım etkinlik işlem basamak sayıları*

Etkinlik Numarası	İşlem Basamağı Sayısı
Etkinlik 9.1	3
Etkinlik 9.2	9
Etkinlik 9.3	12
Etkinlik 9.4	5

---

Etkinlik 9.5	6
Etkinlik 9.6	4

---

Bu kazanıma ait cevap analizlerinden elde edilen cevap sayıları ise Tablo 25’de verilmiştir.



Tablo 25

*Dokuzuncu kazanım öğrenci cevap tablosu*

Kazanım 9																									
Etkinlikler	<u>1</u>					<u>2</u>					<u>3</u>					<u>4</u>					<u>5</u>				
	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>
Etkinlik 9.1	7	2	X	4	X	7	2	X	4	X	1	4	5	3	X										
Etkinlik 9.2	7	X	2	4	X	3	1	6	3	X	9	1	X	3	X						12	X	X	1	X
Etkinlik 9.3	12	X	X	1	X	11	X	X	2	X	8	X	4	1	X	7	1	2	1	X	9	2	X	1	1
Etkinlik 9.4	8	1	X	4	X	6	3	4	X	X	8	1	4	X	X	6	X	6	1	X					
Etkinlik 9.5	4	4	1	X	1	9	X	2	2	X	13	X	X	X	X	3	2	6	2	X	3	X	10	X	X
Etkinlik 9.6	9	X	3	1	X	9	1	X	3	X	3	X	9	1	X										
	<u>6</u>					<u>7</u>					<u>8</u>					<u>9</u>					<u>10</u>				
	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>
Etkinlik 9.2	11	X	X	2	X	4	4	1	4	X	X	X	11	2	X	7	X	2	4	X					
Etkinlik 9.3	9	3	X	1	X	9	1	X	3	X	9	1	1	2	X	11	X	X	2	X	10	1	X	2	X

---

Kazanım 9

---

	<u>11</u>					<u>12</u>				
	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>	<u>OD</u>	<u>OY</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	<u>D</u>
Etkinlik 9.3	5	2	3	3	X	10	X	X	3	X

---

**5.2.5.1. Etkinlik 9.1. Birinci işlem basamağı:** Animasyon olarak tasarlanan etkinlikte, çember şeklindeki bir bölgenin dışındaki noktalardan, çemberin en kısa teğet noktasına olan uzaklıkların değerlerinin karşılaştırılması istenmiştir. Bu amaçla ilk işlem basamağında, çembere teğet doğru parçalarının oluşturduğu, dörtkenarı teğet olan dörtgene bir isim vermeleri beklenmiştir. 7 gurubun cevaplarının doğru cevap olduğu, 2 gurubun yanlış cevap verdiği ve 4 gurubun boş bıraktığı görülmüştür. Yapılan adlandırmada doğru cevaba yakın olanlar Resim 456’da örneklendirilmiştir.

Resim 456

*Etkinlik 9.1 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Teğetler dörtgeni

Yanlış cevaplarda, öğrencilerin teğet kavramı yanında şekilde bulunmayan kavramlar da kullandıkları gözlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 457’de görülebilir.

Resim 457

*Etkinlik 9.1 birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Teğet kırış çöl

**İkinci işlem basamağı:** Teğetler dörtgeninin içindeki çembere ne isim verebilecekleri sorulmuştur. Cevaplardan 7’si doğru, 2’si yanlış olmakla birlikte, 4 grup boş bırakmıştır. Cevaplar incelendiğinde, yanlış cevaplarda *iç teğet çemberi* kavramına yakın isimler olmadığı görüldüğünden yanlış cevap olarak değerlendirilmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 458’de yer almaktadır.

Resim 458

*Etkinlik 9.1 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

çember yolu - yuvarlak çember

Doğru cevaplar ise, Resim 459'da örneklendirilmiştir.

Resim 459

*Etkinlik 9.1 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

İç teğet çember

**Üçüncü işlem basamağı:** Etkinliğin son işlem basamağında öğrencilerden, animasyonda belirtilen noktalarda bulunan kişilerin kendilerine en yakın giriş kapılarına olan uzaklıklarını değerlendirmeleri ve nedenini belirtmeleri istenmiştir. Cevaplara göre, 1 gurubun doğru, 4 gurubun yanlış ve 5 gurubun eksik cevap verdiği değerlendirilirken, 3 grup cevap vermemiştir. Doğru cevap Resim 460'da yer almaktadır.

Resim 460

*Etkinlik 9.1 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

Her noktanın en yakın girişlere olan uzaklıkları eşit.  
Çünkü; giriş nok. atılan dikler deltoid oluşturduğu için.  
Eşit olur.

(Öğrenci cevabı: Her noktanın en yakın girişlere olan uzaklıkları eşit. Çünkü giriş nok. Atılan dikler deltoid oluşturduğu için eşit olur.)

Yanlış cevaplarda ise, öğrencilerin şeklin o anki durumunu değerlendirerek teğet noktasına olan uzaklıkları yarıçap ile eşit olduğunu değerlendirdikleri gözlenmiştir. Başka bir yanlış cevapta ise, öğrencilerin karşılıklı noktaların teğet noktalarına olan uzaklıklarının eşit olduğunu belirttikleri gözlenmiştir. Bu cevaplara birer örnek, Resim 461 ve Resim 462'de sunulmuştur.

Resim 461

*Etkinlik 9.1 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

çünkü çember çember üzerinde ve eşit olan  
kardadır.

(Öğrenci cevabı:  $r$ 'dir. Çünkü çember üzerinde ve eşit olmak zorundadır.)

Resim 462

Etkinlik 9.1 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği-2

Bence D ve B nin yolu aynı, C ve A nin yolu aynı

(Öğrenci cevabı: Bence D ve B nin yolu aynı, C ve A'nın yolu aynı)

Eksik cevaplarda, öğrencilerin eşit uzaklıklar olduğunu belirtmelerine rağmen nedeninden söz etmedikleri gözlenmiştir. Bu cevaplar Resim 463'de örneklendirilmiştir.

Resim 463

Etkinlik 9.1 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği

A'nın kendine yakın iki noktanın uzaklığı eşit aynı şekilde diğerlerine eşit.

(Öğrenci cevabı: A'nın kendine yakın iki noktanın uzaklığı eşit aynı şekilde diğerlerine eşit.)

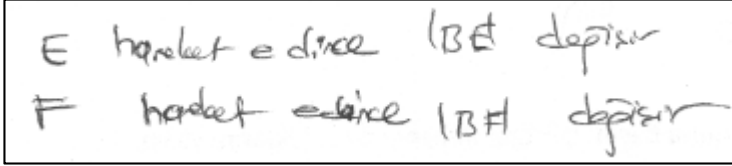
Bu etkinlik teğetler dörtgeni ve iç teğet çemberi kavramları ile ilgili, varsa ön bilgilerin ortaya çıkarılması ve bu kavramlarla ilgili bir takım soru işaretleri oluşturmak amacıyla hazırlanmıştır. Özellikle kavramlarla ilgili senaryonun sunumunda, teknoloji kullanımı ilgi çekici bir sınıf ortamı sağlamayı hedeflemiştir. Bir cümle ile sorunun sorularak merak uyandırma alternatif seçenek gibi görünmesine rağmen, ilgi ve dikkat çekme noktasında zayıf kalacağı düşüncesi teknoloji kullanımına giden yol olmuştur.

**5.2.5.2. Etkinlik 9.2. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 9.2, ilk etkinlikte sorulan soruların ispatının yapılmasının yanında, öğrencilere teğetler dörtgeni olma koşulunu keşfettirmeyi amaçlamaktadır. Bunun için ilk işlem basamağında öğrencilerden, belirtilen noktaları hareket ettirerek iki doğru parçasının uzunluğunu incelemeleri istenmiştir. Cevaplara göre, 7 grup doğru ve 2 grup eksik cevap verirken, 4 grup boş bırakmıştır. Eksik cevap

incelendiğinde, bir noktanın hareketiyle sadece bir doğru parçasının değiştiği belirtilmiştir. Bu cevap Resim 464’de yer almaktadır.

Resim 464

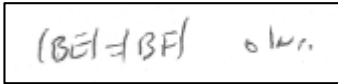
*Etkinlik 9.2 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



Doğru cevaplar, Resim 465’de örneklendirilmiştir.

Resim 465

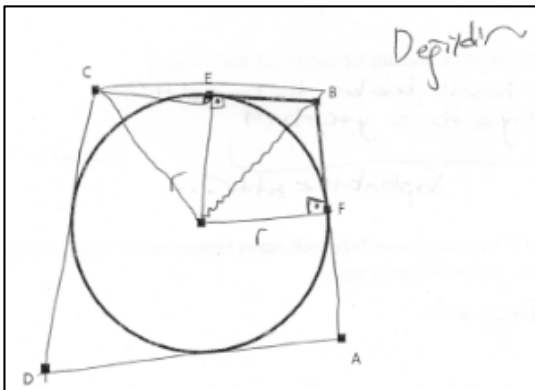
*Etkinlik 9.2 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



**İkinci işlem basamağı:** Önceki basamakta sözü edilen durumun, başka bir nokta için geçerli olup olmadığını şekil üzerinde çizerek tartışılması istenmiştir. Verilen cevaplara göre, 3 grup doğru, 1 grup yanlış ve 6 grup eksik cevap vermiş ve 3 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevap veren grup, aynı durumun diğer nokta için geçerli olmadığını belirtmiştir. Bu cevap Resim 466’da görülebilir.

Resim 466

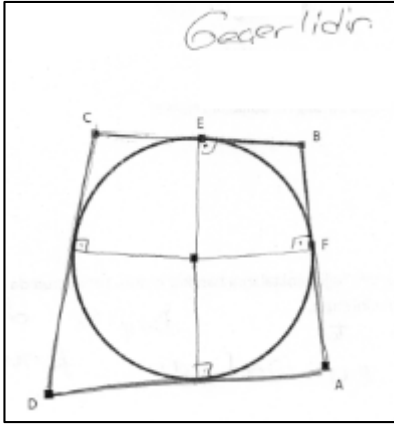
*Etkinlik 9.2 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Bazı eksik cevaplarda, geçerli olduğunu belirtmişler ancak çizimler eksik kalmış veya diğer cevaplarda ise sadece şekli çizmeye çalışmış ancak bu cevaplarda da eksik kalmıştır. Ancak bu cevaplarda eksiklik geçerli olma durumunu belirtilmesi değil, temelde şeklin eksik çizilmesi olarak kabul edilmiştir. Çizimlerde yarıçapların (aynı zamanda teğet dikmeleri) ve çemberin dışındaki nokta ile çemberin merkez noktası arasında doğru parçasının çizilmesi beklenmiştir. Bu cevaplar Resim 467’de örneklendirilmiştir.

Resim 467

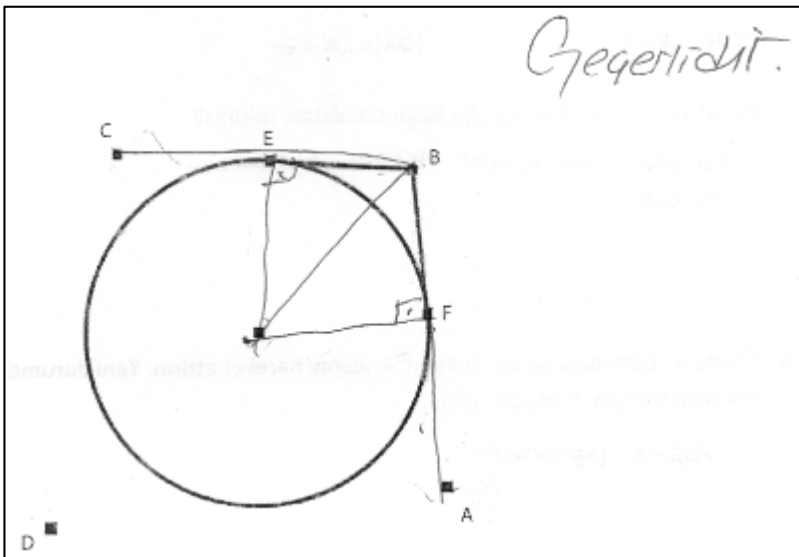
*Etkinlik 9.2 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



Doğru cevaplar Resim 468’de örneklendirilmiştir.

Resim 468

*Etkinlik 9.2 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

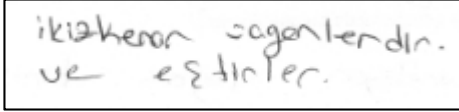


**Üçüncü işlem basamağı:** Öğrencilere, geri bildirimde bulunduktan sonra, oluşan şekilde üçgenleri incelemeleri ve ne tür üçgen olduklarını yazmaları istenmiştir. Eş üçgen ya da benzer üçgen cevapları kabul edilmiştir. Cevap analizine göre, 9 grup doğru ve 1 grup yanlış cevap verirken, 3 grup boş bırakmıştır.

Yanlış cevaplarda, üçgenlerin eşliğinin belirtilmesi ile doğru cevap olabilecek iken, üçgenlerin ikizkenar olduğunun belirtilmesi ile yanlış cevap kategorisine girmiştir. Bu cevap Resim 469'da görülmektedir.

Resim 469

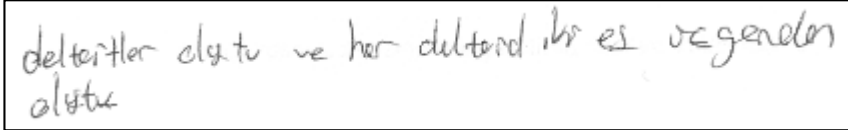
*Etkinlik 9.2 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Doğru cevaplar ise, Resim 470'de örneklendirilmiştir.

Resim 470

*Etkinlik 9.2 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



**Dördüncü işlem basamağı:** Öğrencilerin, sadece *Sonuç* butonuna basmaları istenmiş, herhangi bir manipülasyon yapmaları ya da herhangi bir gözlem yazmaları beklenmemektedir.

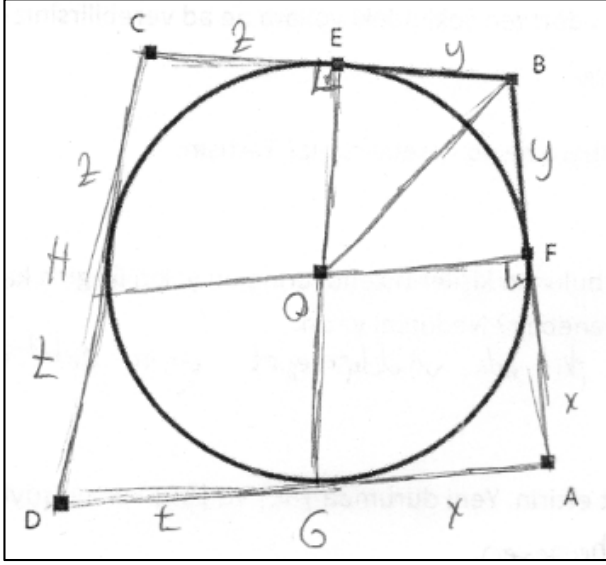
**Beşinci işlem basamağı:** Öğrencilerin, her bir noktadan teğet noktasına olan uzaklıkları harflerle belirmeleri istenmiştir. Cevaplardan, 12'si doğru cevap kategorisine alınırken, 1 grup boş bırakmıştır.

Doğru cevaplar Resim 471'de örneklendirilmiştir.



Resim 471

*Etkinlik 9.2 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



**Altıncı işlem basamağı:** Dörtgenlerin kenar uzunluklarını harf karşılığı olarak yazılması istenmiştir. 11 cevap doğru olarak kabul edilirken, 2 gurubun cevap vermediği gözlenmiştir.

Doğru cevaplar Resim 472’de örneklendirilmiştir.

Resim 472

*Etkinlik 9.2 altıncı işlem basamağı doğru cevap örneği*

$ AB  = a + y$	$ BC  = y + c$
$ CD  = c + b$	$ DA  = b + a$

**Yedinci işlem basamağı:** Öğrencilerden, teğetler dörtgeninin kenar uzunlukları arasında bir bağıntı bulmaları istenmiştir. 5 grup doğru, 3 grup yanlış ve 1 grup eksik cevap verirken, 5 grup boş bırakmayı tercih etmiştir. Yanlış cevaplardan birisinde öğrencilerin, pek fazla matematiksel değeri olmayan ve beklenenle eşleşmeyen bir eşitlik yazdığı gözlenmiştir. Bu cevap Resim 473’de görülmektedir.

Resim 473

*Etkinlik 9.2 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$|CD| - |BC| = |DA| - |AB|$$

Yanlış cevaplara örnek verilebilecek diğer bir cevapta ise öğrencilerin, bağıntı ile ilgili herhangi bir bilgi vermedikleri, yalnızca dörtgenin türünü yazdıkları (kirişler dörtgeni) ve bunu da yanlış yazdıkları gözlenmiştir. Bu cevap Resim 474'de görülmektedir.

Resim 474

*Etkinlik 9.2 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-2*

Kirişler Dörtgeni

Doğru cevaplarda ise üç tür cevaba rastlandığı gözlenmiştir. Bazı gruplar bağıntıyı yazılı olarak ifade ederken, bazıları hem yazılı hem de matematiksel olarak ifade etmiştir. Üçüncü türde ise sadece matematiksel olarak yazılmıştır. Bu cevaplar Resim 475'de örneklendirilmiştir.

Resim 475

*Etkinlik 9.2 yedinci işlem basamağı doğru cevap örnekleri*

Karşılıklı kenarlar toplam birbirine eşittir.

Karşılıklı kenarlar toplamı eşittir.

$$a + y + c + b = y + c + b + a$$

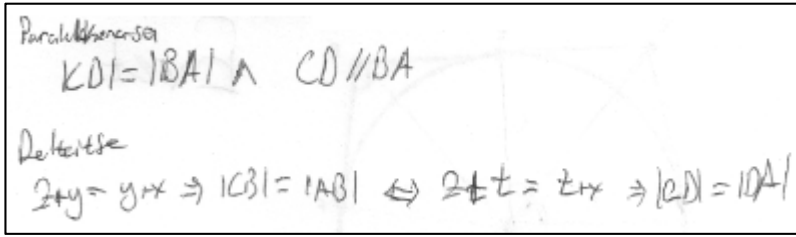
toplamları eşittir...

$$|AB| + |CD| = |BC| + |DA|$$

Diğer bir doğru cevapta, öğrenciler karşılıklı iki kenar bağıntısı yazmış ve bunu paralel olma ya da olmama durumuna göre şarta bağlamışlardır. Başka bir deyişle, deltoid ve paralel kenarın teğetler dörtgeni olma durumunu kenar eşitliklerinden faydalanarak önceden incelemiştir. Bu cevap Resim 476'da verilmiştir.

Resim 476

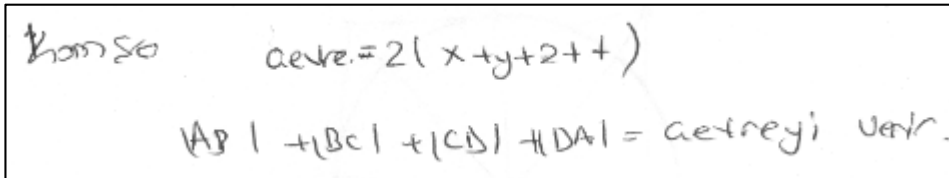
*Etkinlik 9.2 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği-2*



Eksik cevapta ise öğrenciler, tüm kenarların toplamının dörtgenin çevresini verdiğini belirtirken, eşitliği iki kenar toplamının eşitliğine diğer tarafına eşit olacak şekilde yazmadığı görülmüş ve bu nedenle eksik olarak kabul edilmiştir. Bu cevap Resim 477'de yer almaktadır.

Resim 477

*Etkinlik 9.2 yedinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



Boş gurubuna uygun görülen cevaplarda, iki gurubun *bulamadık* ifadesini kullandıkları gözlenmiştir.

**Sekizinci işlem basamağı:** Öğrencilerden, çemberin teğet noktalarını hareket ettirerek, şeklin yeni durumunda bağıntının sağlanma durumunu kontrol etmeleri ve nedenini belirtmeleri istenmiştir. Verilen cevaplardan 11'inin eksik kategorisine uygun olduğu düşünüldüğünde, 2 grup cevap vermemiştir. Eksik cevaplara göre öğrenciler eşitliğin değişmediğini ifade ederken nedenini belirtmemişlerdir. Bu cevaplar Resim 478'de örneklendirilmiştir.

Resim 478

*Etkinlik 9.2 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

$|AB| + |CD| = |BC| + |DA|$   
değişmez yine böyle olur.

**Dokuzuncu işlem basamağı:** Öğrencilerin, bir genelleme yapmaları istenmiştir.

Cevaplara göre, 7 grup doğru ve 2 grup eksik cevap vermiş, 4 grup da boş bırakmıştır. Doğru cevaplara Resim 479’da örnek verilmiştir.

Resim 479

*Etkinlik 9.2 dokuzuncu işlem basamağı doğru cevap örneği*

Teğetler dörtgeninde karşılıklı kenarlar toplamı eşittir.

Eksik cevaplarda ise öğrenciler, her dörtgeninin bu özelliği taşımadığını belirtmiş ancak taşınması gereken özelliklerden söz etmediği gözlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 480’de görülebilir.

Resim 480

*Etkinlik 9.2 dokuzuncu işlem basamağı eksik cevap örneği*

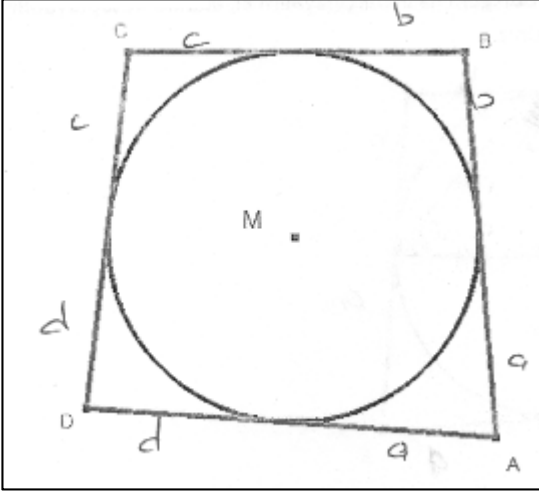
Her dörtgen teğetler dörtgeni değildir.

**5.2.5.3. Etkinlik 9.3. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 9.3, teğetler dörtgeni

kavramının derinleştirildiği ve teğetler dörtgeninin alanı ve çevresi ile iç teğet çemberin yarıçapı arasındaki ilişkinin incelendiği etkinliktir. Bu amaçla ilk işlem basamağında, verilen teğetler dörtgeninin kenar uzunluklarının, önceki etkinlikte olduğu gibi uygun şekilde harflerle şekil üzerinde gösterilmesi istenmiştir. Cevaplarda, 12 grup doğru işlem yaparken, 1 grup boş bırakmıştır. Doğru cevaplara örnek Resim 481’de verilmiştir.

Resim 481

*Etkinlik 9.3 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



**İkinci işlem basamağı:** Teğetler dörtgeninin çevre uzunluğunun yazılması istenmiş, 11 grup doğru cevap verirken 2 grup boş bırakmıştır. Doğru cevaplar Resim 482’de örneklendirilmiştir.

Resim 482

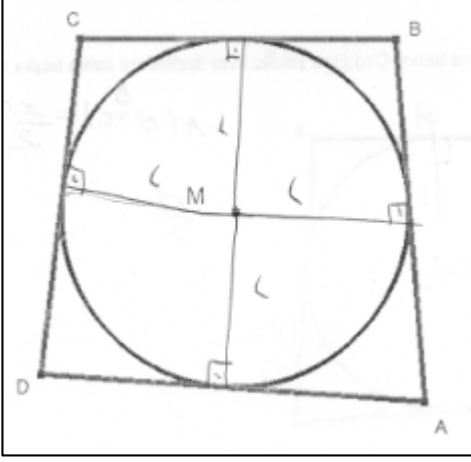
*Etkinlik 9.3 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$2(a+b+c+d) = |CB| + |CD| + |BA| + |DA|$$

**Üçüncü işlem basamağı:** İç teğet çemberinin yarıçaplarının, teğetler dörtgeni ile ilişkilendirilerek çizilmesi istenen basamaktır. Cevaplar incelendiğinde, 8 gurubun doğru, 4 gurubun eksik cevap verdiği, 1 gurubun boş bıraktığı gözlenmiştir. Doğru cevaba Resim 483’de örnek verilmiştir.

Resim 483

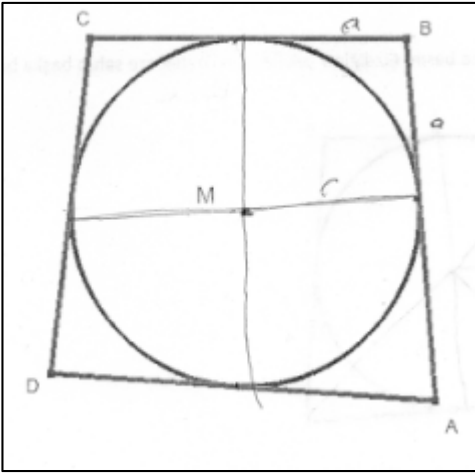
*Etkinlik 9.3 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



Eksik cevaplarda, öğrencilerin yarıçapları doğru çizdikleri ancak ilerleyen basamaklarda gereksinim duyacakları yarıçapların teğet noktasında teğete dik oluşu genellemesini belirtmedikleri gözlenmiş, ancak yarıçapları eksik çizimleri önemsenmemiştir. Bu cevaplara örnek Resim 484'de görülebilir.

Resim 484

*Etkinlik 9.3 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

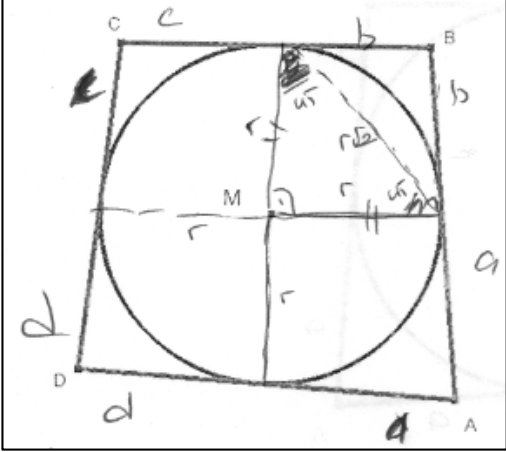


**Dördüncü işlem basamağı:** Çemberin yarıçapı ve dörtgenin kenar uzunlukları biliniyorsa, dörtgenin alanını hesaplamak için dörtgenin nasıl parçalanması gerektiği sorulmuştur ve çizerek göstermeleri istenmiştir. Cevaplara göre, 7 grup doğru, 1 grup yanlış, 2 grup eksik ve 2 grup beklenin dışında doğru cevap vermiş 1 grup da boş bırakmıştır. Yanlış

cevapta öğrencilerin, dörtgenin alanını hesaplayabilecek doğrultuda dörtgeni parçalayamadıkları gözlenmiştir. Bu cevap Resim 485’de verilmiştir.

Resim 485

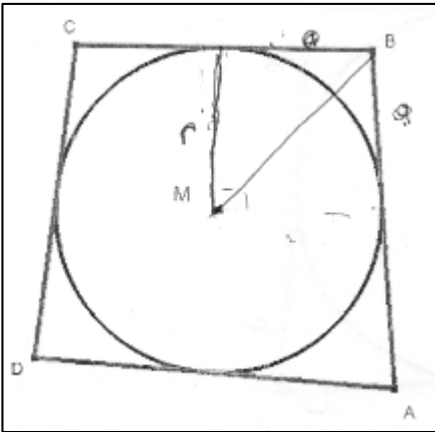
*Etkinlik 9.3 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Eksik cevaplarda, çizimlerin eksik yapıldığı ve şeklin mevcut durumu ile hesaplama yapma durumunun olmadığı düşünülmüştür. Bu cevaplar Resim 486’da örneklendirilmiştir.

Resim 486

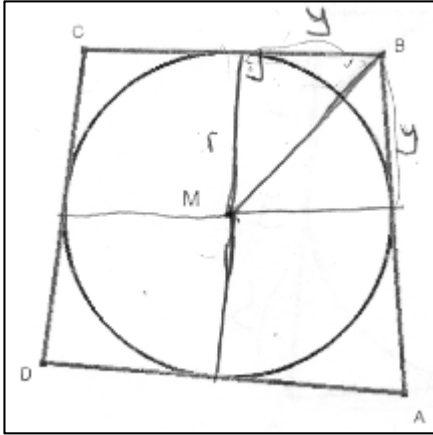
*Etkinlik 9.3 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*



Doğru cevaplara ise, Resim 487’de örnek verilmiştir.

Resim 487

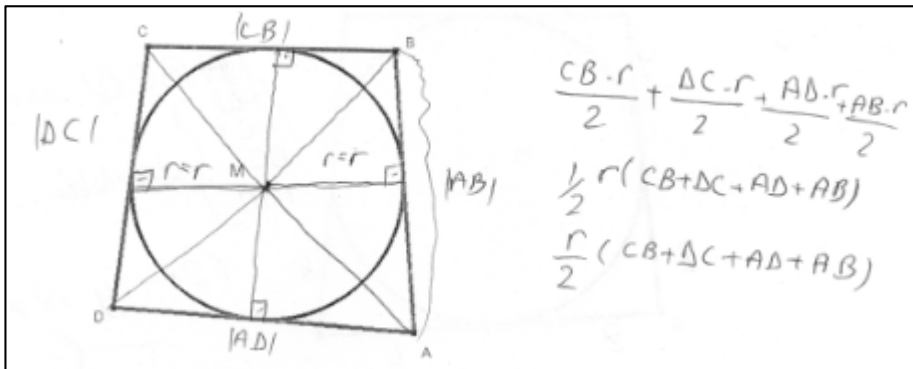
*Etkinlik 9.3 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



Beklenen cevabın dışında verilen doğru cevaplarda (Doğru cevaplar-D), öğrencilerin dörtgeni doğru dilimlemeleri yanında, dörtgenin alanını da doğrudan hesapladıkları gözlenmiştir. Bu cevaplar Resim 488'de örneklendirilmiştir.

Resim 488

*Etkinlik 9.3 dördüncü işlem basamağı beklenenin dışında doğru cevap örneği*



**Beşinci işlem basamağı:** Beklenen olası cevap kapsamında öğrencilerin, asgari olarak dörtgenin bir köşesinde çizmeleri gereken üçgenlerden birinin alanını hesaplamaları istenmiştir. Alınan cevaplarda, 9 grup doğru, 2 grup yanlış ve 1 grup beklenenin dışında doğru cevap verirken, 1 grup cevap vermemiştir. Doğru cevaplara Resim 489'da örnek verilmiştir.



Resim 489

*Etkinlik 9.3 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$A(MKB) = \frac{b \cdot r}{2}$$

Yanlış cevaplarda, öğrencilerin alanı yazarken kenar uzunluklarını çarpmaları gerekirken topladıkları gözlenmiştir. Bu cevapların örneği Resim 490'da görülebilir.

Resim 490

*Etkinlik 9.3 beşinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$\frac{(r+y)}{2} = A(\widehat{KMB}) \cdot \frac{(r+x)}{2} = (M\widehat{AC})A$$

Beklenin dışındaki doğru cevapta ise, bir köşe için yazılması istenen eşitliği öğrencilerin diğer kenarlar için yazarak toplam alanı buldukları gözlenmiştir. Bu cevap Resim 491'de görülebilir.

Resim 491

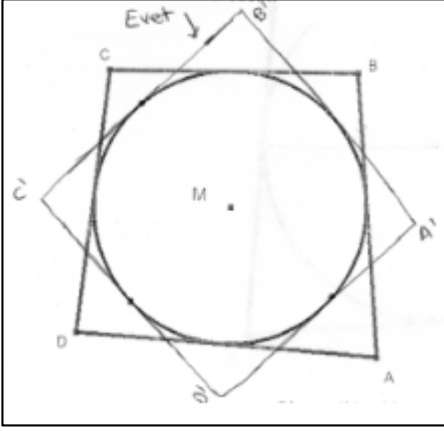
*Etkinlik 9.3 beşinci işlem basamağı beklenenin dışında doğru cevap örneği*

$$\frac{(a+d)r + (d+c)r + (c+b)r + (a+b)r}{2} = \frac{2r(a+b+c+d)}{2} = r(a+b+c+d)$$

**Altıncı işlem basamağı:** Teğetler dörtgeninin bir köşesi için çizilen şeklin özelliklerine sahip başka şekiller çizme durumu sorulmuştur. 9 doğru ve 3 yanlış cevap alınmış, 1 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevaplardan birisinde öğrencilerin, teğetler dörtgeninin kendisini başka türlü çizmeye çalıştıkları gözlenmiştir. Bu cevap Resim 492'de görülmektedir.

Resim 492

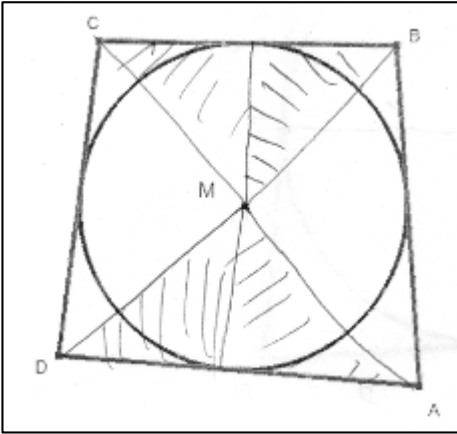
*Etkinlik 9.3 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Diğer yanlış cevaplarda öğrenciler, üçgeni farklı konumlarda çizmeye çalışmış, ancak köşe noktalarında çizmedikleri için eş üçgenler elde edememişlerdir. Bu cevap Resim 493'de verilmiştir.

Resim 493

*Etkinlik 9.3 altıncı işlem basamağı yanlış cevap örneği-2*



**Yedinci işlem basamağı:** Oluşan iki üçgenin toplam alanını yazma ile ilgilidir ve 9 grup doğru ve 1 grup yanlış cevap vermiş, 3 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevap veren grup bir önceki işlem basamağı için verilen geribildirimle rağmen yanlış devam edip çizdiği dörtgenle birlikte 2 teğetler dörtgeninin alanını yazmıştır. Bu cevap Resim 494'de yer almaktadır.

Resim 494

*Etkinlik 9.3 yedinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$2 \cdot A(ABCD)$$

Doğru cevaplar Resim 495’de örneklendirilmiştir.

Resim 495

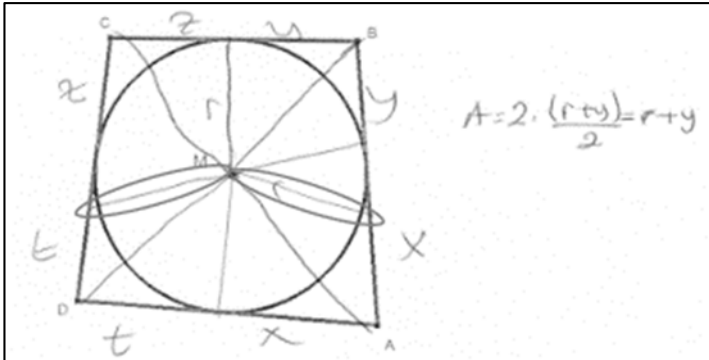
*Etkinlik 9.3 yedinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$\frac{r+y}{2} + \frac{r+y}{2} = r+y$$

**Sekizinci işlem basamağı:** Tüm şekilde üçgenlerin çizilmesi istenmiştir. Elde edilen cevaplara göre, 9 grup doğru, 1 grup yanlış ve 1 grup eksik cevap vermiş, 2 grup cevap vermeyi tercih etmemiştir. Yanlış cevap incelendiğinde, teğet dikmelerinin yanında özel konuma sahip olmayan doğru parçaları da çizilmiştir. Bu cevap Resim 496’da görülmektedir (sözü edilen doğru parçaları dairesel şekiller ile gösterilmiştir).

Resim 496

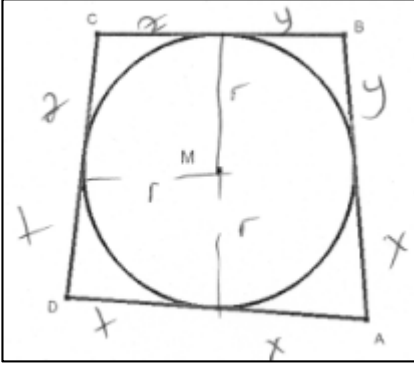
*Etkinlik 9.3 sekizinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Eksik cevapta öğrenciler, sadece bir teğet uzunluğunu çizerek bırakmıştır. Bu cevap Resim 497’de verilmiştir.

Resim 497

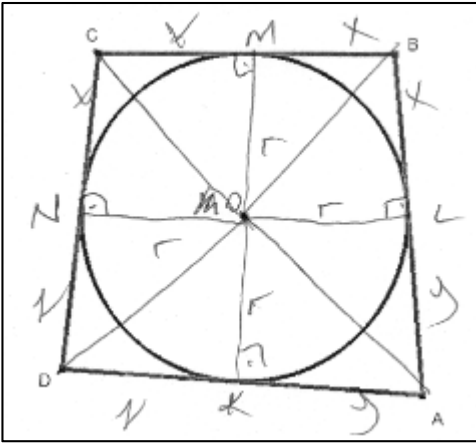
*Etkinlik 9.3 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



Doğru cevaplar Resim 498'de örneklendirilmiştir.

Resim 498

*Etkinlik 9.3 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



**Dokuzuncu işlem basamağı:** Bu işlem basamağında öğrencilerden, tüm köşelerdeki eş üçgenlerin toplam alanlarını yazmaları istenmiştir. Buna göre, 11 grup doğru cevap verirken, 2 grup boş bırakmıştır. Yanlış veya eksik cevaba rastlanmamıştır. Doğru cevaplara Resim 499'da bir örnek verilmiştir.

Resim 499

*Etkinlik 9.3 dokuzuncu işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$A = \begin{matrix} x \cdot r \\ A \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} y \cdot r \\ D \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} b \cdot r \\ C \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} a \cdot r \\ B \end{matrix} \right\}$$

**Onuncu işlem basamağı:** Dörtgenin toplam alanının yazılarak, şeklin çevresi ile ilişkisinin olup olmadığının tartışılması ile ilgilidir. Cevaplar, 10 doğru ve 1 yanlış cevap olarak gruplandırılırken, 2 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevapta öğrencilerin alan bağıntısını köşelerden birisinde yer alan üçgenleri eksik belirterek ve çarpma işlemi yapmak yerine toplama işlemi yaparak yazdığı gözlenmiştir. Bu cevap Resim 500'de görülebilir.

Resim 500

*Etkinlik 9.3 onuncu işlem basamağı yanlış cevap örneği*

$$\frac{2(r+y)}{2} + \frac{2(r+z)}{2} + \frac{2(r+x)}{2} //$$

Doğru cevaplara Resim 501'de örnek verilmiştir.

Resim 501

*Etkinlik 9.3 onuncu işlem basamağı doğru cevap örneği*

$$\begin{aligned} r \cdot g + r \cdot a + r \cdot h + r \cdot b &= A(ABCD) \\ r(g+a+h+b) &= A(ABCD) \\ \text{Bağıntılıdır} \\ \frac{A(ABCD)}{r(g+a+h+b)} &= \frac{r}{2} \end{aligned}$$

Doğru cevapların bazılarında öğrencilerin alan ifadesini hem sözel hem de eşitlik olarak belirttiği gözlenmiştir. Bu cevaplar Resim 502'de örneklendirilmiştir.

Resim 502

Etkinlik 9.3 onuncu işlem basamağı doğru cevap örneği-2

$$yE + zr + br + ar$$

$$r(y+z+b+a)$$

Alan şeklin çevresinin yarıçapının çarpımıdır.

**On birinci işlem basamağı:** Öğrencilerden, bir genelleme yapmaları istenmiştir. Elde edilen cevaplardan 5'i doğru, 2'si yanlış ve 3'ü eksik cevap olarak gruplandırılırken, 3 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevapların birisinde, teğetler dörtgeni yerine üçgenin alanı üzerine durulduğu gözlenmiştir. Bu cevap Resim 503'de görülebilir.

Resim 503

Etkinlik 9.3 on birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği

\* Dik üçgende dik 2 kenarının çarpımının yarısı dik üçgenin alanına eşittir.  $\frac{1}{2}$

\* Bir üçgenin 2 kenarı ve 1 açısı eşit ise bu üçgenler birbirine eşittir.

Diğer bir yanlış cevapta ise öğrencilerin bir genelleme yapmadıkları, eşitlik olarak alan bağıntısını yazdığı ancak teğetler dörtgeninin çevresi yerine çemberin çevresini kullandığı gözlenmiştir. Resim 504'de bu cevaba yer verilmiştir.

Resim 504

Etkinlik 9.3 on birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-2

Kuvvetim.  $2\pi$  Çevre ise

$$\frac{\text{Alan}}{r} = \frac{C}{2}$$

$4r^2$  alan

$$\frac{C}{2\pi} = \frac{A}{4r}$$

Eksik cevaplarda, teğetler dörtgeninin çevresinin yarısı ile yarıçap çarpımı ifadesinde *yarısı* ifadesinin bulunmadığı, bu nedenle eksik cevap olması uygun görülmüştür. Bu cevaplara örnek Resim 505’de yer almaktadır.

Resim 505

*Etkinlik 9.3 on birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Teğetler dörtgeninin çevresiyle acentenin yarıçapının çarpımı olarak verilir.

Doğru cevaplara örnek Resim 506’da verilmiştir.

Resim 506

*Etkinlik 9.3 on birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Teğetler dörtgeninin alanı çevresinin yarısı ile  $r$  nin çarpımına eşittir.

**On ikinci işlem basamağı:** AT ve DGY’nin sağladığı büyük fırsatlar çerçevesinde, öğrencilerden teğet noktalarını hareket ettirilerek alan bağıntısının değişme durumunu gözlemlenmeleri istenmiştir. Kâğıt kalem ortamında olası görülmeyen bu işlemin sonucunda, öğrencilerin büyük bölümünün değişme olmadığını rahatlıkla gözlemleyerek doğru cevap verdiği gözlenmiştir. 10 doğru cevaba karşın, 3 grup boş bırakmayı tercih etmiştir. Doğru cevaplar Resim 507’de örneklendirilmiştir.

Resim 507

*Etkinlik 9.3 on ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

Teğetler dörtgeni süreci değişmez.

(Öğrenci cevabı: teğet olduğu sürece değişmez)

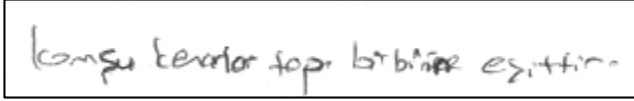
**5.2.5.4. Etkinlik 9.4. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik 9.4, karenin teğetler dörtgeni olma koşulunu sağlayıp sağlamadığının sınanması ile ilgilidir. DGY yardımıyla kare ve

kareye iç teğet çemberi çizilmiştir. Böylece geometrik özellikleri korunabilen ve üzerinde manipülasyon yapma fırsatı bulunan bir teğetler dörtgeni inşa edilmiştir.

Öncelikle ilk işlem basamağında öğrencilerin, teğetler dörtgeni olma koşulunu hatırlamaları amacıyla bu koşulu yazmaları istenmiştir. 8 grup doğru hatırlarken, 1 grup yanlış hatırlamış ve 4 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevap incelendiğinde, komşu kenarların birbirine eşit olduğuna bilgisine yer verildiği görülmüştür. Karşılıklı kenar toplamalarının eşit olduğu belirtilmediğinden yanlış olarak değerlendirilmiştir. Bu cevap Resim 508’de görülebilir.

Resim 508

*Etkinlik 9.4 birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*




Komşu kenarlar top. birbirine eşittir.

Doğru cevaplar ise, Resim 509’da örneklendirilmiştir.

Resim 509

*Etkinlik 9.4 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



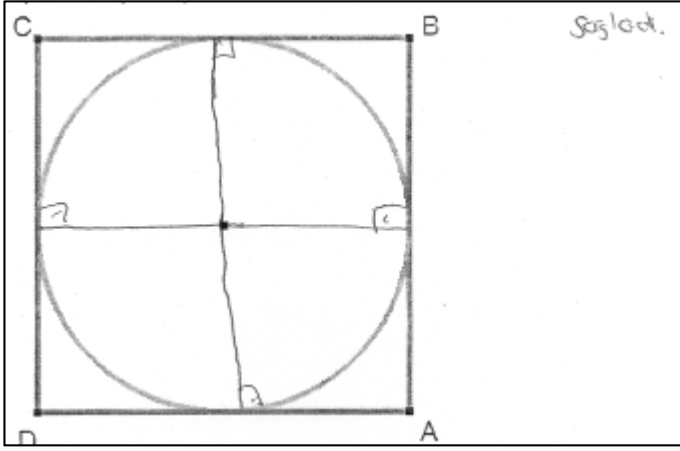
Karşılıklı kenarların toplamı birbirine eşittir.

**İkinci işlem basamağı:** İlk etkinlikteki animasyonda yolların kare şeklinde olması durumunda olsaydı teğetler dörtgeni olma durumunu sağlayıp sağlamadığı sorulmuş ve çizerek tartışmaları istenmiştir. Buna göre cevaplar, 6 doğru, 2 yanlış ve 5 eksik cevap olarak gruplandırılmıştır. Eksik cevaplarda öğrencilerin, karenin koşulu sağladığını belirttikleri ancak bunla ilgili çizim yapmadıkları ya da eksik yaptıkları görülmüştür. Bu cevaplar Resim 510’da örneklendirilmiştir.



Resim 510

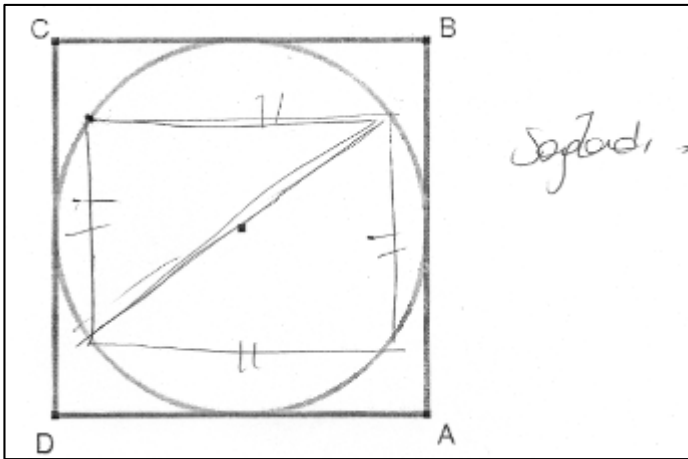
*Etkinlik 9.4 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



Örnek resimde, teğet dikmeleri çizilmiş ve *sağladı* ifadesine yer verilmiş, ancak kenar uzunlukları ile ilgili herhangi bir bilgi verilmemiştir. Yanlış cevaplardan ikisinde şekiller yanlış çizilmiş ve bu yanlış şekiller üzerinden öğrenciler gözlem yapmıştır. Bunlara örnek Resim 511’de verilmiştir.

Resim 511

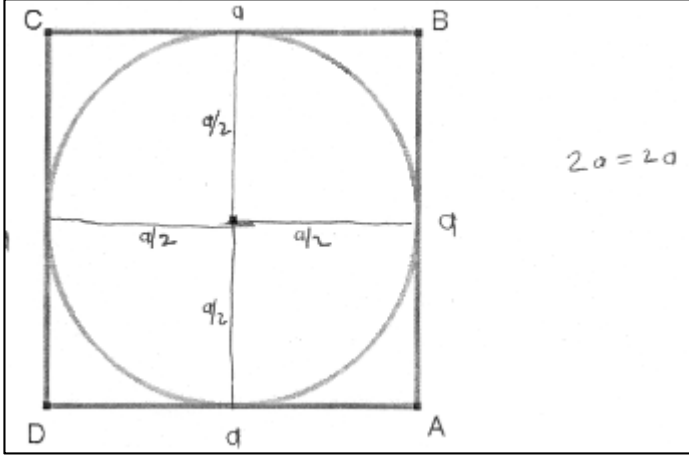
*Etkinlik 9.4 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Diğer yanlış cevapta öğrenciler şekli çizme kısmında doğru ilerlerken değer verirken hata yapmışlardır. Bu cevaba Resim 512’de yer verilmiştir.

Resim 512

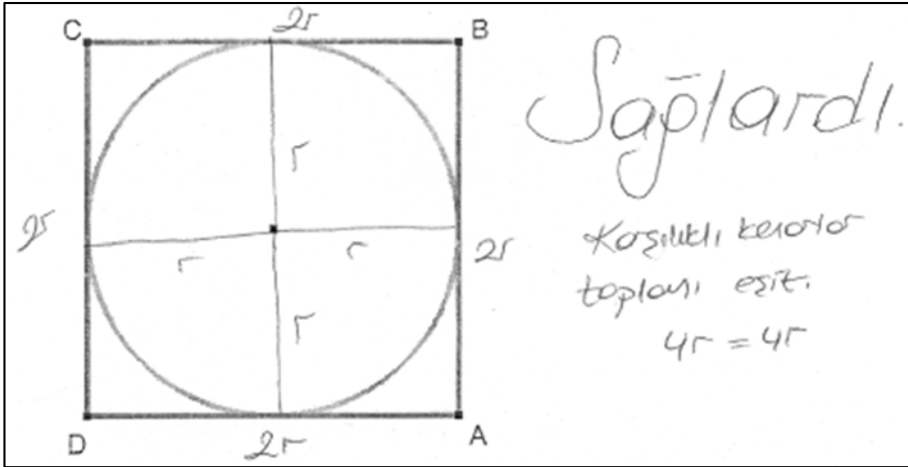
*Etkinlik 9.4 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği-2*



Doğru cevaplar ise Resim 513'de örneklendirilmiştir.

Resim 513

*Etkinlik 9.4 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



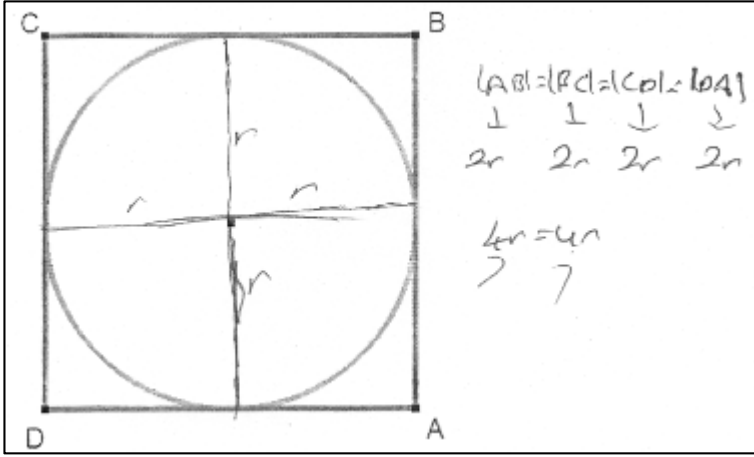
**Üçüncü işlem basamağı:** Karenin kenar ölçülerinin yazılması istenmiştir. Buna göre

8 grup doğru, 1 grup yanlış ve 4 grup eksik göstermiştir. Doğru cevaplara örnek Resim

514'de görülmektedir.

Resim 514

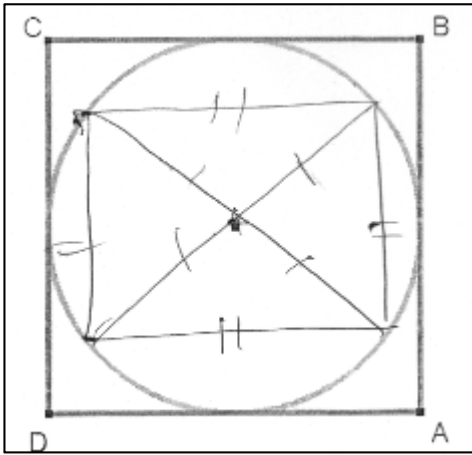
*Etkinlik 9.4 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



Yanlış cevap, Resim 515’de yer almaktadır ve incelendiğinde, geri bildirim verilmesine rağmen öğrencilerin bir önceki basamakta yaptıkları hatalı çizim üzerinden hareket ettikleri gözlenmiştir.

Resim 515

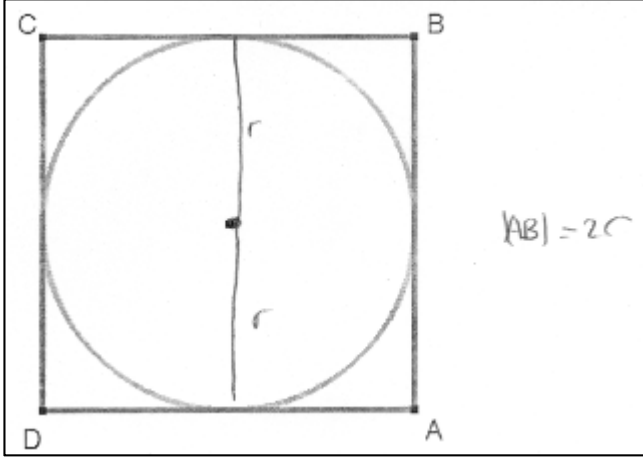
*Etkinlik 9.4 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Eksik cevaplarda ise öğrencilerin, karenin bir kenar uzunluğunu belirttikleri gözlenmiştir. Bu durum karenin teğetler dörtgeni olma durumunu incelemeye yeterli değildir. Bu cevap Resim 516’da görülebilir.

Resim 516

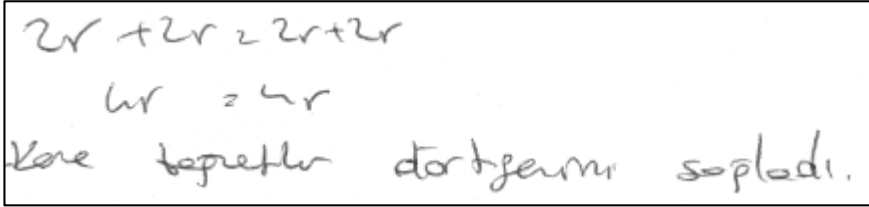
*Etkinlik 9.4 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*



**Dördüncü işlem basamağı:** Karenin teğetler dörtgeni olma durumunun tartışılmasının istendiği basamaktır. 6 grup doğru ve 6 grup eksik cevap verirken, 1 grup boş bırakmıştır. Doğru cevaplar Resim 517'de örneklendirilmiştir.

Resim 517

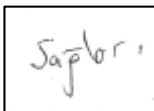
*Etkinlik 9.4 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



Eksik cevaplarda, öğrencilerin sadece *sağlar* ifadesini kullandıkları, bunu gösterir herhangi bir kanıt göstermedikleri gözlenmiştir. Bu cevaplara Resim 518'de örnek verilmiştir.

Resim 518

*Etkinlik 9.4 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*



**Beşinci işlem basamağı:** Öğrencilerden, sadece *sonuç* butonuna basmaları istendiğinden ve herhangi bir işleme gerek duyulmadığından değerlendirmeye alınmamıştır.

Etkinlik 9.4’de, teğetler dörtgeni olma koşulu DGY’nin sağlamış olduğu şekillerin geometrik özelliklerini koruma kolaylığı ile kare için incelenmiştir.

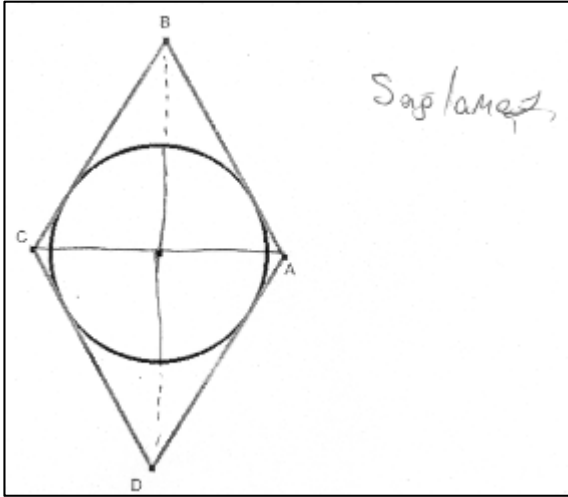
**5.2.5.5. Etkinlik 9.5. Birinci işlem basamağı:** Etkinlik9.5, dördüncüye benzer şekilde bu kez eşkenar dörtgenin teğetler dörtgeni olma koşulunun incelenmesi ile ilgilidir.

Geometrik özellikleri korunarak oluşturulan ve bu özellikler korunacak şekilde üzerinde değişiklikler yapma fırsatı sunan DGY, böylece koşulu incelemede büyük kolaylık sağlamıştır.

İlk işlem basamağında, ilk etkinlikteki animasyona göre yolların eşkenar dörtgen olma durumunda teğetler dörtgeni olma koşulunu sağlayıp sağlamadığının incelenmesi istenmiştir. Cevaplar incelendiğinde, 4 grup doğru, 4 grup yanlış, 4 grup eksik ve 1 grup beklenin dışında cevap vermiştir. Yanlış cevaplar incelendiğinde, sağlamaz cevabı alındığı veya yanlış çizimler yapıldığı gözlenmiştir. Bu cevaplar Resim 519’da örneklendirilmiştir.

Resim 519

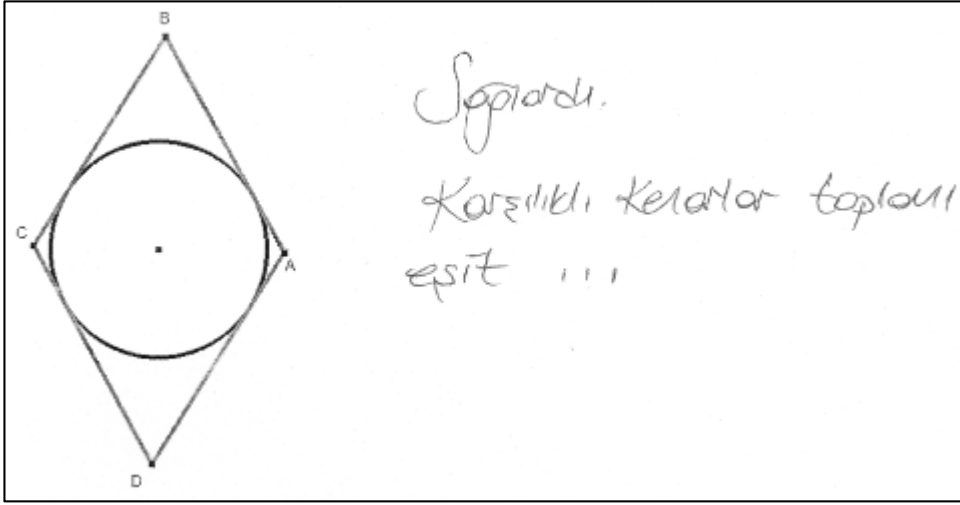
*Etkinlik 9.5 birinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Eksik cevaplarda, çizim yapılmadan sadece eşitliği sağladığı belirtilirken karşılıklı kenarların eşitliği ile ilgili herhangi bir bağıntı yazılmadığı görülmüştür. Başka bir deyişle herhangi bir ispat girişiminde bulunmamışlardır. Bu nedenle eksik cevap olarak kabul edilmişlerdir. Bu cevaplara örnek Resim 520’de verilmiştir.

Resim 520

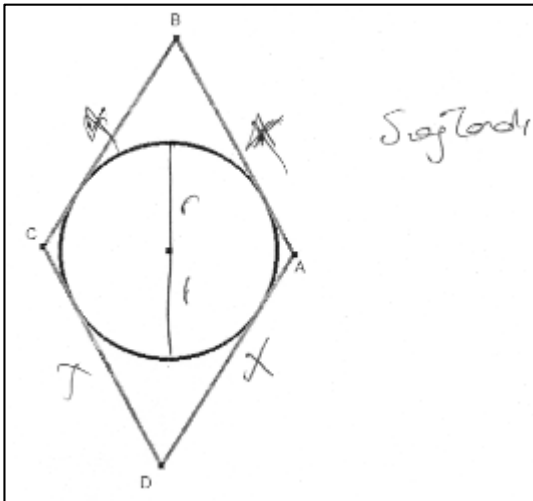
*Etkinlik 9.5 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



Doğru cevaplarda karşılıklı kenarların eşitliğinin belirtildiği ve sağılar ifadesinin kullanıldığı görülmüştür. Bu cevaplara örnek Resim 521’de görülebilir.

Resim 521

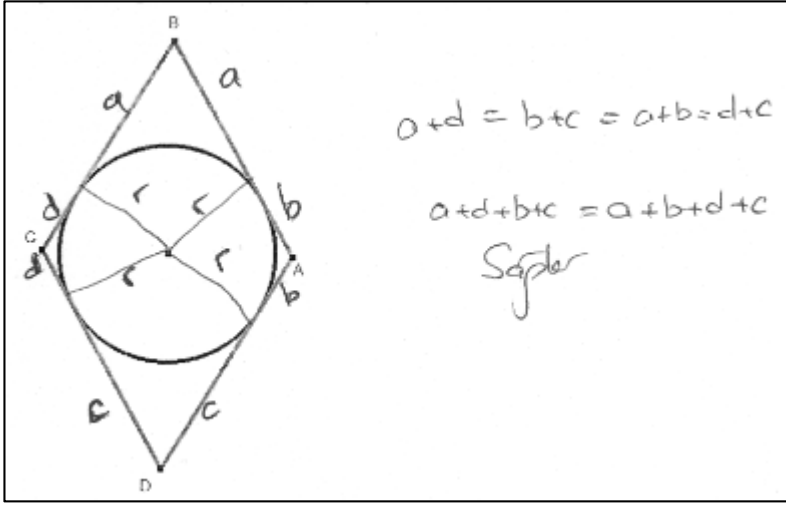
*Etkinlik 9.5 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



Beklenenin dışında verilen doğru cevapta ise, hem çizerek hem de bağıntı yazılarak eşkenar dörtgenin diğer etkinliklerde olduğu gibi teğetler dörtgeni olma durumu ispatlandığı görülmüştür. Bu guruba ait cevap Resim 522’de görülmektedir.

Resim 522

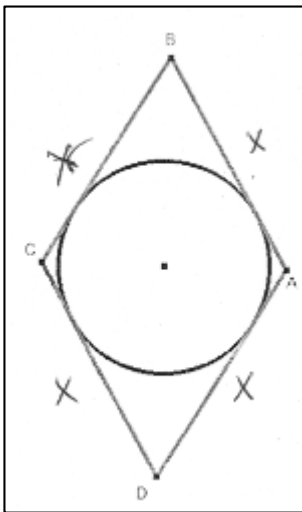
*Etkinlik 9.5 birinci işlem basamağı beklenenin dışında doğru cevap örneği*



**İkinci işlem basamağı:** Öğrencilerin, teğet noktalarından köşe noktalarına olan mesafeleri harflerle göstermeleri istenmiştir. 9 doğru ve 2 eksik cevabın alındığı basamakta 2 grup boş bırakmıştır. Eksik cevaplarda, öğrencilerin *teğet noktasına kadar olan mesafeler...* ifadesini dikkate almadan harflerle belirttikleri gözlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 523'de verilmiştir.

Resim 523

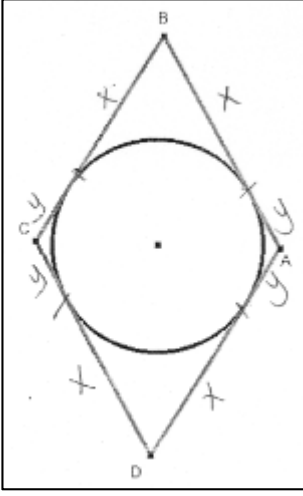
*Etkinlik 9.5 ikinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



Doğru cevaplar ise Resim 524'de örneklendirilmiştir.

Resim 524

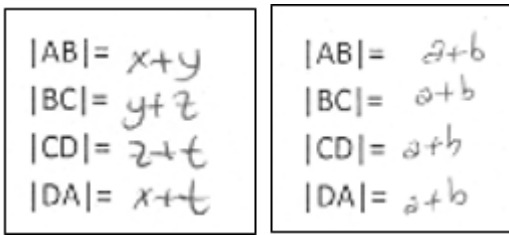
*Etkinlik 9.5 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



**Üçüncü işlem basamağı:** Öğrencilerden, eşkenar dörtgene verilen harflerle belirtilen kenar uzunluklarını yazmaları istenmiştir. Cevaplara göre, 13 grubun doğru cevap verdiği kabul edilmiştir. Bu cevapların bir kısmında kenar uzunlukları şekle verilen farklı harflerle gösterilirken, diğerlerinde eşkenar dörtgenin kenar özellikleri dikkate alınarak gösterilmiştir. Bu cevaplara örnekler Resim 525’de verilmiştir.

Resim 525

*Etkinlik 9.5 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



**Dördüncü işlem basamağı:** Öğrencilerden, eşkenar dörtgenin kenar uzunlukları ile ilgili genellemeyi hatırlayarak teğet noktasına olan mesafeler ile ilgili harf gösterimini gözden geçirmeleri istenmiştir. Cevapların 3’ü doğru, 2’si yanlış ve 6’sı eksik olarak değerlendirilirken 2 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevaplarda teğet noktası ile köşe noktası arasındaki mesafelerin gösterimi yanlış olarak değerlendirilmiştir. Bu cevaplar Resim 526’da örneklendirilmiştir.



Resim 526

*Etkinlik 9.5 dördüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

Uzaklık 2'dir

Eksik cevaplarda, uzaklıkların eşit olduğu belirtilmiş ancak bu bilgiden tüm mesafelerin eşit olduğu anlaşılacağından hangi uzunlukların eşit olduğunu belirtmeleri beklenmiştir. Resim 527'de bu cevaplara örnek verilmiştir.

Resim 527

*Etkinlik 9.5 dördüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*

eşittir.

Doğru cevaplara ise örnek Resim 528'de verilmiştir.

Resim 528

*Etkinlik 9.5 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

$y + z + t = y + z + t$   
 $x = z$   
 $y = t$

**Beşinci işlem basamağı:** Eşkenar dörtgenin, teğetler dörtgeni olma koşulunu belirtmeleri istenen bu basamakta, 3 gurubun cevabı doğru ve 10 gurubun cevabı eksik olarak gruplandırılmıştır. Eksik cevaplarda, öğrencilerin şartı sağladığını belirttikleri ancak herhangi bir açıklama ya da bağıntı yazmadıkları gözlenmiştir. Bu cevaplar Resim 529'da örneklendirilmiştir.

Resim 529

*Etkinlik 9.5 beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Evet.

Doğru cevaplara örnek ise Resim 530'da verilmiştir.

Resim 530

*Etkinlik 9.5 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

*+ty = +ty olduğu için teğetler dörtgeni olma şartını sağlar.*

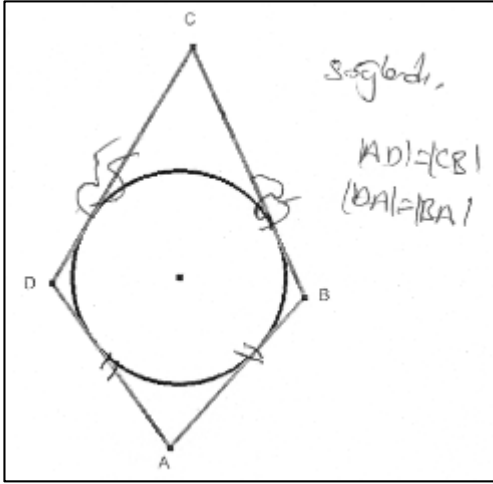
**Altıncı işlem basamağı:** Öğrencilere, sadece geri bildirim verildiğinden herhangi bir işlem içermemekte ve öğrencilerden herhangi bir cevap beklenmemektedir. Bu nedenle analiz yapmaya ihtiyaç duyulmamıştır.

Etkinlik 5 ile öğrencilere teğetler dörtgeni ile ilgili bilgilerini derinleştirme amacıyla, eşkenar dörtgenin teğetler dörtgeni olma durumunu incelemeleri sağlanmıştır. AT ortamının sunum kolaylığı ve DGY'nin şekilleri ve özelliklerini oluşturma ve koruma becerisi etkinliğin amacına ulaşmasında önemli fırsatlar sunmuştur.

**5.2.5.6. Etkinlik 9.6. Birinci işlem basamağı:** Bu etkinlikte, deltoidin teğetler dörtgeni olma durumu incelenmiştir. Bu amaçla ilk işlem basamağında öğrencilerin bu koşulun sağlanıp sağlanamayacağını çizerek tartışmaları istenmiştir. Cevaplar 6 doğru ve 6 eksik cevap olarak gruplanmış ve 1 cevabın boş bırakıldığı gözlenmiştir. Eksik cevaplarda kenarların doğrudan eşitliği ya da sadece sağladığı belirtilerek cevap verildiği gözlenmiştir. İspatlama girişimi olmadığından eksik cevap olarak gruplanmıştır. Resim 531'de yer alan örnekte deltoidin kenar eşitlikleri gösterilmiş ancak köşe noktaları ile teğet noktaları arasındaki mesafeler harflerle gösterilmemiştir.

Resim 531

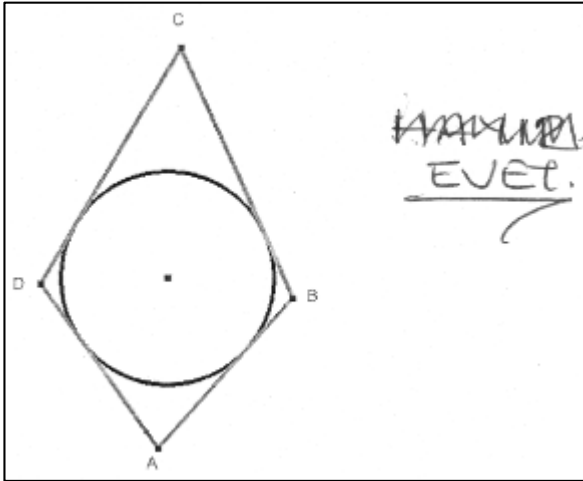
*Etkinlik 9.6 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



Diğer bir eksik cevapta (bkz. Resim 532), sadece sağladığı belirtilmiş herhangi bir ispat girişimine rastlanmamıştır.

Resim 532

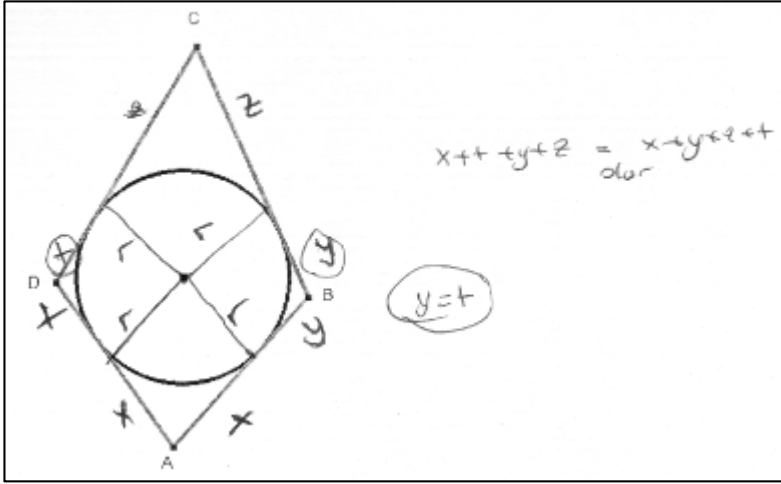
*Etkinlik 9.6 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği-2*



Doğru cevaplar, Resim 533'de örneklendirilmiştir. Doğru cevapta öğrenciler kare ve eşkenar dörtgende olduğu gibi deltoidin teğetler dörtgeni olma koşulunu sağladığını ispatlamışlardır.

Resim 533

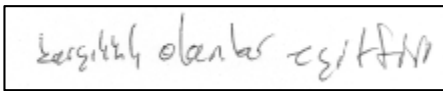
*Etkinlik 9.6 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



**İkinci işlem basamağı:** Deltoidde, teğet noktalarına olan mesafelerin karşılaştırılmasının istendiği ikinci basamakta, 9 grup doğru ve 1 grup yanlış cevap verirken 3 grup boş bırakmıştır. Yanlış cevaba göre, öğrenciler karşılıklı olanların eşit olduğunu belirtmiştir. Ancak etkinlikte verilen şekle göre C ve A köşelerinde karşılıklı uzunlukların eşit olmadığı düşünüldüğünden cevap yanlış olarak değerlendirilmiştir. Bu cevap Resim 534’de verilmiştir.

Resim 534

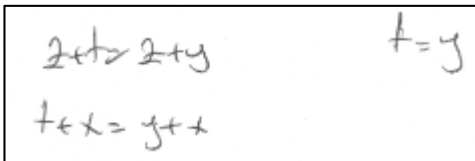
*Etkinlik 9.6 ikinci işlem basamağı yanlış cevap örneği*



Doğru cevaplar ise Resim 535’de örneklendirilmiştir.

Resim 535


*Etkinlik 9.6 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*



**Üçüncü işlem basamağı:** Deltoidin, elde edilen bilgiler ışığında teğetler dörtgeni olma durumunun tartışılması istenmiştir. 2 grup doğru ve 10 grup eksik cevap verirken 1 grup boş bırakmıştır. Eksik cevaplarda belirtilen koşulun sağlama durumu sadece *sağlar* ya da *evet* ifadeleri ile belirtilmiş, nedeninden bahsedilmemiştir. Bu cevaplara örnek Resim 536'da verilmiştir.

Resim 536

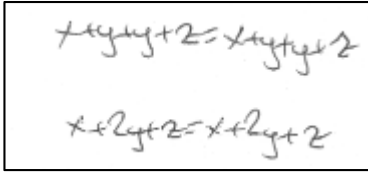
*Etkinlik 9.6 üçüncü işlem basamağı eksik cevap örneği*



Doğru cevaplar ise Resim 537'de örneklendirilmiştir.

Resim 537

*Etkinlik 9.6 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



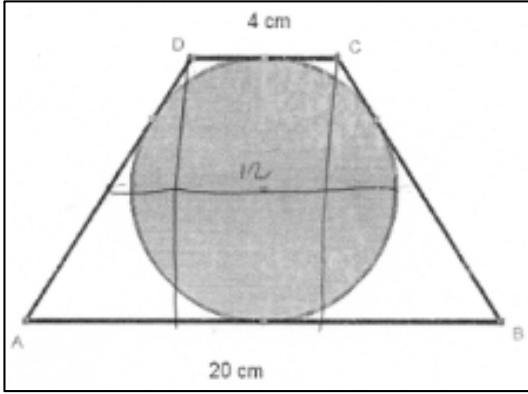
**Dördüncü işlem basamağı:** Sadece geribildirim gerçekleştirdiği için herhangi bir cevap beklenmemektedir. Bu nedenle analiz yapılmamıştır.

Deltoid şeklinin teğetler dörtgeni olma durumu incelenirken, özellikle matematiksel özellikleri oluşturmayı ve korumayı sağlayan DGY büyük kolaylık sağlamıştır. Etkileşim, etkinliğin durumuna göre kullanılmakla birlikte, AT sınıf ortamında sunum açısından önemli rol oynamıştır.

**5.2.5.7. Alıştırma 9.** Alıştırmada, teğetler dörtgeni olan ikizkenar yamuğun içine çizilmiş iç teğet olan bir dairenin alanı sorulmuştur. 9 grup doğru, 3 grup eksik cevap verirken, 1 grup yanlış cevap vermiştir. Yanlış verilen cevap incelendiğinde, yanlış yöntem uyguladığı gözlenmiştir. Yanlış cevap Resim 538'de verilmiştir.

Resim 538

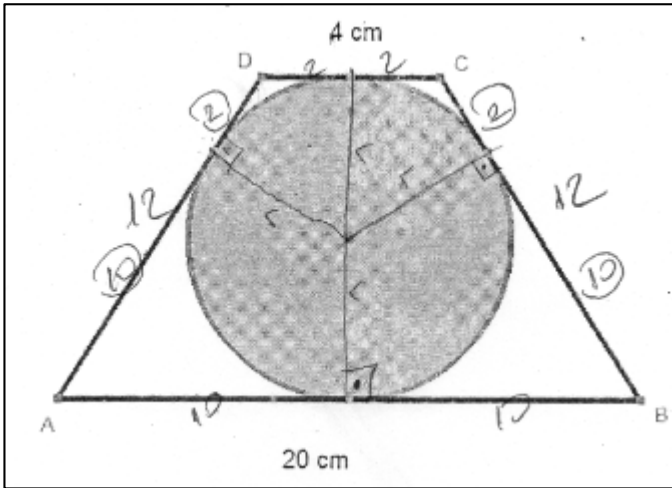
*Alıştırma 9 yanlış cevap örneği*



Eksik cevaplarda, öğrencilerin şekil üzerinde çizimlerini doğru yaptıkları ve köşe noktaları ile teğet noktaları arasındaki mesafeleri doğru hesapladıkları ancak alan hesaplamasını yapamadıkları gözlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 539'da gösterilmiştir.

Resim 539

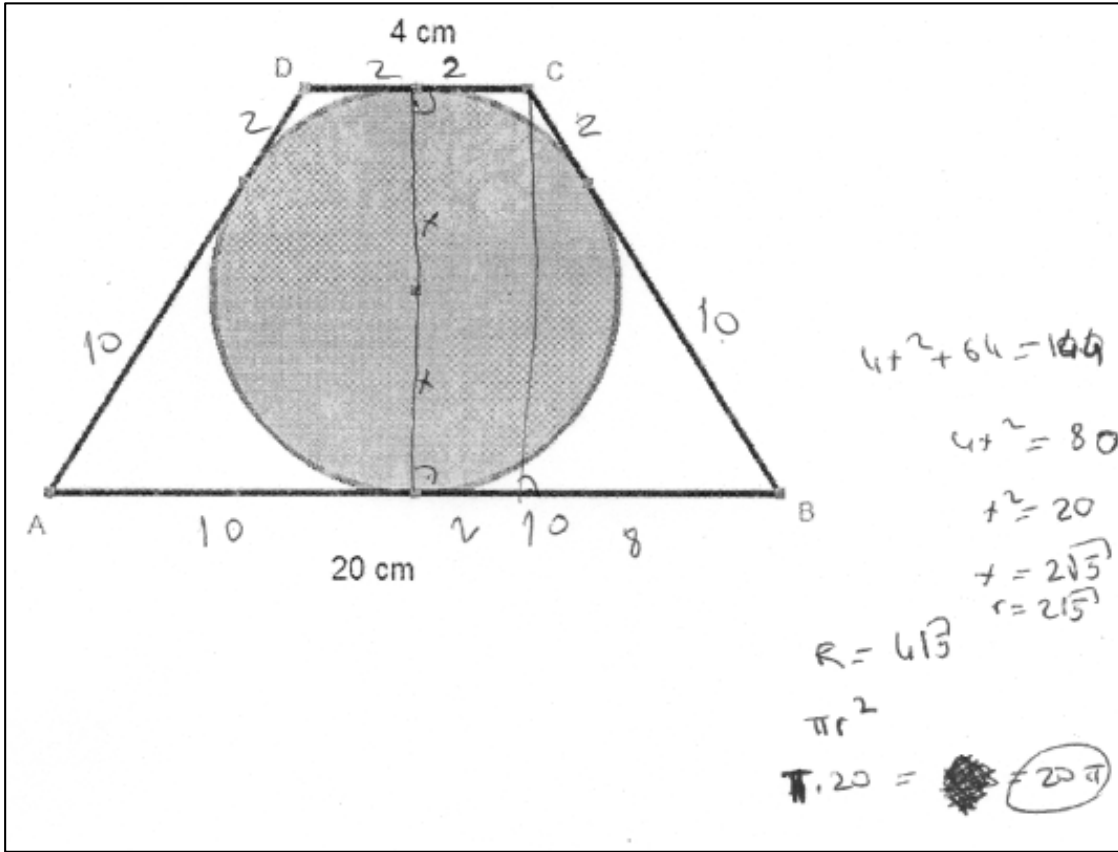
*Alıştırma 9 yanlış eksik örneği*



Doğru cevaplar Resim 540'de örneklendirilmiştir.

Resim 540

Alıştırma 9 doğru cevap örneği



Kazanım 9'a ait etkinliklerde, bir çembere çizilen teğetlerle ilgili kavram ve genellemeler ile kare, deltoid ve eşkenar dörtgen gibi şekillerin teğetler dörtgeni olma durumları incelenmiştir. AT ile etkileşim içerisinde bir takım şekil manipülasyonlarının ve bunların geometrik özelliklerin korunarak gerçekleştirilmesi öğretim açısından önemli görülmektedir. Ayrıca dinamik geometri ortamının şekilleri ve bunlara bağlı geometrik özellikleri oluşturmada kullanımının öğretim sürecinin en önemli parçalarından biri olduğu düşünülmektedir.

### 5.3. Alt Problem 2.2 Bulgular: Etkileşim Analizi

Araştırmanın birinci alt probleminin üçüncü maddesinde öğrencilerin ÇDM'de yer alan etkinliklerle gerçekleştirdikleri etkileşimler, etkileşimleri içeren video verilerine ve ÖÇK cevaplarına karşılaştırmalı olarak içerik analizi uygulanmıştır. Etkileşim, etkinliklerde

gerçekleştirilen işlem basamağının amacına ve üzerinde işlem yapılan nesneye uygulanma biçimine göre çeşitli alt davranışlara ayrılmıştır. Etkileşimi oluşturan davranışlar ve buldukları kategoriler Tablo 26’da belirtilmiştir.

Tablo 26

*Etkileşim Kategorileri*

<u>Etkileşim Türü</u>	<u>Doğrudan Etkileşim</u>		<u>Dolaylı Yoldan Etkileşim</u>		<u>Değişim Gözleme (Değer, Formül, ifade ...)</u>
	<u>Bağımlı</u>	<u>Bağımsız</u>	<u>Bağımlı</u>	<u>Bağımsız</u>	
1. Nesneleri Taşıma	1a	1b	1c	1d	1e
2. Nesneleri Döndürme	2a	2b	2c	2d	2e
3. Nesneleri Gösterme / Gizleme	3a	3b	3c	3d	3e
4. Nesneleri Büyütme / Küçültme	4a	4b	4c	4d	4e

Tablo 26’da görüldüğü üzere nesnelere üzerinde yapılan etkileşimli işlemler dört gruba ayrılmıştır:

1. Nesnelere Taşıma
2. Nesnelere Döndürme
3. Nesnelere Gösterme / Gizleme
4. Nesnelere Büyütme / Küçültme



Her bir etkileşimde, bu etkileşimden etkilenecek nesnenin doğrudan etkilenmesi ya da etkileşim sonucu üzerinde işlem yapılan nesnenin hareketinden başka bir nesnenin etkilenmesi dikkate alınarak, bunun yanında etkileşim sonucu eğer öğrenciler bir değer, formül, ifade gibi cebirsel bilgi değişimleri gözlemlemiş ise bu da dikkate alınarak etkileşim üç gruba ayrılmıştır:

1. Doğrudan Etkileşim
2. Dolaylı Etkileşim
3. Değişim gözlemeleme (değer, ifade, formül, vs.)

Bu kategorilerden doğrudan ve dolaylı etkileşim, üzerinde işlem yapılması hedeflenen nesnenin başka bir nesne üzerinde ya da onun sınırları üzerinde hareket etme durumuna göre iki alt gruba ayrılmıştır:

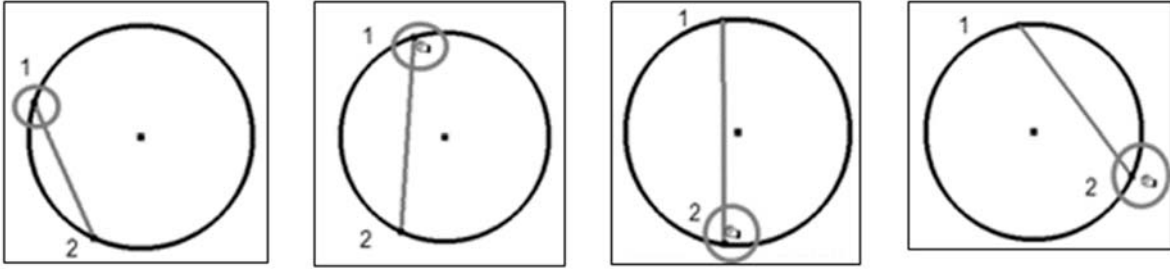
1. Bağımlı
2. Bağımsız

Tablo 26'da görüldüğü üzere, etkileşim davranışları sözü edilen birden fazla grup ve alt gruplara girme biçimine göre örneğin, *Nesneleri Taşıma* davranışı *1a-Doğrudan, bağımlı olarak nesnelere taşıma davranışı*, *1b- Doğrudan, bağımsız olarak nesnelere taşıma davranışı*, *1c- Dolaylı yoldan, bağımlı olarak nesnelere taşıma davranışı*, *1d- Dolaylı yoldan, bağımsız olarak nesnelere taşıma davranışı* ve *1e-Nesnelerin hareketinden değer, ifade, formül vs. gözlenmesi* biçiminde maddelere ayrılmıştır. Bu davranışlara aşağıda madde madde örnek verilmiştir:

**1a- Doğrudan, bağımlı olarak nesnelere taşıma davranışı:** Örneğin, kiriş olma olasılığı olan bir doğru parçasını, uçları çember üzerinde olacak ve sadece çember üzerinde hareket edebileceği etkileşim davranışı. Kiriş olma olasılığından kasıt, doğru parçasının uç noktaları çember üzerinde değilse kiriş olamayacağıdır. Resim 541'de, doğru parçasının uç noktaları çember üzerinden başka bir yere taşınamayacağı için kiriş olmuştur.

Resim 541

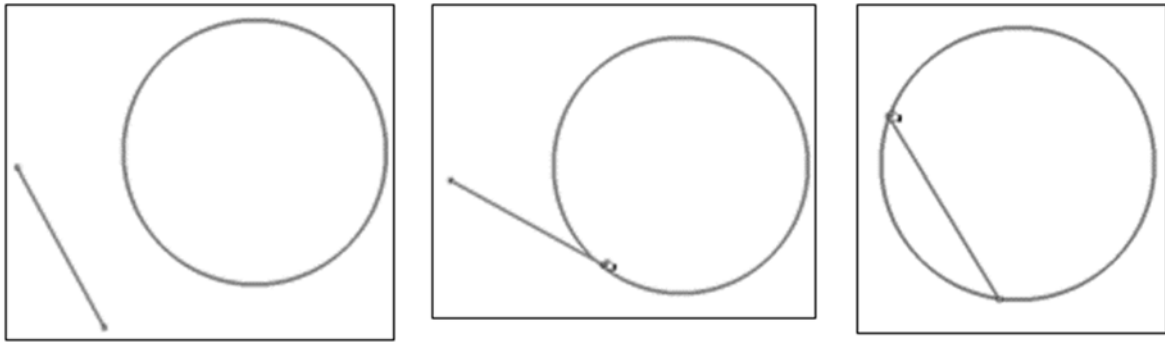
*1a- Doğrudan, bağımlı olarak nesnelere taşıma davranışı*



**1b- Doğrudan, bağımsız olarak nesnelere taşıma davranışı:** Örneğin, kiriş olma olasılığı olan bir doğru parçasını, uçları çember üzerinde değilken ve herhangi bir nesneden bağımsız olarak, ekran üzerinde serbestçe taşınıp uçları çember üzerinde olacak biçimde hareket ettirerek kiriş olmasını sağlamak için gerçekleştirilen etkileşim davranışıdır (bkz. Resim 542).

Resim 542

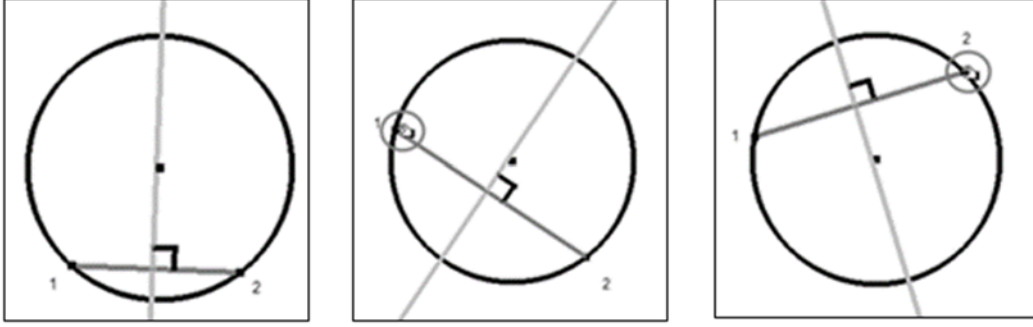
*1b- Doğrudan, bağımsız olarak nesnelere taşıma davranışı*



**1c- Dolaylı yoldan, bağımlı olarak nesnelere taşıma davranışı:** Örneğin, kiriş olma olasılığı olan bir doğru parçasının orta dikme doğrusunu, kirişin uçlarının çember üzerinde olacağı ve sadece çember üzerinde hareket edebileceği, doğrudan orta dikme doğrusu üzerinde etkileşimde bulunulmayan, orta dikme üzerinde doğru parçası aracılığıyla gerçekleştirilen etkileşim davranışıdır (bkz. Resim 543).

Resim 543

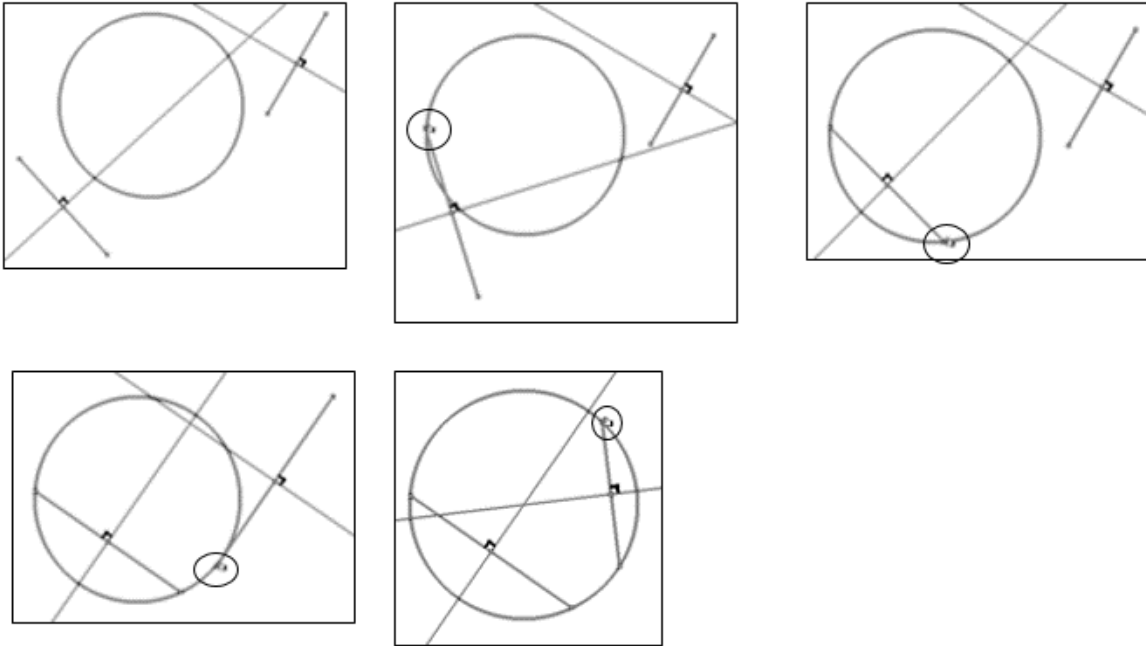
*1c- Dolaylı yoldan, bağımlı olarak nesnelere taşıma davranışı*



**1d- Dolaylı yoldan, bağımsız olarak nesnelere taşıma davranışı:** Örneğin, giriş olma olasılığı olan bir doğru parçasının orta dikme doğrusu, doğru parçasının uçları çember üzerinde değilken ve herhangi bir nesneden bağımsız olarak, ekran üzerinde doğru parçası aracılığıyla serbestçe taşınıyor. Doğru parçasının giriş olmasını sağlayarak, dolaylı yoldan girişin orta dikme doğrusunun taşınması amacıyla gerçekleştirilen etkileşim davranışı (bkz. Resim 544).

Resim 544

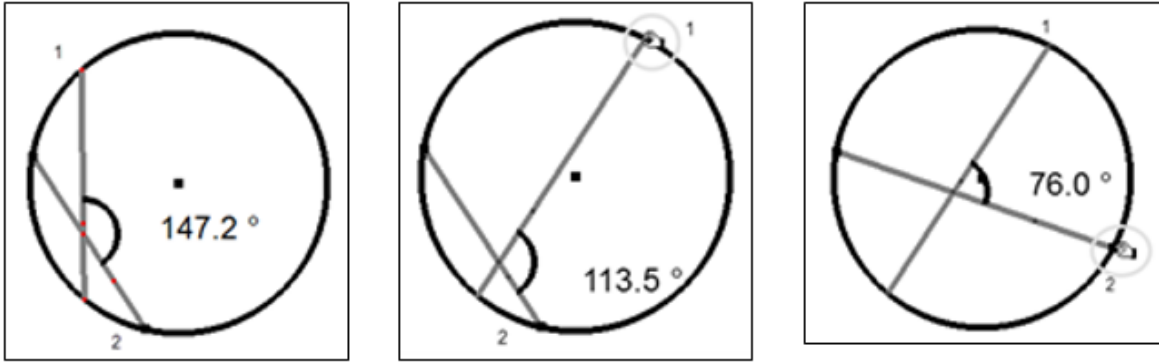
*1d- Dolaylı yoldan, bağımsız olarak nesnelere taşıma davranışı*



**1e-Nesnelerin hareketinden değer, ifade, formül vs. gözlenmesi:** Nesnelerin dolaylı ya da dolaysız, bağımlı ya da bağımsız taşınması sonucu bir değer, ifade ya da formül vb. 'deki değişimlerin gözlemlenmesi isteniyorsa gerçekleştirilen davranış bu gruba alınmıştır (bkz. Resim 545).

Resim 545

*1e-Nesnelerin hareketinden değer, ifade, formül vs. gözlenmesi*



Ders modülünde yer alan etkinlikler etkileşimde bulunma durumlarına göre incelenmiş ve işlem yukarıda verilen etkileşim türlerine göre sınıflandırılarak Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27

*Etkileşim türleri*

1a	1b	1c	1e	2a	2c	2e		3b		
6.4.2	2.3.3	2.2.1	2.3.1	2.4.2	6.6.2	3.2.5	1.1.2	5.A.5	8.4.5	10.4.2
7.3.2	2.5.1	2.3.4	2.3.2	5.3.2	6.6.3	3.3.7	1.2.3	5.A.6	8.4.6	10.4.3
7.3.3	2.6.1a	6.7.2	2.5.3		6.6.4	6.3.1	1.2.4	6.2.8	8.4.7	10.4.5
7.3.5	2.6.1b	6.9.1	3.3.6			6.3.2	1.2.5	6.3.6	8.4.8	10.4.6
8.3.3	2.6.1c	8.5.1	3.4.8			6.3.4	1.3.2	6.3.7	8.4.9	10.4.7
9.2.1	2.6.1d	8.5.2	3.4.9			6.5.4	2.5.3	6.3.9	8.4.10	10.5.2
	2.6.1e	10.3.1	4.3.7			6.6.7	2.5.5	6.4.3	8.5.1	10.5.3

1a	1b	1c	1e	2a	2c	2e	3b			
	4.2.1	10.3.2	5.3.1			6.6.8	2.5.7	6.4.8	8.5.3	10.5.4
	5.6.1	10.3.3	5.5.5			11.2.2	2.5.12	6.5.2	8.7.2	10.5.5
	5.6.3	10.6.2	5.5.6				2.5.14	6.5.3	8.7.4	10.5.6
	7.2.1		5.5.7				2.6.2	6.6.2	8.8.2	10.5.7
	8.3.1		6.2.9				2.A.2	6.6.5	8.8.3	10.5.8
			6.4.3				3.2.2	6.6.6	8.9.3	10.5.9
			6.4.8				3.2.3	6.6.7	8.9.5	10.5.10
			6.5.4				3.2.4	6.6.10	8.A.2	10.5.11
			6.7.9				3.2.5	6.7.3	8.A.3	10.5.12
			8.2.4				3.3.1	6.7.5	8.A.4	10.5.13
			8.3.9				3.3.3	6.7.7	9.2.2	10.5.14
			8.3.10				3.3.4	6.7.8	9.2.4	10.5.15
			8.4.10				3.3.5	6.8.6	9.2.5	10.6.4
			8.4.11				3.4.3	6.8.7	9.2.6	10.6.5
			8.5.3				3.4.4	6.9.3	9.2.8	10.6.7
			8.5.4				3.4.7	6.9.5	9.3.2	10.6.8
			8.7.2				3.4.8	6.9.6	9.3.4	10.6.9
			8.7.4				3.A.2	6.9.7	9.3.5	10.6.10
			8.9.5				3.A.3	6.A.2	9.3.6	10.A.2
			9.2.8				3.A.4	6.A.3	9.3.7	10.A.3
			9.3.12				3.A.5	6.A.4	9.3.8	10.A.5
			10.2.5				4.3.2	6.A.5	9.3.9	10.A.6
			10.4.8				4.3.4	7.2.3	9.3.10	10.A.7
			10.5.15				4.3.5	7.A.2	9.3.11	11.2.2

1a	1b	1c	1e	2a	2c	2e	3b			
			11.3.2				4.3.7	7.A.3	9.4.3	11.2.6
			11.3.3				4.3.9	7.A.4	9.4.4	11.2.7
							4.4.5	7.A.5	9.4.5	11.2.8
							4.5.2	7.A.6	9.5.3	11.3.2
							4.5.3	8.2.2	8.A.5	11.3.5
							4.A.2	8.2.3	9.5.4	11.3.7
							4.A.3	8.2.4	9.5.5	11.3.8
							4.A.4	8.3.2	9.5.6	11.A.2
							5.2.2	8.3.4	9.6.3	11.A.3
							5.2.4	8.3.5	9.6.4	11.A.4
							5.3.4	8.3.6	9.A.2	11.A.5
							5.5.2	8.3.7	9.A.3	
							5.5.3	8.3.8	9.A.4	
							5.5.4	8.3.9	9.A.5	
							5.A.2	8.4.1	9.A.6	
							5.A.2	8.4.2	9.A.7	
							5.A.3	8.4.3	10.2.3	
							5.A.4	8.4.4	10.2.5	
<u>3c</u>	<u>3d</u>	<u>4a</u>	<u>4c</u>	<u>4d</u>	<u>4e</u>					
1.2.5	6.2.1	1.5.2	1.2.8	1.4.1	1.3.2					
4.4.1	6.2.3	6.8.1	1.5.2	1.4.2	1.3.3					
	6.2.5	6.8.3	2.4.4	1.4.5	1.3.4					
	6.2.6		10.6.2	1.4.6	1.3.5					

<u>3c</u>	<u>3d</u>	<u>4a</u>	<u>4c</u>	<u>4d</u>	<u>4e</u>
			11.2.6		2.4.5
					3.3.5
					3.4.10
					4.3.7
					5.2.5
					5.5.4
					6.5.4
					8.3.11
					8.4.12
					10.4.7
					10.5.16
					11.3.4

Tablo 27'ye göre işlem basamaklarında verilen numaralar kazanım, etkileşim ve işlem basamaklarının sırasını vermektedir. Örneğin, 2.5.7, 2'inci kazanımın 5 numaralı etkinliğinin 7'inci basamağını göstermektedir. 2.A.5 ise, 2'inci kazanımdaki alıştırmaların 5'inci basamağını göstermektedir. Bununla birlikte 1d, 2b, 2d, 3a, 3e ve 4b etkileşim türlerine giren işlem basamaklarının bulunmadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca tabloda gri renk dolgulu hücreler aynı anda iki, siyah dolgu ile gösterilen hücreler ise aynı anda üç farklı etkileşim türünü barındıran işlem basamaklarını göstermektedir. Bu tür işlem basamakları numaraları ilişkili oldukları her bir etkileşim türü sütununda da işaretlenmiştir. Tabloya göre en fazla etkileşim türü 3b türünde görülmektedir. Bunu 1e türündeki etkileşim takip etmektedir.

Etkileşimlerin 3b türünde olanlar, dersin akıcılığı bakımından ve öğrenciler kaldırılarak diğer etkileşim türleri için bekletmemek düşüncesiyle eğer uygulama için tahtada

bekleyen öğrenci yoksa araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu tür etkileşim içeren işlemlerin baş tarafında uygulama yapılacağına ilişkin  $U$  işareti eklenmemiştir.

Bu bölümün devam eden kısımlarında etkinliklerin etkileşim analizlerine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Etkinliklerde bulunan ve ipucu/cevabı görme niteliğinde olan *gizleme-gösterme* butonlarına ait analizlere bu alt probleme ait bulgularda yer verilmemiştir. Çünkü gizleme-gösterme butonu ile gerçekleştirilen eylemler doğrudan bilginin verilmesi ile ilgili olduğundan, kullanıcıların etkileşim sonucunda bir muhakeme gerçekleştirmeleri ve bu muhakeme ile bir yargıya varmaları söz konusu değildir. Aynı durum *Alıştırma* etkinliklerinin tüm basamaklarında geçerli olduğundan etkileşim analizine dâhil edilmemişlerdir. Ayrıca, bu bölümde tablolarda sunulan veriler ve öğrenci cevaplarının resimlerine ait bulgulara, 5.2. *Alt Problem 1.2'ye Ait Bulgular: Ders Modülünün Etkililiği Analizi* başlığı altında bütüncül bir tablo ile yer verildiğinden, tekrar olmaması ve etkileşim analizlerine açıklık getirmek bakımından eklendiğinden, bunlara ait bulgular yeniden yazılmamıştır.

**5.3.1. Birinci kazanım.** Birinci kazanımda, kazanıma ait 5 etkinlikteki etkileşimli işlem basamakları analiz edilmiştir. Burada yer alan etkinliklerin etkileşim türleri ile ilgili bilgiler Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28

*Birinci kazanım etkileşimli işlem basamakları*

Kazanım 1									
<u>İB</u>	<u>E 1.1</u>	<u>İB</u>	<u>E 1.2</u>	<u>İB</u>	<u>E 1.3</u>	<u>İB</u>	<u>E 1.4</u>	<u>İB</u>	<u>E 1.5</u>
2	3b	3	3b	2	3b, 4e	1	4d	2	4a, 4c
		4	3b	3	4e	2	4d		
		5	3b, 3c	4	4e	5	4d		
		8	4c			6	4d		

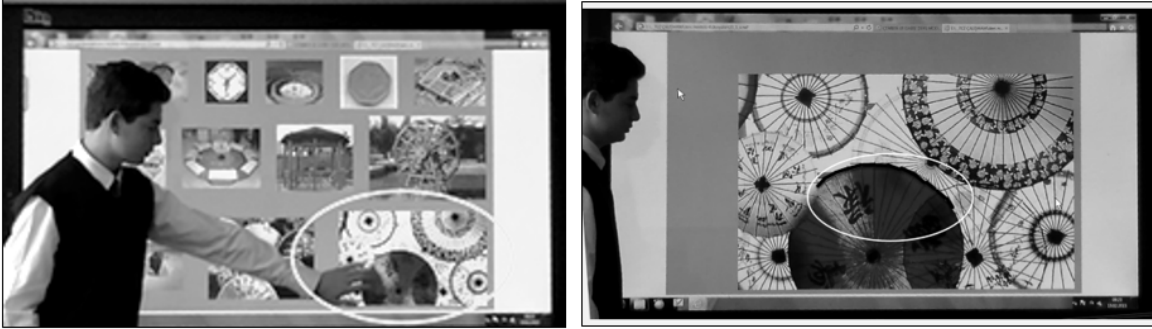


Tablo 28’de Etkinlik 1.1, etkileşim bakımından diğer animasyonlardan farklı olarak nesnelere ilişkili bir takım kavram ve genellemelere ulaşmak amacıyla kullanılmıştır. Diğer animasyonlardaki etkileşimin matematiksel işlem, kavram ya da genellemelerden bağımsız olarak sadece animasyonun ilerlemesi için kullanıldığında bu bölümdeki analizlerde yer verilmemiştir.

**5.3.1.1. Etkinlik 1.1.** Etkinlik 1.1’in ikinci işlem basamağında etkileşim yer almaktadır. Amacı doğrultusunda, matematiksel kavram ve genellemeye ulaşmak amacıyla nesnelere basma davranışından oluşmaktadır. Öğrenciler çokgenin kenar sayısındaki artışı gözlemlemek üzere bir nesnenin üzerine basma davranışını sergilemişlerdir. Bu nedenle buradaki davranışın etkileşim türü, 3b yani çokgenlerden oluşan görsellerin gösterilmesi ve gizlenmesi amacıyla basma etkileşimi yer almıştır. Etkileşimin gerçekleşme süreci Resim 546’da görülmektedir.

Resim 546

*Etkinlik 1.1 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Resim 546 (ikinci resim)’deki video karesi sırasında öğrencilerden bir tanesi *ilk başta daire sandım* ifadesini kullanmıştır. Çalışma kâğıtları incelendiğinde, öğrencilerin işlem basamaklarına verdikleri cevapların ön analiz bölümünde bulunan öngörölmüş cevaplarla tutarlılığı Tablo 29’da görülebilmektedir. Etkileşimin bulunduğu işlem basamağı belirtilmiştir.

Tablo 29

*Etkinlik 1.1 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları*

Kazanım 1	Etkinlik 1.1			
	<u>İşlem basamakları</u>			
<u>Gruplar</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
Grup 1	OD	OD	OD	OD
Grup 2	OD	OD	OD	OD
Grup 3	OD	OY	OD	OY
Grup 4	OD	OD	OD	OD
Grup 5	OD	OD	OD	OD
Grup 6	OD	OD	OD	OD
Grup 7	OD	OD	OD	E
Grup 8	OD	OD	OD	OD
Grup 9	E	OD	OD	OY
Grup 10	OD	OY	OD	OY
Grup 11	OD	OD	OD	OD
Grup 12	E	OY	OD	OD
Grup 13	E	OY	OD	OY

Tablo 29'daki etkileşimli işlem basamağında vurgulanan elemanın *kenar* olduğunu fark eden grupların tamamına yakınının genelleme ile ilgili dördüncü basamağa da doğru cevap verdiği görülmektedir. Bu grupların, ikinci ve dördüncü işlem basamaklarına verdiği cevaplara örnek Resim 547'de verilmiştir.

Resim 547

*Etkinlik 1.1 ikinci ve dördüncü işlem basamakları doğru cevap örneği*

U

2. Şekillerin üzerine tıklayın ve şekillerde vurgulanan elemanı yazın.

Kenar.

4. Şekillerin kenar sayısı ile ilgili bir genelleme yapılıyorsa nasıl olması beklenirdi?

Kenar sayısı arttıkça, şekiller giderek daireye benziyor.

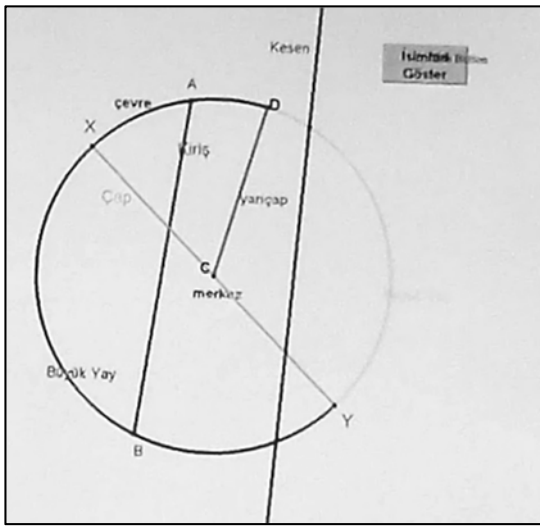
Cevaplarda, grubun ikinci basamakta kenar elemanını vurguladığı, dördüncü basamakta kenar sayısındaki artış ile çokgenlerin çembere yaklaştığına ilişkin genellemeye ulaştığı görülmektedir.

**5.3.1.2. Etkinlik 1.2.** Etkinlik 1.2’de, üçüncü ve dördüncü işlem basamaklarında 3b türünde yani doğrudan, bağımsız olarak nesnelere gösterme türünde etkileşim bulunmaktadır. Beşincide ise 3b ve 3c etkileşim türleri birlikte yer almakta, nesnelere doğrudan ve bağımsız gösterip gizleme etkileşiminden sonra dolaylı ve bağımlı olarak nesnelere gösterme gizleme davranışına rastlanmaktadır. Sekizinci işlem basamağında, 4c etkileşim türü ile nesnelere dolaylı ve bağımlı olarak büyütme küçültme etkileşimi gerçekleştirilmiştir.

Beşinci işlem basamağında ilk olarak çemberin elemanlarının isimlerinin gösterilerek geribildirimde bulunmak amaçlanmıştır. Etkileşim sonucu elde edilen video karesi Resim 548’de verilmiştir.

Resim 548

*Etkinlik 1.2 beşinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Ardından 3c etkileşimine uygun olarak etkileşimi gerçekleştiren öğrenci A ve B noktaları hareket ettirerek, iki noktayı birleştiren doğru parçasının çemberin merkezinden geçmesini sağlamıştır. Öğrenci ilk denemede zorlanmış, birkaç demeden sonra başarılı olamayınca araştırmacı tarafından yardım edilmiştir. Bu etkileşimin temel amacında, kirişin merkezden geçtiğinde çap olacağını fark ettirmektir ve öğrenci gruplarının hepsinin bunu fark ettikleri Tablo 30'dan anlaşılmaktadır.

Tablo 30

*Etkinlik 1.2 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları*

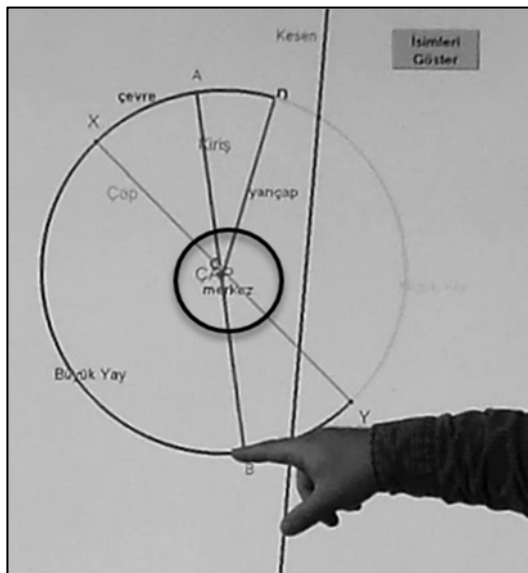
Kazanım 1	Etkinlik 1.2							
Gruplar	İşlem Basamakları							
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
Grup 1	E	E	-	-	OD	OD	OD	OD
Grup 2	E	OY	-	-	OD	OD	OD	OD
Grup 3	E	E	-	-	OD	OD	OD	OD
Grup 4	E	E	-	-	OD	OD	OD	OD

Kazanım 1	Etkinlik 1.2							
Grup 5	E	E	-	-	OD	OD	OD	OD
Grup 6	E	OY	-	-	OD	OD	OD	OD
Grup 7	E	OY	-	-	OD	OD	OD	OD
Grup 8	E	OY	-	-	OD	OD	OD	OD
Grup 9	E	OY	-	-	OD	OD	OD	OD
Grup 10	E	E	-	-	OD	OD	OD	OD
Grup 11	E	E	-	-	OD	OD	OD	OD
Grup 12	E	E	-	-	OD	OD	OD	OD
Grup 13	E	OD	-	-	OD	OY	OD	OD

Etkileşim sonucu ÇAP yazısının çıktığı görüntü Resim 549'da verilmiştir.

Resim 549

*Etkinlik 1.2 beşinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü-2*



Bu işlem basamağında öğrencilerin kirişin geçerli konumunda çap olduğunu fark etmeleri sonucu altıncı işlem basamağında yine tamamına yakını genelleme yapmakta başarılı olmuş ve yedinci basamakta çizimi tüm gruplar doğru yapmıştır (bkz. Tablo 30). Bu işlem basamaklarındaki öğrenci cevapları Resim 550'de görülmektedir.

Resim 550

*Etkinlik 1.2 beşinci, altıncı ve yedinci işlem basamakları doğru cevap örneği*

U

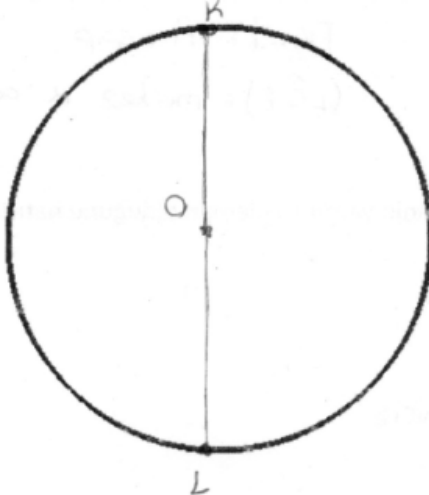
5. **"İsimleri göster"** butonuna basın. A ve B noktaları hareket ettirilerek, iki noktayı birleştiren doğru parçasının çemberin merkezinden geçmesini sağlayın? Ne gözlemlediniz?

Çap.

6. Önceki adımda gerçekleşen olaydan hareketle bir genelleme de bulunabilir misiniz?

Merkezdən geçen ve çembere değən doğru çaptır.  
Ayrıca en büyük kiriştir.

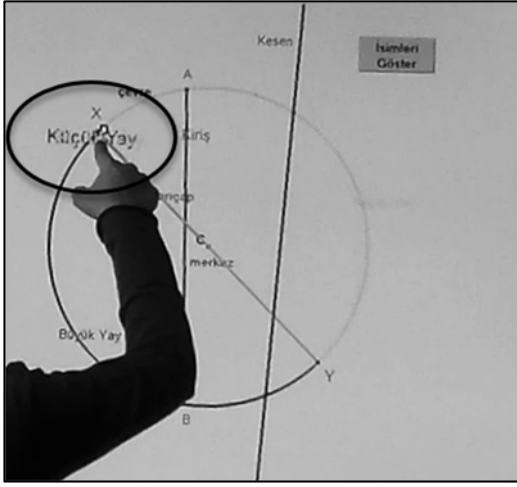
7. Bir çemberde en büyük kirişin nasıl çizilebileceğini çizerek gösteriniz?



Sekizinci işlem basamağında 4c etkileşim türü bulunmaktadır. Buna göre bir şeklin hareketi ile (yarıçap) hareket ettirilmesi amaçlanan şeklin (büyük ve küçük yaylar) başka bir şekil üzerinde (bir çember üzerinde) dolaylı yoldan boyutları değiştiriliyor. Bu basamaktaki amaç öğrencilerin, çapın uçları arasında kalan küçük yayın, çapın sınırlarını geçmesi ile büyük yay oluşunu fark etmesidir. Video karesine göre öğrenci uygulamayı gerçekleştirerek diğer öğrencilere kirişin uç noktasının çapı geçince çemberi oluşturan küçük ve büyük yaylarında değişimini görmüşler ve sorulan soruya öğrencilerin tamamı doğru cevap vermişlerdir. Etkileşime ait görüntü Resim 551’de verilmiştir.

Resim 551

*Etkinlik 1.2 sekizinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Etkileşim sonucu grupların tamamının doğru cevap verdiğini gösteren örnek Resim 552'de yer almaktadır.

Resim 552

*Etkinlik 1.2 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

8. D noktasını X noktasını geçecek şekilde hareket ettirin. Hareket ettirince büyük ve küçük yayda oluşan değişikliği gözlemleyerek yazın ve nedenini belirtin ( önceki durum ile sonraki durum arasındaki fark nasıldır?)

Küçük yay ile büyük yay arasındaki yarıçapı hareket ettirek merkezle yarıçapın arasındaki açı küçültülerek küçük yay → büyük yay, büyük yayı gören açı küçülünce küçük yay olur.

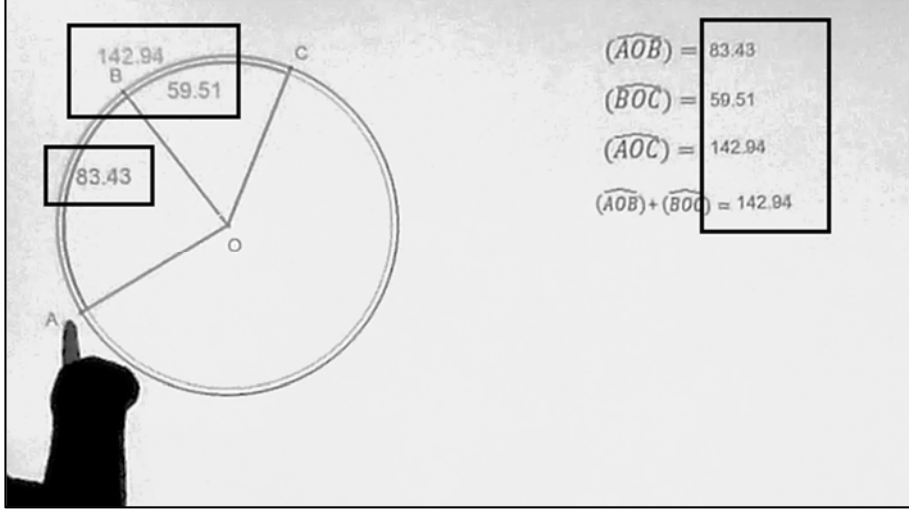
Etkileşime göre, öğrencilerin bir doğru parçasının belli bir noktadan geçecek şekilde hareket ettirmesi ve bu değişim sonrası yaylardaki değişimin gözlenerek nedenini belirtmeleri istenmiştir. Doğru cevap yanında, öğrenciler gözlemledikleri yaylar ile yaylarla ilişkili olan açılar ile ilgili değişimleri de gözlemlemiştir.

**5.3.1.3. Etkinlik 1.3.** Etkinlik 1.3, ikinci, üçüncü ve dördüncü işlem basamakları uygulama içermektedir. İkinci işlem basamağında, 3b etkileşimi yer alırken ikinci olarak 4e yani yay ölçülerini büyütüp/küçültme sonucu yayların uzunluk değerlerini gözlemlemek üzere

etkileşim içermektedir. Resim 553, etkileşim sonucu değerlerdeki değişimin gözlemlendiği anı göstermektedir.

Resim 553

*Etkinlik 1.3 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Gözlem sırasında öğrencilerden birisi, grup arkadaşına *bak bunu yanlış yapmışız* ifadesini kullanmıştır. Öğrencilerin gözlem değerlendirme Tablo 31’de yer almaktadır.

Tablo 31

*Etkinlik 1.3 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları*

Kazanım 1	Etkinlik 1.3						
Gruplar	İşlem Basamakları						
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>
Grup 1	-	OD	OY	OD	OD	OD	OY
Grup 2	-	OD	OD	OD	OD	OD	OY
Grup 3	-	OD	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 4	-	OD	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 5	-	OD	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 6	-	OD	OD	OD	OD	OD	OD



Kazanım 1	Etkinlik 1.3						
Grup 7	-	OD	OY	OD	OD	OD	OD
Grup 8	-	OD	OD	OD	OD	OD	OY
Grup 9	-	OD	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 10		OD	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 11		OD	OD	OD	OD	OD	OY
Grup 12		OD	OD	OD	OD	OD	OY
Grup 13		OD	OD	OD	OD	OD	OY

Tablo 31'e göre, etkileşimde bulunulan iki, üç, dört ve beşinci işlem basamaklarında, üçüncü işlem basamağındaki iki grup hariç, bütün gruplar doğru gözlem yapmışlardır.

Öğrencilerin cevaplarına Resim 554'de örnek verilmiştir.

Resim 554

*Etkinlik 1.3 ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

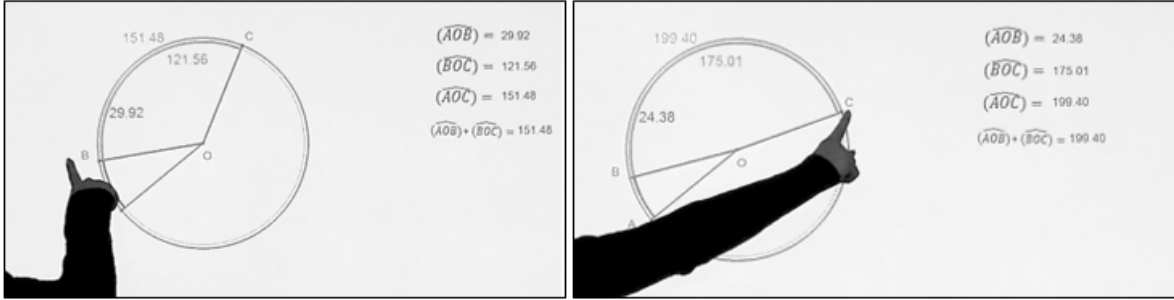
**U** 2. "Açılar" butonuna basın. Sadece A noktasını hareket ettirince yayların ölçümlerindeki değişimi gözlemleyerek yazın. ("artar-azalır" ve "değişmez" ifadelerini kullanarak)

$(\widehat{AOB})$  yayının ölçüsü: *artar, azalır*  
 $(\widehat{BOC})$  yayının ölçüsü: *değişmez*  
 $(\widehat{AOC})$  yayının ölçüsü: *artar, azalır*  
 $(\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$  toplam yayının ölçüsü: *artar, azalır*

İkinci basamakta yay ölçümlerinin gözlenmesi ve değişimlerin *artar-azalır* ya da *değişmez* ifadeleri ile belirtilmesi istenmiştir. Üçüncü ve dördüncü işlem basamaklarında da benzer şekilde 4e etkileşimi yapılmış ve öğrencilerin büyük oranda etkileşim aracılığıyla doğru gözlem yaptıkları görülmüştür (bkz. Tablo 31). Bu basamaklara ait etkileşim görüntüleri Resim 555'de yer almaktadır.

Resim 555

*Etkinlik 1.3 üçüncü ve dördüncü işlem basamakları etkileşim görüntüleri*



Yanlış cevaplarda ise, öğrencilerin gözlem yaptıkları seçeneklerden bir tanesinde ve sadece iki grupta gözlenmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 556'da verilmiştir.

Resim 556

*Etkinlik 1.3 üçüncü işlem basamağı yanlış cevap örneği*

**U** 3. Sadece B noktasını hareket ettirince yayların ölçümlerindeki değişimi gözlemleyerek yazın. ("artar-azalır" ve "değişmez" ifadelerini kullanarak)

$\widehat{AOB}$  yayının ölçüsü: *artar, azalır*

$\widehat{BOC}$  yayının ölçüsü: *artar, azalır*

$\widehat{AOC}$  yayının ölçüsü: *değişmez*

$\widehat{AOB} + \widehat{BOC}$  toplam yayının ölçüsü: *artar, azalır*

Ayrıca öğrencilerin bu gözlemler sonucu, tamamının beşinci işlem basamağında gözlemleri sonucu yaylara ilişkin bağıntı buldukları görülmüştür. Bağıntının bulunduğu işlem basamağı Resim 557'de örneklendirilmiştir.

Resim 557

*Etkinlik 1.3 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

5. A, B ve C noktalarını hareket ettirince  $\widehat{AOC}$  yayının ölçüsü ile  $\widehat{AOB} + \widehat{BOC}$  toplamı arasında nasıl bir bağıntı gözlemlediniz?

$\widehat{AOC}$  ve  $\widehat{AOB} + \widehat{BOC}$  toplamı birbirine eşittir.

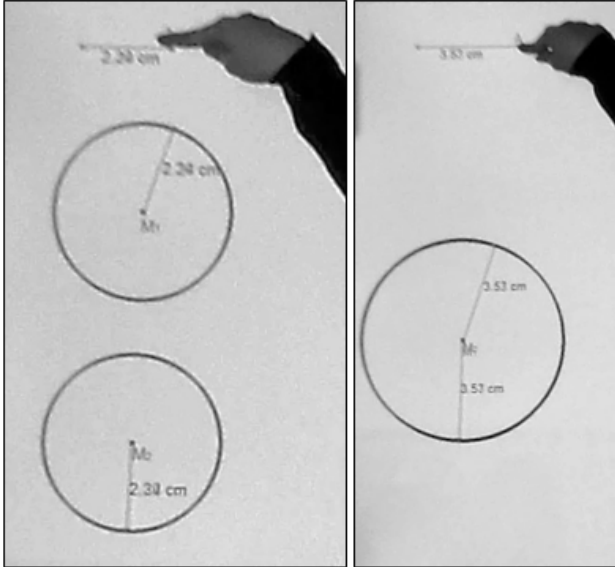
$$\widehat{AOC} = \widehat{AOB} + \widehat{BOC}$$

Cevaplara göre öğrenciler iki yayın oluşturduğu bir büyük yayın ölçüsünün, diğer iki yayın ölçüsünün toplamı olduğuna ilişkin bağıntıyı yazmışlardır.

**5.3.1.4. Etkinlik 1.4.** Etkinlik 1.4’de, etkileşimler bir, iki, beş ve altıncı işlem basamaklarında gerçekleşmiştir. Bu işlem basamaklarında  $4d$  etkileşimi görülürken, bu etkileşimde, çemberlerin, doğru parçası aracılığıyla yani dolaylı olarak ancak herhangi bir nesnenin sınırları ile daraltılmadan bağımsız olarak hareket ettirilmişlerdir. Resim 558’de, birinci ve ikinci işlem basamağına ait etkileşimler gözlenmektedir.

Resim 558

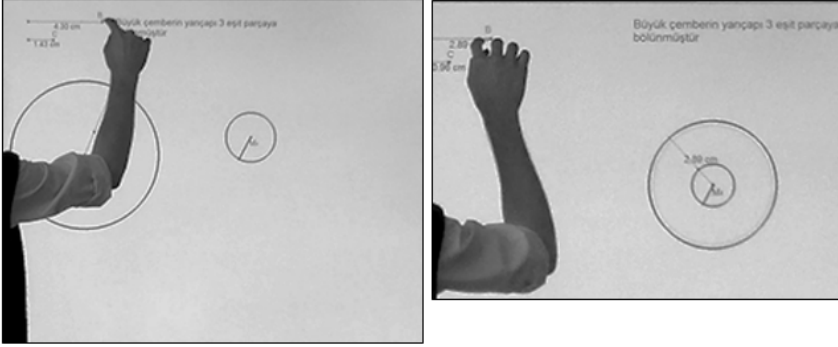
*Etkinlik 1.4 birinci ve ikinci işlem basamakları etkileşim görüntüleri*



Beşinci ve altıncı işlem basamaklarında, yine aynı türden ancak bu kez yarıçapları farklı çemberler üzerinde benzer etkileşim gerçekleştirilmiştir. Bunlara ait görüntüler Resim 559’da yer almaktadır.

Resim 559

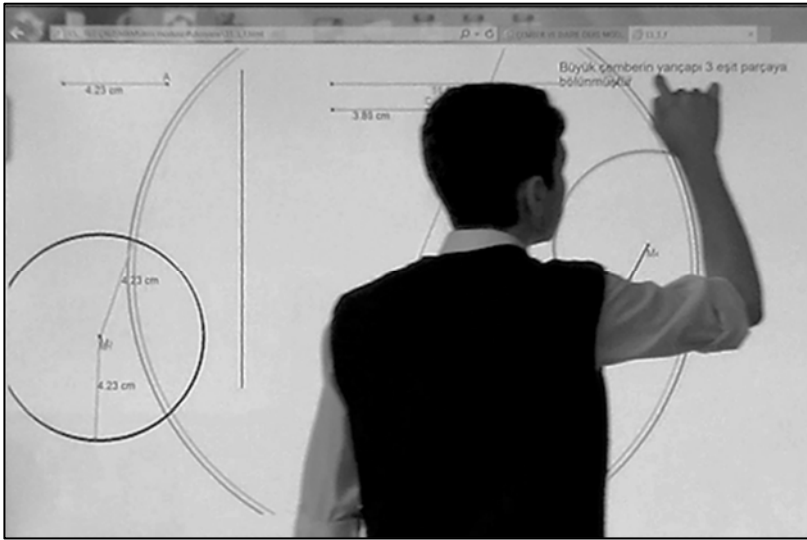
*Etkinlik 1.4 beşinci ve altıncı işlem basamakları etkileşim görüntüleri*



Etkileşim sırasında öğrencilerden bir tanesinin *En fazla nereye kadar büyüyo?* sorusu üzerine etkileşim yapan öğrencinin çemberi ekranın sınırları dışına kadar büyüttüğü görüntü Resim 560’da bulunmaktadır.

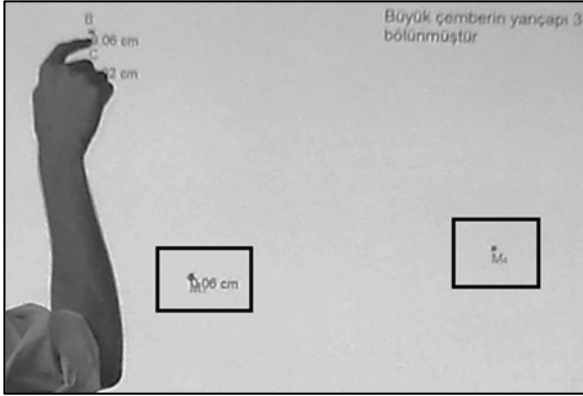
Resim 560

*Etkinlik 1.4 öğrencilerin isteği üzere gerçekleştirilen etkileşim görüntüsü*



Bu kez başka bir öğrencinin *peki ne kadar küçülüyor?* biçimindeki sorusuyla karşılaşınca elde edilen sonuç Resim 561’de verilmiştir.

Resim 561

*Etkinlik 1.4 öğrencilerin isteği üzere gerçekleştirilen etkileşim görüntüsü-2*

Öğrencilerin etkileşimli işlem basamaklarına verdikleri cevapların değerlendirilmesi,

Tablo 32’de görülebilmektedir.

Tablo 32

*Etkinlik 1.4 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları*

Kazanım 1	Etkinlik 1.4								
Gruplar	İşlem Basamakları								
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
Grup 1	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OY	E	OY
Grup 2	OD	OD	B	OD	OD	OD	OY	OD	OD
Grup 3	E	OY	OD	OD	OD	E	OD	B	OD
Grup 4	OD	OD	OD	OY	OD	E	OY	E	OD
Grup 5	OD	E	OD	OY	OD	E	OY	E	OY
Grup 6	E	OD	OD	OY	OY	E	OD	E	OD
Grup 7	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OY	E	OY
Grup 8	E	OD	OD	OY	OD	E	OY	OY	OD
Grup 9	E	OD	OD	OD	OD	OY	OY	E	OD
Grup 10	E	OD	OD	OD	OD	E	OD	OD	OY

Kazanım 1	Etkinlik 1.4								
Grup 11	E	OD	OD	OD	OD	OD	OD	E	OD
Grup 12	E	OD	OD	OD	OD	OD	OY	E	OD
Grup 13	E	OY	OY	OY	OD	OY	OY	OY	OY

Tablo 32'ye göre, etkileşimli işlem basamaklarında genel olarak OD ve E cevapların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Bu işlem basamaklarında verilen doğru cevaplara örnek Resim 562'de sunulmuştur.

Resim 562

*Etkinlik 1.4 birinci, ikinci, beşinci ve altıncı işlem basamaklarına verilen doğru cevap örnekleri*

1. A noktası hareket ettirilince  $M_1$  ve  $M_2$  merkezli çemberler nasıl değişmektedir?  
A büyüdükçe çemberler büyür.

2.  $M_1$  ve  $M_2$  merkezli çemberleri üst üste getirin ve A noktasını hareket ettirin. Ne gözlemliyorsunuz?  
Aynı oranda artıp, azaldıkları için tek bir çember gibi hareket ettiler.

5.  $M_3$  çemberinin yarıçapı 3 eşit parçaya bölünmüştür. B noktası hareket ettirilince  $M_3$  ve  $M_4$  merkezli çemberler ne oranda büyümektedir?  
Yarıçapları oranında büyür. ( $\frac{1}{3}$ )

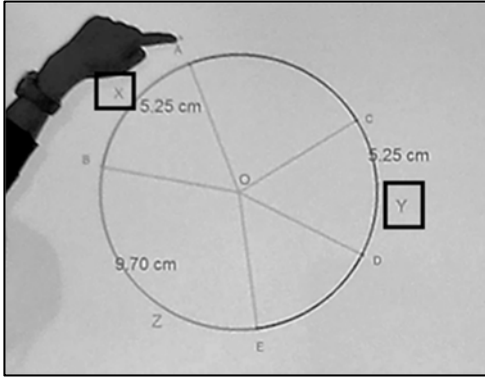
6.  $M_3$  ve  $M_4$  merkezli çemberleri üst üste getirin ve B noktasını hareket ettirin. Ne gözlemliyorsunuz?  
Nispetinde büyür. Küçük çember büyük çemberin  $\frac{1}{3}$ 'ü kadar büyür.

Öğrencilerin etkileşimli işlem basamaklarında, iki farklı çember grubunun yarıçaplarını kontrol etmeye yarayan doğru parçaları ile çember yarıçaplarının boyutunu değiştirmeleri ve aynı işlemi çemberleri üst üste yerleştirerek gözlemlenmeleri istenmiştir. Resim 562'deki örnekte gözlemleri sonucu verdikleri OD cevaplar görülmektedir.

**5.3.1.5. Etkinlik 1.5.** Beşinci etkinlik eş yay ve komşu yay kavramları ile ilgili olup sadece ikinci işlem basamağında etkileşim içerirken, aynı anda iki tür etkileşime sahiptir.  $4a$  ve  $4c$  etkileşim türleri ile kullanılarak, bir yayın çembere bağlı hareketi (X ile gösterilen yay) hem de bu yay hareketinden dolayı olarak bağımlı başka bir yay (Y ile gösterilen yay) gözlemlenmesi istenmiştir. Amaç bu iki yay eş olduklarını ve büyüklüklerinin aynı olduğunu ve eş olacak biçimde büyüyüp küçüldüklerini gözlemlenmesidir. Bu işlem basamağına ait etkileşim görüntüsü Resim 563’de görülmektedir.

Resim 563

*Etkinlik 1.4 beşinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Öğrencilerin iki yayın eş olduğunu, eş olma durumunun farklı boyutlarda da değişmediğini fark ederek devamında üçüncü ve dördüncü işlem basamaklarına çoğunlukla doğru cevap verdikleri **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**’de görülebilmektedir.

Tablo 33

*Etkinlik 1.5 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları*

Kazanım 1	Etkinlik 1.5						
Gruplar	İşlem Basamakları						
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>
Grup 1	-	OD	OD	OD	E	OY	E
Grup 2	-	OD	OY	E	E	OY	OD

Kazanım 1	Etkinlik 1.5						
Grup 3	-	OD	OD	E	E	OY	OY
Grup 4	-	OD	OD	OD	E	OY	OD
Grup 5	-	OD	OD	OD	OD	OY	OD
Grup 6	-	OD	OD	OD	E	OY	OY
Grup 7	-	OY	OY	OY	OY	OY	OY
Grup 8	-	OD	OD	OD	E	OY	E
Grup 9	-	OD	OD	OD	E	D	OD
Grup 10	-	OD	OD	OD	OD	OY	OD
Grup 11	-	E	OD	E	OD	OD	OD
Grup 12	-	OD	OD	OD	E	OY	OY
Grup 13	-	OD	OD	E	E	OY	OY

Öğrencilerin cevaplarına örnek Resim 564'de yer almaktadır.

Resim 564

*Etkinlik 1.4 ikinci, üçüncü ve dördüncü işlem basamaklarına verilen doğru cevap örnekleri*

**U** 2. A noktasını hareket ettirin ve X ve Y yaylarında meydana gelen değişikliği gözlemleyerek yazın.  
Eşit bir miktarda azalır - artmaktadır.

3. Yaylara ne ad verilebilir?  
Eş ve benter yaylardır.

4. Bu yayların ortak özelliklerini yazınız.  
Uzunlukları eşittir. Bu yayları gören acıkar esittir.



Örnekte, bir noktanın hareketi ile iki yaydaki değişimleri gözlemlemeleri beklenmiştir. Cevaplarda görüldüğü üzere, etkileşimli işlem basamağına doğru cevap veren öğrencilerin, kavramı ve kavrama ait özellikleri de belirledikleri görülmektedir. Bu durum **Hata! Başyuru kaynağı bulunamadı.**'de de belirtilmiştir.

**5.3.2. İkinci kazanım.** İkinci kazanımda, kazanıma ait 5 etkinlikteki etkileşimli işlem basamakları analiz edilmiştir. Burada yer alan etkinliklerin etkileşim türleri ile ilgili bilgiler Tablo 34'de verilmiştir.

Tablo 34

*İkinci kazanım etkileşimli işlem basamakları*

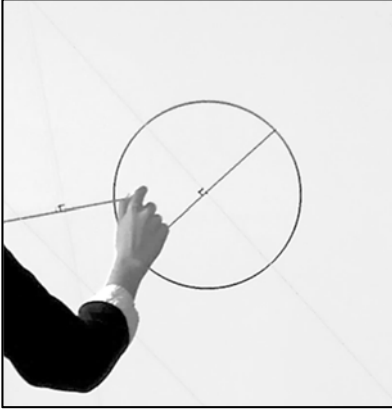
Kazanım 2									
<u>İB</u>	<u>E 2.2</u>	<u>İB</u>	<u>E 2.3</u>	<u>İB</u>	<u>E 2.4</u>	<u>İB</u>	<u>E 2.5</u>	<u>İB</u>	<u>E 2.6</u>
1	1c	1	1e	2	2a	1	1b	1a)	1b
		2	1e	4	4c	3	3b, 1e	1b)	1b
		3	1b	5	4e	5	3b	1c)	1b
		4	2c			7	3b	1d)	1b
						12	3b	1e)	1b
						14	3b	2	3b

Bu kazanımdan itibaren sonraki kazanımlarda giriş animasyonu olan birinci etkinliklerde amaçları gereği etkileşim sadece animasyonun ilerlemesi için kullanıldığından bu analizde yer verilmemiştir.

**5.3.2.1. Etkinlik 2.2.** 3 işlem basamağından oluşan bu etkinlikte sadece birinci işlem basamağında etkileşim bulunmaktadır. Türü *1c* olarak belirlenmiştir. Buna göre öğrenciler, bir kirişin orta dikmesini, dolaylı yoldan ve bu kirişe bağımlı olacak biçimde çemberin üzerine taşımışlardır. Bu etkileşim Resim 565'de gösterilmiştir.

Resim 565

*Etkinlik 2.2 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Etkileşim sırasında öğrencilerden birisi *merkezden mi geçecek?* sorusunu sormuştur.

Öğrencinin bu sorusu ilk işlem basamağından ulaşılabilecek genellemeyi hissettirdiğini göstermiştir. Bununla ilgili örneği Resim 566'da görmek mümkündür.

Resim 566

*Etkinlik 2.2 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

U

**B. Etkinlik 2**

1. Doğru parçaları ve bu doğru parçalarına ait orta dikmeler çizilmiştir. Doğru parçalarına ait noktaları çemberin üzerinde olacak şekilde rastgele yerleştirin. Ne gözlemlediniz?

*Kırsaların orta dikmelerini merkezden geçiyor. Bunların kesişim noktasıdır.*

Öğrenciler verdikleri cevapta, etkileşimle birlikte gözlemlerini genel olarak doğru bir biçimde yazdıkları görülmüştür. Tablo 35'de, gözlem sonucu öğrencilerin tamamına yakın kısmının tam ya da eksik de olsa doğru cevap verebildikleri görülmektedir.

Tablo 35

*Etkinlik 2.2 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları*

Kazanım 1	Etkinlik 2.2		
<u>Gruplar</u>	<u>İşlem Basamakları</u>		
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
Grup 1	E	OD	OD
Grup 2	D	OD	OD
Grup 3	D	OD	OD
Grup 4	D	OY	OY
Grup 5	E	OD	OD
Grup 6	OY	OY	OD
Grup 7	D	OD	OD
Grup 8	E	OD	OY
Grup 9	OD	OY	OD
Grup 10	OD	OD	OD
Grup 11	OD	OD	OD
Grup 12	D	OD	OD
Grup 13	E	OD	OD

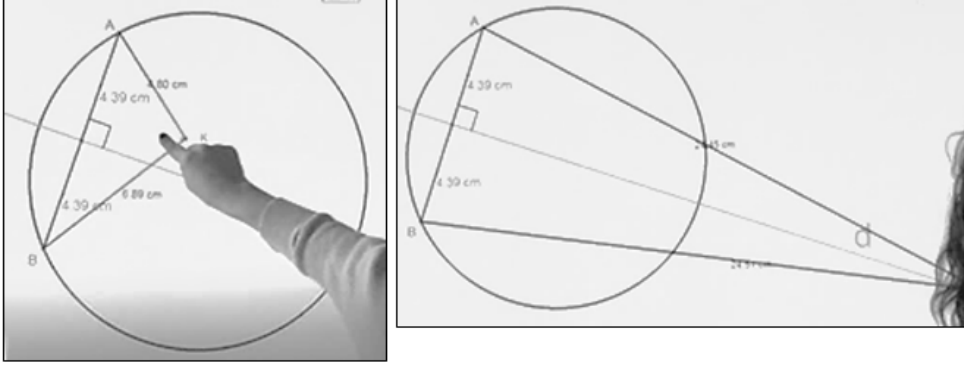
**5.3.2.2. Etkinlik 2.3.** Etkinliğin ilk dört işlem basamağında etkileşime yer verilmiştir.

İlk ve ikinci işlem basamaklarında *1e*, üçüncüsünde *1b* ve dördüncüsünde *1c* etkileşim türlerine yer verilmiştir. Birincisinde öğrenciler, kirişin taban olduğu üçgenin tepe noktasını (K noktası) hareket ettirerek k noktasında kesişen doğru parçalarının uzunluklarını gözlemlenmeleri istenmiştir. Uygulama sırasında öğrenciler *bunda yakınlaştırma da var mı?* sorusu ile *d üzerine getirsene* yönlendirmesi ve *ikizkenar çıkarımı* gibi ifadelerle sürece dâhil

oldukları gözlenmiştir. Bu ifadelerle ilgili ve ilk işlem basamağına ait görseller Resim 567’de yer verilmiştir. Belirtilen yönlendirme aslında ikinci basamaktaki etkileşimin kendisidir.

Resim 567

*Etkinlik 2.3 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*

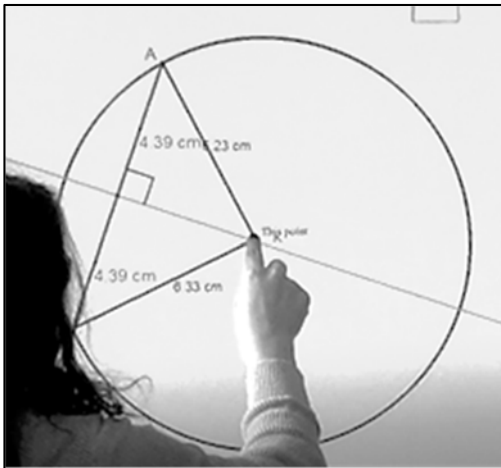


Öğrencilerin yönlendirme ve direktiflerinden bunun yanında araştırmacının teşvik etmesi ile diğer öğrenciler de *Çemberin üzerine getirsene, birde çemberin içine, çemberin dışına tekrar getirir misin?, yukarı çıkar, aşağıya indir* gibi çeşitli noktalara hareket ettirilmesi direktifleri vermeye devam etmişlerdir.

Üçüncü basamakta, K noktasını oluşturan doğru parçaları başka bir nesneden bağımsız olarak doğrudan hareket ettirilerek, çemberin merkez noktasının yaklaşık olarak bulunması istenmiştir. Bu etkileşime ait görsel Resim 568’de yer almaktadır.

Resim 568

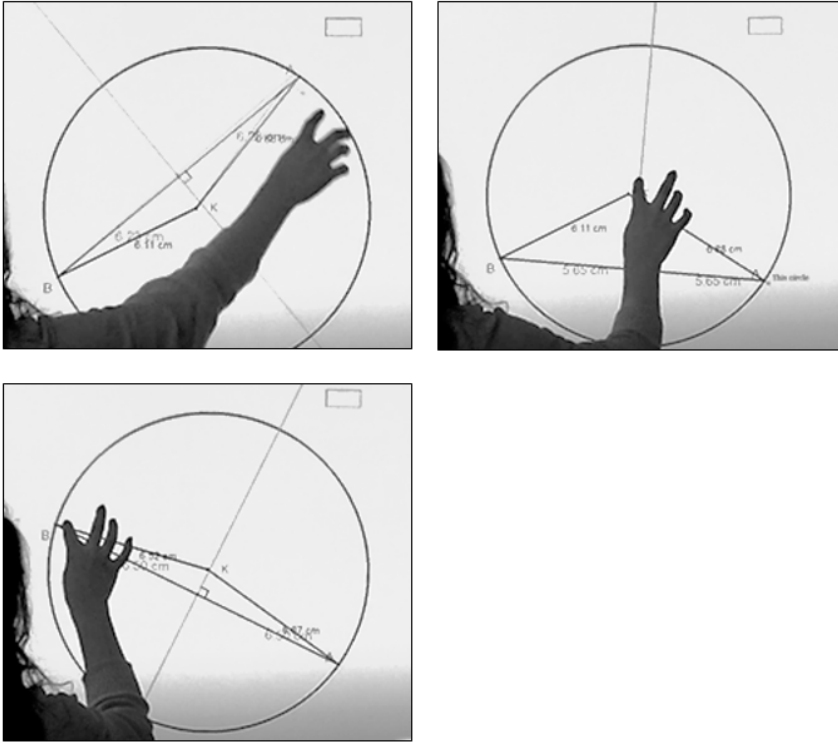
*Etkinlik 2.3 üçüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Dördüncü basamakta, kirişin farklı konumlarında da belirtilen noktanın çemberin merkezi olup olamayacağını tartışılması için, kiriş çember üzerinde hareket ettirilmiş, böylece orta dikme kiriş üzerinde bağımlı biçimde dolaylı yoldan taşınmıştır. Bu hareketlerin olduğu görseller Resim 569'da sunulmuştur.

Resim 569

*Etkinlik 2.3 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Öğrenci cevaplarına göre, örneğin ikinci basamakta ulaşımları beklenen kavram ya da genellemeye ilk işlem basamağında ulaşımlardır. Bu tür cevaplar Resim 570'de örneklendirilmiştir.

Resim 570

*Etkinlik 2.3 birinci ve ikinci işlem basamakları doğru cevap örneği*

**U** C. Etkinlik 3: Şekildeki çembere ait bir kirişin orta dikmesi verilmiştir.

1. Uygulamada K noktasını hareket ettirin? Bu noktanın hareketinden ne gözlemlediniz?  
d noktasının üzerine getirdiğimizde ikizkenar üçgen oluştu.

**U** 2. K noktasını hareket ettirin. K noktasını d doğrusu üzerine taşıyınca ne gözlemlediniz?  
İkizkenar üçgen oluştu.

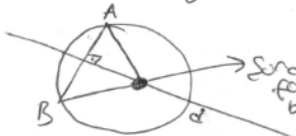
Birinci basamakta bir noktanın hareketi ile ikincide ise, aynı noktanın bir doğru üzerine taşınması sonucu oluşan değişimlerin gözlenmesi istenmiştir. Çemberin merkez noktasının neresi olabileceği ile ilgili sorulara verilen cevaplar ise Resim 571’de verilmiştir.

Resim 571

*Etkinlik 2.3 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

**U** 3. K noktasının hareket ettirerek, çemberin merkezinin yaklaşık olarak konumunu bulmaya çalışın. Konumunun neresi olabileceğini belirtin.

Dik olduğu için üzerinde bulunduğu d noktasının üzerindedir. tahminen göz kararı da çemberin ortasıdır.



**U** 4. A ve B noktalarının birkaç kez yerini değiştirerek K noktasının d doğrusu üzerinde belli bir yerde kalmasını sağlayın. Bu nokta için ne söyleyebilirsiniz.  
Merkez dma ihtimali var. Kalkırsa merkez. Sabitlendiği zaman

Solda kalan bir ağda da solda (0,5cm kadar)

Resme Resim 571’e göre, üçüncü basamakta öğrencilerin noktanın hareketi ile çemberin merkezinin yerini tahmin etmeleri, dördüncü de ise çember üzerindeki iki noktanın hareketi ile diğer noktanın, doğru üzerinde her harekette değişmeden belli bir yerde kalmasını sağlamaları ile ilgili etkileşimde bulunmaları gerekmiştir. Büyük oranda doğru cevap verildiği anlaşılan etkileşimli işlem basamaklarında grupların cevapları Tablo 36’da görülebilmektedir.

Tablo 36

*Etkinlik 2.3 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları*

Kazanım 2	Etkinlik 2.3						
<u>Gruplar</u>	<u>İşlem Basamakları</u>						
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>
Grup 1	OY	OD	OD	OD	OD	OD	E
Grup 2	OD	OD	OY	OD	OD	OD	OD
Grup 3	D	OD	OY	OD	OD	OD	OD
Grup 4	OY	OD	OD	OD	OD	OD	OY
Grup 5	OY	OD	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 6	OY	OD	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 7	OY	E	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 8	OD	OD	OD	OD	E	OD	OY
Grup 9	OD	OD	OY	OD	OY	OD	E
Grup 10	OY	OD	OD	OY	OD	OY	OD
Grup 11	OD	OD	OY	OY	OD	OD	OY
Grup 12	OY	OD	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 13	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD

Tablo 36’da, ilk basamaktaki cevaplar, diğer etkileşimli basamaklara doğru gidince doğruluk bakımından artış göstermiştir. Böylece etkileşimde bulunduğca kavram ve genellemeye doğru artış gözlenmiştir.

**5.2.2.4. Etkinlik 2.4.** Çemberin vektörel denkleminin öğrenilmesini amaçlayan bu etkinlikte, ikinci, dördüncü ve beşinci basamaklarda etkileşim bulunmaktadır. İkinci basamak 2a türünde etkileşim içermektedir. Yarıçap, çembere bağımlı olarak doğrudan döndürülmektedir. Bu etkileşim Resim 572’de görülebilmektedir.

Resim 572

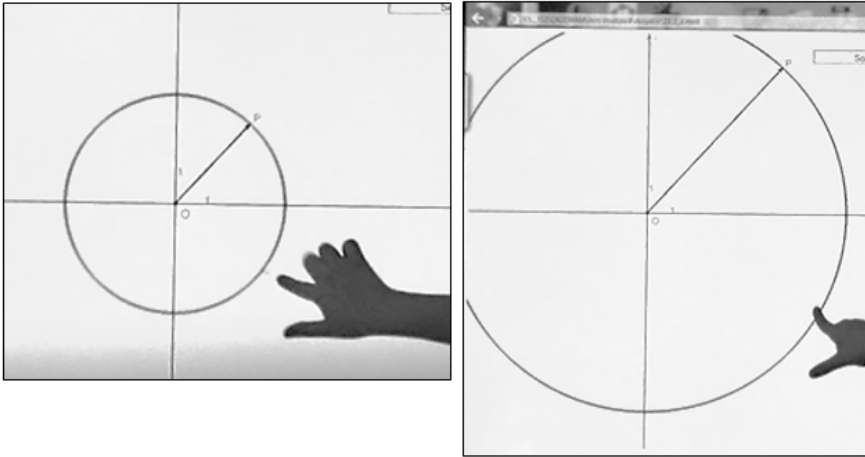
*Etkinlik 2.4 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Dördüncü basamakta  $4c$  türünde etkileşim söz konusudur. Buna göre, yarıçap, çemberin büyütülüp küçültülmesi ile dolaylı olarak ve çembere bağımlı olarak büyütülüp küçültülüyor. Bu etkileşimin görüntüleri Resim 573'de yer almaktadır.

Resim 573

*Etkinlik 2.4 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Beşinci basamakta bulunan etkileşim türü ise  $4e$ 'dir. Çember aracılığıyla büyütülüp küçültülen yarıçap ile ilgili eşitliğin değişip değişmeme durumunun gözlenmesi istenmiştir. Verilen cevaplar etkileşim olan basamaklarda öğrenciler, iki eksik cevap dışında doğru cevap vermişlerdir. Tablo 37, bu verileri desteklemektedir.



Tablo 37

*Etkinlik 2.4 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları*

Kazanım 2	Etkinlik 2.4					
<u>Gruplar</u>	<u>İşlem Basamakları</u>					
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
Grup 1	OD	OD	OD	OD	OD	OY
Grup 2	OD	OD	OY	OD	OD	OY
Grup 3	OD	OD	OD	OD	OD	D
Grup 4	OD	OD	OY	OD	OD	OY
Grup 5	OD	OD	OD	OD	OD	OY
Grup 6	OD	OD	OY	OD	OD	OY
Grup 7	OD	OD	OY	OD	OD	OY
Grup 8	OD	OD	OD	E	OD	OY
Grup 9	OD	OD	OD	OD	OD	OY
Grup 10	OD	OD	OY	OD	OD	OY
Grup 11	OD	OD	OD	OD	OD	OY
Grup 12	OD	OD	OD	OD	OD	OY
Grup 13	OD	OD	OY	E	OD	OY

Öğrenci cevapları ÖÇY'den alınan görsellerle örneklendirilmiştir (bkz. Resim 574).

Resim 574

*Etkinlik 2.4 ikinci, dördüncü ve beşinci işlem basamakları doğru cevap örneği*

U	2. P noktasını hareket ettirdiğinizde 1. maddede belirttiğiniz aynı eleman özelliğini koruyor mu? <i>evet</i>
U	4. Çemberi büyütüp küçülterek $\overline{OP}$ ve $r$ 'nin değişimini gözlemleyerek yazın. <i>artar ya da azalır.</i>
U	5. Çemberi büyütüp küçülterek, 3. basamaktaki ifadenin değişip değişmediğini tartışarak yazın. <i>Çemberi büyütürsek <math>r</math> büyür. Çemberi küçülürsek <math>r</math> küçülür.</i>

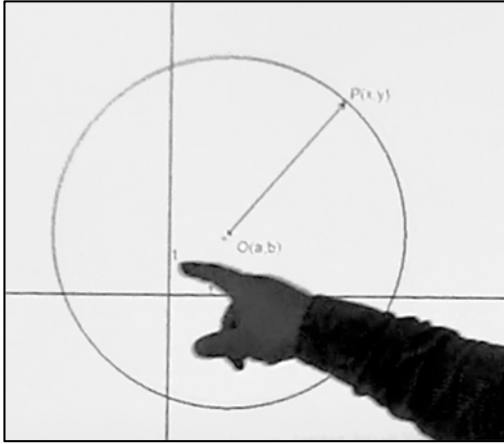
Etkileşimli ikinci basamakta bir noktanın hareketi ile bir elemanın özelliğini koruma durumu, dördüncüde çember boyutu ile belli elemanların değişimini ve beşincide bir çember boyutu ile bir ifadenin değişme durumunun belirlenmesi istenmiştir.

**5.2.2.5. Etkinlik 2.5.** Etkinlikte, birinci, üçüncü, beşinci, yedinci, on ikinci ve on dördüncü işlem basamaklarında etkileşim bulunmaktadır. Etkileşim analizine, bu alt problemin başlangıcında değinildiği üzere *3b* türündeki etkileşimler dâhil edilmemiştir.

Birinci basamakta doğrudan çemberin merkezinin orijinin dışına herhangi bir nesneden bağımsız olarak taşınması istenmiştir (1b). Etkileşime ait görsel Resim 575'dedir.

Resim 575

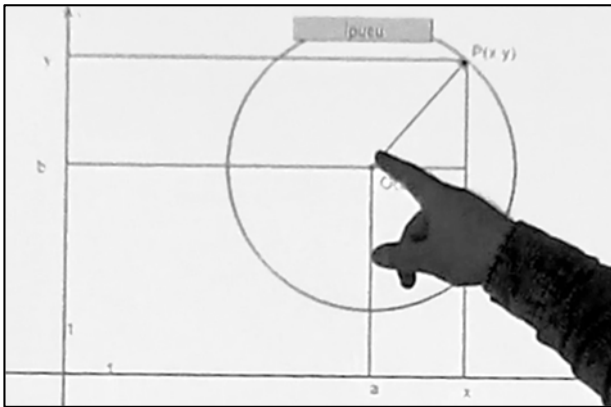
*Etkinlik 2.5 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Üçüncü basamakta  $3b$  ve  $1e$  türünde iki etkileşim türü söz konusudur. Buna göre nesnenin taşınması sonucu yazılan bir eşitliğin değişip değişmediğinin gözlemlenmesi istenmiştir. Gözleme ait etkileşim görseli Resim 576'da verilmiştir.

Resim 576

*Etkinlik 2.5 üçüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Birinci basamakta öğrencilerden etkileşimi gerçekleştirmekten başka bir işlem yapmaları ya da cevap vermeleri beklenmemiş, üçüncü basamakta ise tamamı doğru cevap vermiştir. Bu durum Tablo 38'de incelenebilir. Birinci basamak herhangi bir cevap gerektirmediğinden ve tablo okunabilirliğini artırmak için tabloda yer verilmemiştir.

Tablo 38

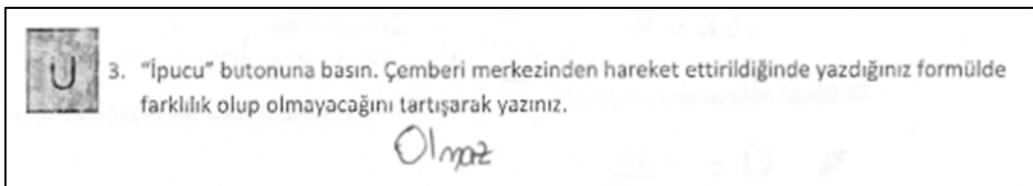
*Etkinlik 2.5 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları*

Kazanım 2	Etkinlik 2.5											
<u>Gruplar</u>	<u>İşlem Basamakları</u>											
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>6</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>
Grup 1	OD	OD	D	OD	OY	OY	OD	OY	OD	E	E	OD
Grup 2	OD	OD	OD	B	OY	OY	OD	OY	OD	OY	OD	E
Grup 3	OY	OD	OD	OD	E	E	E	OY	OY	OY	E	E
Grup 4	OY	OD	OY	OD	B	E	E	OY	OD	OD	OY	OY
Grup 5	OD	OD	D	OD	OY	OY	OD	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 6	OD	OD	OY	OD	E	E	E	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 7	OY	OD	B	OD	E	OY	OY	OY	OD	OD	OD	OY
Grup 8	OD	OD	OY	E	OY	E	OY	B	OY	OY	OD	OY
Grup 9	OD	OD	OD	OD	E	E	E	OD	OY	OD	OD	OD
Grup 10	OD	OD	OY	OD	E	OY	OD	OY	OY	OY	OD	E
Grup 11	OD	OD	OY	OD	E	E	E	OD	OY	OD	B	B
Grup 12	OD	OD	OD	OD	E	E	E	OY	OD	OD	OD	OD
Grup 13	OD	OD	OY	OD	OY	OY	OY	OY	OY	OY	OY	OY

Öğrenci cevapları Resim 577’de örneklendirilmiştir.

Resim 577

*Etkinlik 2.5 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

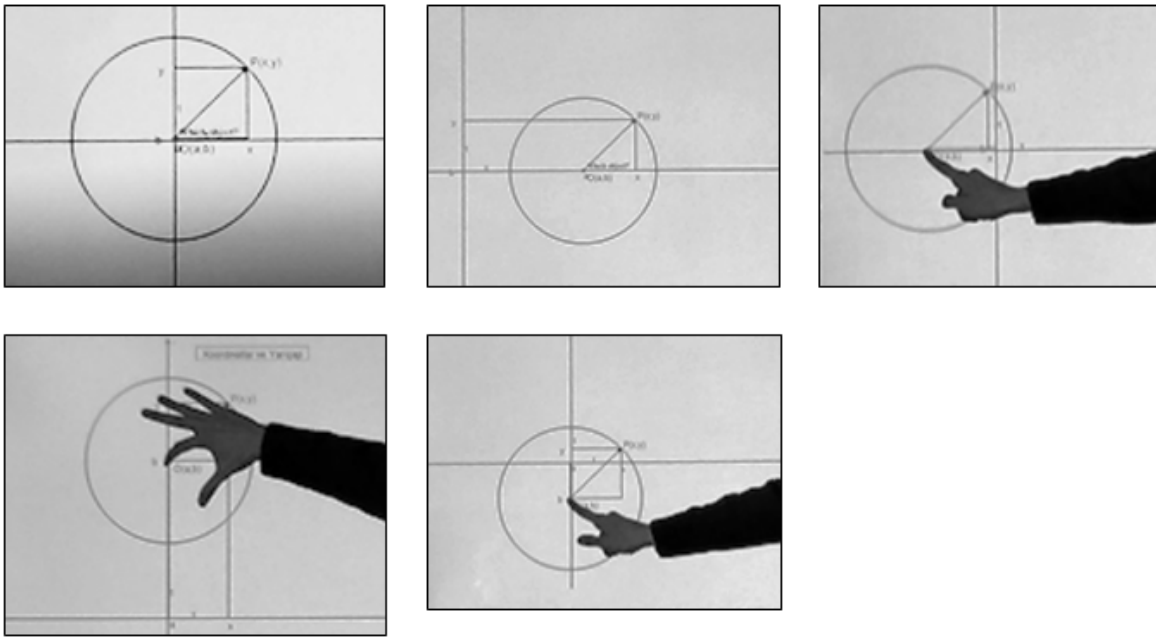


Etkileşimin olduğu işlem basamağında öğrenciler, formülde değişiklik olup olmadığını, değişiklik varsa bunun hangi parametrelere bağlı olduğu gözlemlemişlerdir.

**5.2.2.6. Etkinlik 2.6.** Bu etkinlikte, birinci basamak ve alt basamaklarında  $1c$ , ikinci basamakta  $3b$  etkileşim türü yer almaktadır. Birinci basamakta çemberin çeşitli konumlara taşınması istenmiştir. Etkileşime ait görseller Resim 578’de sunulmuştur.

Resim 578

*Etkinlik 2.6 birinci ve alt işlem basamakları etkileşim görüntüleri*



Öğrenci etkileşimleri dışında, öğrencilerin ilişkileri daha iyi gözlemleyebilmeleri için hareketlerin kareleri araştırmacı tarafından gösterilmeye çalışılmıştır. Örneğin, Resim 579’da çember orijine yaklaştıkça merkez noktasının eksenlere olan uzaklığını öğrencilerin net biçimde görebilmeleri sağlanmaya çalışılmıştır.

Resim 579

*Etkinlik 2.6 öğrencilerin ilişkileri görmelerini kolaylaştırması beklenen etkileşim görüntüleri*



Bu etkileşimin gözlemleme bakımından sağladığı avantajlar Tablo 39’da, öğrencilerin birinci işlem basamağına verdikleri cevaplardan anlaşılmaktadır. Cevaplar her ne kadar eksik cevap olarak değerlendirilmiş olsalar da, eksiklikler gözlemleri sonucu yazmaları gereken eşitliklerde işaret hatası gibi ikincil nedenlerden kaynaklanmış olup, gözlem sonucu yazmaları gerekenlerle ilgili eksikler ya da hatalar olmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca her madde, etkileşim olarak aynı tür olduklarından ayrı olarak değerlendirilmemişlerdir. Bu nedenle cevapların, etkileşim ile ilgili kısmında eksiklikler bulunmadığından etkileşim analizi bakımından doğru kabul edilmektedir.

Tablo 39

*Etkinlik 2.6 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları*

Kazanım 2	Etkinlik 2.6	
<u>Gruplar</u>	<u>İşlem Basamakları</u>	
	<u>1</u>	<u>2</u>
Grup 1	E	OY
Grup 2	E	OY
Grup 3	E	OD

Kazanım 2	Etkinlik 2.6	
Grup 4	E	OY
Grup 5	E	OY
Grup 6	E	OY
Grup 7	E	OD
Grup 8	E	OD
Grup 9	E	OD
Grup 10	E	OY
Grup 11	E	OY
Grup 12	OD	OY
Grup 13	E	OY

Örneğin birinci gruba ait örnek, Resim 580’de görülmektedir. *e* alt maddesindeki cevapta öğrencilerin, etkileşimdeki gözlemini doğru değerlendirmesine karşın işaret hatası yaptığı görülmektedir.

Resim 580

Etkinlik 2.6 birinci ve alt işlem basamakları doğru cevap örneği

1. **Cemberin merkez noktasını:**

a) Orijine taşıdığınızda gözlemlerinizi yazınız. Oluşan denklemi değişkenlerle tekrar yazınız.  $(x-a)^2 + (y-b)^2 - r^2 = 0$  'dı

$$(x-0)^2 + (y-0)^2 - r^2 = 0$$

$$\boxed{x^2 + y^2 - r^2 = 0} \quad \boxed{x^2 + y^2 = r^2}$$

b) X ekseninde pozitif bölgeye taşıdığınızda gözlemlerinizi yazınız. Oluşan denklemi değişkenlerle tekrar yazınız.

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 - r^2 = 0$$

\*  $M(a,0)$  yerine  $0$  yazılır  $\boxed{(x-a)^2 + y^2 = r^2}$

c) X ekseninde negatif bölgeye taşıdığınızda gözlemlerinizi yazınız. Oluşan denklemi değişkenlerle tekrar yazınız.

$$(x-(-a))^2 + (y-0)^2 = r^2$$

\*  $M(-a,0)$   $\boxed{(x+a)^2 + y^2 = r^2}$

d) Y ekseninde pozitif bölgeye taşıdığınızda gözlemlerinizi yazınız. Oluşan denklemi değişkenlerle tekrar yazınız.

\*  $M(0,b)$   $\boxed{x^2 + (y-b)^2 = r^2}$

e) Y ekseninde negatif bölgeye taşıdığınızda gözlemlerinizi yazınız. Oluşan denklemi değişkenlerle tekrar yazınız.

\*  $M(0,-b)$   $\boxed{x^2 + (y+b)^2 = r^2}$

Y'ye yazılır

Etkileşimli işlem basamaklarında çemberin merkezinin belli konumlara taşınarak standart denkleminin bu konumlara göre yazılması istenmiştir. Öğrenciler, cevaplarında etkinlikte gösterilen değerleri kullanmışlar, genel olarak işaret vb. ikincil olarak değerlendirilebilecek hatalar yapmışlar ancak genel olarak doğru işlemler gerçekleştirmişlerdir.

**5.3.3. Beşinci kazanım.** Beşinci kazanımda, kazanıma ait 4 etkinlikteki etkileşimli basamaklar analiz edilmiştir. Burada yer alan etkinliklerin etkileşim türleri ile ilgili bilgiler Tablo 40'da verilmiştir.



Tablo 40

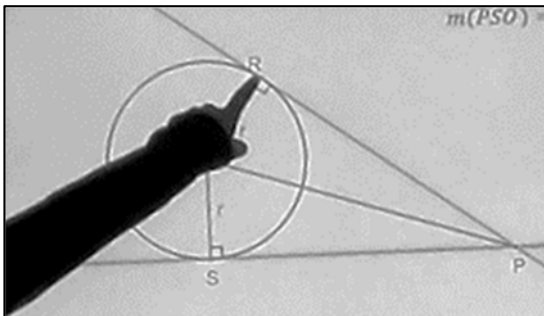
*Beşinci kazanım etkileşimli işlem basamakları*

Kazanım 5							
<u>İB</u>	<u>Etkinlik 5.2</u>	<u>İB</u>	<u>Etkinlik 5.3</u>	<u>İB</u>	<u>Etkinlik 5.5</u>	<u>İB</u>	<u>Etkinlik 5.6</u>
2	3b	1	1e	2	3b	1	1b
4	3b	2	2a	3	3b	3	1b
5	4e	4	3b	4	3b, 4e		
				5	1e		
				6	1e		
				7	1e		

**5.3.3.1. Etkinlik 5.2.** Etkinlik 5.2’de ikinci, dördüncü ve beşinci basamaklarda etkileşim bulunmaktadır. İkinci ve dördüncü basamaklarda etkileşim türü *3b*, beşinci de ise *4a* olarak belirlenmiştir.

Beşinci basamakta, iki doğru parçası arasındaki eşitliğin gözlemlenmesi ve etkileşim ile eşitliğin durumunun izlenmesi beklenmektedir. Etkileşim sırasında birbiri ile ilişkilendirilmiş nesnelerin birlikte hareket ettirilmesi sonucu öğrencilerden birisi *a ne kadar güzel göründü* sözleri ile DGY’nin sağladığı bu fırsatı heyecanla karşılamıştır. Etkileşim ile ilgili görsel Resim 581’de verilmiştir.

Resim 581

*Etkinlik 5.2 beşinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*

Öğrenciler doğru parçalarının farklı konumları için aralarındaki bağıntının durumu için etkileşim ile gözlem yapmış ve tamamına yakını doğru cevap vermiştir. Bu durum Tablo 41'den incelenebilir.

Tablo 41

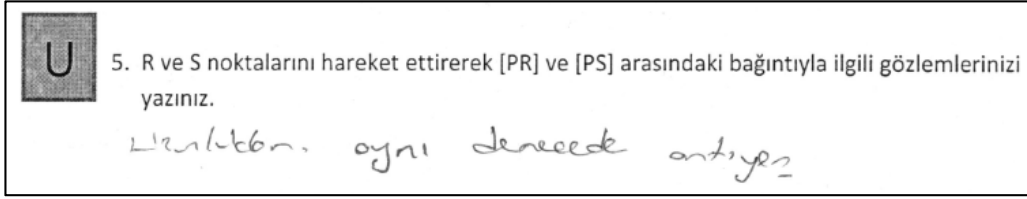
*Etkinlik 5.2 etkileşimli işlem basamağı öğrenci cevapları*

Kazanım 5	Etkinlik 5.2				
<u>Gruplar</u>	<u>İşlem Basamakları</u>				
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Grup 1	OD	E	OD	OD	B
Grup 2	OD	OY	OY	E	E
Grup 3	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 4	E	OY	OY	OD	OD
Grup 5	E	OD	E	E	OD
Grup 6	E	OD	E	OD	OD
Grup 7	OD	B	OY	OD	OD
Grup 8	OD	OD	E	E	OD
Grup 9	OD	OD	OY	OD	OD
Grup 10	OD	OD	B	OD	OD
Grup 11	OD	OD	OY	OD	OD
Grup 12	OD	OD	OY	OD	OD
Grup 13	E	OD	E	OD	OY

Eksik cevap, öğrencilerin değişimi belirtirken sadece artar ya da azalır gibi tek yönlü cevaplardan kaynaklandığından etkileşim analizi bakımından doğru kabul edilmiştir. Bu cevaplara örnek Resim 582'de yer almaktadır.

Resim 582

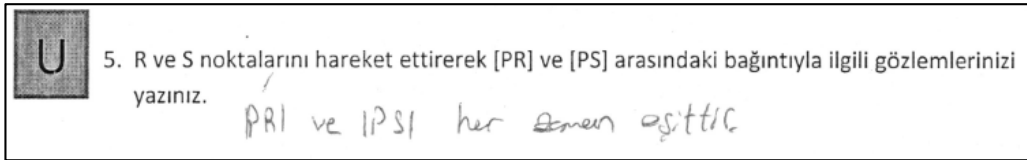
*Etkinlik 5.2 beşinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



Doğru olarak kabul edilen cevaplarda ise öğrenciler, doğru parçalarının her konumda eşit kaldıklarını ya da *aynı oranda artar-azalır* gibi değişimin aynı oranda kalarak iki yönlü olduğunu belirtmişlerdir. Bu cevaplar ise Resim 583’de görülmektedir.

Resim 583

*Etkinlik 5.2 beşinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

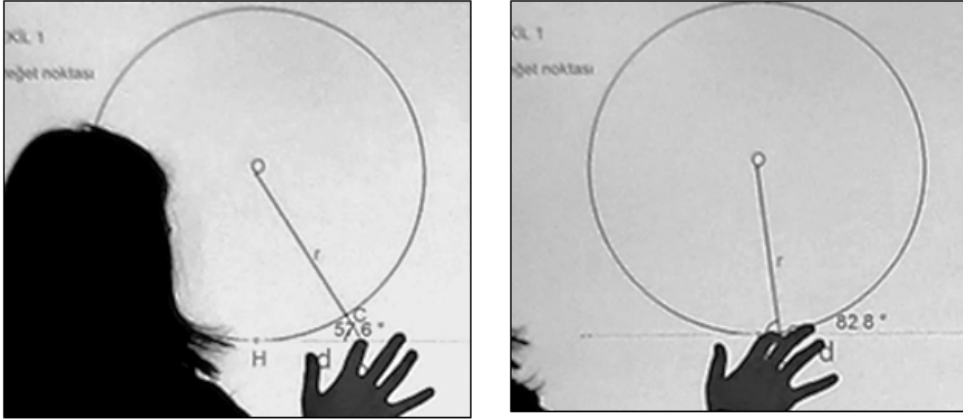


Etkileşimli beşinci basamakta, iki noktanın hareketi ile iki doğru parçası arasındaki bağıntıya ilişkin gözlemleri istenmiştir.

**5.3.3.2. Etkinlik 5.3.** Etkinlik 5.3’de, etkileşim birinci basamakta *1e* türünde, ikincide *2a* ve dördüncüde *3b* türünde gerçekleşmektedir. Birinci basamakta bir doğru parçasının hareketinden bir açı değerinin gözlemlenmesi beklenmiştir. Bu etkileşime ait görüntü Resim 584’de sunulmuştur.

Resim 584

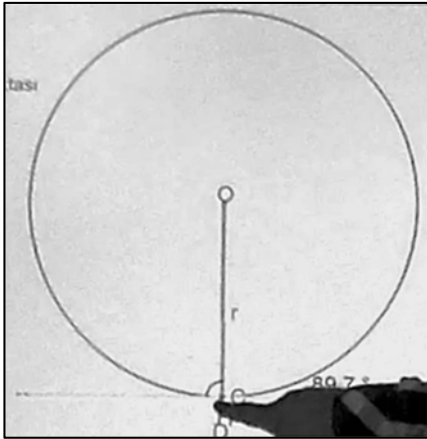
*Etkinlik 5.3 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



İkinci basamakta D noktasının tam olarak H noktası üzerine sürüklenmesi beklenirken etkileşim türü açısından değerlendirilince, bir doğru parçası çembere bağımlı olarak doğrudan çember üzerinde döndürülerek doğru parçasının durumunun yorumlanması istenmiştir (bkz. Resim 585).

Resim 585

*Etkinlik 5.3 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



D noktasının H noktasının üzerine geldiğinde ODH açısının yaklaşık  $90^0$  olduğu Resim 585’de görülmektedir. Öğrenci cevaplarının değerlendirme sonuçları Tablo 42’de yer almaktadır.

Tablo 42

*Etkinlik 5.3 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları*

Kazanım 5	Etkinlik 5.3					
<u>Gruplar</u>	<u>İşlem Basamakları</u>					
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
Grup 1	OD	E	OD	E	B	B
Grup 2	OD	E	OD	OY	B	OD
Grup 3	OD	OD	OY	E	B	OD
Grup 4	E	E	OY	OD	B	OD
Grup 5	E	OD	B	OD	OD	B
Grup 6	E	E	OD	OD	B	OD
Grup 7	B	OD	B	OY	B	OY
Grup 8	OD	OD	OD	E	B	OY
Grup 9	OD	OD	OY	B	E	OY
Grup 10	E	OD	OD	OY	B	OD
Grup 11	OD	E	OD	OY	B	OY
Grup 12	OD	E	E	E	B	OD
Grup 13	OD	E	E	E	B	B

Öğrencilerin tamamının OD ya da E cevap verdiği anlaşılan işlem basamaklarında cevaplar Resim 586'da örneklendirilmiştir.

Resim 586

*Etkinlik 5.3 birinci, ikinci ve üçüncü işlem basamakları doğru cevap örneği*

**C. Etkinlik 3**

**U** 1. ŞEKİL 1'de T noktası teğet noktası olmak üzere, D noktasını H noktasına yaklaştırın ve |OD|'nin d doğrusu ile yaptığı açığı gözlemleyin.

G1 *acı artar.*

**U** 2. D noktasını, H noktası üzerine getirin. |OD| için ne söylenebilir?

*0'dir.*

3. 1. ve 2. maddelerinden hareketle nasıl bir sonuç çıkarabilirsiniz.

*yarı çap olur. aynı zamanda değişmeyecektir.*

Resimden de anlaşıldığı üzere, etkileşimli basamaklardan ilkinde D noktasının hareket ettirilmesi ile ilgili bir açıdaki değişimin, ikincisinde ise H noktasının üzerine getirildiğinde doğru parçasının uzunluğunun gözlenmesi istenmiştir.

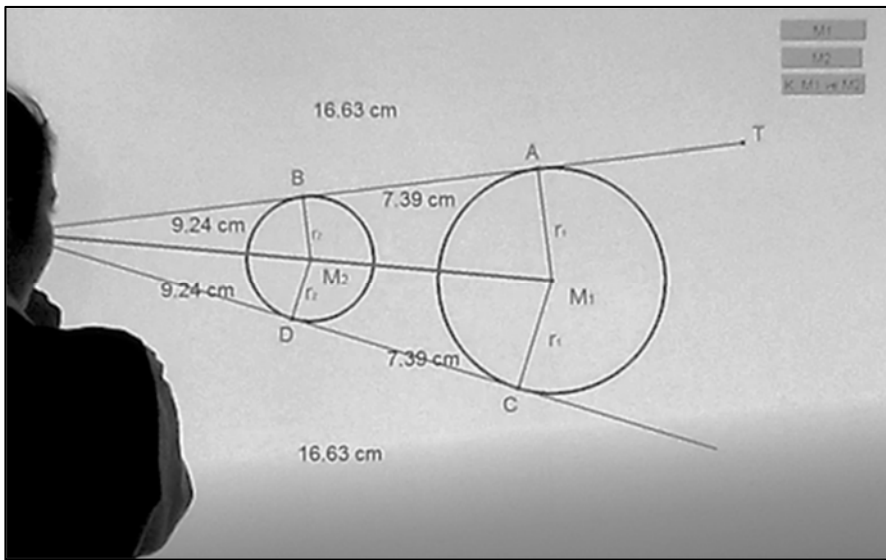
**5.3.3.3. Etkinlik 5.4.** Dördüncü etkinlik, bir giriş animasyonu olduğundan ve içinde bulunulan alt problemin giriş bölümünde yapılan açıklamalar kapsamında dördüncü etkinlik de analize dâhil edilmeyen etkinlikler arasında yer almaktadır.

**5.3.3.4. Etkinlik 5.5.** Dördüncü basamaktan başlayarak yedinci basamağa kadar olan işlem basamakları analiz edilmiştir. Dördüncü basamakta iki etkileşim türü bulunmaktadır. Analizin amacı gereği 4e türündeki etkileşim analiz edilmiştir. Buna göre, doğru parçalarının kesişim noktasından hareket ettirilerek uzunluk değerlerinin gözlemlenmesi beklenmiştir. 4e türünde nesnelerin boyutlarının küçültülmesi ve büyütülmesi bulunduğu ve DGY ile nesnelere ilişkilendirme nedeniyle noktanın hareketi sadece uzunluklarını değiştirmeyi sağladığından bu etkileşim türüne dâhil edilmiştir. Şekilde iki doğru parçasının aynı anda iki çembere teğet olmaları, aynı anda kesişmek zorunda oldukları ve bu ilişkilerini kesişim noktalarının her konumu için koruma gerekliliği doğal olarak kesişim noktasının hareketini

kısıtlamıştır. Öğrenciler de, etkileşim sırasında noktanın yukarı aşağı yönde hareket ettirilmesini talep etmişler ve onlara da sonraki basamakta olacağı bilgisi verilmiştir. Doğru parçalarının sadece büyüme-küçülme davranışları ile ilgili bu sınırlılığı aşmak üzere, yönlerini değiştirmek için teğet doğru parçalarından birindeki T noktası kullanılmış ve bu etkileşim sonraki basamakta uygulanmıştır. Bu basamağa ait etkileşim görüntüsü aşağıda görülmektedir (bkz. Resim 587).

Resim 587

*Etkinlik 5.5 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü*

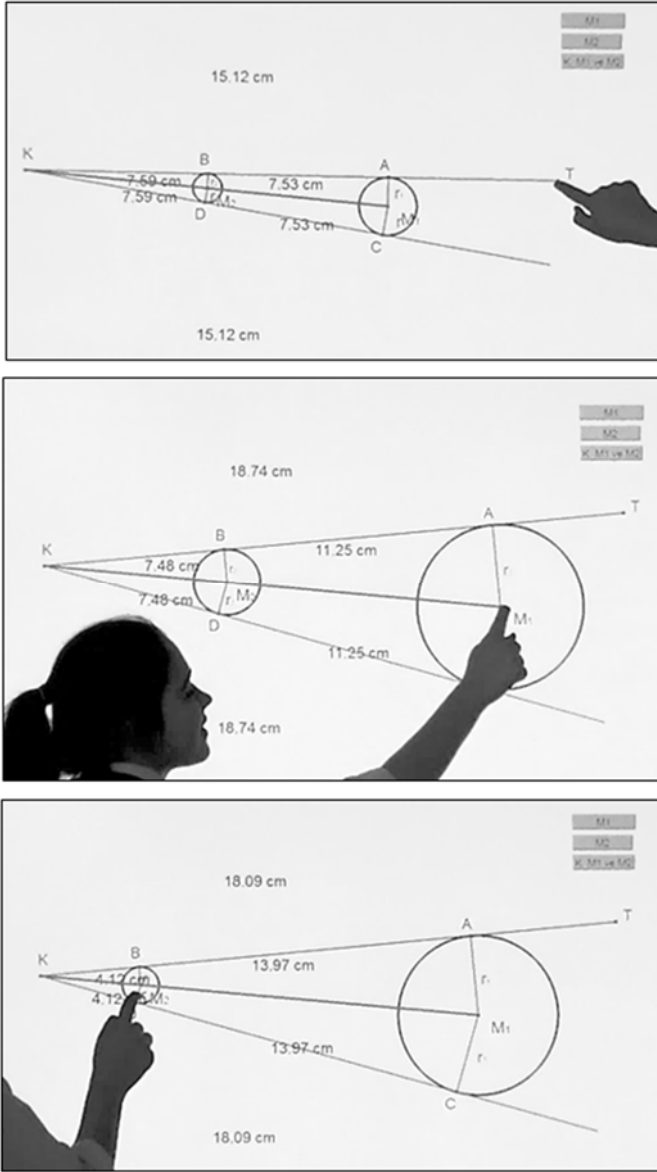


Etkileşim sırasında sadece K noktasının hareketi ile hem doğru parçalarının boyutlarının değişmesi hem de çemberler ve değerlerdeki değişimler öğrencilerde şaşkınlıkla karşılandığı gözlemlenmiştir.

Etkileşim bulunan beşinci (T noktasının taşınması), altıncı (birinci çemberin merkezinin taşınması) ve yedinci (ikinci çemberin merkezinin taşınması) işlem basamaklarında nesnelerin taşınması sonucu doğru parçalarının uzunluklarının gözlemlenmesi beklenmiştir. Nesnenin yerini değiştirme sonucu değer gözlemlene söz konusu olduğundan *1e* etkileşim türü içerisinde ele alınmıştır. Buna göre bu basamaklardaki etkileşim görüntüleri Resim 588’de görülebilmektedir.

Resim 588

*Etkinlik 5.5 beşinci işlem basamağı etkileşim görüntüleri*



Öğrencilerin etkileşimlerin gözlemleri gerçekleştirilmede kolaylık sağladığı verdikleri cevaplardan gözlenmiştir (bkz. Tablo 43).



Tablo 43

*Etkinlik 5.5 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları*

Kazanım 5	Etkinlik 5.5							
<u>Gruplar</u>	<u>İşlem Basamakları</u>							
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
Grup 1	E	B	E	E	E	E	E	OD
Grup 2	E	B	B	OD	OD	E	OD	E
Grup 3	E	E	E	OD	OY	E	E	OY
Grup 4	B	B	B	OD	OY	OD	OD	OD
Grup 5	OD	E	OD	E	E	E	E	E
Grup 6	E	E	E	E	E	E	E	B
Grup 7	E	B	B	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 8	OD	OD	B	E	E	E	E	E
Grup 9	E	E	E	E	OY	E	OY	B
Grup 10	E	E	E	E	E	E	OY	E
Grup 11	E	B	B	E	OD	OD	OD	OY
Grup 12	E	E	E	OD	OY	E	E	OY
Grup 13	B	B	B	OY	OY	E	OY	OY

Tablo 43’de eksik cevapların çokluğu dikkat çekmektedir. İşlem basamaklarında *gözlemlerinizi yazın* ifadesine karşın *eşit kalır* gibi bir ifade beklenmiştir. Öğrencilerin, uzunlukların sadece eşit olup olmadığını değerlendirmedikleri, artar-azalır gibi ifadelerle farklı cevaplar verdikleri örnek cevap Resim 589’dadır.

Resim 589

*Etkinlik 5.3 dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci işlem basamakları doğru cevap*

*örneği*

**U** 4. "K,  $M_1$  ve  $M_2$ " butonuna basınız. K noktasını hareket ettirerek çemberlere ait teğet uzunlukları ile ilgili gözlemlerinizi yazınız.  
*K büyüse  $m_1$  ve  $m_2$  teğetleri büyür.  
 K küçülse " " " " küçülür.*

**U** 5. T noktasını yukarı – aşağı yönde hareket ettirin, çemberlere ait teğet uzunlukları ile ilgili gözlemlerinizi yazınız. *ortor yada azalır.*

**U** 6.  $M_1$  noktasını hareket ettirerek, ilgili çembere ait teğet uzunlukları ile ilgili gözlemlerinizi yazınız. *uzaklaşsa aradaki mesafe ortor.  
 yaklaşırsa " " azalır.*

**U** 7.  $M_2$  noktasını hareket ettirerek, ilgili çembere ait teğet uzunlukları ile ilgili gözlemlerinizi yazınız. *K'ya yaklaşırsa  $M_1$ 'e olan uzaklık ortor.  
 K'dan uzaklaşırsa  $M_1$ 'e " " azalır.*

Etkileşimli işlem basamaklarında çeşitli noktaların hareketlerinden teğet uzunluklarına ait gözlemlerin yazılması istenmiştir. Öğrenciler, OD cevapların aksine artar-azalır, büyür-küçülür gibi ifadeler kullanmıştır.

**5.3.3.5. Etkinlik 5.6.** Etkinlik 5.6'da birinci ve üçüncü işlem basamaklarında etkileşimde bulunmaları sağlanarak, her ikisi için etkileşim türü *1b* olarak belirlenmiştir.

Etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevaplarının analiz edildiği Tablo 44'de görülmektedir.

Tablo 44

*Etkinlik 5.6 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları*

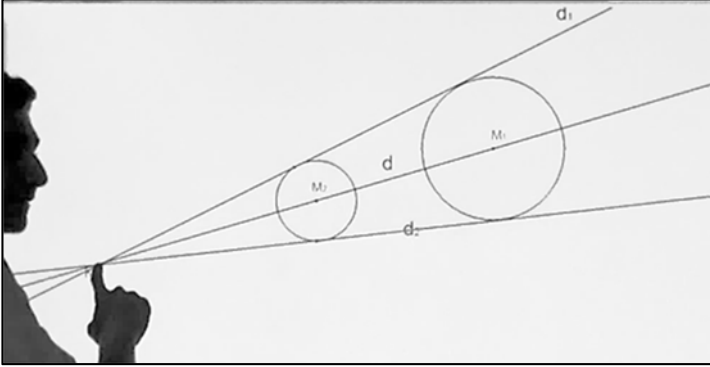
Kazanım 5	Etkinlik 5.6				
	İşlem Basamakları				
Gruplar	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Grup 1	-	OY	E	OD	OD

Kazanım 5	Etkinlik 5.6				
Grup 2	-	OY	E	OY	OY
Grup 3	-	E	E	OD	OD
Grup 4	-	OD	OD	OD	OD
Grup 5	-	OD	OY	OD	OD
Grup 6	-	OD	OD	OD	OD
Grup 7	-	OD	OD	OY	OY
Grup 8	-	OD	B	OD	OD
Grup 9	-	OD	E	B	B
Grup 10	-	OD	OY	OD	OY
Grup 11	-	B	B	B	B
Grup 12	-	OD	OD	OD	OY
Grup 13	-	OD	B	B	B

Birinci basmakta teğet doğrularının doğrudan ve herhangi bir nesneye bağımlı olmadan taşınarak belli bir konuma getirilmeleri istenmiştir ve öğrencilerden herhangi bir cevap beklenmemiştir. Etkileşim sırasında uygulamayı yapan öğrencinin tereddüt ettiği sırada diğer öğrencilerin onu yönlendirdiği ve *d doğrusunun üzerine getir, geri çık, geri çık, az aşağıya* gibi ifadeler kullandıkları gözlenmiştir Etkileşime ait görsel aşağıdaki resimde gösterilmiştir (bkz. Resim 590).

Resim 590

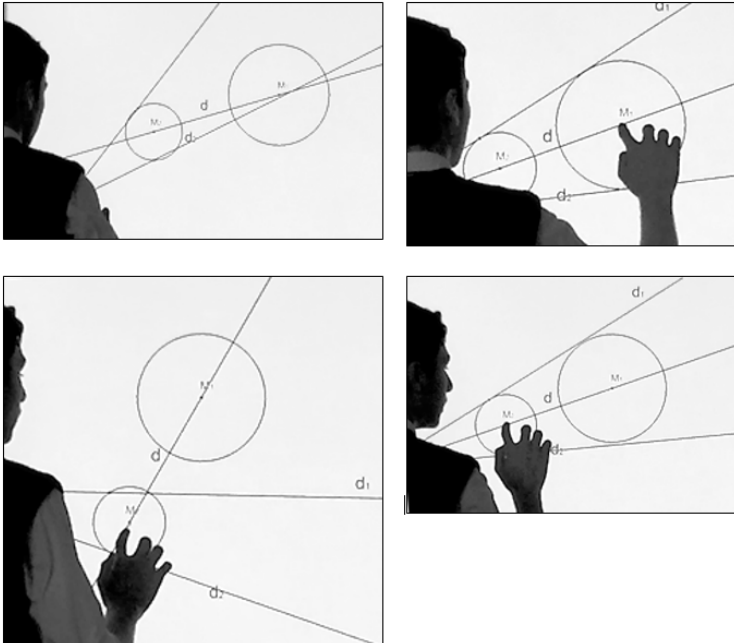
*Etkinlik 5.6 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Üçüncü basamakta ise, kesişim ve çemberlerin merkez noktalarının farklı konumları için doğruların ortak teğet olma durumunun incelenmesi istenmiş ve doğrudan nesnelerin bağımsız olarak taşınmasından kaynaklanan nedenlerle etkileşim türü *Ib* olarak belirlenmiştir. Bu etkileşime ait görüntüler Resim 591’de incelenebilmektedir.

Resim 591

*Etkinlik 5.6 üçüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü*

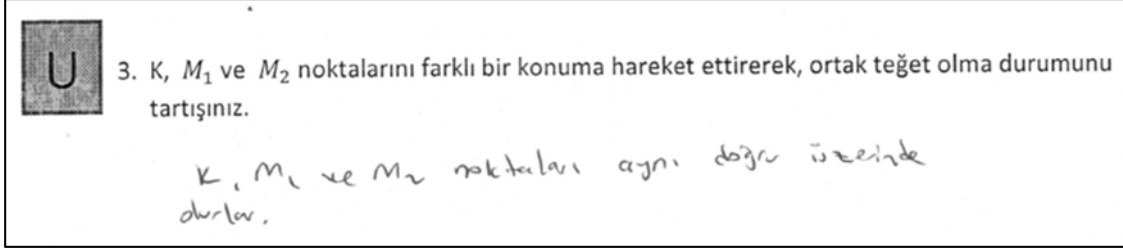


Etkileşimler sırasında birinci basamakta olduğu gibi öğrencilerin, yönlendirdikleri ve *d doğrusuna taşı* ifadesini kullanarak aslında genellemeyi önceden sezdikleri anlaşılmaktadır.

Bu durum verdikleri cevaplarda da görülmektedir (bkz. Resim 592).

Resim 592

*Etkinlik 5.6 üçüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*



**5.3.4. Altıncı kazanım.** Altıncı kazanımda, kazanıma ait 4 etkinlikteki etkileşimli işlem basamakları analiz edilmiştir. Burada yer alan etkinliklerin etkileşim türleri ile ilgili bilgiler Tablo 45’de verilmiştir.

Tablo 45

*Altıncı kazanım etkileşimli işlem basamakları*

Kazanım 6															
İB	E.6.2	İB	E.6.3	İB	E.6.4	İB	E.6.5	İB	E.6.6	İB	E.6.7	İB	E.6.8	İB	E.6.9
1	3d	1	2e	2	1a	2	3b	2	3b, 2c	2	1c	1	4a	1	1c
3	3d	2	2e	3	3b, 1e	3	3b	3	2c	3	3b	3	4a	3	3b
5	3d	4	2e	8	3b, 1e			4	2c	5	3b	6	3b	5	3b
6	3d	6	3b					5	3b	7	3b	7	3b	6	3b
8	3b	7	3b					6	3b	8	3b			7	3b

---

 Kazanım 6
 

---

9	1e	9	3b	7	3b, 2e	9	1e
				8	2e		
				10	3b		

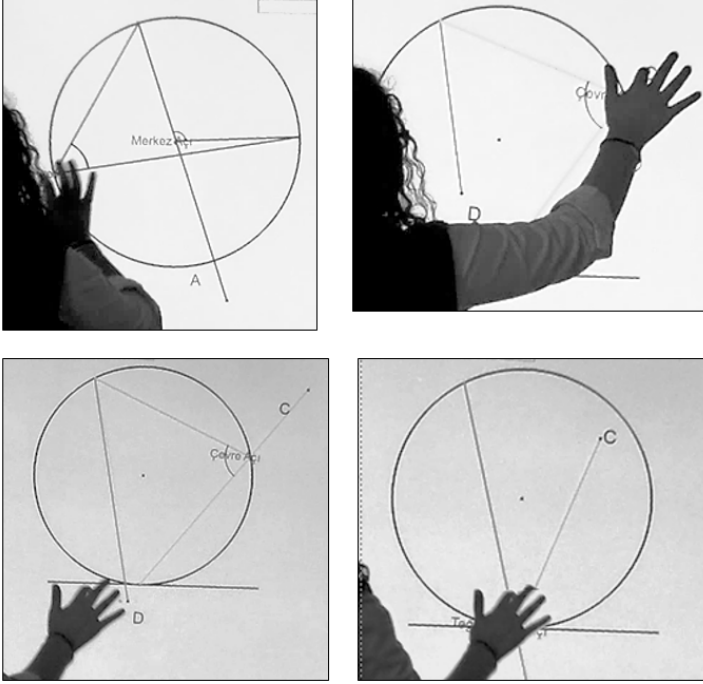
---

**5.3.4.1. Etkinlik 6.2.** Etkinlik 6.2’de birinci, üçüncü, beşinci, altıncı işlem basamaklarında *3d*, sekizinci işlem basamağında *3b* ve dokuzuncu işlem basamağında *1e* etkileşim türleri bulunmaktadır. Birinci, üçüncü, beşinci ve altıncı basamaklarda, dolaylı yoldan nesnelere hareketi ile herhangi bir nesneye bağımlı olmayan nesnelere gösterilmesi/gizlenmesi söz konusudur. Analize alınmayan gösterme/gizleme davranışından farklı olarak, bu basamaklarda ilgili açıların belli konumlarda isimlerinin çıkması sonucu açıların konumlarına ilişkin öğrencilerin muhakeme etme ve yargı da bulunma süreçleri yaşamaları beklenmiştir. Bu nedenle bu işlem basamakları analize dâhil edilmiştir. Ayrıca gösterme/gizleme etkileşim türünün dolaylı olarak gerçekleştiren nesnelere taşınmasını sağlayan etkileşim türünün de gerçekleşmesi analize katılmalarının diğer bir nedenidir.

Bu işlem basamaklarında öğrencilerin doğru parçalarını taşıyarak her birinin belli konumlarda, belli bir açı türünü (çevre açısı, merkez açısı, vb.) oluşturmaları ve burada çıkan açı isimlerini bulmaları beklenmiştir. Etkileşime ait görüntüler Resim 593’de sunulmuştur.

Resim 593

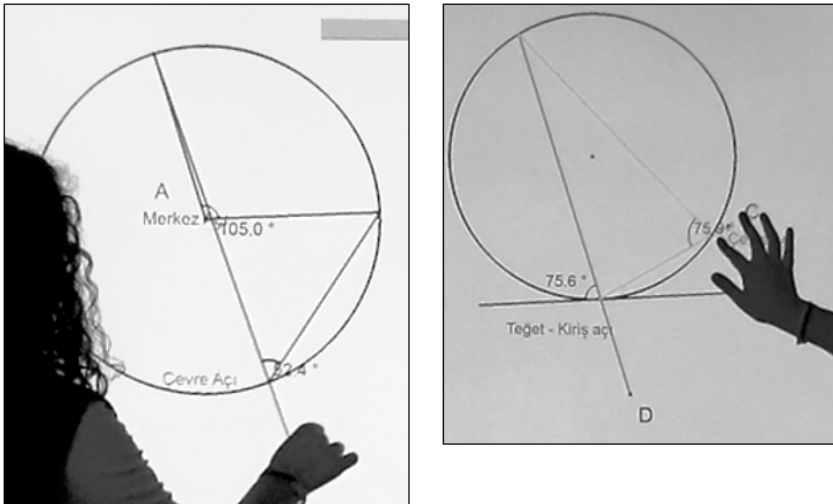
*Etkinlik 6.2 birinci, üçüncü, beşinci ve altıncı işlem basamakları etkileşim görüntüsü*



Dokuzuncu işlem basamağında belirlenen etkileşim türü *1e*'dir. Açıların taşınması sonucu değerlerinin gözlemlenmesi söz konusudur. Açıların taşınmasıyla elde edilen görüntüler Resim 594'de yer almaktadır.

Resim 594

*Etkinlik 6.2 dokuzuncu işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Etkileşimlerin, öğrenci cevaplarına yansımaları incelendiğinde, amacına uygun gözlem yapmalarına yardımcı olduğu söylenebilir. Etkileşimler sonrası gözlem ve muhakeme yapmaları gereken basamaklardaki (2, 4, 7 ve 8'inci işlem basamakları) cevaplar bunu destekler niteliktedir. Bu durum Tablo 46'da görülmektedir.

Tablo 46

*Etkinlik 6.2 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları*

Kazanım 6	Etkinlik 6.2											
Gruplar	İşlem Basamakları											
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>
Grup 1	OD	OD	OD	D	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 2	OD	OY	B	B	OD	OD	B	B	OD	OY	E	B
Grup 3	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	E
Grup 4	OD	OY	OD	OY	OY	E	E	OY	OD	OY	OY	E
Grup 5	OY	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 6	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 7	OD	OD	B	OD	OY	OD	B	E	OD	OY	E	B
Grup 8	OD	OD	OD	B	OD	E	OD	B	OD	OD	B	B
Grup 9	OD	OD	OD	OY	OD	OD	OD	OD	OD	OD	E	OY
Grup 10	OD	OD	OD	B	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD
Grup 11	OD	OD	OD	B	OD	E	E	B	OD	OY	OY	B
Grup 12	OD	OD	OD	E	OD	OD	E	OD	OD	OD	OD	E
Grup 13	OD	OD	OD	OD	B	E	OD	OY	B	B	B	B

Bu işlem basamaklarına ait öğrenci cevapları Resim 595'de görülebilir.



## Resim 595

*Etkinlik 6.2 ilk dokuz işlem basamağın doğru cevap örneği*

**U** B. Etkinlik 2

1. A noktasını hareket ettirerek ilgili açının ismini bulun ve yazın.  
A → merkez açısı

2. Bu açıyı tanımlayınız.  
A → merkez açısı : iki yarıçap arasındaki açı

**U** 3. B noktasını hareket ettirerek ilgili açının ismini bularak yazın.  
B → çevre açısı

4. Bu açıyı tanımlayınız.  
B → iki kiriş arasındaki açı (kirişler çemberin üzerinde bir noktada kesişecek)

**U** 5. C noktasını hareket ettirerek ilgili açının ismini bularak yazın.  
C → çevre açısı

**U** 6. D noktasını hareket ettirerek ilgili açının ismini bulunuz.  
D → teget - kiriş açısı

7. Bu açıyı tanımlayınız.  
teget ve kiriş arasındaki açı

8. "Açılar" butonuna basarak açıları gösteriniz (Açılar yaklaşık değerlerdedir\*). Açılar arasında bir bağıntı kurmaya çalışın.  
çevre açısı merkez açının yarıdır.  
Teget - kiriş açısıyla çevre açısı eşittir.

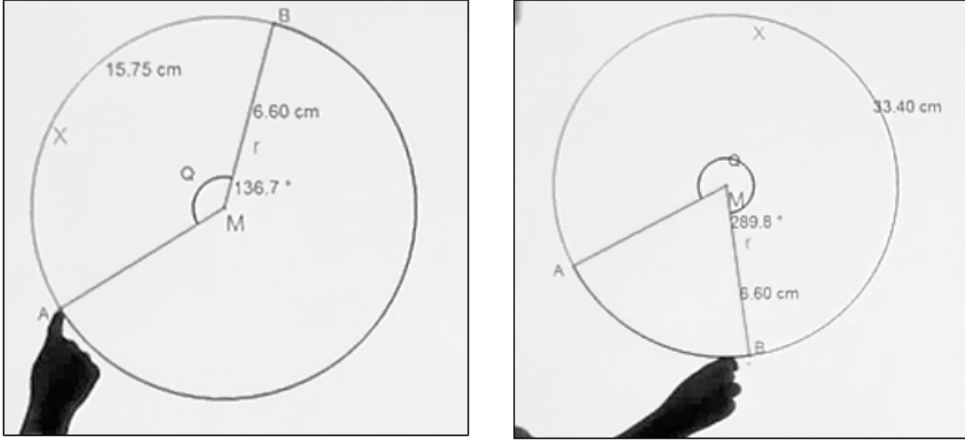
**U** 9. B ve C noktalarını hareket ettirerek bağıntılarda değişiklik olup olmadığını tartışarak gözlemlerinizi yazınız.  
değişmiyor -

1, 3, 5 ve 6'ncı basamaklardaki etkileşimlerde açılarının bulunmasına ilişkin cevaplar yer alırken, 9'uncu basamakta açı bağıntılarında değişim olma durumuna ilişkin cevaplar yer almıştır.

**5.3.4.2. Etkinlik 6.3.** Etkinlik 6.3'de analiz edilen basamakların (1, 2, 4) üçü de 2e etkileşim türüne sahiptir. Yarıçapların çember üzerinde döndürülmesi ile değerlerdeki değişimlerin gözlemlenmesi istenmiştir. Bu gözlem için oluşturulan etkileşim görüntüleri Resim 596 ve Resim 597'de görülmektedir.

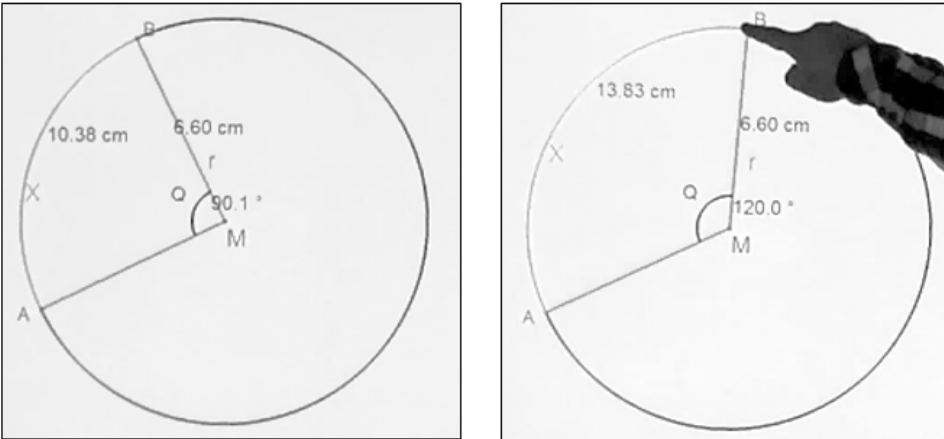
Resim 596

*Etkinlik 6.3 birinci ve ikinci işlem basamakları etkileşim görüntüsü*



Resim 597

*Etkinlik 6.3 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



İkinci basamakta, öğrencilerden birisi *orantılı büyüyor* biçiminde çıkarımda bulunmuştur. Etkileşim yardımıyla ilişkileri belirlemeye ve formül elde etmeye çalışmışlardır. Tablo 47’de öğrencilerin başarıları görülmektedir.

Tablo 47

*Etkinlik 6.3 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları*

Kazanım 6	Etkinlik 6.3
<u>Gruplar</u>	<u>İşlem Basamakları</u>
<u>1</u>	<u>4</u>
<u>2</u>	<u>5</u>
<u>3</u>	<u>6</u>
	<u>7</u>
	<u>8</u>

Kazanım 6	Etkinlik 6.3							
Grup 1	OD	OD	OD	OD	OY	OY	OD	OY
Grup 2	OD	OD	OD	OD	OD	OY	OD	B
Grup 3	OD	OD	OY	OY	OD	OD	OD	B
Grup 4	OD	OD	OD	OD	OY	OY	OD	OY
Grup 5	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OY	B
Grup 6	OD	OD	OY	OD	OD	OD	OD	OY
Grup 7	B	OD	E	OD	OD	OD	OD	OY
Grup 8	OD	OD	OD	OY	OD	OD	B	B
Grup 9	OD	OD	OY	OD	OD	OY	OY	OY
Grup 10	OD	OD	OD	OY	OD	OY	OY	OY
Grup 11	OD	OD	OD	OD	OD	B	B	B
Grup 12	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OY	OY
Grup 13	OD	OD	OD	OY	OD	OY	B	B

Öğrenci cevaplarına örnek Resim 598’de görülmektedir.

Resim 598

*Etkinlik 6.3 ilk beş işlem basamağın doğru cevap örneği*

**U** C. Etkinlik 3

1. A ve B noktalarını hareket ettirerek Q açısını gözlemleyiniz.  
Artıp azalıyor

**U** 2. A ve B noktalarını hareket ettirerek x uzunluğunu gözlemleyiniz.  
artıp azalıyor

3. Q açısının değeri ile X yayının uzunluğu arasında nasıl bir ilişki olabilir? Tartışınız.  
doğru orantılı

**U** 4. Q'nin aşağıdaki durumlarda, X yayı ile çemberin çevresi ve Q ile çemberin açı değerini oranlayın.

Q=90° için,	$Q/360^\circ = \frac{1}{4}$	X/C = $\frac{1}{4}$
Q=120° için,	$Q/360^\circ = \frac{1}{3}$	X/C = $\frac{1}{3}$
Q=240° için,	$Q/360^\circ = \frac{2}{3}$	X/C = $\frac{2}{3}$
Q=360° için,	$Q/360^\circ = 1$	X/C = $1$

5. X uzunluğunu, Q açısına bağlı olarak hesaplamak için bir formül bulmaya çalışın.

$$\frac{X}{C} = \frac{Q}{360}$$

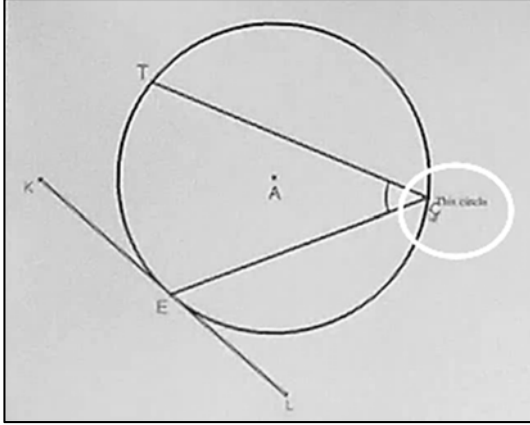
İlk iki etkileşimli işlem basamaklarında öğrenciler, iki noktanın hareket ettirilmesi ile bir açı ve yay uzunluğunu gözlemlemeleri ve bunların arasındaki ilişkiyi belirlemeleri istenmiş ve bunu ortaya çıkarmak için çeşitli konumlar için iki noktanın hareketi ile yay uzunluğu ile çemberin çevresini, açı ile de çemberin toplam açısını oranlamaları istenmiştir.

**5.3.4.3. Etkinlik 6.4.** Etkinlik 6.4, ikinci (1a), üçüncü (3b ve 1e) ve sekizinci (3b ve 1e) işlem basamaklarında etkileşim içermektedir. İkinci basamakta, açığı oluşturan noktanın (C noktası) teğet-kiriş açığı oluşturan noktaya (E) yaklaştırılması istenmektedir. Başka bir deyişle iki kirişin birleşim noktası taşınarak açıların şekil olarak değişiminin incelenmesi

beklenmiştir. Ancak etkinlik sırasında teknik problemlerle karşılaşmış ve bu nedenle etkileşimlere bilgisayar Mouse'u ile devam edilmiştir. Etkileşime ait görüntüler Resim 599'da bulunmaktadır.

Resim 599

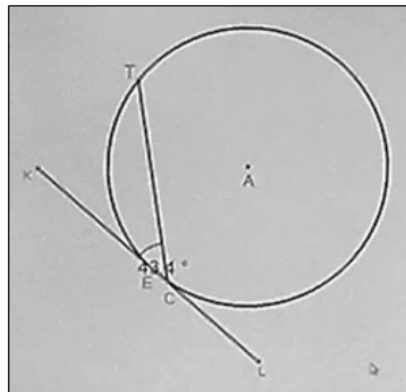
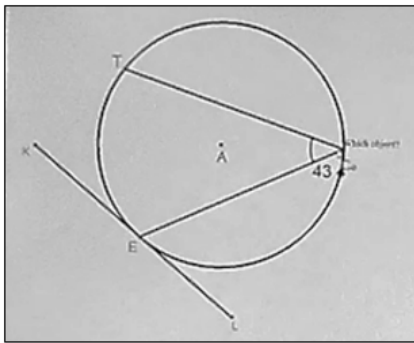
*Etkinlik 6.4 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



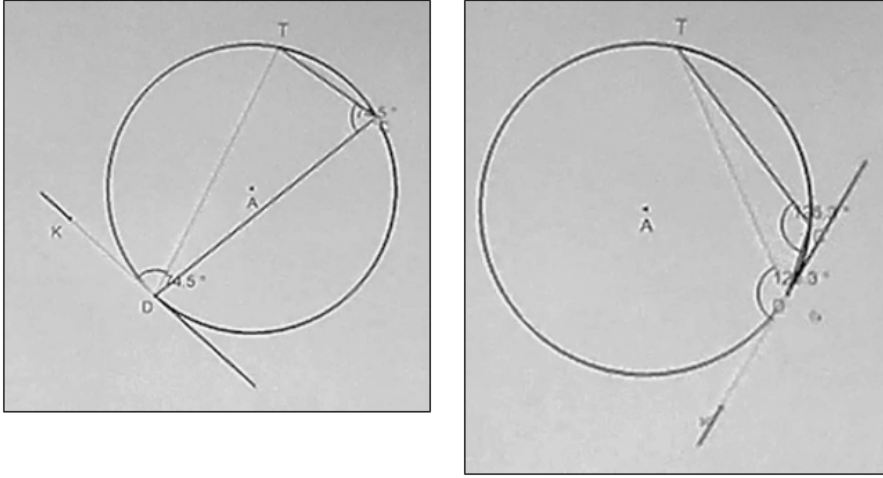
Üçüncü ve sekizinci basamaklarda iki etkileşim türü bulunmaktadır. Birincisi *3b*, diğeri ise *1e* dir. Üçüncü basamakta, açının hareket ettirilerek açının değerinin, sekizinci basamakta ise iki kirişin hareketi ile çevre açısı ve teğet-kiriş açısı değerlerinin gözlemlenmesi söz konusudur. Değerlerin değişimini gözlemlemek için öğrencilerden tekrar hareket ettirme isteği gelmiştir. Bu basamaklara ait etkileşim görüntüleri Resim 600 ve Resim 601'de görülmektedir.

Resim 600

*Etkinlik 6.4 Üçüncü işlem basamağında etkileşim görüntüsü*



Resim 601

*Etkinlik 6.4 Sekizinci işlem basamağında etkileşim görüntüsü*

Dördüncü basamakta öğrencilerin muhakeme etmeleri beklendiği sırada sınıf genelinde derin bir sessizlik olurken, grupların kendi aralarında fısıltı ile tartıştıkları gözlemlenmiştir. Etkileşimli olmayan işlem basamaklarında da sık sık öğrenciler etkileşimlerin tekrarlanmasını isteyerek gözlem yapmışlardır. Öğrenci cevapları Tablo 48'den incelenebilmektedir.

Tablo 48

*Etkinlik 6.4 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları*

Kazanım 6	Etkinlik 6.4								
Gruplar	İşlem Basamakları								
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
Grup 1	OD	E	OD	OD	OD	E	OD	OD	E
Grup 2	OY	OY	OD	B	OD	OY	B	OD	OY
Grup 3	OD	OD	OD	OY	OD	E	E	OD	E
Grup 4	OY	E	OD	OY	OY	E	OD	OD	OD
Grup 5	OY	E	OD	OD	OD	E	OD	OD	OY
Grup 6	OD	E	OD	OD	OD	D	OD	OD	OD

Kazanım 6	Etkinlik 6.4								
Grup 7	B	E	OD	OD	OD	OD	OY	OD	E
Grup 8	OD	E	OD	OD	OD	D	E	OD	E
Grup 9	B	E	OD	OD	OD	D	OD	B	E
Grup 10	OD	E	OD	OD	OD	E	OD	OD	OY
Grup 11	OD	E	OD	OD	OD	D	OD	OD	B
Grup 12	OD	E	OD	OD	OD	E	OD	OD	E
Grup 13	OY	E	B	B	OD	OY	OY	OD	OY

İkinci basamaktaki E cevapların yoğunluğu dikkat çekmektedir. Sekizinci basamakta ise olması gereken cevap değişmez olması gerekirken öğrenciler her bir noktanın konumuna göre değerlendirdiği anlaşılmaktadır. Öğrenci cevapları Resim 602’de örneklendirilmiştir.

Resim 602

*Etkinlik 6.4 ikinci, üçüncü ve dördüncü işlem basamakları doğru cevap örneği*

**U** 2. C noktasını E noktasına yaklaştırın gözlemlerinizi yazınız.  
C açısı değişmedi.

**U** 3. Değerler butonuna basın ve C noktasını hareket ettirerek değeri ile ilgili gözlemlerinizi yazın.  
C açısı değişmedi, !!

4. E noktasının üzerinde iken C açısını oluşturan doğru parçalarını yazın.  
[KC] ve [TC]

İkinci basamakta, C noktasının E noktasına yaklaştırılmasına ilişkin gözlemin yazılması, üçüncüde ise C noktasının hareketi ile C noktasında bulunan açının değeriniz gözlenmesi istenmiştir. Sekizinci basamakta ise, C ve D noktalarının hareketi ile açı değerlerinin değişimine ilişkin gözlemin yazılması beklenmektedir. Doğru cevap değişmez

olması gerekirken, öğrenciler her bir noktanın konumuna göre değerlendirdiğinden yine doğru olarak kabul edilmiştir (bkz. Resim 603).

Resim 603

*Etkinlik 6.4 sekizinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

U

8. ŞEKİL 2’de “Değerler” butonuna basın. C ve D noktalarını hareket ettirerek açılış değerlerindeki değişimi ile ilgili gözlemlerinizi yazın.

C → Değişmez      D → Değişir.

**5.3.4.4. Etkinlik 6.5.** Etkinlik 6.5’de, etkileşim bakımından sadece dördüncü işlem basamağı analiz edilmiştir. Bu basamakta *1e*, *2e* ve *4e* olmak üzere üç etkileşim türü yer almaktadır. İlk olarak hareket ettirilmesi istenen nokta (B) ile girişler hareket ettirilerek açılar arasındaki bağıntının gözlemlenmesi istenmektedir. Diğer iki noktanın (C ve D) hareket ettirilmesi, merkez açığı oluşturan yarıçapların çember üzerinde döndürülerek aynı bağıntının gözlemlenmesi istenmiştir. Öğrenci cevaplarının değerlendirmesi Tablo 49’da görülmektedir.

Tablo 49

*Etkinlik 6.5 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları*

Kazanım 6	Etkinlik 6.5				
<u>Gruplar</u>	<u>İşlem basamakları</u>				
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Grup 1	OY	OD	OD	OD	OD
Grup 2	OY	OY	OY	E	B
Grup 3	OY	OD	OD	OD	OY
Grup 4	OY	B	OD	OD	OD
Grup 5	B	OD	OD	OD	OD
Grup 6	B	OD	OD	OD	OD

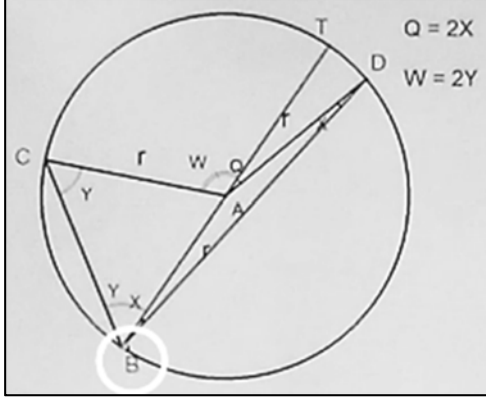


Kazanım 6	Etkinlik 6.5				
Grup 7	B	OD	OD	OD	OD
Grup 8	OY	OD	B	OD	B
Grup 9	B	OD	E	OD	OD
Grup 10	OY	OY	OY	OD	OD
Grup 11	E	OD	OY	B	B
Grup 12	B	OD	OD	OD	OY
Grup 13	OY	OY	OD	OD	B

Son etkileşim türünde ise, çemberin büyüklüğü değiştirilerek gözlemin yapılması gerekmektedir. Etkileşimlere ait görüntüler Resim 604, Resim 605, Resim 606 ve Resim 607’de yer almaktadır.

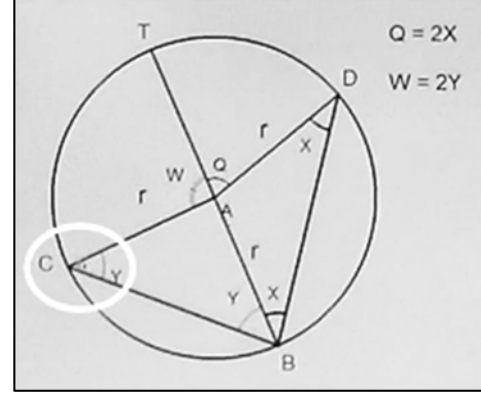
Resim 604

*Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü-1*



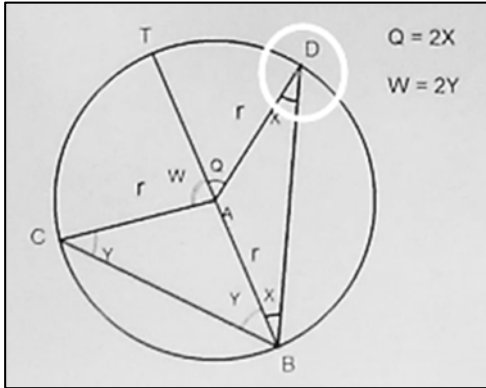
Resim 605

*Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü-2*



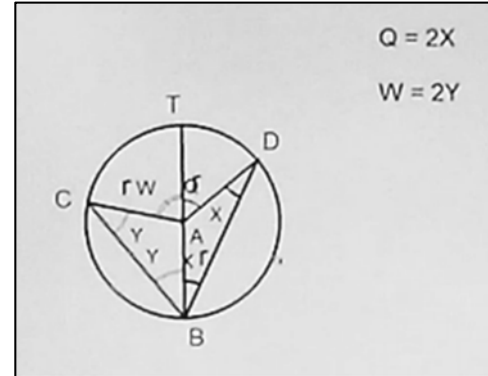
Resim 606

*Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü-3*



Resim 607

*Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü-4*



Etkileşim sırasında, *aynı kalıyor bunlar* gibi ifadelerle anında cevaplamışlardır.

Gözlemler, öğrenci cevaplarına yansımış ve öğrencilerin tamamına yakını doğru cevap vererek bunu göstermiştir. Bu cevaplara örnek Resim 608'de verilmiştir.

Resim 608

*Etkinlik 6.5 dördüncü işlem basamağı doğru cevap örneği*

U

4. B, C, D noktalarını hareket ettirerek ve çemberin boyutunu değiştirerek, açılar arasındaki bağıntının durumunu gözlemleyerek yazın.

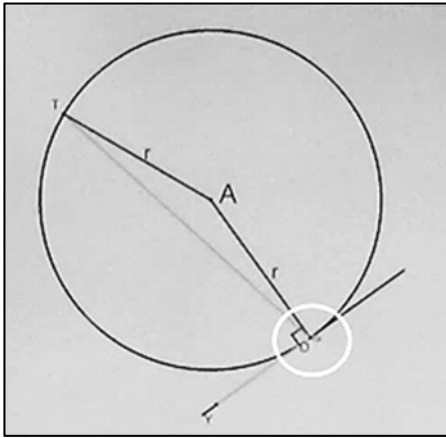
Değişmez. Aynı kalır.

Etkileşimli basamakta, belirtilen üç noktanın hareketi ve çemberin boyutlandırılması ile açılar arasındaki bağıntının gözlenmesi istenmiştir. Etkileşimlerin tamamı aynı bağıntının durumunu gözlemlemek olduğu için tek bir işlem basamağında yer alması yeterli görülmüştür. Öğrenci gözlemleri bu durumu destekler niteliktedir.

**5.3.4.5. Etkinlik 6.6.** Etkinlikte ikinci basamakta,  $3b$  ve  $2c$ , üçüncü ve dördüncü basamaklarda  $2c$ , beşinci ve altıncı basamaklarda  $3b$  türünde etkileşim yer almaktadır. Yedinci basamakta  $3b$  ve  $2e$  olmak üzere iki etkileşim türü, sekizincide  $2e$  ve onuncuda  $3b$  türü yer almaktadır. İkinci basamaktaki  $2c$  etkileşim türüne göre, çembere bağımlı olarak bir doğru parçasının (teğet ya da yarıçap) çember üzerinde dönmesi ile dolaylı olarak bir açının gözlemlenmesi söz konusudur. Bu etkileşim türü Resim 609'da görselleştirilmiştir.

Resim 609

*Etkinlik 6.6 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*

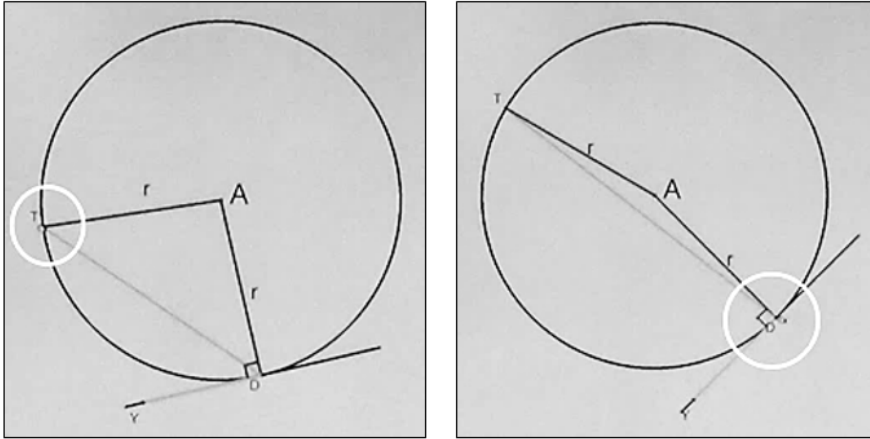


Etkileşim sırasında öğrencilerin sık sık nesnelerin tekrar hareket ettirilmesini istedikleri gözlemlenmiştir.

Üçüncü ve dördüncü işlem basamaklarında yine 2c etkileşim türü bulunmaktadır. Üçüncü basamakta, ikinci basamaktaki aynı doğru parçalarının hareketi ile belirtilen diğer açılar gözlemlenmesi istenmiştir. Dördüncü basamakta ise diğer yarıçapın hareketi ile yine aynı açılar gözlemlenmesi beklenmiştir. Bu iki etkileşime ait görüntüler Resim 610'da verilmiştir.

Resim 610

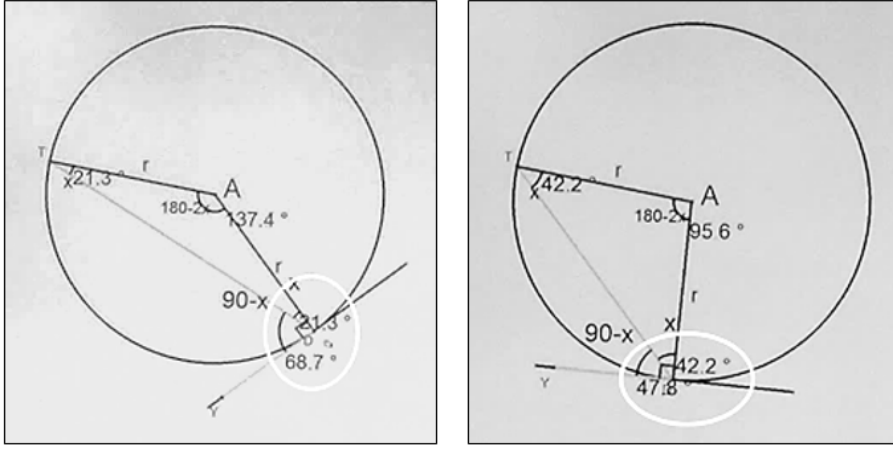
*Etkinlik 6.6 üçüncü ve dördüncü işlem basamakları etkileşim görüntüsü*



Yedinci ve sekizinci basamaklarda ise yarıçaplar ve kırımların hareketinden açı değerlerinin gözlemlenmesi için etkileşim söz konusudur. Etkileşimlere ait görüntüler Resim 611 ve Resim 612'de görülmektedir.

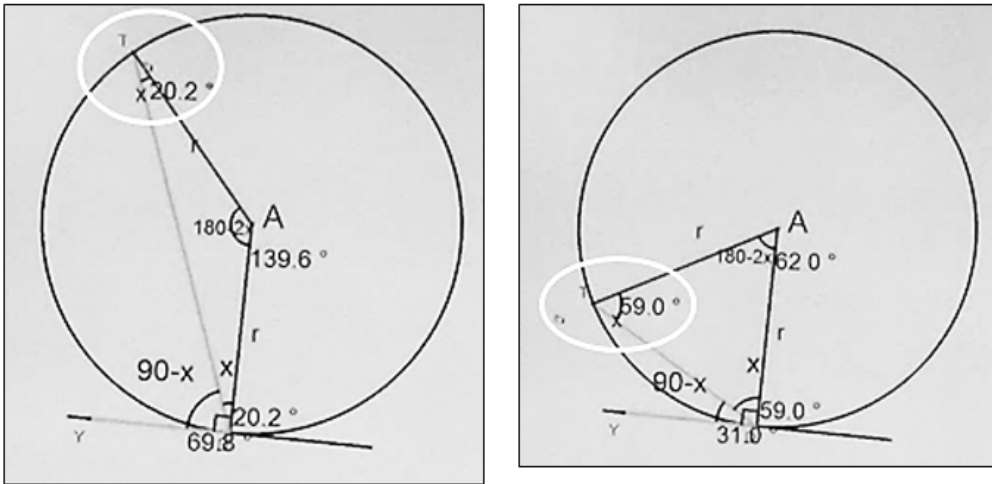
Resim 611

*Etkinlik 6.6 yedinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Resim 612

*Etkinlik 6.6 sekizinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Öğrenci cevaplarının değerlendirmesi Tablo 50'de yer almaktadır.

Tablo 50

*Etkinlik 6.6 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları*

Kazanım 6	Etkinlik 6.6									
	İşlem Basamakları									
Gruplar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Grup 1	E	OD	E	E	OD	OD	-	-	OY	-

Kazanım 6	Etkinlik 6.6									
Grup 2	B	B	B	B	E	OY	-	-	E	-
Grup 3	OD	OD	E	E	D	OY	-	-	OD	-
Grup 4	E	OD	OY	E	E	OY	-	-	OD	-
Grup 5	E	OD	OY	OD	OD	OD	-	-	OD	-
Grup 6	OD	OD	OD	OD	B	OD	-	-	OD	-
Grup 7	OD	OY	B	B	E	OY	-	-	OD	-
Grup 8	E	OD	E	E	E	OD	-	-	OD	-
Grup 9	OD	OD	E	OD	OD	OD	-	-	OD	-
Grup 10	OD	OD	OY	OY	OD	OD	-	-	OD	-
Grup 11	OD	OD	E	B	B	B	-	-	B	-
Grup 12	OD	OD	OY	OY	OD	E	-	-	OD	-
Grup 13	OD	OD	OY	OY	E	OY	-	-	OY	-

Etkileşimlere ve bunlardan sonuç çıkarma basamaklarına ait öğrenci cevapları ise Resim 613’de örneklendirilmiştir.

## Resim 613

Etkinlik 6.6 ikinci, üçüncü, dördüncü, beşinci, yedinci, sekizinci ve dokuzuncu işlem basamakları doğru cevap örneği

**U** 2. "İpucu" butonuna basın. D noktası hareket ettirilince  $(\widehat{YDA})$  açısını gözlemleyiniz.  
Açı değişir.

**U** 3. D noktasını hareket ettirin ve  $(\widehat{TAD})$  ve  $(\widehat{TDY})$  açılarını gözlemleyiniz.  
İkisinde artar.  $\widehat{TAD}$  açısı 180'de yatar.

**U** 4. T noktasını hareket ettirin ve  $(\widehat{TAD})$  ve  $(\widehat{TDY})$  açılarını gözlemleyiniz.  
İkisinde artar.

△

5. "İpucu 2" butonuna basın.  $(\widehat{TAD})$  nasıl bir üçgendir? Bu üçgenden hareketle iç açılarını nasıl ifade edebilirsiniz?  
geniştirir ve ikitten bir üçgen olur.  
 $(\widehat{ATD}) = (\widehat{ADT})$   $(\widehat{TAD}) = 180 - 2x$   
 $x = x$

**U** 7. "Değerler" butonuna basın. D noktasını hareket ettirerek farklı konumlar için  $(\widehat{TAD})$  ve  $(\widehat{TDY})$  değerlerini yazın.

	I.Durum	II.Durum	III.Durum
a) $(\widehat{TAD})$ :	141.5	139.1	95.6
b) $(\widehat{TDY})$ :	57.2	69.9	42.8

**U** 8. T noktasını hareket ettirerek farklı konumlar için  $(\widehat{TAD})$  ve  $(\widehat{TDY})$  değerlerini yazın

	I.Durum	II.Durum	III.Durum
a) $(\widehat{TAD})$ :	139.6	62	.....
b) $(\widehat{TDY})$ :	69.8	31	.....

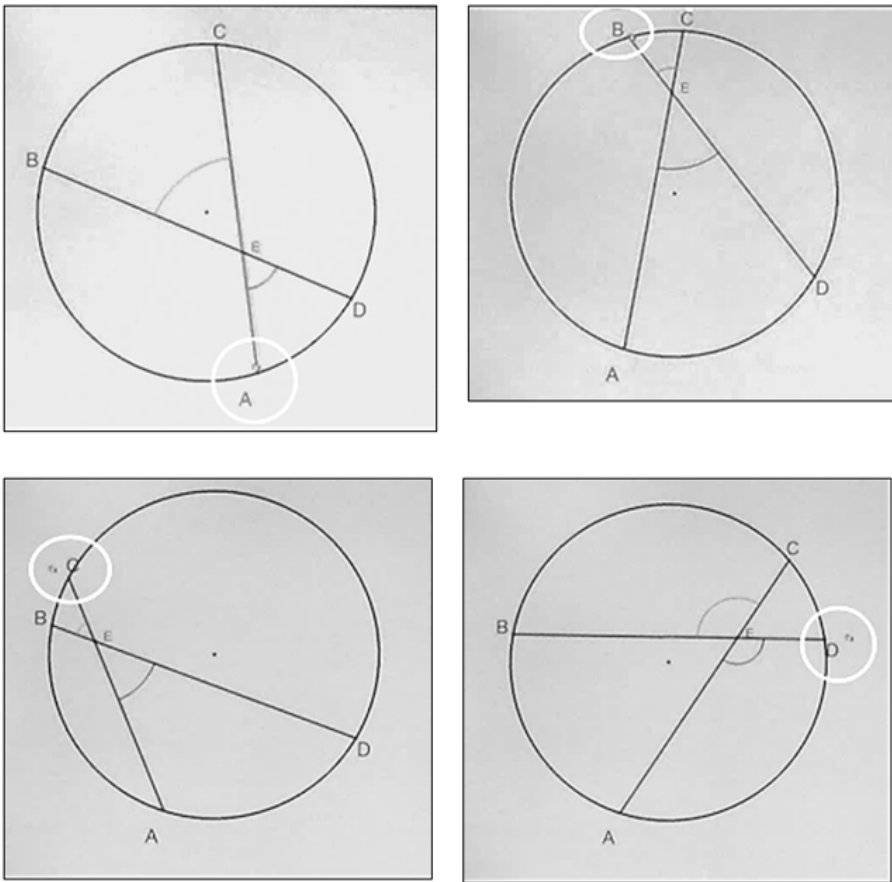
9. 7. Ve 8. Maddelerden hareketle  $(\widehat{TAD})$  ve  $(\widehat{TDY})$  için nasıl bir sonuç çıkarabilirsiniz?  
noktalar hareket ettirilen yaya göre değişir.  
açı artarsa yay uzunluğu artar.

Buradaki etkileşimli işlem basamaklarında noktaların hareketlerinden, açı değerleri gözlenmiş ve farklı konumlarda açılar arasında bağıntı bulmak üzere açılar not edilmiştir.

**5.3.4.6. Etkinlik 6.7.** Etkinlik 6.7’de bulunan etkileşimlerden ikinci ve dokuzuncu basamaklardaki etkileşim analizine dâhil edilmiştir. İkinci basamakta, kirişlerin çember üzerinde çembere bağımlı olarak hareket ettirilmesi ve dolaylı olarak açıların gözlemlenmesi etkileşimi olduğundan *1c* etkileşim türüne dâhil edilmiştir. Etkileşime ait görüntü Resim 614’de görülebilmektedir.

Resim 614

*Etkinlik 6.7 ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Dokuzuncu basamaktaki etkileşim türü *1e* olarak belirlenmiştir. Kirişlerin uç noktalarının hareket ettirilmesi ile açılarla ilgili bağıntının, kirişlerin kesişim noktasının bulunabileceği her konum için geçerli olma durumunun gözlemlenmesi istenmiştir. Bununla ilgili görseller Resim 615’de yer almaktadır.



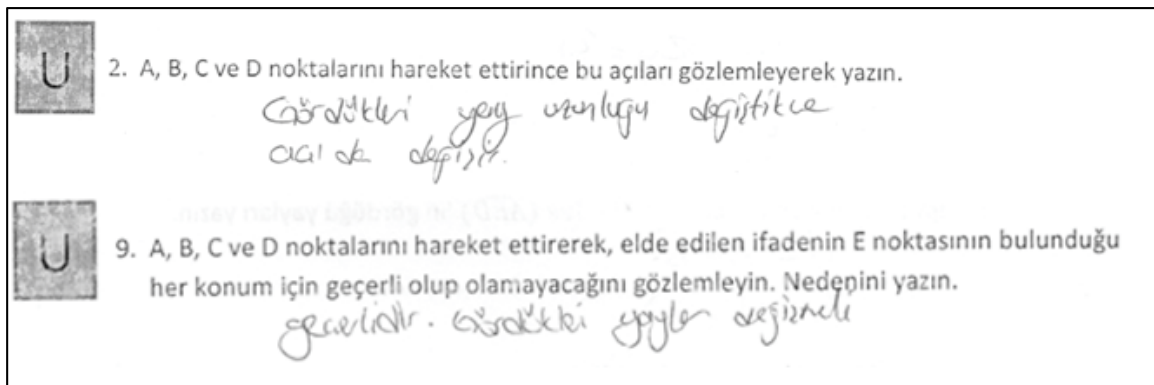


Kazanım 6	Etkinlik 6.7									
Grup 6	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	E	OD
Grup 7	OD	OY	OD	OY	E	OD	E	OD	OD	B
Grup 8	OD	E	OD	OD	OD	OD	OD	OD	E	E
Grup 9	OD	OD	OD	OD	OD	OD	OD	B	OD	E
Grup 10	OD	OD	OD	OD	B	OY	E	B	OD	E
Grup 11	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Grup 12	OD	OY	OD	OD	OD	OD	E	OY	E	E
Grup 13	OD	OD	OD	OY	OY	E	OY	OY	OD	OY

Tablo 51’de etkileşimli basamaklarda eksik bilgiler incelendiğinde, beklenen cevaplar bakımından eksik olmakla birlikte etkileşimi gözlemlene bakımından yeterli olduğundan doğru kabul edilmiştir. Öğrenci cevapları Resim 616’da örneklendirilmiştir.

Resim 616

*Etkinlik 6.7 ikinci ve dokuzuncu işlem basamakları doğru cevap örneği*

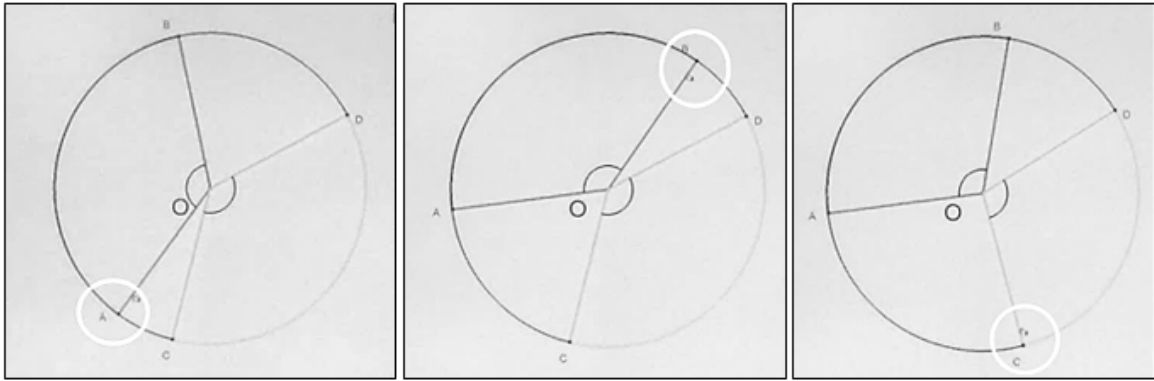


İkinci basamakta noktaların hareketinden açıların gözlenmesi, dokuzuncu basamakta ise noktaların hareketinden elde edilen bağıntıların kesişim noktasının her konumu geçerli olma durumunu gözlemlenmeleri ve nedenini yazmaları istenmiştir. AT ve DGY ortamları gözlemlerin gerçekleştirilmesi için önemli fırsatlar sunmuştur.

**5.3.4.7. Etkinlik 6.8.** Etkinlik 6.8’de, birinci ve üçüncü işlem basamakları 4a etkileşim türüne sahip olduklarından değerlendirmeye alınmıştır. Birinci basamakta yayların çember üzerinde bağımlı olarak doğrudan boyutlandırılması sonucu hareketten etkilenen nesnelerin belirlenmesi söz konusu iken üçüncü basamakta açıların çember üzerinde bağımlı olarak doğrudan boyutlandırılması sonucu hareketten etkilenen nesnelerin belirlenmesi söz konusudur. Etkileşime ait görüntüler Resim 617 ve Resim 618’de görülmektedir.

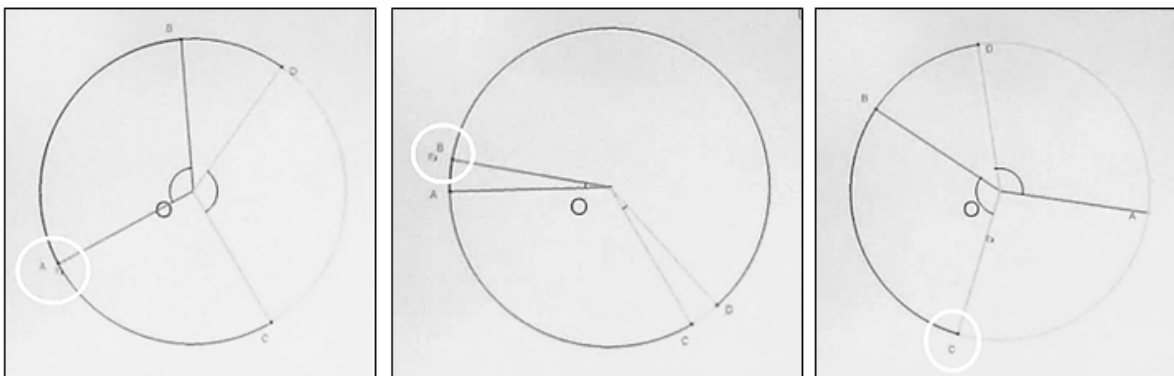
Resim 617

*Etkinlik 6.8 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Resim 618

*Etkinlik 6.7 üçüncü işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Öğrenci cevaplarının değerlendirilmesi Tablo 52’de yer almaktadır.

Tablo 52

*Etkinlik 6.8 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları*

Kazanım 6	Etkinlik 6.8							
Gruplar	İşlem Basamakları							
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
Grup 1	OD	OY	E	B	B	OD	-	E
Grup 2	E	OY	E	OY	OY	E	-	OY
Grup 3	E	OD	E	OD	B	OD	-	B
Grup 4	E	OD	E	OD	B	OD	-	OD
Grup 5	E	OD	E	OY	B	OD	-	OD
Grup 6	E	OY	E	OD	B	OD	-	OD
Grup 7	E	OD	E	OD	B	E	-	OY
Grup 8	E	OD	E	OD	B	OD	-	OD
Grup 9	E	OD	E	OD	B	OD	-	OD
Grup 10	E	OD	E	OD	OD	B	-	OY
Grup 11	B	B	B	B	B	B	-	B
Grup 12	OD	OD	E	OD	OD	OD	-	OD
Grup 13	OD	OY	B	OY	B	B	-	B

Tablo 52'deki öğrenci cevapları incelendiğinde, birinci basamaktaki bazı cevaplarda *yay uzunluklarına bağlı değişen elemanlar* biçiminde belirtilmesine karşın yayları yazdıkları görülmüştür. Cevaplara örnekler Resim 619'da verilmiştir.

Resim 619

*Etkinlik 6.8 birinci ve üçüncü işlem basamakları doğru cevap örneği*

**U** H. Etkinlik 8

1. A, B ve C noktalarını hareket ettirince yay uzunluğuna bağlı olarak büyüklükleri değişen elemanları yazınız.

$\overline{AB}$  yayı  
 $\overline{AC}$  yayı  
 $\overline{CA}$  yayı

) değişir. açılar değişir.

**U** 3. A, B ve C noktalarını hareket ettirince bu açılara bağlı olarak büyüklükleri değişen elemanları yazınız.

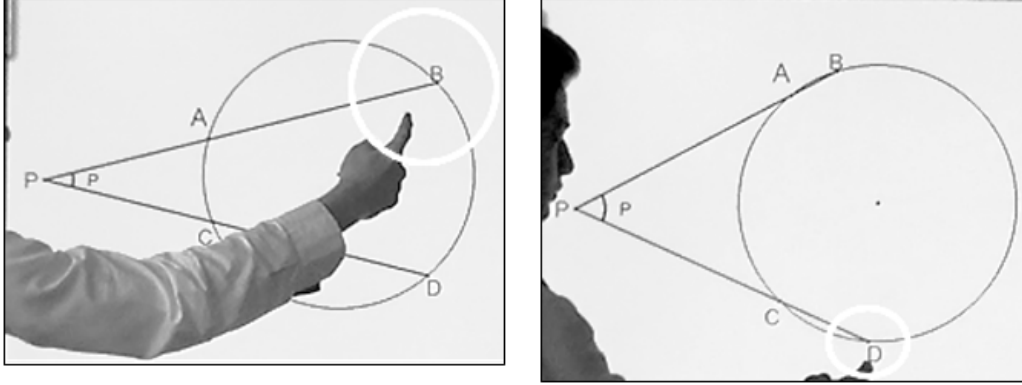
yaylar değişir

Birinci basamakta, hareket ettirilen noktalarla yay uzunluklarını değiştirdiği ve bu değişimden etkilenen çember elemanlarının, üçüncüde ise, bu kez hareket ettirilen noktalarla açı değerlerinin değiştirdiği ve bu değişimden etkilenen çember elemanlarının yazılması istenmiştir. Öğrencilerin bu basamaklara büyük oranda E cevap verdiği görülmüştür.

**5.3.4.7. Etkinlik 6.9.** Dokuzuncu etkinlikte etkileşim analizine alınan işlem basamağı birinci basamaktır. Etkileşim türü ise *Ic* olarak belirlenmiştir. Bu basamakta kolları çember üzerinde iki yay gören çemberin dışındaki bir açının kollarındaki değişim sonucu diğer nesnelere oluşan değişimin gözlemlenmesi beklenmiştir. Etkileşim bakımından çembere bağımlı olarak yeri değiştirilen doğru parçalarının hareketinden, dolaylı yoldan diğer nesnelereki değişimin gözlemlenmesi söz konusudur. Ayrıca bu etkinlikte AT ile ilgili etkileşim problemi giderilmiş ve öğrenciler tahtaya kalkarak etkinlikleri sürdürmüşlerdir. Etkileşime ait görüntüler Resim 620’de yer almaktadır.

Resim 620

*Etkinlik 6.8 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Etkileşimli işlem basamağında, iki noktanın hareketiyle büyüklükleri değişen çember elemanlarının yazılması beklenmiştir. Öğrencilerin, bu noktaların hareketi ile değişen elemanları yazma konusunda ÖÇY’de 11 grubun eksik cevap verdikleri ve cevapta sadece bir nesnedeki değişimi yazıp bıraktıkları görülmektedir. Bu cevaplara örnek Resim 621’de yer

Resim 621

*Etkinlik 6.9 birinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

**İ. Etkinlik 9**

1. B ve D noktalarını hareket ettirin. Noktaların hareketiyle büyüklükleri değişen elemanları yazın.

AB kırıktı  
CD kırıktı

Öğrenci cevaplarının değerlendirilmesi Tablo 53’de bulunmaktadır.

Tablo 53

*Etkinlik 6.9 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları*

Kazanım 6	Etkinlik 6.9							
	İşlem Basamakları							
Gruplar	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
Grup 1	E	OY	OD	OY	OY	OD	OD	-

Kazanım 6	Etkinlik 6.9							
Grup 2	E	OY	OY	OY	B	B	B	-
Grup 3	E	OD	OY	OD	OD	OD	OD	-
Grup 4	E	E	OD	OY	OD	OY	OY	-
Grup 5	E	E	OD	B	OD	E	OD	-
Grup 6	E	E	OD	B	OD	E	OD	-
Grup 7	E	OY	OD	OY	OD	OD	OD	-
Grup 8	E	OY	OD	OY	OY	E	OY	-
Grup 9	E	B	OY	E	OD	OD	OD	-
Grup 10	E	OY	OD	OY	OY	E	OD	-
Grup 11	B	B	B	B	B	B	B	-
Grup 12	E	E	OD	OY	OD	OY	OY	-
Grup 13	OD	OY	OD	B	OD	E	OY	-

**5.3.5. Dokuzuncu kazanım.** Kazanım 9’da, toplam dört adet etkinlikte etkileşim bulunurken, etkinlik 4’deki etkileşimler bilgi verme amaçlı göster/gizle etkileşimi olduğundan etkileşim analizine dâhil edilmemiş, sonuç olarak üç etkinlik analiz edilmiştir. İşlem basamakları ve etkileşim türleri Tablo 54’de görülebilir.

Tablo 54

*Dokuzuncu kazanım etkileşimli işlem basamakları*

Kazanım 9									
<u>İB</u>	<u>E 9.2</u>	<u>İB</u>	<u>E 9.3</u>	<u>İB</u>	<u>E 9.4</u>	<u>İB</u>	<u>E 9.5</u>	<u>İB</u>	<u>E 9.6</u>
1	1a	2	3b	3	3b	3	3b	3	e3b
2	3b	4	3b	4	3b	4	3b	4	e3b
4	3b	5	3b	5	3b	5	3b		

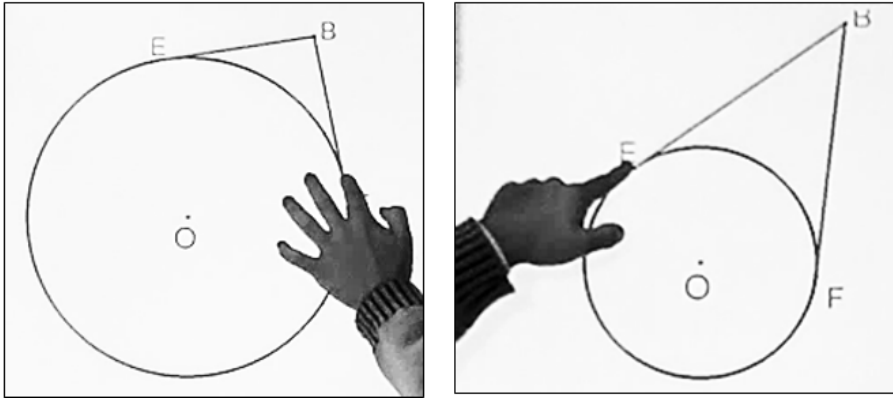
## Kazanım 9

5	3b	6	3b	6	3b
6	3b	7	3b		
8	3b, 1e	8	3b		
		9	3b		
		10	3b		
		11	3b		
		12	1e		

**5.3.5.1. Etkinlik 9.2.** Etkinlik 9.2’de, birinci işlem basamağında *1a* etkileşim türü görülürken, sekizinci basamakta *3b* ve *1e* türleri bulunmaktadır. Birinci basamakta çembere bağımlı olarak iki doğru parçası doğrudan hareket ettirilmektedir. Etkileşime ait görüntüler Resim 622’de görülebilir.

Resim 622

*Etkinlik 9.2 birinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*

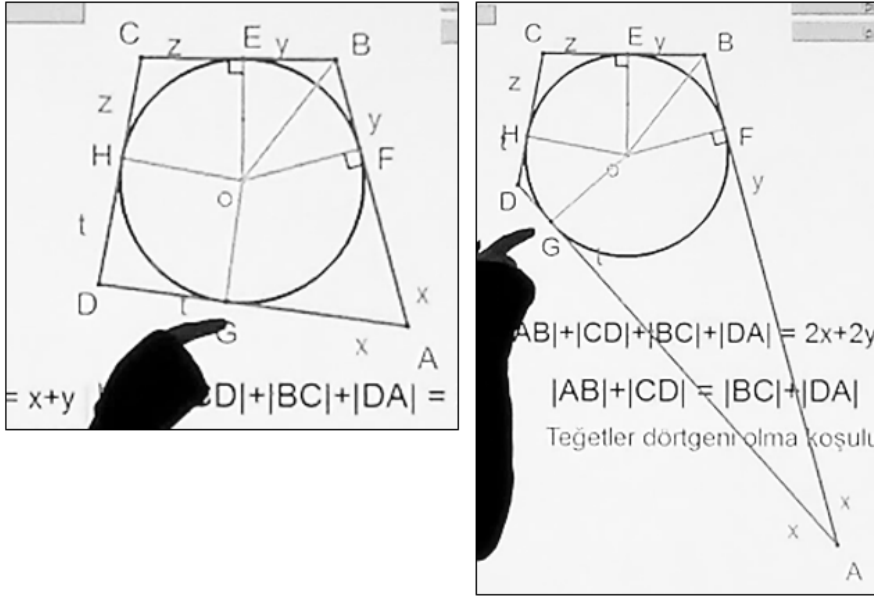


Sekizinci basamakta, *1e* etkileşim türünde, doğru parçalarının hareket ettirilmesi ile bir bağıntının gözlemlenmesi söz konusudur. Bu etkileşim türüne ait görüntüler ise Resim 623’dedir.



Resim 623

*Etkinlik 9.2 sekizinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*



Öğrencilerin cevaplarının değerlendirilmesi Tablo 55’de bulunmaktadır.

Tablo 55

*Etkinlik 9.2 etkileşimli işlem basamakları öğrenci cevapları*

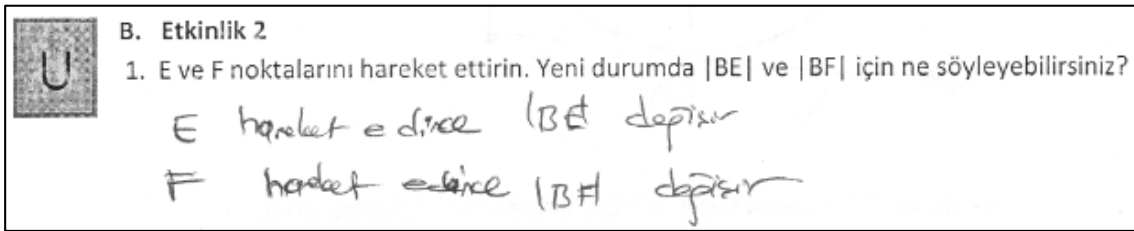
Kazanım 9	Etkinlik 9.2								
Gruplar	İşlem basamakları								
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	
Grup 1	E	OY	OD	OD	OD	OD	E	B	
Grup 2	B	B	B	B	B	B	B	B	
Grup 3	OD	OD	OD	OD	OD	OY	E	B	
Grup 4	OD	E	OD	OD	OD	OY	E	OD	
Grup 5	OD	OD	OD	OD	OD	OD	E	OD	
Grup 6	OD	OD	OD	OD	OD	B	E	OD	
Grup 7	B	E	OD	OD	OD	OY	E	OD	
Grup 8	OD	E	B	OD	OD	OD	E	OD	

Kazanım 9	Etkinlik 9.2							
Grup 9	OD	E	OD	OD	OD	B	E	OD
Grup 10	OY	E	OD	OD	B	B	E	E
Grup 11	B	B	B	OD	OD	B	B	B
Grup 12	OD	E	OD	OD	OD	OD	E	OD
Grup 13	B	B	OD	OD	OD	OY	E	E

Birinci işlem basamağına ilişkin öğrenci cevapları Resim 624 ve Resim 625’de örneklendirilmiştir.

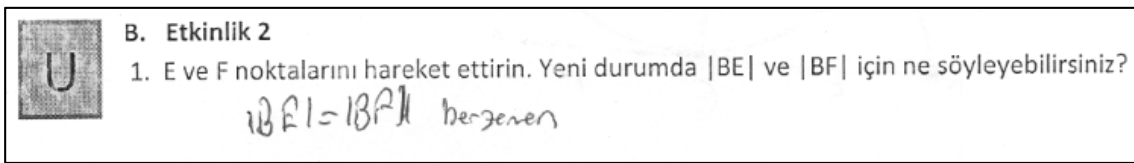
Resim 624

*Etkinlik 9.2 birinci işlem basamağı eksik cevap örneği*



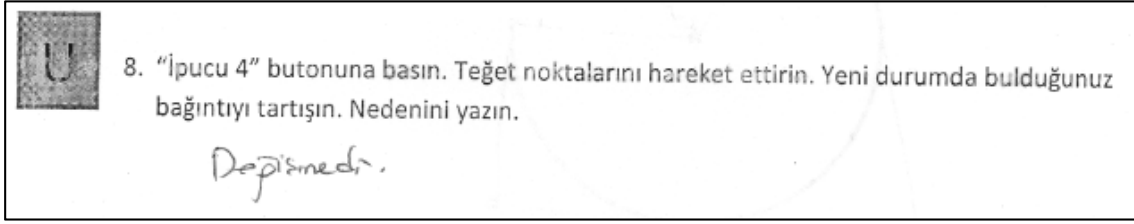
Resim 625

*Etkinlik 6.9 birinci işlem basamağı olası doğru cevap örneği*



Birinci basamakta öğrencilerin genel olarak doğru cevap verdiği görülmüştür. Sekizinci basamakta E cevapların fazlalığı dikkat çekmektedir. Değişme durumunun gözlemlenmesine karşın cevaplarda sadece *değişmedi* ifadesini yazıp bırakarak neden belirtmemelerinden kaynaklanmaktadır. Bu cevaplara örnek Resim 626’da yer almaktadır.

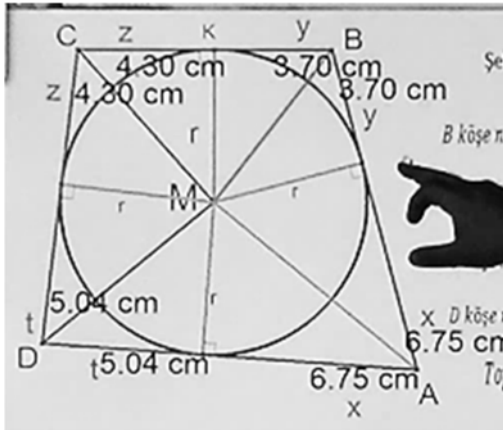
Resim 626

*Etkinlik 9.2 sekizinci işlem basamağı eksik cevap örneği*

Bu basamaklarda noktaların farklı konumlardaki durumlarının ve teğet noktalarının hareketinden elde edilmiş olan bağıntının durumunun gözlemlenmesi, AT ve DGY ile sağlanan fırsatlarla gerçekleştirilebilmiştir. Bu yönüyle bu ortamların gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

**5.3.5.2. Etkinlik 9.3.** Üçüncü etkinlikte bilgi verme amaçlı göster/gizle etkileşimi dışında sadece on ikinci basamakta teğet olan doğru parçalarının taşınması hareketi ile bir bağıntının durumu gözlemlenmişlerdir. Bu etkileşime ait görüntüler Resim 627’de görülebilir.

Resim 627

*Etkinlik 9.3 on ikinci işlem basamağı etkileşim görüntüsü*

Öğrenciler, etkileşimlerin sıklıkla tekrar edilmesini istemesi sonucu, bir sonraki basamakta da tekrarlamışlardır. Öğrenci cevaplarına örnek Resim 628’de verilmiştir.

Resim 628

*Etkinlik 9.2 on ikinci işlem basamağı doğru cevap örneği*

U

12. Şekli teğet noktalarından hareket ettirerek alan bağıntısının değişip değişmeme durumunu tartışın.

bağıntı değişmemektedir.

Bağıntının farklı konumlar için test edilmesinde DGY'nin şekillerde sağladığı ilişkiyi koruma durumu, etkileşimin gerçekleşmesine büyük katkıda bulunduğunu göstermiştir.

Genel olarak, etkileşimlerin, doğru cevap verme ve doğru gözlem yapma süreçlerini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Özellikle ispat olarak algılanmamakla birlikte, ispata giden yolda, ne yöne gideceğini bilmeme ile yönlendirme levhası ile yönünü kolayca bulma arasındaki farkı ortaya çıkardığı düşünülmektedir.

#### **5.4. Alt Problem 3.1 Bulgular: Öğrencilerinin Matematik Dersinde AT Kullanımına İlişkin Tutumlarının Analizi**

Çalışmanın üçüncü alt probleminin birinci maddesinde, AT Ders Modülü uygulanan deney grubu (katılımcılar) ile kontrol grubu öğrencileri arasında AT kullanımına yönelik tutumlarında istatistiksel farklılık olup olmadığını belirlemek amaçlanmıştır. Bunun için *Matematik Dersinde Akıllı Tahtaya Yönelik Tutum Ölçeği* ön test/son test modeline göre uygulanmış, öğrencilerin aldıkları puanlar deney ve kontrol grupları arasında ve deney grubunun puanları kendi içerisinde ön test – son test modeline göre istatistiksel olarak incelenmiştir.

Ölçeğe verilen cevapların, her bir madde için ortalama puan ve standart sapma hesaplanmıştır. Tablo 56'da,

Tablo 56

*AT tutum ölçek maddelerinin ortalama puan ve standart sapmaları*

Madde	Ön test $\bar{X}$	Ön test Ss	Son test $\bar{X}$	Son test Ss
1	3,12	1,166	3,06	1,074
2	3,15	1,195	3,15	1,073
3	2,96	1,154	2,69	1,076
4	2,87	1,155	2,88	1,247
5	2,96	1,102	3,38	1,069
6	3,06	1,211	3,17	1,133
7	3,06	1,195	2,98	,980
8	2,54	1,056	2,83	1,200
9	2,71	1,194	2,79	1,054
10	2,81	1,415	2,79	1,304
11	2,94	1,320	3,29	1,210
12	3,92	1,118	2,33	1,061
13	3,65	1,046	2,71	1,054
14	2,69	1,322	2,56	1,037
15	2,62	1,032	2,54	1,056
16	3,48	1,321	3,10	1,125
17	3,31	1,365	2,96	1,252
18	2,40	1,053	2,79	1,091
19	2,62	1,239	3,10	1,159
20	3,50	1,213	2,58	1,242
21	3,71	1,177	2,52	1,057
22	3,98	1,163	2,56	1,195

Madde	Ön test $\bar{X}$	Ön test Ss	Son test $\bar{X}$	Son test Ss
<b>Toplam</b>	<b>3,094</b>	<b>0,715</b>	<b>2,852</b>	<b>0,458</b>

Tablo 56’da görüldüğü üzere, cevapların ön test ortalaması  $\bar{X}=3,094$  ve son test puan ortalaması  $\bar{X}=2,852$  olarak hesaplanmıştır. Elde edilen puanlara göre, deney ve kontrol grupları arasında ve grupların ön test ve son test puanları arasında farklılık olup olmadığına ilişkin bulgular aşağıda verilmiştir.

### 1. Deney/kontrol gruplarının ön test ve son test puanlarına ilişkin t-testi

**bulguları:** Ön test / Son test modeline göre uygulanan ölçekte, Deney ve Kontrol gruplarının ön teste verdikleri cevaplar arasında farklılık olup olmadığını belirlemek için *Bağımsız Örneklem t-Testi (Independent Samples t-Test)* uygulanmıştır.

AT’nin kullanıldığı deney grubu ile kontrol grubu arasında, ön testten elde edilen veriler arasında farklılık olup olmadığını öğrenmek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 57’de verilmiştir.

Tablo 57

#### *Deney/kontrol grupları ön-test puanları t-testi sonuçları*

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney Grubu	28	65,536	18,582	45,999	-1,201	0,236
Kontrol Grubu	24	70,625	11,613			

Tablo 57’de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarının matematik dersinde AT kullanımına yönelik ön test verilerine göre tutumları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $p>0,251$ ). Deney grubu öğrencilerinin AT kullanımına yönelik tutumlarının ortalaması  $\bar{X}=65,536$ , kontrol grubu öğrencilerinin ortalaması  $\bar{X}=70,625$  olarak hesaplanmıştır.

Deney ve Kontrol gruplarının son teste verdikleri cevaplar arasındaki farklılık olup olmadığını belirlemek için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. T-testi sonuçlarına Tablo 58’de verilmiştir.

Tablo 58

*Deney/kontrol grupları son-test puanları t-testi sonuçları*

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney Grubu	28	63,964	9,207	50	0,937	0,353
Kontrol Grubu	24	61,333	11,052			

Tablo 58’de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarının matematik dersinde AT kullanımına yönelik tutumları arasında son test verileri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $p>0,353$ ). Deney grubu öğrencilerinin AT kullanımına yönelik tutum puan ortalaması  $\bar{X}=63,964$ , kontrol grubunun  $\bar{X}=61,333$  olarak ölçülmüştür.

Tablo 57 ve Tablo 58’den elde edilen verilere göre, her iki grubun da puanlarında uygulama öncesine göre düşüş görülürken, kontrol grubunda bu düşüşün daha fazla olduğu belirlenmiştir.

**2. Deney/Kontrol Gruplarının Ön-Test ve Son-Test Boyut Verilerine İlişkin t-Testine Ait Bulgular:** Deney ve Kontrol gruplarının boyutlara göre verdikleri cevaplar arasındaki farklılık olup olmadığını belirlemek için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Birinci boyutta en fazla 45, en düşük 9 puan alınabilmiştir. Tablo 59’da alt boyutlara göre t-testi sonuçlarından, birinci alt boyut olan matematik dersinde AT kullanımına yönelik *olumsuz tutum* ön test sonuçları arasında farklılık olup olmadığı görülmektedir.

Tablo 59

*Deney/kontrol grupları olumsuz tutum alt boyutu ön test t-testi sonuçları*

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney Grubu	28	29,714	6,660	46,797	-2,002	0,051
Kontrol Grubu	24	32,792	4,324			

Tablo 59’da görüldüğü gibi deney ve kontrol grupları arasında birinci boyutta matematik dersinde AT kullanımına yönelik olumsuz tutumlarında ön test verilerine göre anlamlı bir fark bulunmamaktadır ( $p>0,051$ ). Deney grubu öğrencilerinin olumsuz tutum puan ortalamaları  $\bar{X}=29,714$ , kontrol grubu öğrencilerinin ortalaması ise  $\bar{X}=32,792$  olarak bulunmuştur.

Ölçekteki ikinci alt boyutta en fazla 35, en düşük 7 puan alınabilmiştir. Tablo 60’da boyutlara göre t-testi sonuçlarından, matematik dersinde AT kullanımına yönelik *olumlu tutum* ön test sonuçları arasında farklılık olup olmadığı görülmektedir.

Tablo 60

*Deney/kontrol grupları olumlu tutum alt boyutu ön test t-testi sonuçları*

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney Grubu	28	20,107	8,212	47,891	-1,001	0,322
Kontrol Grubu	24	22,042	5,645			

Tablo 60’da görüldüğü gibi, deney ve kontrol grupları arasında ikinci boyutta matematik dersinde AT kullanımına yönelik olumlu tutumlarında ön test verilerine göre, istatistiksel olarak fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $p>0,322$ ). Deney grubunun olumlu tutumu ortalaması  $\bar{X}=20,107$  ve kontrol grubu ortalaması  $\bar{X}=22,042$ ’dir.

Ölçeğin üçüncü alt boyutun da en fazla 20, en düşük 4 puan alınabilmiştir. Tablo 61’de boyutlara göre t-testi sonuçlarından, üçüncü boyut olan matematik dersinde AT



kullanımına yönelik *motivasyonel etki* ön test sonuçları arasında farklılık olup olmadığı görülmektedir.

Tablo 61

*Deney/kontrol grupları motivasyonel etki alt boyutu ön test t-testi sonuçları*

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney Grubu	28	10,074	3,810	50	0,829	0,411
Kontrol Grubu	24	10,875	3,055			

Tablo 61’de, deney ve kontrol grupları arasında üçüncü boyutta matematik dersinde AT kullanımına yönelik motivasyon bakımından ön test verilerine göre istatistiksel olarak fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $p>0,411$ ). Deney grubunun motivasyon alt boyutu ortalaması  $\bar{X}=10,074$  ve kontrol grubu ortalaması  $\bar{X}=10,875$ ’dir.

Ölçeğin dördüncü alt boyutunda en fazla 10, en düşük 2 puan alınabilmiştir. Tablo 62’de boyutlara göre t-testi sonuçlarından, dördüncü alt boyut olan matematik dersinde AT kullanımına yönelik *veri saklama özelliğine* yönelik tutumla ilgili ön test sonuçları arasında farklılık olup olmadığı görülmektedir.

Tablo 62

*Deney/kontrol grupları veri saklama özelliği alt boyutu ön test t-testi sonuçları*

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney Grubu	28	5,964	2,236	47,808	1,994	0,052
Kontrol Grubu	24	4,917	1,530			

Tablo 62’de görüldüğü gibi deney ve kontrol grupları arasında dördüncü boyutta matematik dersinde AT kullanımına yönelik AT’nin veri saklama özelliği bakımından ön test verilerine göre istatistiksel olarak fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $p>0,052$ ). Deney

grubunun AT'nin veri saklama özelliği bakımından sahip oldukları tutum ortalaması  $\bar{X}=5,964$  ve kontrol grubu ortalaması  $\bar{X}=4,917$ 'dir.

Ölçekte yer alan alt boyutlara ait son test analiz sonuçları ise aşağıda verilmiştir.

Birinci alt boyuta ait son test verileri t-testi sonuçları Tablo 63'de yer almaktadır.

Tablo 63

*Deney/kontrol grupları olumsuz tutum alt boyutu son test t-testi sonuçları*

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney Grubu	28	26,571	6,779	50	1,700	0,095
Kontrol Grubu	24	23,667	5,297			

Tablo 63'de görüldüğü gibi deney ve kontrol grupları arasında birinci alt boyutta matematik dersinde AT kullanımına yönelik olumsuz tutumlarında son test verilerine göre istatistiksel olarak fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $p<0,095$ ). Deney grubu öğrencilerinin ortalaması  $\bar{X}=26,571$  iken kontrol grubu ortalaması  $\bar{X}=23,667$ 'dir.

İkinci alt boyuta ait son test verileri t-testi sonuçları Tablo 64'de yer almaktadır.

Tablo 64

*Deney/kontrol grupları olumlu tutum alt boyutu son test t-testi sonuçları*

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney Grubu	28	20,536	7,715	45,768	-0,740	0,463
Kontrol Grubu	24	21,833	4,770			

Tablo 64'de görüldüğü gibi deney ve kontrol grupları arasında ikinci alt boyutta matematik dersinde AT kullanımına yönelik olumlu tutumlarında son test verilerine göre istatistiksel olarak fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $p<0,463$ ). Deney grubunun olumlu tutum ortalaması  $\bar{X}=20,536$  ve kontrol grubu ortalaması  $\bar{X}=21,833$  olarak ölçülmüştür.

Ölçeğin üçüncü alt boyutuna ait son test verileri t-testi sonuçları Tablo 65’de yer almaktadır.

Tablo 65

*Deney/kontrol grupları motivasyonel etki alt boyutu son test t-testi sonuçları*

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney Grubu	28	11,000	3,935	50	0,081	0,936
Kontrol Grubu	24	10,917	3,374			

Tablo 65’de görüldüğü gibi, deney ve kontrol grupları arasında üçüncü alt boyutta matematik dersinde AT kullanımına yönelik motivasyon bakımından son test verilerine göre istatistiksel olarak fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $p < 0,936$ ). Deney grubunun motivasyonel etki alt boyutu ortalaması  $\bar{X}=11,000$  ve kontrol grubu ortalaması  $\bar{X}=10,917$  olarak bulunmuştur.

Ölçeğin dördüncü alt boyutuna ait son test verileri t-testi sonuçları Tablo 66’da yer almaktadır.

Tablo 66

*Deney/kontrol grupları veri saklama özelliği alt boyutu son test t-testi sonuçları*

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney Grubu	28	5,857	2,256	50	1,653	0,105
Kontrol Grubu	24	4,917	1,767			

Tablo 66’da görüldüğü gibi deney ve kontrol grupları arasında dördüncü alt boyutta son test verilerine göre istatistiksel olarak fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $p < 0,105$ ). Deney grubunun AT’nin veri saklama özelliği bakımından sahip oldukları tutum ortalaması  $\bar{X}=5,857$  ve kontrol grubu ortalaması  $\bar{X}=4,917$  olarak bulunmuştur.

### 3. Deney Grubunun Ön-Test ve Son-Test Toplam ve Alt boyutlara Göre

**Verilerin t-Testi Bulguları:** Ölçekte, deney grubunun ön test ve son test toplam ve boyutlara göre veriler arasında farklılık olup olmadığını belirlemek için *Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi (Paired Samples t-Test)* uygulanmıştır. Tablo 67 ön test ve son test toplam puanlar bakımından t-testinden elde edilen verileri göstermektedir.

Tablo 67

#### *Deney grubu ön-test – son-test t-testi sonuçları*

Deney Grubu	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Ön Test	28	65,536	18,582	27	-0,375	0,711
Son Test	28	63,964	9,207			

Tablo 67'ye göre, deney grubu ön test ve son test toplam puanları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ortaya çıkmıştır ( $p < 0,711$ ). Buna göre öğrencilerin matematik dersinde AT kullanımına yönelik tutumlarının uygulamadan önceki puan ortalaması ( $\bar{X}=65,536$ ) ile uygulamadan sonraki puan ortalamasında ( $\bar{X}=63,964$ ) birbirine yakın değerler elde edilmiştir.

Deney grubunun boyutlardan aldıkları puanların ön test ve son test puanlarının ayrı ayrı analizi sonucu elde edilen veriler Tablo 68'de verilmiştir.

Tablo 68

#### *Deney grubu ön-test – son-test alt boyutlara ait t-testi sonuçları*

Deney Grubu	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Alt Boyut 1	Ön Test	28	29,714	6,660	27	1,844	0,076
	Son Test	28	26,571	6,779			
Alt Boyut 2	Ön Test	28	20,107	8,212	27	-0,196	0,846
	Son Test	28	20,536	7,715			
Alt Boyut 3	Ön Test	28	10,071	3,810	27	-0,850	0,403

Deney Grubu	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Alt Boyut 4	Son Test	28	11,000	3,935			
	Ön Test	28	5,964	2,236	27	0,186	0,854
	Son Test	28	5,857	2,256			

Tablo 68 incelendiğinde, birinci alt boyutta ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $p < 0,076$ ). Ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 29,714$ , son test puan ortalaması  $\bar{X} = 26,571$  olarak hesaplanmıştır. İkinci alt boyutta yine, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $p < 0,846$ ). Ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 20,107$ , son test puan ortalaması  $\bar{X} = 20,536$  olarak hesaplanmıştır. Üçüncü alt boyutta benzer biçimde, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p < 0,403$ ). Ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 10,071$ , son test puan ortalaması  $\bar{X} = 11,000$  olarak hesaplanmıştır. Son olarak dördüncü alt boyutta yine, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p < 0,854$ ). Ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 5,964$ , son test puan ortalaması  $\bar{X} = 5,857$  olarak hesaplanmıştır.

#### 4. Kontrol Grubunun Ön-Test ve Son-Test Toplam ve Alt boyutlara Göre

**Verilerin t-Testi Bulguları:** Kontrol grubunun ön test ve son test verileri arasında ise farklılık olup olmadığını belirlemek için yine eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmıştır.

Tablo 69 t-testinden elde edilen verileri göstermektedir.

Tablo 69

*Kontrol grubu ön-test – son-test t-testi sonuçları*

Kontrol Grubu	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Ön Test	24	70,625	11,613	23	3,080	0,005
Son Test	24	61,333	11,052			

Tablo 69’da kontrol grubu ön test ve son test verileri arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ( $p < 0,005$ ). Buna göre kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersinde AT kullanımına yönelik tutumlarının uygulamadan önceki puan ortalaması ( $\bar{X}=70,625$ ) ile uygulamadan sonraki puan ortalaması ( $\bar{X}=61,333$ ) arasında yaklaşık 10 puanlık bir fark oluşmuştur.

Kontrol grubunun alt boyutlardan aldıkları puanların ön test ve son test puanlarının ayrı ayrı analizi sonucu elde edilen veriler Tablo 70’de verilmiştir.

Tablo 70

*Kontrol grubu ön-test – son-test alt boyutlar t-testi sonuçları*

Kontrol Grubu	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Alt Boyut 1	Ön Test	24	32,792	4,324	23	6,024	0,000
	Son Test	24	23,667	5,297			
Alt Boyut 2	Ön Test	24	22,042	5,645	23	0,151	0,881
	Son Test	24	21,833	4,770			
Alt Boyut 3	Ön Test	24	10,875	3,055	23	-0,60	0,953
	Son Test	24	10,917	3,374			
Alt Boyut 4	Ön Test	24	4,917	1,530	23	0,000	1,000
	Son Test	24	4,917	1,767			

Tablo 70 incelendiğinde, birinci alt boyutta ön test ve son test puanları arasında ön test lehine istatistiksel olarak fark bulunmuştur ( $p > 0,000$ ). Ön test puan ortalaması  $\bar{X}=32,792$ , son test puan ortalaması  $\bar{X}=23,667$  olarak hesaplanmıştır. İkinci alt boyutta, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $p < 0,881$ ). Ön test puan ortalaması  $\bar{X}=22,042$ , son test puan ortalaması  $\bar{X}=21,833$  olarak hesaplanmıştır. Üçüncü alt boyutta benzer biçimde, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ( $p < 0,953$ ). Ön test puan ortalaması  $\bar{X}=10,875$ , son test puan ortalaması

$\bar{X}=10,917$  olarak hesaplanmıştır. Son olarak dördüncü alt boyutta yine, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p<1,000$ ). Ön test puan ortalaması  $\bar{X}=4,917$ , son test puan ortalaması  $\bar{X}=4,917$  olarak hesaplanmıştır.

### 5.5. Alt Problem 3.2 Bulgular: Öğrencilerin Matematik Dersinde AT Kullanımına İlişkin Tutumlarının Çeşitli Değişkenler Bakımından Analizi

Çalışmanın üçüncü alt probleminin ikinci maddesinde, çeşitli değişkenler açısından öğrencilerin matematik dersinde AT kullanımına yönelik tutumlarında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını belirlemek amaçlanmıştır. Bunun için öğrencilerin ön test–son test modeline göre uygulanmış olan matematik dersinde AT’ye yönelik tutum ölçeğinden aldıkları puanlar, cinsiyet, teknolojiye yönelik ilgi ve bilgisayara sahip olma gibi değişkenler bakımından analiz edilmiştir.

**1. Öğrencilerin cinsiyete göre ön-test ve son-test toplam ve boyutlardan aldıkları puanlarına uygulanan t-testi bulguları:** Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevaplar arasında cinsiyete göre farklılık olup olmadığını belirlemek için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Veriler toplam puanlar bakımından analiz edildiği gibi alt boyutlar da ayrı ayrı ele alınmıştır. Tablo 71’de toplam puan ve alt boyut puanları arasında cinsiyete göre farklılık olma durumu gösterilmiştir.

Tablo 71

*Deney/kontrol grupları cinsiyet değişkeni t-testi sonuçları*

Deney/Kontrol	Cinsiyet	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Ön Test	Kız	29	67,172	16,716	50	0,361	0,719
	Erkek	23	68,783	14,927			
Son Test	Kız	29	58,793	8,170	50	3,512	0,001
	Erkek	23	67,739	10,208			
	Kız	29	30,897	5,888	50	0,326	0,746

Deney/Kontrol	Cinsiyet	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Alt Boyut 1 (Ön Test)	Erkek	23	31,435	5,938			
Alt Boyut 2 (Ön Test)	Kız	29	20,586	7,552	50	0,465	0,644
	Erkek	23	21,522	6,721			
Alt Boyut 3 (Ön Test)	Kız	29	10,103	3,678	50	0,787	0,435
	Erkek	23	10,867	3,324			
Alt Boyut 4 (Ön Test)	Kız	29	5,586	1,783	50	-0,424	0,673
	Erkek	23	5,348	2,269			
Alt Boyut 1 (Son Test)	Kız	29	24,552	7,189	48,877	0,917	0,364
	Erkek	23	26,087	4,852			
Alt Boyut 2 (Son Test)	Kız	29	19,690	7,031	50	1,843	0,071
	Erkek	23	22,957	5,355			
Alt Boyut 3 (Son Test)	Kız	29	9,966	3,896	49,899	2,375	0,021
	Erkek	23	12,217	2,938			
Alt Boyut 4 (Son Test)	Kız	29	4,586	1,680	50	3,624	0,001
	Erkek	23	6,478	2,086			

Tablo 71 incelendiğinde, kız ve erkek öğrenciler arasında ön test puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı görülmüştür ( $p < 0,719$ ). Buna göre kız öğrencilerin ön test puan ortalaması  $\bar{X}=67,172$ , erkek öğrencilerin puan ortalaması  $\bar{X}=68,783$  olduğu anlaşılmaktadır. Son test puanlarına bakıldığında ise erkek öğrenciler lehine istatistiksel bir farklılık bulunmuştur ( $p < 0,001$ ). Ortalama puanlara dikkat edilecek olunursa erkek öğrencilerin ortalama puanı ( $\bar{X}=67,739$ ), kız öğrencilerin ortalama puanından ( $\bar{X}=58,793$ ) daha yüksektir.



Tablo 71’de, öğrenciler arasında alt boyutlara göre ön test puanlarının cinsiyete göre analiz edilmesinden elde edilen verilere göre, birinci alt boyut bakımından puanları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p < 0,746$ ). Öğrencilerin birinci alt boyuttan aldıkları puanların ortalaması kız öğrenciler için  $\bar{X} = 30,897$ , erkek öğrenciler için  $\bar{X} = 31,435$  olarak ölçülmüştür. İkinci alt boyutta ön test puanları bakımından istatistiksel bir fark görülmemektedir ( $p < 0,644$ ). Kız öğrencilerin ortalama puanları ( $\bar{X} = 20,586$ ) ile erkek öğrencilerin ortalama puanlarının ( $\bar{X} = 21,522$ ) bir birine yakın olduğu anlaşılmaktadır. Üçüncü alt boyut ön test puanında da, benzer bir sonuç elde edilerek puanlar arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ( $p < 0,435$ ). Kız öğrencilerin ortalama puanları  $\bar{X} = 10,103$  ve erkek öğrencilerin ortalama puanları  $\bar{X} = 10,867$  olarak ölçülmüştür. Dördüncü alt boyutta da benzer şekilde puanlar arasında istatistiksel olarak fark görülmemektedir ( $p > 0,673$ ). Ortalama puanlar ise kız öğrenciler için  $\bar{X} = 5,586$  ve erkek öğrenciler için  $\bar{X} = 5,348$  olarak bulunmuştur.

Benzer biçimde Tablo 71’de alt boyutlara göre son test verilerinin incelenmesi sonucu, birinci alt boyut bakımından kız öğrencilerin puanlarının erkek öğrencilerin puanlarından istatistiksel olarak farklı olmadığı anlaşılmaktadır ( $p > 0,364$ ). Öğrencilerin ortalama puanlarına bakıldığında, kız öğrencilerin  $\bar{X} = 24,552$  iken erkek öğrencilerin  $\bar{X} = 26,087$ ’dir. İkinci alt boyut için erkek ve kız öğrencilerin puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $p > 0,071$ ). Kız öğrencilerin ortalama puan değeri  $\bar{X} = 19,690$ , erkek öğrenciler için  $\bar{X} = 22,957$  olarak hesaplanmıştır. Üçüncü alt boyutta erkek ve kız öğrencilerin son test puanları arasında erkek öğrenciler lehine anlamlı bir farklılık olduğu ortaya çıkmıştır ( $p < 0,021$ ). Erkek öğrencilerin ortalama puanları ( $\bar{X} = 12,217$ ), kız öğrencilerin ortalama puanlarından ( $\bar{X} = 9,966$ ) yüksek çıkmıştır. Dördüncü alt boyut son test puanlarına göre yine erkek ve kız öğrencilerin puanları arasında istatistiksel olarak erkek öğrenciler lehine istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,001$ ). Öğrenci puan ortalamalarına

göre erkek öğrencilerin ortalaması ( $\bar{X}=6,478$ ), kız öğrencilerin ortalamasından ( $\bar{X}=4,586$ ) yüksek bulunmuştur.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ölçekten aldıkları toplam puan ve boyut puanları arasındaki farklılıkları incelemenin yanında uygulamanın odağı olan deney grubunu öğrencilerinin toplam ve boyut puanlarının da cinsiyete göre incelenmesinde yarar görülmüştür. Bunun için yine bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Bu teste ait sonuçlar Tablo 72’de verilmiştir.

Tablo 72

*Deney grubu cinsiyet değişkeni t-testi sonuçları*

Deney Grubu	Cinsiyet	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Ön-Test	Kız	16	63,625	19,514	26	0,621	0,540
	Erkek	12	68,083	17,774			
Son-Test	Kız	16	60,438	8,286	26	2,572	0,016
	Erkek	12	68,667	8,500			
Alt Boyut 1 (Ön Test)	Kız	16	29,125	7,013	26	0,533	0,598
	Erkek	12	30,500	6,375			
Alt Boyut 2 (Ön Test)	Kız	16	19,063	8,737	26	0,771	0,447
	Erkek	12	21,500	7,698			
Alt Boyut 3 (Ön Test)	Kız	16	9,625	4,031	26	0,709	0,484
	Erkek	12	10,667	3,576			
Alt Boyut 4 (Ön Test)	Kız	16	5,813	2,14	26	0,408	0,686
	Erkek	12	6,167	2,44			
Alt Boyut 1 (Son Test)	Kız	16	27,688	7,718	26	-1,006	0,324
	Erkek	12	25,083	5,230			
Boyut 2 (Son Test)	Kız	16	18,063	8,136	26	2,075	0,048

Deney Grubu	Cinsiyet	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Boyut 3 (Son-Test)	Erkek	12	23,833	5,921			
	Kız	16	10,000	4,258	26	1,597	0,122
Boyut 4 (Son-Test)	Erkek	12	12,333	3,143			
	Kız	16	4,688	1,815	26	3,921	0,001
	Erkek	12	7,417	1,832			

Tablo 72'ye göre, deney grubunda ön test puanları arasında cinsiyete göre istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ( $p < 0,540$ ). Ön test puanlarında kız öğrencilerin ortalama puanları  $\bar{X} = 63,625$ , erkek öğrencilerin  $\bar{X} = 68,083$  olarak ölçülmüştür. Bununla birlikte, son test puanları arasında istatistiksel olarak fark belirlenmiştir ( $p > 0,016$ ). Ortalama puanlar incelendiğinde kız öğrencilerin  $\bar{X} = 60,438$ , erkek öğrenciler için  $\bar{X} = 68,667$  olarak ölçülürken farkın erkek öğrenciler lehine olduğu görülmektedir. Alt boyutlar ön test verilerine göre incelendiğinde, birinci alt boyut ön test puanları için anlamlı farklılığa rastlanılmamış olup ( $p < 0,598$ ), kız öğrencilerin ortalama puanları  $\bar{X} = 29,125$ , erkek öğrencilerin  $\bar{X} = 30,500$  olarak ölçülmüştür. İkinci alt boyut ön test puanlarında istatistiksel olarak yine fark görülmemiş ( $p < 0,447$ ), kız öğrencilerin ortalama puanları  $\bar{X} = 19,063$ , erkek öğrencilerin  $\bar{X} = 21,500$  olarak bulunmuştur. Üçüncü alt boyuta ait ön test puanları incelendiğinde, istatistiksel olarak fark görülmemekle birlikte ( $p < 0,484$ ), kız öğrenciler için ortalama puan  $\bar{X} = 9,625$  ve erkek öğrenciler için  $\bar{X} = 10,667$  olarak ölçülmüştür. Dördüncü alt boyut ön test puanlarına göre kız öğrenciler  $\bar{X} = 5,813$  ve erkek öğrenciler  $\bar{X} = 6,167$  ortalama puana sahip olmakla birlikte anlamlı farklılığa rastlanmamıştır ( $p < 0,686$ ).

Tablo 72'de alt boyutlara ait son test verilerine göz atıldığında, birinci alt boyut ait son test puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $p < 0,324$ ). Kız öğrencilerin ortalama puanları  $\bar{X} = 27,688$  ve erkek öğrencilerin ise  $\bar{X} = 25,083$  olarak ölçülmüştür. İkinci alt boyut kız ve erkek öğrenciler arasında istatistiksel olarak fark ortaya çıkmıştır ( $p > 0,048$ ).

Buna göre farklılık  $\bar{X}=23,333$  ortalama puana sahip erkek öğrencilerin lehine iken, kız öğrencilerin ortalama puanı  $\bar{X}=18,063$  olarak belirlenmiştir. Üçüncü alt boyuta ait son test puanlarında cinsiyet bakımından istatistiksel olarak fark bulunmamakla birlikte ( $p<0,122$ ), kız öğrencilerin ortalama puanları ( $\bar{X}=10,000$ ) erkek öğrencilerin ortalamasına göre ( $\bar{X}=12,333$ ) düşük görünmektedir. Dördüncü alt boyut son test verilerinde erkek öğrenciler lehine istatistiksel olarak fark ortaya çıkmıştır ( $p>0,001$ ). Erkek öğrencilerin ortalama puanları  $\bar{X}=7,417$  iken, kız öğrencilerin ortalama puanları  $\bar{X}=4,688$  olarak ölçülmüştür.

Son olarak deney grubunda bulunan kız ve erkek öğrencilerin kendi içerisinde ön test ve son test puanları incelenmiş ve cevaplar arasında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını belirlemek için eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmıştır. Veriler her bir cinsiyetin toplam ve alt boyut puanlarının ön test ve son test puanları arasındaki ilişkilerin incelenmesini içermektedir. Veriler Tablo 73’de yer almaktadır.

Tablo 73

*Deney grubu cinsiyet değişkenine göre ön test – son test t-testi sonuçları*

Deney Grubu	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Toplam	Kız Ön Test	16	63,625	19,514	15	0,542	0,596
	Kız Son Test	16	60,438	8,286			
	Erkek Ön Test	12	68,083	17,774	11	-0,096	0,925
	Erkek Son Test	12	68,667	8,500			
Kız (Alt Boyut 1)	Ön Test	16	29,125	7,013	15	0,570	0,577
	Son Test	16	27,688	7,718			
Kız (Alt Boyut 2)	Ön Test	16	19,063	8,737	15	0,325	0,750
	Son Test	16	18,063	8,136			
Kız (Alt Boyut 3)	Ön Test	16	9,625	4,031	15	-0,252	0,805
	Son Test	16	10,000	4,258			

Deney Grubu	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Kız (Alt Boyut 4)	Ön Test	16	5,813	2,136	15	1,664	0,117
	Son Test	16	4,688	1,815			
Erkek (Alt Boyut 1)	Ön Test	12	30,500	6,375	11	2,632	0,023
	Son Test	12	25,083	5,230			
Erkek (Alt Boyut 2)	Ön Test	12	21,500	7,598	11	-0,754	0,466
	Son Test	12	23,833	5,921			
Erkek (Alt Boyut 3)	Ön Test	12	10,667	3,576	11	-1,011	0,334
	Son Test	12	12,333	3,143			
Erkek (Alt Boyut 4)	Ön Test	12	6,167	2,443	11	-1,420	0,183
	Son Test	12	7,417	1,832			

Tablo 73'deki verilere göre, kız öğrencilerin toplam puanlarının ön test ve son test verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığa rastlanmamıştır ( $p < 0,596$ ). Kız öğrencilerin toplam puanlarına ait ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 63,625$  ve son test puan ortalaması  $\bar{X} = 60,438$  olarak ölçülmüştür. Benzer şekilde erkek öğrencilerin toplam puanlarının ön test ve son test verileri arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılığa rastlanmamış ( $p < 0,925$ ) ve toplam puanlarına ilişkin ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 68,083$  ve son test puan ortalaması  $\bar{X} = 68,667$  olarak ölçülmüştür.

Kız öğrencilerin alt boyutlardaki ön test ve son test puanları incelendiğinde birinci alt boyut için ortalama puanlar ön testte  $\bar{X} = 29,125$  ve son testte  $\bar{X} = 27,688$  olarak ölçülmüş ve istatistiksel olarak anlamlı farklılığa rastlanmamıştır ( $p < 0,577$ ). İkinci alt boyutta ise, ön test ortalaması  $\bar{X} = 19,063$  iken son test ortalaması  $\bar{X} = 18,063$  olarak elde edilmiş ve bu değerler arasında da istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $p < 0,750$ ). Benzer şekilde üçüncü alt boyut ortalama puanları istatistiksel olarak fark oluşturmamış ( $p < 0,805$ ) ve ön test ortalaması  $\bar{X} = 9,625$  ve son test ortalaması  $\bar{X} = 10,000$  olarak hesaplanmıştır. Son olarak dördüncü faktör

puanları istatistiksel olarak fark içermemekle birlikte ( $p < 0,117$ ), ortalama puanlar ön test için  $\bar{X}=5,813$  ve son test için  $\bar{X}=4,688$  olarak ortaya çıkmıştır.

Erkek öğrencilerin alt boyut puan ortalamaları Tablo 73'den incelendiğinde, birinci alt boyut puanları bakımından ortalama değer ön test için  $\bar{X}=30,500$  ve son test için  $\bar{X}=25,083$  olarak hesaplanmış ve ön test puanları lehine istatistiksel olarak fark bulunmuştur ( $p < 0,023$ ). İkinci alt boyut ön test puan ortalaması  $\bar{X}=21,500$  ve son test puan ortalaması  $\bar{X}=23,833$  olduğundan istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ( $p < 0,466$ ). Üçüncü alt boyutta yine erkek öğrencilerin ön test puan ortalaması ( $\bar{X}=10,667$ ) ile son test ortalamaları ( $\bar{X}=12,333$ ) arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ( $p < 0,334$ ). Son olarak dördüncü alt boyutta da benzer bulgulara rastlanmış ve ön test ( $\bar{X}=6,167$ ) ile son test puan ortalamaları ( $\bar{X}=7,417$ ) arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır ( $p < 0,183$ ).

**2. Öğrencilerin teknoloji ilgilerine göre ön-test ve son-test toplam puanlarına uygulanan tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) ve t-testi bulguları:** Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevaplar arasında teknoloji ilgisine göre farklılık olup olmadığını belirlemek için parametrik bir test olan *Tek Yönlü Varyans Analizi (One Way ANOVA)* ve her bir teknoloji ilgisine ait ön test ve son test puanları arasındaki farklılığı incelemek üzere *eşleştirilmiş örneklem t-testi* uygulanmıştır.

Veriler toplam puanlar bakımından analiz edildiği gibi boyutlar da ayrı ayrı ele alınmıştır. Tablo 74'de ön test puanları arasında teknoloji ilgisi bakımından farklılık olma durumu gösterilmiştir. Ölçekte *çok düşük* seçeneğini seçen öğrenci bulunmamaktadır.

Tablo 74

*Deney/kontrol grupları teknoloji ilgisi değişkeni ön test ve son test One Way ANOVA testi sonuçları*

Boyut	Teknoloji ilgisi	N	$\bar{X}$	Ss	F	p	Anlamlı fark
Ön Test	Çok Yüksek	6	61,677	7,581	3,392	0,055	

Boyut	Teknoloji ilgisi	N	$\bar{X}$	Ss	F	p	Anlamlı fark
Son Test	Yüksek	15	77,333	13,537			
	Orta	29	65,345	16,543			
	Düşük	2	52,500	3,536			
	Çok Yüksek	6	63,333	13,201	2,642	0,060	
	Yüksek	15	68,333	9,147			
	Orta	29	59,724	9,273			
	Düşük	2	63,000	1,414			

Tablo 74’de, öğrencilerin teknoloji ilgilerine göre ön test puanları karşılaştırıldığında, en yüksek ortalamanın *yüksek* teknoloji ilgisine sahip öğrencilere ( $\bar{X}=77,333$ ) ait olduğu görülmektedir. Bunu *orta* ( $\bar{X}=65,345$ ) ve *çok yüksek* ( $\bar{X}=61,667$ ) teknoloji ilgisine sahip öğrenciler izlerken, en düşük ortalama *düşük* ( $\bar{X}=52,500$ ) teknoloji ilgisine sahip öğrencilere aittir. Öğrencilerin teknoloji ilgileri arasında tek yönlü varyans analizi sonucunda  $F_{(3,50)}=3,392$ , istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $p<0,055$ ). Aynı tabloda son test puanlarına göre, en yüksek ortalamanın *yüksek* teknoloji ilgisine sahip öğrencilere ( $\bar{X}=68,333$ ) ait olduğu görülmektedir. *Çok yüksek* ( $\bar{X}=63,333$ ) ve *düşük* ( $\bar{X}=63,000$ ) teknoloji ilgisine sahip öğrenciler ikinci ve üçüncü sırada yer almıştır.  $\bar{X}=59,724$  ortalama ile *orta* teknoloji ilgisine sahip öğrenciler en düşük ortalama puana sahiptir. Öğrencilerin teknoloji ilgileri arasında tek yönlü varyans analizi sonucunda  $F_{(3,50)}=2,642$ , istatistiksel olarak fark olmadığı belirlenmiştir ( $p<0,060$ ).

Benzer biçimde, öğrencilerin boyutlardan aldıkları ön test puanları arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı incelenmiştir. Tablo 75’de öğrencilerin boyutlara göre ön test puanları arasında teknoloji ilgisi bakımından farklılık olma durumu gösterilmiştir.

Tablo 75

*Deney/kontrol grupları teknoloji ilgisi değişkeni alt boyutlar ön test One Way ANOVA testi sonuçları*

Boyut	Teknoloji İlgisi	N	$\bar{X}$	Ss	F	p	Anlamlı Fark
Alt Boyut 1 (Ön Test)	Çok Yüksek	6	30,000	4,940	2,461	0,074	
	Yüksek	15	34,067	5,612			
	Orta	29	30,276	5,830			
	Düşük	2	25,000	1,414			
Alt Boyut 2 (Ön Test)	Çok Yüksek	6	18,000	4,050	3,439	0,054	
	Yüksek	15	25,267	5,338			
	Orta	29	19,897	7,701			
	Düşük	2	14,000	0,000			
Alt Boyut 3 (Ön Test)	Çok Yüksek	6	9,667	2,503	1,332	0,275	
	Yüksek	15	11,867	3,681			
	Orta	29	10,000	3,515			
	Düşük	2	8,500	0,707			
Alt Boyut 4 (Ön Test)	Çok Yüksek	6	4,667	2,658	1,923	0,138	
	Yüksek	15	6,467	2,200			
	Orta	29	5,172	1,649			
	Düşük	2	5,000	1,414			

Tablo 75’de, öğrencilerin teknoloji ilgilerine göre, birinci alt boyut ön test puanları karşılaştırıldığında, en yüksek ortalamanın *yüksek* teknoloji ilgisine sahip öğrencilere ( $\bar{X}=34,067$ ) ait olduğu görülmektedir. Bunu *orta* ( $\bar{X}=30,276$ ) ve *çok yüksek* ( $\bar{X}=30,000$ ) teknoloji ilgisine sahip öğrenciler izlemiştir. En düşük ortalama *düşük* ( $\bar{X}=25,000$ ) teknoloji



ilgisine sahip öğrencilere aittir. Öğrencilerin teknoloji ilgileri arasında tek yönlü varyans analizi sonucu  $F(3,50)=2,461$ , istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir ( $p<0,074$ ).

İkinci alt boyut ön test puanları için Tablo 75'e bakıldığında, en yüksek ortalama *yüksek* teknoloji ilgisine sahip öğrencilere ( $\bar{X}=25,267$ ) aittir. Daha sonra sırasıyla  $\bar{X}=19,897$  ortalama ile *orta*,  $\bar{X}=18,000$  ortalama ile *çok yüksek* izlemekte, en düşük ortalama ise  $\bar{X}=14,000$  ile *düşük* teknoloji ilgisine aittir. Tek yönlü varyans analizi sonucunda  $F(3,50)=3,439$ , istatistiksel olarak farklılık bulunamamıştır ( $p<0,054$ ).

Tablo 75'de, üçüncü alt boyut puanları incelendiğinde, sıralamaya dikkat edildiğinde en yüksek ortalama  $\bar{X}=11,867$  ile *yüksek* grubuna aittir. İkinci sırada  $\bar{X}=10,000$  ile *orta*, üçüncü sırada  $\bar{X}=9,667$  ile *çok yüksek* ve son sırada en düşük ortalama  $\bar{X}=8,500$  ile *düşük* teknoloji ilgisine sahip öğrenciler yer almaktadır. Varyans analizi sonucunda ise ( $F(3,50)=1,332$ ) istatistiksel olarak farklılığa rastlanmamıştır ( $p<0,275$ ).

Dördüncü alt boyutta (bkz. Tablo 75), en yüksek ortalama *yüksek* grubuna aittir. Ardından, *orta* grubu ( $\bar{X}=5,172$ ), *düşük* grubu ( $\bar{X}=5,000$ ) ve en düşük ortalama ile *çok yüksek* ( $\bar{X}=4,667$ ) grubu gelmektedir. Varyans analizi sonucuna göre ise ( $F(3,50)=1,923$ ), yine gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunamamıştır ( $p<0,138$ ).

Son teste ait alt boyut puanlarına uygulanan varyans analizi sonuçları Tablo 76'da gösterilmiştir.

Tablo 76

*Deney/kontrol grupları teknoloji ilgisi değişkeni alt boyutlar son test One Way ANOVA testi sonuçları*

Boyut	Teknoloji İlgisi	N	$\bar{X}$	Ss	F	p	Anlamlı Fark
Alt Boyut 1 (Son Test)	Çok Yüksek	6	21,333	4,719	1,575	0,208	
	Yüksek	15	27,467	5,290			
	Orta	29	24,759	5,902			

Boyut	Teknoloji İlgisi	N	$\bar{X}$	Ss	F	p	Anlamlı Fark
Alt Boyut 2 (Son Test)	Düşük	2	27,000	18,385	0,790	0,505	
	Çok Yüksek	6	22,333	7,554			
	Yüksek	15	23,000	6,655			
	Orta	29	19,966	6,074			
	Düşük	2	20,500	10,607			
Alt Boyut 3 (Son Test)	Çok Yüksek	6	12,500	4,037	0,852	0,472	
	Yüksek	15	11,667	3,478			
	Orta	29	10,310	3,695			
	Düşük	2	10,500	3,536			
	Çok Yüksek	6	7,167	2,483			
Alt Boyut 4 (Son Test)	Yüksek	15	6,200	2,242			Çok Yüksek- Orta
	Orta	29	4,690	1,561			
	Düşük	2	5,000	2,828			

Tablo 76’da, öğrencilerin teknoloji ilgilerine göre, birinci alt boyut son test puanları karşılaştırıldığında, en yüksek ortalamanın *yüksek* teknoloji ilgisine sahip öğrencilere ( $\bar{X}=27,467$ ) ait olduğu görülmektedir. Daha sonra sırasıyla, *düşük* ( $\bar{X}=27,000$ ) ve *orta* ( $\bar{X}=24,759$ ) ve en düşük ortalama ile *çok yüksek* ( $\bar{X}=21,333$ ) teknoloji ilgisine sahip öğrenciler takip etmektedir. Öğrencilerin teknoloji ilgileri arasında tek yönlü varyans analizi sonucunda  $F(3,50)=1,575$ , istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir ( $p<0,208$ ).

Tablo 76’da, ikinci alt boyut son test puanları incelendiğinde, en yüksek ortalama *yüksek* grubuna ( $\bar{X}=23,000$ ) aittir. Bu grubu,  $\bar{X}=22,333$  ortalama ile *çok yüksek*,  $\bar{X}=20,500$  ortalama ile *düşük* grubu izlemekte ve en düşük ortalama ise *orta* ( $\bar{X}=19,966$ ) teknoloji ilgisine sahip öğrencilere aittir. Tek yönlü varyans analizi sonucu ise  $F(3,50)=0,790$  bulunmuş ve istatistiksel olarak farklılık elde edilememiştir ( $p<0,505$ ).

Üçüncü alt boyuta ait son test bulguları Tablo 76'dan incelendiğinde, en yüksek ortalama *çok yüksek* grubuna ( $\bar{X}=12,500$ ) aittir. Buna en yakın ortalama ( $\bar{X}=11,667$ ) *yüksek* grubuna aittir. Yüksek teknoloji ilgisine sahip grubu *düşük* ( $\bar{X}=10,500$ ) ve son olarak *orta* grubu izlemektedir ( $\bar{X}=10,310$ ). Tek yönlü varyans analizi sonucu  $F_{(3,50)}=0,852$  elde edilmiştir. İstatistiksel olarak gruplar arasında istatistiksel olarak farka rastlanmamıştır ( $p<0,472$ ).

Tablo 76'da, son bölümünde dördüncü alt boyuta ait bulgular yer almaktadır. Bunlara göre, en yüksek ortalama *çok yüksek* ( $\bar{X}=7,167$ ) grubuna aittir. *Yüksek* grubu ikinci sırada ( $\bar{X}=6,200$ ), *düşük* grubu ( $\bar{X}=5,000$ ) üçüncü sırada yer almaktadır. En düşük ortalama ise ( $\bar{X}=4,690$ ) *orta* grubuna aittir. Öğrencilerin teknoloji ilgilerine göre AT kullanımına yönelik tutumlarını belirlemek için yapılan varyans analizinin sonucu  $F_{(3,50)}=3,900$  bulunmuş ve gruplar arası istatistiksel olarak fark elde edilmiştir ( $p>0,014$ ). Gruplar arasındaki farklılık incelendiğinde ise, (çok yüksek - orta) yönünde olduğu belirlenmiştir.

Bununla birlikte deney grubunun teknoloji ilgisine yönelik tutumları arasında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığına incelmekte yarar görülmüştür. Bu nedenle deney grubuna çeşitli değişkenlere ilişkin yapılan varyans analizi sonuçları ise Tablo 77'de yer almaktadır.

Tablo 77

*Deney grubu teknoloji ilgisi değişkeni alt boyutlar ön test ve son test One Way ANOVA testi sonuçları*

Alt Boyut	Teknoloji İlgisi	N	$\bar{X}$	Ss	F	p	Anlamlı Fark
Ön Test	Çok Yüksek	4	58,250	6,702	2,828	0,060	
	Yüksek	10	77,800	15,992			
	Orta	12	59,917	20,088			
	Düşük	2	52,500	3,536			

Alt Boyut	Teknoloji İlgisi	N	$\bar{X}$	Ss	F	p	Anlamlı Fark
Son Test	Çok Yüksek	4	70,000	6,782	2,626	0,074	
	Yüksek	10	67,600	9,969			
	Orta	12	59,083	7,914			
	Düşük	2	63,000	1,414			
Boyut 1 (Ön Test)	Çok Yüksek	4	27,250	2,986	2,514	0,082	
	Yüksek	10	33,900	6,523			
	Orta	12	27,833	6,740			
Boyut 2 (Ön Test)	Düşük	2	25,000	1,414	2,572	0,078	
	Çok Yüksek	4	17,500	5,066			
	Yüksek	10	25,300	6,325			
Boyut (Ön Test)	Orta	12	17,667	9,247	1,246	0,315	
	Düşük	2	14,000	0,000			
	Çok Yüksek	4	9,000	2,449			
Boyut 4 (Ön Test)	Yüksek	10	11,900	3,872	1,740	0,186	
	Orta	12	9,167	4,108			
	Düşük	2	8,500	0,707			
Boyut 1 (Son Test)	Çok Yüksek	4	5,500	3,000	0,688	0,568	
	Yüksek	10	27,200	6,286			
	Orta	12	27,500	5,649			
	Düşük	2	27,000	18,385			

Alt Boyut	Teknoloji İlgisi	N	$\bar{X}$	Ss	F	p	Anlamlı Fark
	Çok Yüksek	4	25,750	6,344	1,879	0,160	
Boyut 2	Yüksek	10	22,700	8,097			
(Son Test)	Orta	12	17,000	6,592			
	Düşük	2	20,500	10,607			
	Çok Yüksek	4	14,000	3,742	1,111	0,364	
Boyut 3	Yüksek	10	11,200	3,676			
(Son Test)	Orta	12	9,917	4,166			
	Düşük	2	10,500	3,536			
	Çok Yüksek	4	8,250	1,708	3,961	0,020	
Boyut 4	Yüksek	10	6,500	2,550			Çok Yüksek
(Son Test)	Orta	12	4,667	1,231			– Orta
	Düşük	2	5,000	2,828			

Tablo 77’de görüldüğü üzere, deney grubu öğrencilerinin teknoloji ilgisine ilişkin son test puanları arasında sadece dördüncü alt boyut olan verileri saklama özelliğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılığa rastlanmıştır ( $p>0,020$ ). Bu farklılığın *çok yüksek* grubu ( $\bar{X}=8,250$ ) lehine *orta* düzeyde teknoloji ilgisine sahip öğrenciler ( $\bar{X}=4,667$ ) arasında olduğu anlaşılmaktadır. Tek yönlü varyans analizi sonucu ise  $F(3,50)=3,961$  olarak bulunmuştur.

Ayrıca deney grubu öğrencilerinin teknoloji ilgisine göre her bir grubun ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak farklılık olasılığına karşılık eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmış, elde edilen bulgular Tablo 78’de sunulmuştur.

Tablo 78

*Deney grubu teknoloji ilgisi değişkenine göre ön test – son test t-testi sonuçları*

Deney Grubu	Puan	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p	
Çok Yüksek	Toplam	Ön Test	4	58,250	6,702	3	-1,757	0,177	
		Son Test	4	70,000	6,782				
	Alt	Ön Test	4	27,250	2,986	3	2,226	0,112	
		Son Test	4	22,000	5,715				
	Boyut 1	Ön Test	4	17,500	5,066	3	-1,476	0,236	
		Son Test	4	25,750	6,344				
	Alt	Ön Test	4	9,000	2,449	3	-1,698	0,188	
		Son Test	4	14,000	3,742				
	Boyut 3	Ön Test	4	5,500	3,000	3	-1,842	0,163	
		Son Test	4	8,250	1,708				
	Boyut 4	Ön Test	10	77,800	15,992	9	1,414	0,191	
		Son Test	10	67,600	9,969				
	Toplam	Ön Test	10	33,900	6,523	9	3,417	0,008	
		Son Test	10	27,200	6,286				
	Yüksek	Alt	Ön Test	10	25,300	6,325	9	0,723	0,488
		Son Test	10	22,700	8,097				
Boyut 2	Ön Test	10	11,900	3,372	9	0,360	0,727		
	Son Test	10	11,200	3,676					
Alt	Ön Test	10	7,200	1,989	9	0,591	0,569		
	Son Test	10	6,500	2,550					
Boyut 4	Ön Test	12	59,917	20,088	11	0,121	0,906		
	Son Test	12							
Orta	Toplam	Ön Test	12	59,917	20,088	11	0,121	0,906	

Deney Grubu	Puan	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Teknoloji İlgisi		Son Test	12	59,083	7,914			
	Alt	Ön Test	12	27,833	6,740	11	0,116	0,910
	Boyut 1	Son Test	12	27,500	5,649			
	Alt	Ön Test	12	17,667	9,244	11	0,196	0,849
	Boyut 2	Son Test	12	17,000	6,592			
	Alt	Ön Test	12	9,167	4,108	11	-0,458	0,656
	Boyut 3	Son Test	12	9,917	4,166			
	Alt	Ön Test	12	5,250	2,051	11	0,888	0,393
	Boyut 4	Son Test	12	4,667	1,231			
	Toplam	Ön Test	2	52,500	3,536	1	-3,000	0,205
		Son Test	2	63,000	1,414			
	Alt	Ön Test	2	25,000	1,414	1	-0,143	0,910
	Boyut 1	Son Test	2	27,000	18,385			
	Alt	Ön Test	2	14,000	0,000	1	-0,867	0,545
	Boyut 2	Son Test	2	20,500	10,607			
	Alt	Ön Test	2	8,500	0,707	1	-1,000	0,500
	Boyut 3	Son Test	2	10,500	3,536			
	Alt	Ön Test	2	5,000	1,414	1	0,000	1,000
	Boyut 4	Son Test	2	5,000	2,828			

Tablo 78'e göre, deney grubu öğrencilerinden teknoloji ilgisine ilişkin her bir grubun kendisine ait ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak istatistiksel olarak fark sadece yüksek teknoloji ilgisine sahip öğrencilerin birinci alt boyuta ait ön test ( $\bar{X}=33,900$ ) ve son test ( $\bar{X}=27,200$ ) puanları arasında görülmüştür ( $p>0,008$ ).

**3. Öğrencilerin bilgisayara sahip olma durumuna göre ön-test ve son-test toplam puanları ve boyutlara göre ön-test ve son-test puanlarına uygulanan t-testi bulguları:**

Deney ve kontrol gruplarının bilgisayara sahip olma durumuna göre, matematik derslerinde AT kullanımına ilişkin farklılık olup olmadığını belirlemek için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Veriler, toplam puanlar bakımından analiz edildiği gibi boyutlar da bağımsız olarak incelenmiştir. Tablo 79’da toplam puan ve boyut puanları arasında bilgisayara sahip olma durumuna göre farklılık olma durumu gösterilmiştir.

Tablo 79

*Deney/Kontrol grupları bilgisayara sahip olma değişkenine göre ön test ve son test t-testi sonuçları*

Deney/Kontrol Grubu	Bilgisayara Sahip Olma	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Ön Test	Evet	48	67,063	15,497	50	-1,307	0,197
	Hayır	4	77,750	18,715			
Son Test	Evet	48	62,938	10,391	50	0,461	0,647
	Hayır	4	60,500	5,508			
Alt Boyut 1 (Ön Test)	Evet	48	30,792	5,660	50	-1,479	0,145
	Hayır	4	35,250	7,544			
Alt Boyut 2 (Ön Test)	Evet	48	20,729	7,151	50	-0,946	0,349
	Hayır	4	24,250	7,136			
Alt Boyut 3 (Ön Test)	Evet	48	10,250	3,399	50	-1,396	0,169
	Hayır	4	12,750	4,031			
Alt Boyut 4 (Ön Test)	Evet	48	5,479	1,989	50	-0,020	0,984
	Hayır	4	5,500	2,380			
Alt Boyut 1	Evet	48	25,104	5,983	50	-0,502	0,618



Deney/Kontrol Grubu	Bilgisayara Sahip Olma	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
(Son Test)	Hayır	4	26,750	10,046			
Alt Boyut 2	Evet	48	21,333	6,508	50	0,761	0,450
(Son Test)	Hayır	4	18,750	6,752			
Alt Boyut 3	Evet	48	11,042	3,741	50	0,544	0,589
(Son Test)	Hayır	4	10,000	2,449			
Alt Boyut 4	Evet	48	5,458	2,052	50	0,420	0,676
(Son Test)	Hayır	4	5,000	2,708			

Deney ve kontrol gruplarının Tablo 79’da görüldüğü üzere ön test puanları arasında bilgisayar sahibi olma durumuna göre istatistiksel olarak fark olmadığı ortaya çıkmıştır ( $p < 0,197$ ). Buna göre öğrencilerin matematik dersinde AT kullanımına yönelik tutumlarında, bilgisayar sahibi olanların ortalama puanları  $\bar{X} = 67,063$ , bilgisayar sahibi olmadığını ifade eden öğrencilerin ortalama puanları  $\bar{X} = 77,750$  olarak ölçülmüştür.

Tablo 79’dan, son test puanları incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı görülmektedir ( $p > 0,647$ ). Bilgisayar sahibi olan öğrencilerin ortalama puanı  $\bar{X} = 62,938$ , bilgisayar sahibi olmayan öğrencilerin ise  $\bar{X} = 60,500$  olarak ölçülmüştür.

Birinci alt boyutun ön test verilerinin t-testi sonuçlarına göre, Tablo 79’da bilgisayar sahibi olanlar ile olmayanlar arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir ( $p > 0,145$ ). Bilgisayar sahibi olan öğrencilerin ortalama puanları  $\bar{X} = 30,792$  olarak, bilgisayar sahibi olmayanların puanları  $\bar{X} = 35,250$  olarak ölçülmüştür. Benzer şekilde ikinci alt boyutun ön test verilerinin analizine göre iki grup arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ( $P < 0,349$ ). *Evet*, cevabını veren öğrencilerin ortalama puanları  $\bar{X} = 20,729$  ve *hayır* cevabını veren öğrencilerin ortalaması  $\bar{X} = 24,250$  olarak ölçülmüştür. Ön test puanlarındaki üçüncü alt boyutta da, gruplar arası istatistiksel farklılık bulunmamaktadır ( $p < 0,169$ ). *Evet*, cevabını

veren grubun ortalama puanı  $\bar{X}=10,250$  ve hayır cevabını veren grubun ise  $\bar{X}=12,750$  olarak hesaplanmıştır. Dördüncü alt boyutta ise ortalama puanlar arasında ( $\bar{X}_{\text{evet}}=5,479$  ve  $\bar{X}_{\text{hayır}}=5,500$ ) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $p<0,984$ ).

Boyutların son test verilerinin t-testi sonuçlarına göre, Tablo 79'da birinci alt boyuta ait verilerde bilgisayar sahibi olanlar ile olmayanlar arasında istatistiksel olarak fark görülmemektedir ( $p<0,618$ ). Bununla birlikte bilgisayar sahibi olanların ortalama puanlarının ( $\bar{X}=25,104$ ) olmayanların puanlarına ( $\bar{X}=26,750$ ) çok yakın olduğu görülmektedir. İkinci alt boyutun son test verilerinin analizine göre ise, yine iki grup arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ( $P<0,450$ ). Evet, cevabını veren öğrencilerin ortalama puanları  $\bar{X}=21,333$ , hayır cevabı verenlerin ise  $\bar{X}=18,750$  olarak ölçülmüştür. Üçüncü alt boyutta ilk iki boyuta benzer şekilde, gruplar arası istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır ( $p<0,589$ ). Bilgisayara sahip olan grubun ortalama puanı  $\bar{X}=11,042$  ve bilgisayar sahibi olmayan grubun ise  $\bar{X}=10,000$  olarak hesaplanmıştır. Son test verilerinde son alt boyutta da, gruplar arası farklılığa rastlanmamıştır ( $p<0,676$ ). Bilgisayar sahibi olan öğrencilerin ortalama puanı  $\bar{X}=5,458$ , bilgisayar sahibi olmayanların ise  $\bar{X}=5,000$  olarak ölçülmüştür.

Bilgisayara sahip olma boyutunda deney grubunun puan ortalamasına ilişkin t-testine ait bulgular Tablo 80'de yer almaktadır.

Tablo 80

*Deney grubu bilgisayara sahip olma değişkenine göre ön test ve son test t-testi sonuçları*

Deney Grubu	Bilgisayara Sahip Olma	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Ön Test	Evet	24	63,500	18,149	26	-1,449	0,159
	Hayır	4	77,750	18,715			
Son Test	Evet	24	64,542	9,650	26	0,808	0,427
	Hayır	4	60,500	5,508			

Deney Grubu	Bilgisayara Sahip Olma	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Alt Boyut 1	Evet	24	28,792	6,199	26	-1,878	0,072
(Ön Test)	Hayır	4	35,250	7,544			
Alt Boyut 2	Evet	24	19,417	8,309	26	-1,094	0,284
(Ön Test)	Hayır	4	24,250	7,136			
Alt Boyut 3	Evet	24	9,625	3,669	26	-1,559	0,131
(Ön Test)	Hayır	4	12,750	4,031			
Alt Boyut 4	Evet	24	6,042	2,255	26	0,442	0,662
(Ön Test)	Hayır	4	5,500	2,380			
Alt Boyut 1	Evet	24	26,542	6,386	26	-0,056	0,956
(Son Test)	Hayır	4	26,750	10,046			
Alt Boyut 2	Evet	24	20,833	7,955	26	0,493	0,626
(Son Test)	Hayır	4	18,750	6,752			
Alt Boyut 3	Evet	24	11,167	4,146	26	0,542	0,593
(Son Test)	Hayır	4	10,000	2,449			
Alt Boyut 4	Evet	24	6,000	2,207	26	0,816	0,422
(Son Test)	Hayır	4	5,000	2,708			

Tablo 80'e göre, deney grubunun bilgisayara sahip olma bakımından ön test toplam puanları incelendiğinde anlamlı farklılığa rastlanmamakla birlikte ( $p < 0,159$ ), bilgisayar sahibi olan öğrenciler için ortalama puan  $\bar{X} = 63,500$  olarak hesaplanmıştır. Bilgisayarı bulunmayan öğrencilerin ortalama puanı ise  $\bar{X} = 77,750$ 'dir. Son test puanlarına göre yine istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p < 0,427$ ). Son test puan ortalamaları bilgisayar sahibi olan öğrenciler için  $\bar{X} = 64,542$ , olmayanlar için  $\bar{X} = 60,500$  olarak ölçülmüştür. Birinci alt boyut ön test puanları incelendiğinde, gruplar arasında fark olmayıp ( $p < 0,072$ ) evet cevabı için ortalama puan  $\bar{X} = 28,792$ , hayır için  $\bar{X} = 35,250$  olarak belirlenmiştir. İkinci alt boyutta bilgisayar sahibi olan

öğrencilerin ortalamaları ( $\bar{X}=19,417$ ) ile olmayanların ortalamaları ( $\bar{X}=24,250$ ) arasında farklılık bulunamamıştır ( $p<0,284$ ). Üçüncü alt boyutta ön test puan ortalaması evet cevabı verenler için  $\bar{X}=9,625$ , hayır cevabını verenler için  $\bar{X}=12,750$  olarak ölçülmüş ve aralarında farklılık bulunamamıştır ( $p<0,131$ ). Dördüncü alt boyut ön test puanlarında yine anlamlı farklılığa rastlanmazken ( $p<0,662$ ), bilgisayarı olan öğrenciler için ortalama puan  $\bar{X}=6,042$ , olmayanlar için  $\bar{X}=5,500$  olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 80’da, alt boyutlara ait son test verileri incelendiğinde, birinci alt boyut son test puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ( $p<0,956$ ). Bilgisayar sahibi öğrencilerin puan ortalaması  $\bar{X}=26,542$ , olmayan öğrenciler için ise  $\bar{X}=26,750$ ’dir. İkinci alt boyut son test puan ortalamalarına bakıldığında, bilgisayar sahibi olan öğrencilerin ortalama puanı ( $\bar{X}=20,833$ ) ile olmayan öğrencilerin ortalama puanı ( $\bar{X}=18,750$ ) arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ( $p<0,626$ ). Üçüncü alt boyut son test puan ortalamalarına göre bilgisayar sahibi olan öğrenciler ( $\bar{X}=11,167$ ) ile olmayan öğrenciler ( $\bar{X}=10,000$ ) arasında istatistiksel olarak fark belirlenememiştir ( $p<0,593$ ). Son test puanlarına göre dördüncü alt boyut puan ortalamalarına göre (bilgisayar sahibi olan öğrenciler için  $\bar{X}=6,000$ , bilgisayarı olmayanlar için  $\bar{X}=5,000$ ) istatistiksel olarak fark yine ortaya çıkmamıştır ( $p<0,422$ )

Bilgisayara sahip olma durumuna göre deney grubunun toplam ve alt boyut olmak üzere her bir puan ortalaması için ön test ve son test puanları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya ilişkin bulgulara Tablo 81’de yer verilmiştir.

Tablo 81

*Deney grubu bilgisayara sahip olma değişkenine verdikleri cevaplara göre ön test-son test t-testi sonuçları*

Deney Grubu Bilgisayara Sahip Olma	Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Evet	Ön-Test	24	63,500	18,149	23	-0,236	0,815

Deney Grubu Bilgisayara Sahip Olma		Test	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Hayır	Son-Test	24	64,542	9,650				
	Ön-Test	4	77,750	18,715	3	1,606	0,207	
Evet – Alt Boyut 1	Son-Test	4	60,500	5,508				
	Ön-Test	24	28,792	6,199	23	1,544	0,136	
Evet – Alt Boyut 2	Son-Test	24	26,542	6,386				
	Ön-Test	24	19,417	8,309	23	-0,578	0,569	
Evet – Alt Boyut 3	Son-Test	24	20,833	7,955				
	Ön-Test	24	9,625	3,669	23	-1,277	0,214	
Evet – Alt Boyut 4	Son-Test	24	11,167	4,146				
	Ön-Test	24	6,042	2,255	23	0,071	0,944	
Hayır – Alt Boyut 1	Son-Test	24	6,000	2,207				
	Ön-Test	4	35,250	7,544	3	0,998	0,396	
Hayır – Alt Boyut 2	Son-Test	4	26,750	10,046				
	Ön-Test	4	24,250	7,136	3	1,704	0,187	
Hayır – Alt Boyut 3	Son-Test	4	18,750	6,752				
	Ön-Test	4	12,750	4,031	3	1,616	0,205	
Hayır – Alt Boyut 4	Son-Test	4	10,000	2,449				
	Ön-Test	4	5,500	2,380	3	0,222	0,839	
	Son-Test	4	5,000	2,708				

Tablo 81'e göre, deney grubunda 24 öğrenci evet cevabını verirken, 4 öğrenci hayır cevabını vermiştir. Bilgisayar sahibi olan öğrencilerin ön test puanları ile son test puanları arasında farklılık görülmemektedir ( $p < 0,815$ ). Bu öğrencilerin ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 63,500$ , son test puan ortalamaları ise  $\bar{X} = 64,542$  olarak ölçülmüştür. Hayır, cevabını

verenlerin ön test puanları ile son test puanları arasında farklılık bulunmamaktadır ( $p < 0,207$ ). Ön test puan ortalamaları  $\bar{X} = 77,750$ , son test ortalamaları  $\bar{X} = 60,500$  olarak ortaya çıkmıştır. Evet, cevabını veren öğrencilerin alt boyut puanları incelendiğinde ise, birinci alt boyut puanlarına göre istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $p < 0,136$ ). Ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 28,792$ , son test için  $\bar{X} = 26,542$  ölçülmüştür. İkinci alt boyutta, ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 19,417$ , son test puan ortalaması  $\bar{X} = 20,833$  olduğundan bu boyutta da istatistiksel olarak fark tan söz edilememektedir ( $p < 0,569$ ). Üçüncü alt boyutta istatistiksel olarak fark olmayıp ( $p < 0,214$ ), ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 9,625$ , son test için ise  $\bar{X} = 11,167$  olarak hesaplanmıştır. Dördüncü alt boyutta yine benzer biçimde farklılığa rastlanılmamış ( $p < 0,944$ ) ve ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 6,042$ , son test puan ortalaması  $\bar{X} = 6,000$  olarak hesaplanmıştır.

Tablo 81’de bilgisayarı olmayan öğrencilerin alt boyut puanları incelendiğinde ise, birinci alt boyutta farklılık olmayıp ( $p < 0,396$ ), ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 35,250$ , son test için ise 26,750’dir. İkinci alt boyutta ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 24,250$ , son test  $\bar{X} = 18,750$  olarak ölçülmüş ve farklılığa rastlanmamıştır ( $p < 0,187$ ). Üçüncü alt boyutta ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 12,750$ , son test puan ortalaması ise  $\bar{X} = 10,000$  olarak ölçülmüş ve istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $p < 0,205$ ). Dördüncü alt boyutta yine farklılığa rastlanmamış ( $p < 0,839$ ) ve ön test puan ortalaması  $\bar{X} = 5,500$ , son test için se  $\bar{X} = 5,000$  olarak ölçülmüştür.

#### **5.6. Alt Problem 4 Bulgular: Öğretim Sonunda Uygulanan ÜDS’de Kavram ve Genellemeleri Öğrenme Düzeylerinin İncelenmesi**

Bu bölümde, öğrencilerin ÜDS’ye verdikleri cevaplardan uygulamanın öğrenci başarısına etkisi incelenmiştir. Uygulamanın etkinliğini belirlemek amacıyla, deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi denk gruplar olup olmadığını belirlemek için 2014 – 2015 öğretim yılı geometri dersi I. dönem ders notları uygulamanın gerçekleştirildiği okuldan elde edilerek ön test verisi olarak kullanılmış ve gruplar arası farklılık incelenmiştir.

Deney grubunda bulunan toplam 28 öğrenciden 27'si, kontrol grubunda ise 26 öğrenciden 24'ü ÜDS soruları ile gerçekleştirilen sınava katılmıştır. Bu nedenle ön test verisi olarak kullanılan geometri ders notlarından ÜDS'ye katılmayan öğrencilerin notları çıkarılmıştır.

2014- 2015 öğretim yılı I. dönem geometri ders notları Tablo 82'de görülmektedir.

Tablo 82

*Deney/Kontrol grubu 2014- 2015 öğretim yılı I. dönem geometri ders notları*

Öğrenci	Deney Grubu Puanları	Kontrol Grubu Puanları
Öğr1	96	89,5
Öğr2	59,25	87,5
Öğr3	30,8	66,75
Öğr4	60,75	66,75
Öğr5	71	53,25
Öğr6	73,5	86
Öğr7	92	54
Öğr8	51	94,5
Öğr9	57,5	-
Öğr10	63,75	71,5
Öğr11	-	89,75
Öğr12	75,25	67,75
Öğr13	78,75	98,75
Öğr14	73	74,25
Öğr15	43	86,25
Öğr16	91,33	82,25
Öğr17	68,25	-

Öğrenci	Deney Grubu Puanları	Kontrol Grubu Puanları
Öğr18	66,25	80,5
Öğr19	76,75	58,75
Öğr20	92,25	94,75
Öğr21	53	93,75
Öğr22	92,5	62,25
Öğr23	76,5	75,5
Öğr24	98,75	78,75
Öğr25	92,25	64,75
Öğr26	98,5	73,25
Öğr27	71	-
Öğr28	64,75	-

Öğrencilerin geometri notları arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımsız örneklem t-testi analizi uygulanmıştır. Bu analize ilişkin veriler Tablo 83’de verilmiştir.

Tablo 83

*Deney/Kontrol grubu geometri notları t-testi sonuçları*

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney Grubu	27	72,875	17,649	49	-0,958	0,343
Kontrol Grubu	24	77,125	13,443			

Tablo 83’e göre, grupların ön test verileri arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır ( $p < 0,343$ ). Bu durumda deney grubunun ortalama notu  $\bar{X}=72,875$ , kontrol grubunun ise  $\bar{X}=77,125$  olarak hesaplanmıştır. Gruplar arasında farklılık olmamasına karşın, kontrol grubunun not ortalamasının daha yüksek olduğu görülmektedir.



Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test verisi olarak, ÜDS'ye vermiş oldukları cevaplar, ÜDS için belirlenen temalara göre değerlendirilerek puan karşılıkları belirlenmiştir. Bu aşamadan itibaren deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin aldıkları puanların bağımsız örneklem t-testi analizinden ve öğrencilerin ÜDS'ye verdikleri cevapların içerik analizinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Öğrencilerin ÜDS'den aldıkları puanlar Tablo 84'de verilmiştir.

Tablo 84

*Deney/Kontrol grubu ÜDS puanları*

Öğrenci	Deney Grubu Puanları	Kontrol Grubu Puanları
Öğr1	100	44
Öğr2	85	105
Öğr3	71	56
Öğr4	60	72
Öğr5	51	71
Öğr6	99	51
Öğr7	81	78
Öğr8	90	43
Öğr9	92	-
Öğr10	47	74
Öğr11	-	77
Öğr12	80	35
Öğr13	92	39
Öğr14	75	33
Öğr15	73	75
Öğr16	69	59

Öğrenci	Deney Grubu Puanları	Kontrol Grubu Puanları
Öğr17	91	-
Öğr18	74	63
Öğr19	48	101
Öğr20	123	80
Öğr21	89	107
Öğr22	108	84
Öğr23	84	39
Öğr24	64	77
Öğr25	73	47
Öğr26	68	56
Öğr27	120	-
Öğr28	43	-

Tablo 84’de öğrenci puanları incelendiğinde, yapılan sıralamada en yüksek ilk üç puanın deney grubu öğrencilerine ait olduğu görülmektedir. Her iki grupta en yüksek puanlar (deney grubu=123, kontrol grubu=107) arasında 16 puan olarak ölçülmüştür. Puan farkı yaklaşık olarak alınabilecek toplam puanın %10’luk kısmına karşılık gelirken, ortalama puanlar arasında da yaklaşık olarak %9’luk bir fark görülmektedir. En düşük puanlara göre, deney grubunda 43 en düşük puan iken kontrol grubunda en düşük 33 olmakla birlikte 4 öğrencinin puanı 43’ün altındadır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ÜDS’den aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olup olmadığını analiz etmek için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. T-testi sonuçları Tablo 85’de görülmektedir.

Tablo 85

*Deney/Kontrol grubu ÜDS ortalama puanları t-testi sonuçları*

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney Grubu	27	79,629	20,668	49	2,429	0,019
Kontrol Grubu	24	65,250	21,760			

Tablo 85 incelendiğinde, uygulama sonunda yapılan değerlendirme sınavına katılan öğrenci puan ortalamaları deney grubu öğrencileri için  $\bar{X}=79,63$  ve kontrol grubu öğrencileri için  $\bar{X}=65,25$  olarak hesaplanmıştır. Bu ortalamalar için puanlar arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu belirlenmiştir ( $p<0,019$ ). Ortalamalara göre bu farklılığın deney grubu lehine olduğu anlaşılmaktadır.

Soru düzeyinde iki grubun her bir sorudan aldıkları puanların ortalaması Tablo 86’da yer almaktadır.

Tablo 86

*Deney/Kontrol grubu sorulara göre puan ortalamaları*

Soru	Alınabilecek Puan	Deney Grubu $\bar{X}$	Kontrol Grubu $\bar{X}$
1	10	6,890	2,000
2	10	0,740	0,420
3	25	18,300	15,170
4	8	3,480	2,000
5	8	6,590	6,000
6	8	4,190	2,670
7	14	2,220	10,080
8	8	4,300	3,250
9	17	10,780	9,000

Soru	Alınabilecek Puan	Deney Grubu $\bar{X}$	Kontrol Grubu $\bar{X}$
10	20	1,260	0,750
11	10	7,780	2,420
12	12	2,070	1,580
13	12	11,040	9,920
<b>Toplam</b>	<b>162</b>	<b>79,629</b>	<b>65,250</b>

Tablo 86'ya göre, her bir soru için elde edilen puan ortalamalarında, kontrol grubu sadece 7'inci soruda deney grubuna göre daha yüksek puan alırken, diğer 12 soruda deney grubu daha yüksek puan almıştır. Aynı zamanda bu sorudaki ortalama puan farkı, en fazla farkın olduğu sorudur. Bu soruda, deney grubu ortalama puanı  $\bar{X}=2,220$ , kontrol grubunun ise  $\bar{X}=10,080$  olarak ölçülmüştür. En az puan farkı, 2'inci soruda görülmüş, buna göre deney grubunun ortalaması  $\bar{X}=0,740$ , kontrol grubunun  $\bar{X}=0,320$  olarak ölçülmüştür.

Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin *tam puan, eksik puan, ilgisiz cevap ve boş bırakılan cevaplar* bakımından karşılaştırmalı bilgisi Tablo 87'de verilmiştir.

Tablo 87

*Deney/Kontrol grubu öğrencileri cevap durum tablosu*

Soru	Deney Grubu (Öğrenci Sayıları)					Kontrol Grubu (Öğrenci Sayıları)				
	<u>Tam Puan</u>	<u>Eksik Puan</u>	<u>İlgisiz Cevap</u>	<u>Boş</u>	<u>Toplam</u>	<u>Tam Puan</u>	<u>Eksik Puan</u>	<u>İlgisiz Cevap</u>	<u>Boş</u>	<u>Toplam</u>
1	10	12	4	1	27	3	5	5	11	24
2	2	0	24	1	27	1	0	21	2	24
3	0	27	0	0	27	0	23	0	1	24
4	4	19	3	1	27	3	8	2	11	24
5	21	2	2	2	27	14	6	2	2	24

Soru	Deney Grubu (Öğrenci Sayıları)					Kontrol Grubu (Öğrenci Sayıları)				
	<u>Tam</u>	<u>Eksik</u>	<u>İlgisiz</u>	<u>Boş</u>	<u>Toplam</u>	<u>Tam</u>	<u>Eksik</u>	<u>İlgisiz</u>	<u>Boş</u>	<u>Toplam</u>
	<u>Puan</u>	<u>Puan</u>	<u>Cevap</u>			<u>Puan</u>	<u>Puan</u>	<u>Cevap</u>		
6	5	15	6	1	27	4	9	6	5	24
7	3	4	10	10	27	14	6	1	3	24
8	4	19	3	1	27	5	12	2	5	24
9	15	4	5	3	27	11	3	6	2	24
10	0	14	9	4	27	0	9	2	13	24
11	19	6	2	0	27	5	2	8	9	24
12	2	12	10	3	27	2	8	6	8	24
13	18	9	0	0	27	16	8	1	1	23

Tablo 87'ye göre, tam puan alan öğrenci sayısı karşılaştırıldığında, 13 sorunun 11'inde deney grubu öğrenci sayısının fazla olduğu görülmektedir. Yedinci ve sekizinci sorularda kontrol grubu tam puanlı öğrenci sayısı fazladır (3-14 ve 4-5). Eksik puan alan öğrenci sayısı, on üç sorunun 11'inde deney grubu öğrencilerinde daha fazladır. Beşinci ve yedinci sorularda bu durum görülürken, beşinci soruda deney grubunda tam puan alan öğrenci sayısının fazla olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. İlgisiz cevaplarda, 2'inci, 4'üncü, 7'nci, 8'inci, 10'uncu ve 12'ci olmak üzere toplam altı soruda deney grubunun ilgisiz cevap sayısı kontrol grubuna göre fazladır. Ancak ilgisiz cevap dağılımı tam puan ve eksik puan verilen cevap sayıları da göz önüne alınarak değerlendirilmesi gerektiği düşünülmüştür. Örneğin, dördüncü basamakta ilgisiz puan sayısı deney grubunda fazla olmasına karşın tam puan alan öğrenci sayısı 1, eksik puan alan sayısı 11 fazla ve boş cevap sayısı 10 az olduğundan ortalama puan bakımından deney grubunun puanı daha yüksek olabilmektedir.

Deney grubunda bulunan öğrenci cevaplarının içerik analizi bulgularına aşağıda yer verilmiştir.

**Soru 1:** Birinci soruda, öğrencilere Resim 629'daki soru metni verilerek bir çember ile bir doğrunun kesişim noktalarını bulmaları ve nasıl bulacaklarını belirtmeleri istenmiştir.

Resim 629

ÜDS soru 1

1.  $x^2+y^2=20$  standart denklemlerli çember ile  $y=x+2$  denklemlerli doğrunun kesiştiği noktaların koordinatlarının nasıl bulunacağını yazılı olarak belirtin ve gerekli işlemleri yaparak bulun.

Deney grubundan 10 öğrenci bu sorudan tam puan alırken, 12 öğrenci eksik puan almış, 1 öğrenci boş bırakmış ve 4 öğrenci de ilgisiz cevap vermiştir. Kontrol grubunda ise, 3 öğrenci tam puan, 5 öğrenci eksik puan almış, 5 öğrenci ilgisiz cevap verirken 11 öğrenci de boş bırakmıştır. Çözüm aşamalarını içeren basamaklar, verilebilecek puanlar ve öğrenci cevapları Tablo 88'de yer almaktadır.

Tablo 88

ÜDS soru 1 öğrenci cevaplarına örnekler

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
1. Yazılı olarak ifade etme	2	
2. Denklemin ortak çözümü	2	
3. x değerini bulma	2	

4. y değerini bulma	2	$y = x + 2$ $x = -4 \text{ için } y = -2$ $x = 2 \text{ için } y = 4$
5. Koordinatları yazma	2	$(-4, -2)$ $(2, 4)$
6. İlgisiz	0	<p> <math>(1,1)</math> <math>r = \sqrt{20}</math>  <math>x^2 + y^2 = 20</math>  <math>y = x + 2</math>  <math>O(0,0)</math> </p>
7. Boş	0	

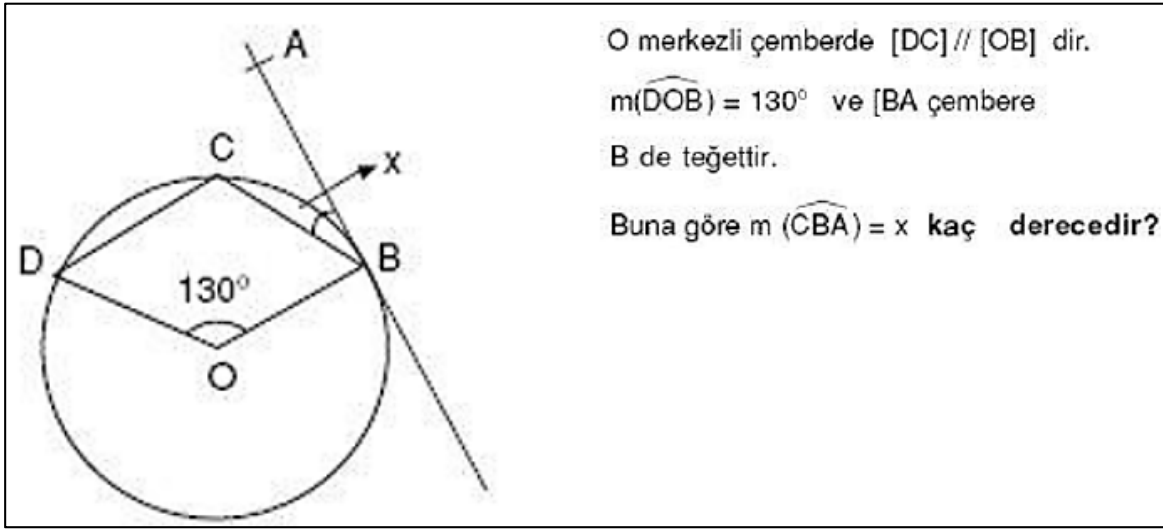
Tablo 88'e göre, birinci çözüm basamağında öğrencilerin *kesiştği noktalar* denklemler beraber çözümlenerek bulunur ya da ortak çözümlenerek gibi ifadeleri doğru olarak kabul edilerek 2 puan verilmiştir. İkinci basamakta, denklem çözümü konusuna ait olduğundan yine 2 puan verilmiştir. Üçüncü ve dördüncü basamaklarda x ve y değişkenlerine ait değerleri yazmaları durumunda 2'şer puan verilmiştir. Son olarak koordinatların yazılması durumu yine 2 puandır. Öğrencilerden 4'ü ilgisiz cevap verirken 1'i boş bırakmıştır. İlgisiz cevaplar incelendiğinde öğrencilerin şekil çizerek çözmeye çalışmak, doğru denkleminden x ve y değerlerini elde etmeye çalışmak, koordinatları yanlış yazma ya da denklemi genişleterek çözmeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Eksik cevap veren öğrenciler incelendiğinde, 1- yazılı olarak ifade etme (6 öğrenci) , 4 - y değerlerini bulma (1 kişi) ve 5- koordinatları yazma (9

öğrenci) gibi basamakların birisinde ya da bir kaçında hata yaptıkları ya da boş bıraktıkları gözlemlenmiştir.

**Soru 2:** İkinci soruda Resim 630'daki soru verilerek bir çember ile bir teğetin oluşturduğu teğet-kiriş açı değerinin bulunması istenmiştir.

Resim 630

ÜDS soru 2



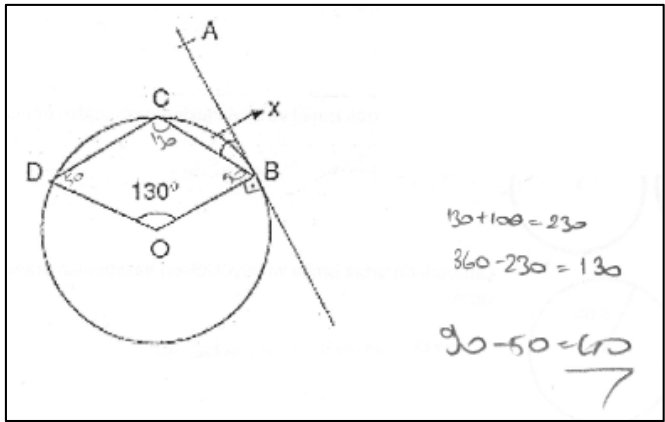
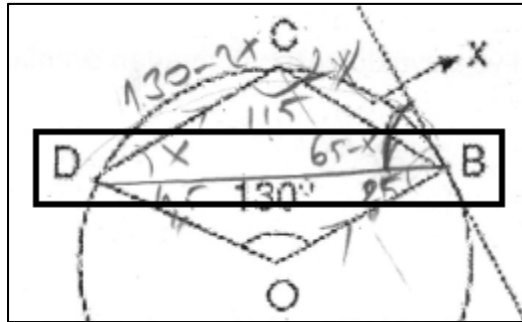
Deney grubu öğrencilerinden 2'si tam puan alırken, 24 öğrenci ilgisiz cevap vermiş, 1 öğrenci de boş bırakmıştır. Kontrol grubunda, tam puan alan 1 öğrenci bulunmakta, eksik puan alan bulunmamakla birlikte 21 ilgisiz cevap yer almıştır ve 2 öğrenci boş bırakmıştır. Çözüm basamaklarını içeren basamaklar, verilebilecek puanlar ve öğrenci cevapları Tablo 89'da yer almaktadır.

Tablo 89

ÜDS soru 2 öğrenci cevap örnekleri

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
1. OC doğru parçasını çizme	1	-



İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
2. CB yayının ölçüsünü şekil üzerinde gösterme	2	-
3. COB yayının ölçüsünü şekil üzerinde gösterme	2	-
4. D, DCO açılarını şekil üzerinde gösterme	1	-
5. Eşitlik elde etme ve çözme	4	-
6. İlgisiz	0	
7. Boş	0	
<u>Farklı yöntemle çözüm</u>		
1. DB doğru parçasını çizme	2	

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
2. ODB üçgeninin iç açılarını yazma	2	
3. X açısıyla aynı yayı gören CDB açısını yazma	4	
4. Paralellikten faydalanarak X açısını bulma	2	

Tablo 89’ a göre, alternatif yöntemde öğrencilerin teğet açısı, merkez açısı, ikizkenar üçgen ve paralellik gibi kavramlarla ilgili genellemelerden faydalanarak çözebilmeleri öngörölmüş iki öğrenci bu çözüm yolunu kullanmıştır. İlk çözüm yöntemini kullanan öğrenciye rastlanmamıştır.

Farklı yöntemle çözümde, öğrencilerin DB doğru parçasını çizmelerine 2 puan ve ODB üçgeninin iç açılarını belirtmelerine 2 puan verilmiştir. Üçüncü basamakta çevre açısı ile teğet-kiriş açısı arasındaki genellemeyi kullanarak X ve CDB açılarını belirtmeleri 4 puan ile değerlendirilmiştir. Paralellik ile ilgili genellemeden hareketle X açısını bulma işlemi ise 2 puandır. İlgisiz cevaplar incelendiğinde öğrencilerin, şekil üzerinde açı değerlerini gösterirken

hata yaptıkları, teğet-kiriş açısı ile çevre açısı arasındaki ilişkiyi doğru hatırlayamadıkları ya da çözüm için yanlış eşitlik yazdıkları görülmüştür. Eksik cevap alan öğrenci bulunmamaktadır. Bununla birlikte soruda verilmeyen bir takım özelliklerin var olduğunu kabul ederek işlem yapmaları öğrencilerin yanlış cevap vermelerine neden olmuştur. Örneğin, C noktasını yayların orta noktası gibi işlem yapmaları, merkez açının kollarını oluşturan yarıçaplardan dolayı şekil dörtgen olmasına karşın yarıçaplarda oluşan açılar eşit almaları ya da teğet-kiriş açısının gördüğü yayları yanlış görmeleri sonucu merkez açının yarısı olarak hesaplamaları öğrencileri yanlış çözüme götürmüştür. Bazı öğrencilerin ise, dörtgende verilen paralellik ifadesini dörtgenin yanlış kenarlarına uyguladıkları görülmüştür.

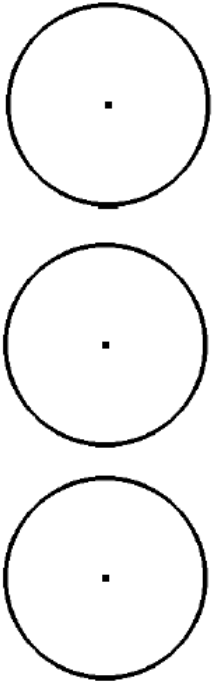
**Soru 3:** Üçüncü soruda, Resim 631’deki soru verilmiş ve öğrencilerin maddeler halinde verilen sorularda kavramları açıklayarak ve çizim yaparak cevap vermeleri beklenmiştir.

Resim 631

ÜDS soru 3

3. Aşağıda verilen işlemleri yapın.

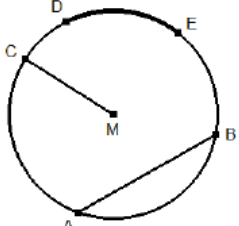
Çap ve yarıçapı çizin. Tanımlayın ve aralarındaki ilişkiyi açıklayın.



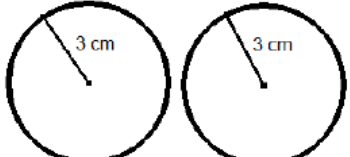
Kesen ve kirişi çizin. Tanımlayın ve aralarındaki ilişkiyi açıklayın.

Çap ve kirişi çizin. Aralarındaki ilişkiyi açıklayın.

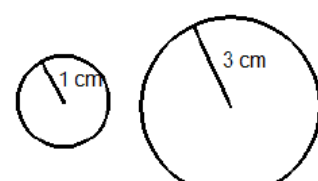
Aşağıda verilen elemanların isimlerini yazın.



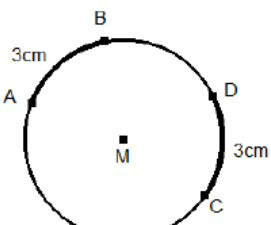
Çemberlerin ortak ismini ve büyüklükleri bakımından oranlarını yazın.



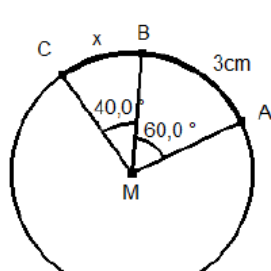
Çemberlerin ortak ismini ve büyüklükleri bakımından oranlarını yazın.



AB ve CD elemanlarının ortak ismini ve büyüklükleri bakımından oranlarını yazın.



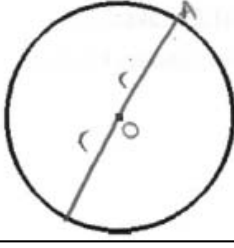
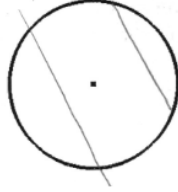
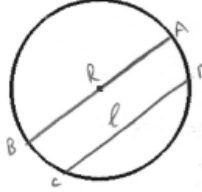
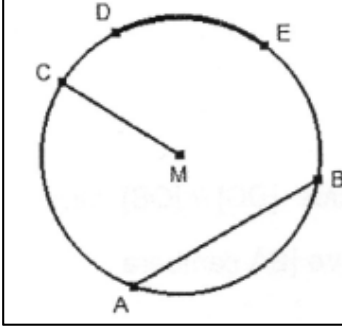

AB=3cm ve BC=x cm olduğuna göre x'i bulun. AB ve BC elemanlarının ortak isimlerini ve özelliklerini yazın.

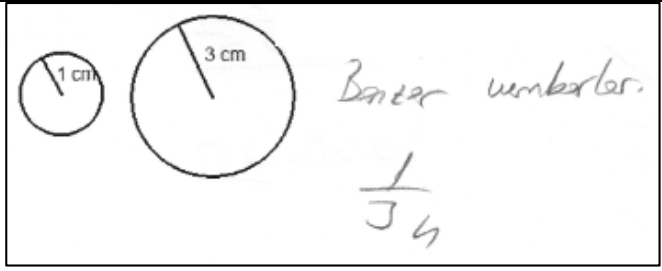
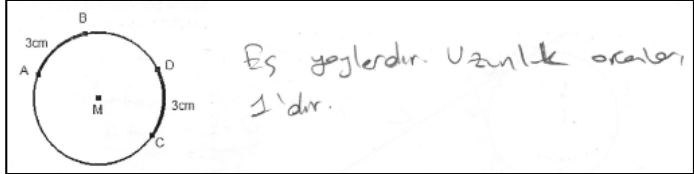
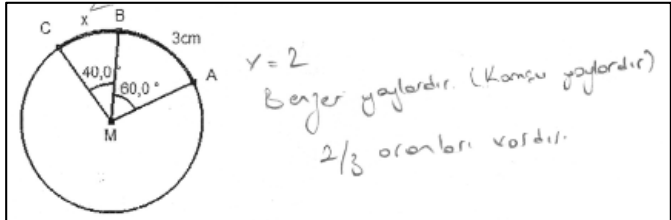


Deney grubu öğrencilerinden üçüncü sorudan tam puan alan öğrenci bulunmamakla birlikte tüm öğrenciler eksik puan almışlardır. Kontrol grubunda da, tam puan alan öğrenci bulunmamakta, 23 öğrenci eksik puan alırken, 1 öğrenci de boş bırakmıştır. Çözüm aşamalarını içeren basamaklar, verilebilecek puanlar ve öğrenci cevapları Tablo 90'da yer almaktadır.

Tablo 90

## ÜDS soru 3 öğrenci cevap örnekleri

İşlem Basamakları	Puan	Öğrenci Cevapları
1. Çizim / tanım / ilişki (çap-yarıçap)	5	 <p> <math> OA =r</math> <math>2r=R</math>  Çap= En uzun kısıftır.  Yarıçap: Merkezin çember üzerindeki noktaya olan uzaklığı </p>
2. Çizim / tanım / ilişki (kesen-kiriş)	5	 <p> Kesen bir doğrunun çemberi kesmesi.  Kiriş: Çember üzerinde iki noktayı birleştirilip oluşan doğrudur.  Kiriş doğrusu parçası kesen doğrusu </p>
3. Çizim / ilişki (çap-kesen)	3	 <p> <math> AB =çap</math> En uzun kiriş çaptır.  Çap haricindeki her kiriş  <math> CD </math>: Kiriş çaptan küsüflü. </p>
4. İsimlendirme	3	 <p> DE yayı  CM = yarıçap  AB kiriş </p>
5. İsimlendirme / oranlama	2	 <p> Büyükükleri oranı 1  Eş çemberler. </p>

İşlem Basamakları	Puan	Öğrenci Cevapları
6. İsimlendirme / oranlama	2	
7. İsimlendirme / oranlama	2	
8. İsimlendirme / ilişki / x değerini bulma	3	
(Tam puan alan öğrenci bulunmamaktadır)		
9. İlgisiz	0	-
10. Boş	0	-

Tablo 90'dan anlaşıldığı üzere, işlem basamaklarında *çap*, *yarıçap*, *yay*, *kiriş*, *kesen*, *eş yaylar*, *komşu yaylar*, *eş çemberler* ve *benzer çemberler* kavramlarının bazılarının tanımları, aralarındaki ilişkiler sorulmuş ve bu elemanları çizmeleri bazılarının ise isimleri ve oranları sorulmuştur. Her biri doğrudan sorulan kavram ve genelleme olduğundan birer puan verilmiştir. Sekizinci basamaktaki isimlendirme, ilişki ve değer bulma işlemlerinden tam puan alan öğrenci bulunmamıştır. İlgisiz cevap veren öğrenci bulunmazken, eksik cevaplara göre tüm basamaklarda eksik cevap alan öğrencilerin bulunduğu, bunun yanında 8 - *İsimlendirme / ilişki / x değerini bulma* basamağında tüm öğrencilerin eksik puan aldıkları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin kavramlarla ilgili özellikle *komşu yay* kavramını hatırlamakta zorlandıkları

görülmüştür. Bu kavram yerine *benzer yay* ya da *merkez yay* kavramlar kullandıkları görülmüştür.

**Soru 4:** Dördüncü soruda, Resim 632'deki soru sorulmuştur. Buna göre denklemi verilen bir çemberin koordinatlarından birisi bilinmeyen noktadaki teğet doğrusunun denklemi istenmiştir.

Resim 632

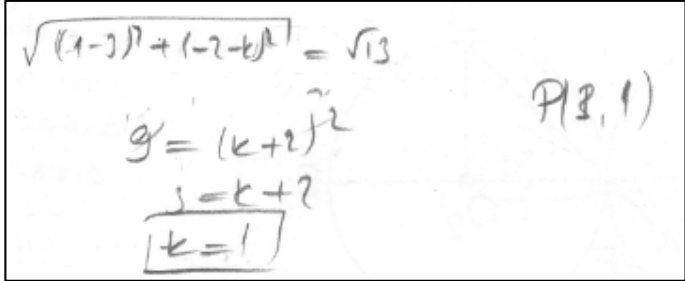
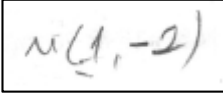
ÜDS soru 4

4. Genel denklemi  $x^2 + y^2 - 2x + 4y - 8 = 0$  olan çembere ait  $P(3, k)$  noktasında teğet olan doğrunun denklemini bulun. ( $k > 0$ )

Bu soruda, deney grubu öğrencilerinden 4'ü tam puan alırken, 19'u eksik tamamlamıştır. 3 öğrenci ilgisiz cevap vermiş, boş bırakan öğrenci bulunmamıştır. Kontrol grubunun 3 öğrencisi tam puan almış, 8 öğrenci eksik ve 2 öğrenci ilgisiz cevap vermiştir. 11 öğrenci bu soruyu boş bırakmıştır. Çözüm aşamalarını içeren basamaklar, verilebilecek puanlar ve öğrenci cevapları Tablo 91'de yer almaktadır.

Tablo 91

ÜDS soru 4 öğrenci cevap örnekleri

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
1. Koordinatları denkleme yerine yazma	2	
2. Merkez noktasının koordinatlarını bulma	2	

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
3. Teğet denklemini bulma	4	$(x-1)^2 + (y+2)^2 - 13 = 0$ $(x-1) \cdot (x-1) + (y+2) \cdot (y+2) - 13 = 0$ $2 \cdot (x-1) + 3 \cdot (y+2) - 13 = 0$ $2x + 3y - 9 = 0$
4. İlgisiz	0	
5. Boş	0	

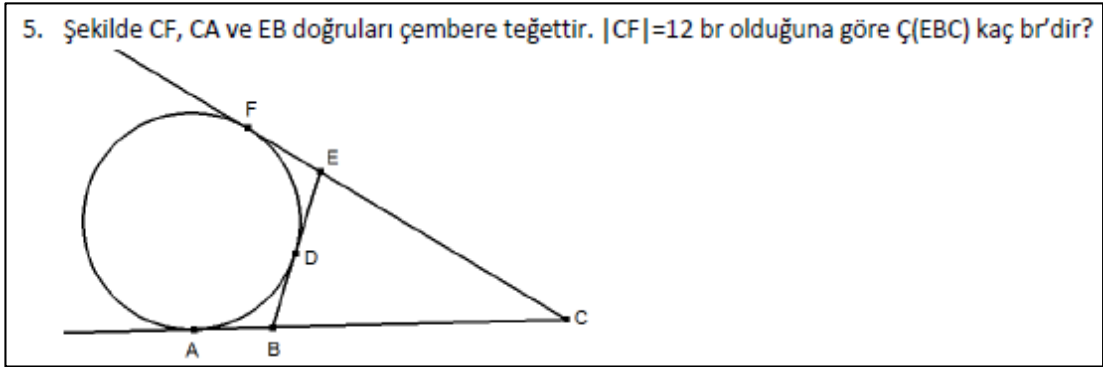
Tablo 91'e göre, öğrenciler önce pozitif  $k$  değerini bulmaları, çemberin denkleminde ise merkez noktasının koordinatlarını bulmaları beklenmiştir. Son olarak teğet doğrusunun denklemini bulmaları istenmiştir. İlgisiz cevaplar incelendiğinde öğrencilerin koordinat sisteminde yanlış şekil çizdikleri ya da  $k$  değerini bulmadan doğrudan teğet denklemini yazmaya çalıştıkları, ancak bunu yazarken de hata yaptıkları göze çarpmıştır. Eksik cevaplara göre öğrencilerin genel olarak her basamakta yanlış ya da eksik cevap verdikleri görülmüştür.

**Soru 5:** Beşinci soru Resim 633'de görülmektedir. Buna göre, çemberin dışındaki bir noktadan çizilen teğet teoremleri ile ilgili bir sorudur ve bu genellemelere dayanarak bir üçgenin çevresi sorulmaktadır.



Resim 633

ÜDS soru 5



Deney grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğu bu sorudan tam puan almıştır. 21 öğrenci tam puan alırken, 2 öğrenci eksik puan almış, 2 öğrenci ilgisiz cevap verirken, 2 öğrenci soruyu boş bırakmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinden 14'ü tam puan, 6'sı eksik puan almış, 2'si ilgisiz cevap vermiş ve 2'si de soruyu boş bırakmıştır. Çözüm aşamalarını içeren basamaklar, verilebilecek puanlar ve öğrenci cevapları Tablo 92'de yer almaktadır.

Tablo 92

ÜDS soru 5 öğrenci cevap örnekleri

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
1. $ FE = ED $ Eşitliğini şekil üzerinde gösterme	2	

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
2. $ AB = BD $ Eşitliğini şekil üzerinde gösterme	2	<p> <math> FE  =  ED  = x</math>  <math> AB  =  BD  = y</math>  <math> EC  = c</math>  <math> BC  = a</math> </p>
3. Şeklin çevresini hesaplama	4	<p> <math>c + x = 12</math>  <math>c + x = a + y \Rightarrow a + y = 12</math>  <math>C(EBC) = c + x + y + a</math>  <math>= 24</math> </p>
4. İlgisiz	0	<p> <math>12 - 2y + 2y = 12</math> </p>
5. Boş	0	

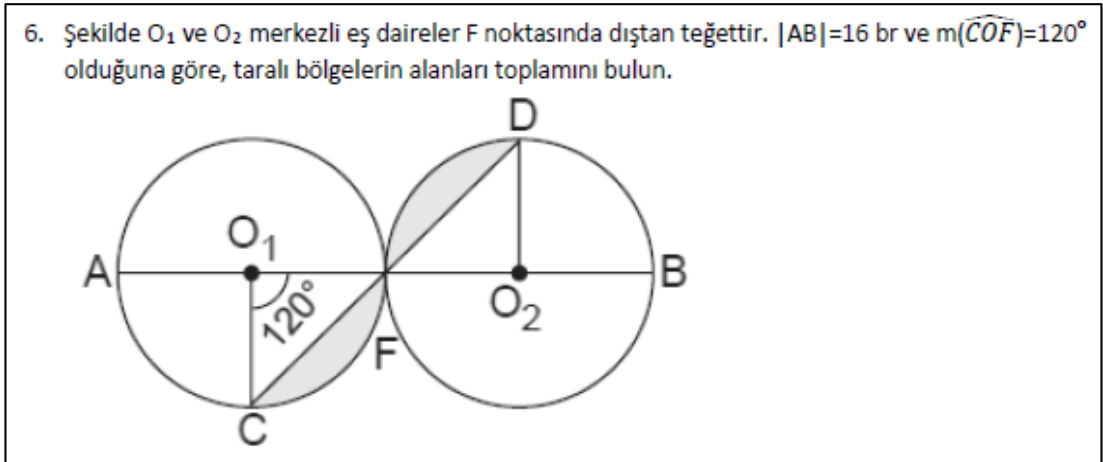
Tablo 92’de, öğrencilerin bir çembere dışından çizilen teğetler ile ilgili genellemeleri kullanarak çözmeleri gereken bir soruya verdikleri cevaplar yer almaktadır. Birinci basamakta  $|FE|$  ve  $|ED|$  uzunluklarının aynı olduğunu belirtme 2 puan, aynı şekilde  $|AB|$  ve  $|BD|$  uzunluklarının eş olduğunu belirtme 2 puan olarak belirlenmiştir. Bu verilerle çevre ile ilgili eşitlik kurularak çözüme ulaşılması ise 4 puandır.

Bulgulara ilgisiz cevap veren öğrencilerin, şekilde teğet uzunluklarını adlandırırken hataya düştükleri gözlemlenmiştir. Öğrencilerin ilgisiz cevaplarına göre,  $|FE|$  ile  $|AB|$  uzaklıklarının eşitliği ile ilgili genellemeyi yanlış hatırladıkları, eksik cevaplara göre ise, sonucu getirecek eşitliği yazıp 3. Şeklin çevresini hesaplama maddesine göre sonucu yazmadıkları görülmüştür.

**Soru 6:** Altıncı soru Resim 634'deki şekil ve soru ifadesinden oluşmaktadır. Eş dairelerde ortak çizilen bir doğru parçasının dairelerde oluşturdukları bölgelerin alanı istenmektedir.

Resim 634

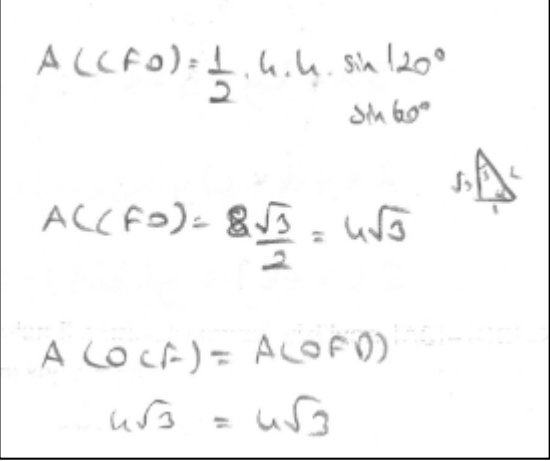
ÜDS soru 6



Cevaplar incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin 5'i tam puan alırken, 15 öğrenci eksik puan almıştır. 6 öğrenci ilgisiz cevap vermiş, 1 öğrenci de boş bırakmıştır. Kontrol grubunda 4 öğrenci tam puan, 9 öğrenci eksik puan alırken, 6 öğrencinin cevabı ilgisiz olarak değerlendirilmiştir. 5 öğrenci soruyu cevaplamamıştır. Çözüm aşamalarını içeren basamaklar, puanlama ve öğrenci cevapları Tablo 93'de yer almaktadır.

Tablo 93

## ÜDS soru 6 öğrenci cevap örnekleri

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
1. Taralı alan için eşitlik yazma	6	$A(\triangle FOD) = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 4 \cdot \sin 120^\circ$ $A(\triangle FOD) = \frac{8\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3}$ $A(\triangle OCF) = A(\triangle OFD)$ $4\sqrt{3} = 4\sqrt{3}$ 
2. İki taralı alanın toplam değerini bulma	2	$O_1 \text{ Çember alanı} = \pi r^2 = \pi 16$ $A(\widehat{OCF}) = \text{Çemberin } \frac{1}{3} \text{ old. için}$ $A(\widehat{OCF}) = \frac{16\pi}{3}$ $\text{Taralı Alan} = \left(\frac{16\pi}{3} - 4\sqrt{3}\right) + \left(\frac{16\pi}{3} - 4\sqrt{3}\right)$ $= 2 \left(\frac{16\pi}{3} - 4\sqrt{3}\right)$

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
3. İlgisiz	0	
4. Boş	0	

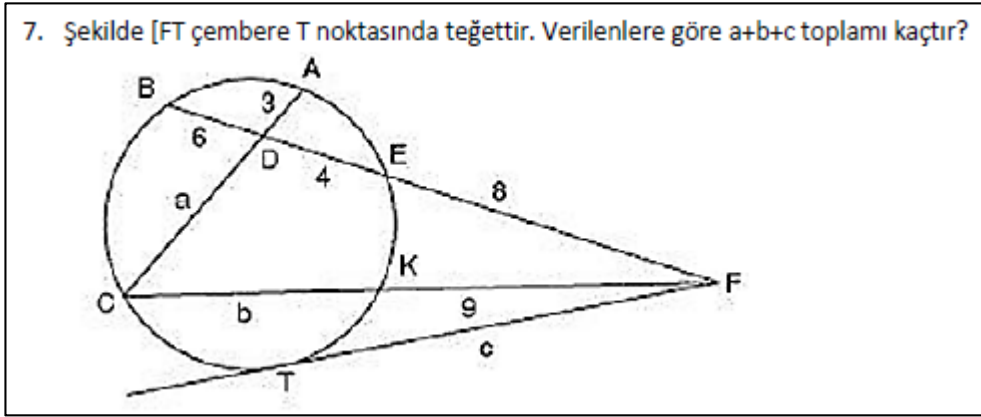
Tablo 93, eş çember ile ilgili genellemeleri ve çemberde alan teoremleri ile ilgili bir soruya öğrencilerin verdiği cevapları göstermektedir. İlk basamakta öğrencilerin taralı alanlar için eşitlik bulmaları, ikinci basamakta ise bu eşitlikten taralı alanın değerini bulmaları beklenmiştir.

İlgisiz cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin Eşitlikte, ikizkenar üçgenin alanı ile ilgili  $\sin 120^\circ$  değerini yanlış yazdıkları ya da hiç yazmamaları, eşitliği yanlış oluşturdukları ya da eşitliği doğru yazmalarına karşın doğru sonuca ulaşamadıkları gözlenmiştir. Eksik puan alan öğrencilerin cevaplarından ise, çoğunlukla ikinci basamakta çözümü yanlış yaptıkları görülmüştür. Birinci basamaktan eksik puan alan öğrenciler, eşitliği doğru yazma, ancak taralı alanı iki adet olarak almama, sadece üçgenin alanını hesaplayıp diğer alanları hesaplamama, daire diliminin alanını yanlış yazma gibi hatalar yapmışlardır.

**Soru 7:** Bir çemberi dışındaki bir noktadan çizilen doğru parçalarının kestiği, bu noktadan bir teğet doğrusu çizilen ve çemberin içindeki bir noktada kesişen kirişlerin bulunduğu şekilden oluşmaktadır. Soru, Resim 635’de görülmektedir.

Resim 635

ÜDS soru 7

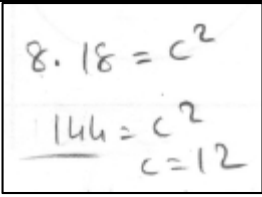
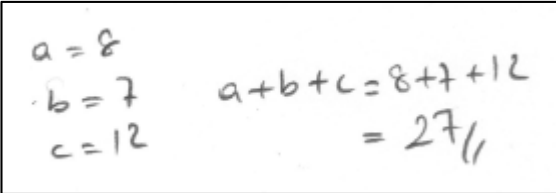
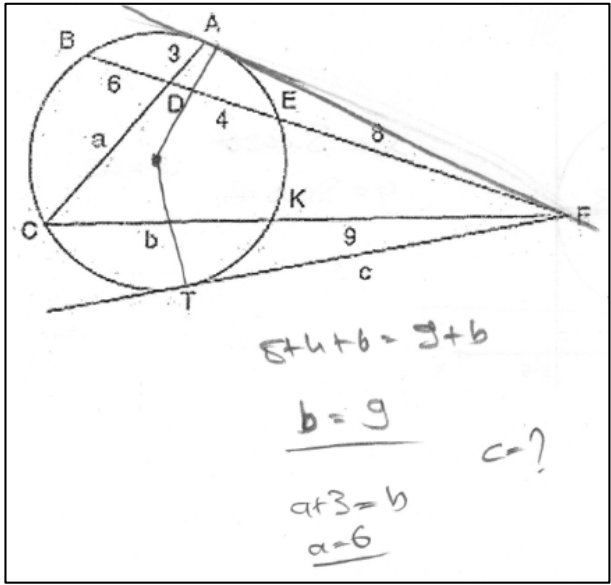


Soruların puanlamasına göre, deney grubu öğrencilerinden 3'ü tam puan, 4'ü eksik puan alırken 10'u ilgisiz cevap verdiği ve 10'u soruyu boş bıraktığından puan alamamıştır. Kontrol grubundaki öğrencilerden 14'ü tam puan ve 6'sı eksik puan almıştır. 1'i ilgisiz cevap ve 3'ü boş bıraktığından puan alamamıştır. Çözüm aşamalarını içeren basamaklar, verilebilecek puanlar ve öğrenci cevapları Tablo 94'de yer almaktadır.

Tablo 94

ÜDS soru 7 öğrenci cevap örnekleri

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
1. a değeri için eşitlik yazma ve A değerini bulma	4	$6 \cdot 4 = 3 \cdot a$ $24 = 3a$ $\underline{a = 8}$
2. b değeri için eşitlik yazma ve A değerini bulma	4	$9 \cdot (9 + b) = 144$ $81 + 9b = 144$ $9b = 63$ $\underline{b = 7}$

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
3. c değeri için eşitlik yazma ve A değerini bulma	4	
4. a+b+c toplamını bulma	2	
5. İlgisiz	0	
6. Boş	0	

Tablo 94, çemberin içindeki ve çemberin dışındaki bir noktadan çizilen doğru parçaları ile ilgili sorulara öğrencilerin verdiği cevapları göstermektedir. Birinci basamakta çemberin içinde kalan  $a$  uzunluğunun bulunması için gereken eşitlik yazılmış ve  $a$  değerinin bulunmuştur. Benzer şekilde ikinci ve üçüncü basamakta  $b$  ve  $c$  uzunlukları için benzer çözümler yapılmıştır ve her biri 4 puan değerindedir. Dördüncü basamakta ise, bu uzunlukların toplam değeri bulunarak 2 puan verilmiştir.

İlgisiz cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin iki tür hata yaptığı gözlenmiştir. Bir grup öğrenci eşitlik yazmadan  $a$ ,  $b$  ve  $c$  yerine rastgele değerler yazarak işlem yapmıştır. Diğer

öğrenciler a, b ve c değerlerini bulmak için yazılması gereken eşitliklerde çarpma işlemi yerine toplama işlemi kullanmıştır. Eksik puan alan öğrenciler, a, b ve c değerlerinden bir ya da bir kaçına yanlış cevap vermişler ve dolayısıyla da toplamlarını yanlış hesaplamışlardır.


**Soru 8:** Sekizinci soru, üç adet alt maddeden oluşmaktadır ve doğrudan çemberin vektörel, standart ve parametrik denklemleri sorulmaktadır. Resim 636'da bu soruya yer verilmiştir.

Resim 636

ÜDS soru 8

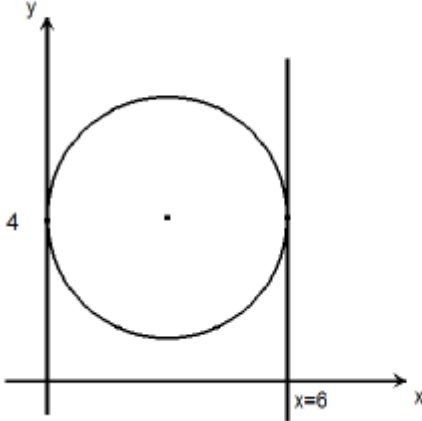
8. Aşağıda verilenlere göre çember denklemlerini yazın.

a. Çemberin vektör denklemini yazın.



b.  $M(-1,-4)$  olmak üzere  $|MK|=4$  olan çemberin standart denklemini yazın.

c. Çemberin parametrik denklemini yazın.



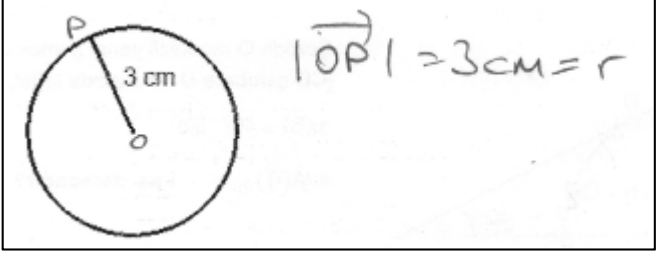
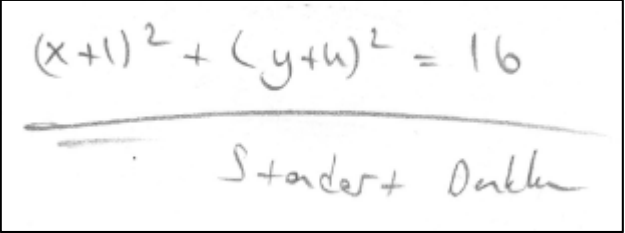
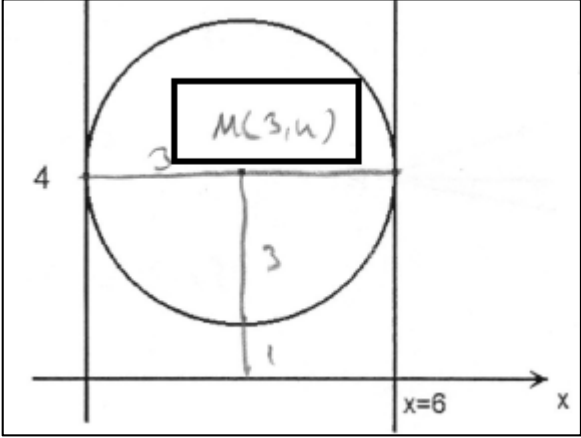
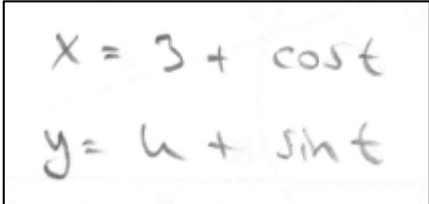
Öğrenci cevaplarının puanlamasından, deney grubu öğrencilerinden 4'ünün tamam puan ve 20'sinin eksik puan aldığı anlaşılmaktadır. 3 öğrenci ilgisiz cevap vermiş ve 1 öğrenci de


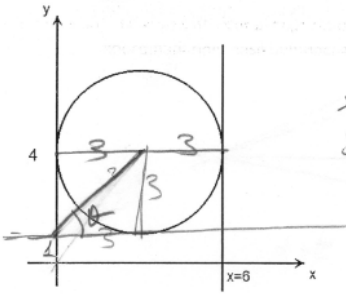


boş bırakmıştır. Kontrol grubunda 5 öğrenci tam puan alırken 12 öğrenci de eksik puan almıştır. 5 öğrenci sorulara cevap vermemiş, 2'si ise ilgisiz cevap vermiştir. Çözüm aşamalarını içeren basamaklar, puanlama ve öğrenci cevapları Tablo 95'de yer almaktadır.

Tablo 95

## ÜDS soru 8 öğrenci cevap örnekleri

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
1. Değerleri yerine yazarak çemberin vektörel denklemini yazma	2	
2. Değerleri yerine yazarak çemberin standart denklemini yazma	2	
3. Merkez noktasının koordinatlarını bulma	2	
4. Çemberin parametrik denklemini yazma	2	

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
5. İlgisiz	0	<p>8. Aşağıda verilene göre çember denklemlerini yazın.</p> <p>a. Çemberin vektör denklemini yazın.</p>  <p>Bilmeyorum</p> <p>b. M(-1,-4) olmak üzere <math> MK =4</math> olan çemberin standart denklemini yazın.</p> $x^2 + y^2 + 2x + 8y + 1 = 0$ <p>c. Çemberin parametrik denklemini yazın.</p>  <p><math>x = 3 \cos \theta</math> <math>y = 3 \sin \theta</math> <math>\theta = 65</math></p>
6. Boş	0	

Tablo 95, öğrencilerin çemberin vektörel, standart ve parametrik denklemleri sorulara verdikleri cevapları içermektedir. Sorunun birinci basamağında, çemberin vektörel denklemi, ikinci basamakta ise standart denklemi sorulmuş ve her birine 2 puan ile değerlendirilmiştir. Üçüncü basamakta c maddesinde verilen şekle göre çemberin merkez noktasının koordinatlarının bulunması, dördüncü basamakta önceki şeklin parametrik denkleminin yazılması beklenmiş ve 2'şer puan ile değerlendirilmiştir.

İlgisiz cevaplarda, öğrencilerin birinci basamağı ya boş bıraktıkları, vektörel denklem yerine parametrik denklem yazmaya çalıştıkları ya da çember denklemi ile ilgisi olmayan farklı eşitlikler yazdıkları gözlenmiştir. İkinci basamağa karşılık, çemberin genel denklemini ya da konu ile ilgisi olmayan çeşitli denklemler yazmışlardır. Üçüncü basamakta ise merkez noktası koordinatlarını yazmadıkları belirlenmiştir. En çok zorlandığı dördüncü basamakta ya

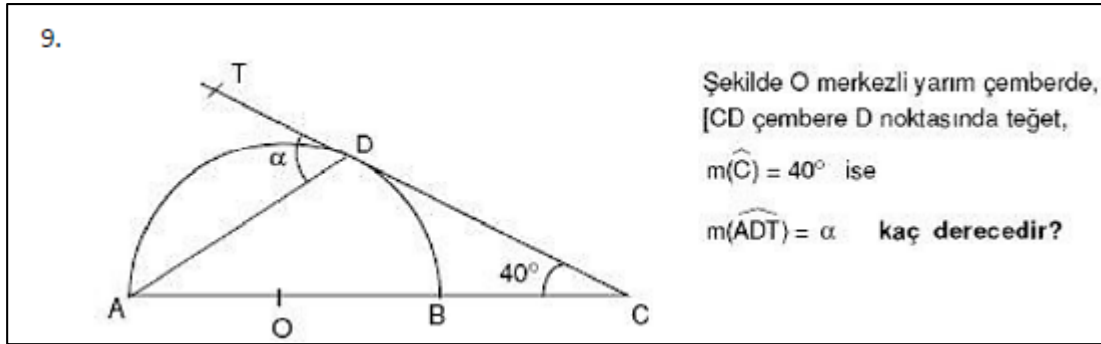
standart denklem ya da  $\sin$  ve  $\cos$  ifadeleri ile birlikte yazılması gereken sabit değerlerin yazılmadığı görülmüştür.

Eksik cevaplarda, hata yapılan basamaklar ilgisiz cevaplardaki ile benzerlik gösterirken, ek olarak dördüncü basamakta, sabit değerleri  $x$  ve  $y$  değişkenleri için katsayı olarak yazmışlar,  $\sin$  ve  $\cos$  için yazılması gereken açığı yanlış yazmışlar ya da parametrik denklem yerine standart veya genel denklemini yazmışlar, vektörel denklem ile analitik düzlemde iki nokta arasındaki uzaklığı karıştırmışlardır.

**Soru 9:** Dokuzuncu soruda, yarım çembere dışından çizilen bir teğet doğrusu ile merkezinden geçen ve çapı içine alan bir doğru parçasından oluşan şekilde bir kiriş ile oluşturulan teğet-kiriş açısı sorulmaktadır. ÜDS’de yer aldığı biçimi ile soru Resim 637’de görülmektedir.

Resim 637

ÜDS soru 9

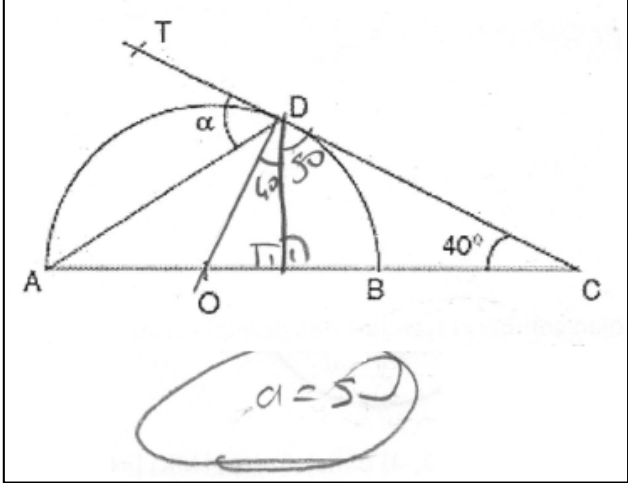
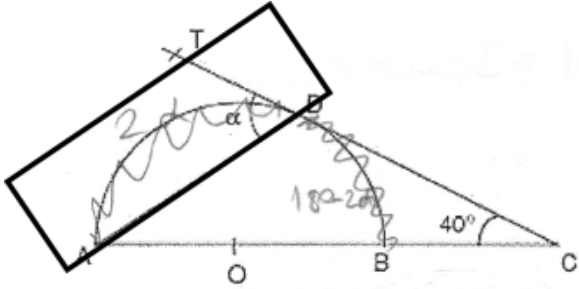
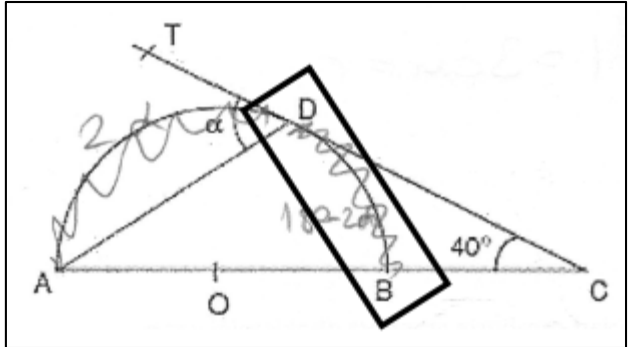


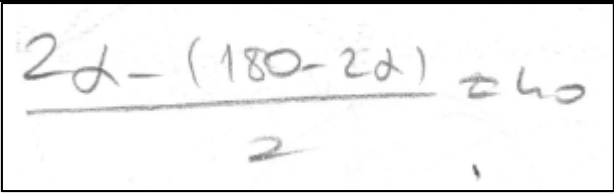
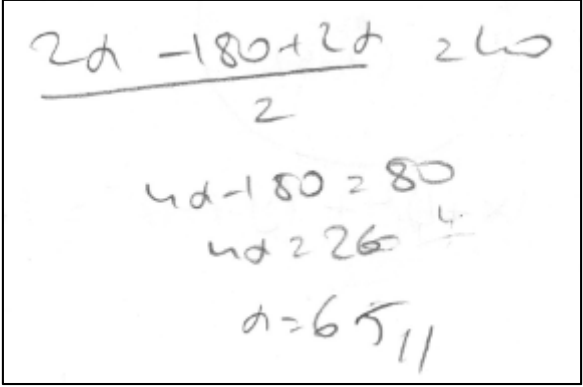
Soruya verdikleri cevaplara yapılan değerlendirme sonucu, 14 deney grubu öğrencisi tam puan almıştır. Aynı gruptan 5 öğrenci eksik puan almış, 5’si ilgisiz cevap vermiş ve 3 öğrenci de boş bırakmıştır. Kontrol grubundan 11 öğrenci tam puan almış, 5’i eksik cevaplamıştır. 6 öğrencinin cevabı ilgisiz olduğundan ve 2 öğrenci boş bıraktığından 0 puan almıştır. Çözüm basamaklarını içeren basamaklar, verilebilecek puanlar ve öğrenci cevapları Tablo 96’da yer almaktadır.

Tablo 96

## ÜDS soru 9 öğrenci cevap örnekleri

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
1. DO doğru parçasını çizme	2	
2. DOC açısını şekil üzerinde gösterme ve eşitlik yazma	5	
3. ODC açısını şekil üzerinde gösterme	2	
4. ADO açısını şekil üzerinde gösterme	2	

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
5. Alpha açısını bulmak için eşitlik yazma ve çözme	6	$90 - 25 = x$ $x = 65$
6. İlgisiz	0	 <p style="text-align: center;"><math>\alpha = 50</math></p>
7. Boş	0	<u>Farklı yöntemle çözüm</u>
1. DA yayının ölçüsünü şekil üzerinde gösterme	4	
2. DB yayının ölçüsünü şekil üzerinde gösterme	4	

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
3. DA yayı ile DB yayı arasında eşitlik yazma	7	
4. Eşitliği çözme	2	

Tablo 96’da, çemberde yay ve açı özellikleri ile ilgili soruya öğrenci cevaplarının örnekleri görülmektedir. Öngörülen ilk çözüm yönteminde öğrencilerin DO doğru parçasını çizmeleri 2 puan, DOC açısını şekil üzerinde gösterme ve eşitlik yazmalarına iki işlem bir arada olmasından dolayı toplamda 5 puan olarak belirlenmiştir. Üçüncü ve dördüncü basamaklarda, ODC ve ADO açılarını şekil üzerinde gösterme için ise 2’şer puan, son basamakta eşitlik yazma ve doğru olarak çözme 6 puan olarak belirlenmiştir.

İlgisiz cevaplarda öğrencilerin, yanlış çizim yaptıkları gözlenmiştir. Bununla birlikte yay uzunluğunu belirlerken çemberin dışındaki bir açıyı çevre açısı gibi değerlendirme, açı değerlerini yanlış yazma ya da çizimlerde uzunluk değerlerini yanlış belirleme yapılan hatalardan diğerleridir. Eksik puan alan öğrencilerin cevaplarında, son basamaktaki çözümü yanlış yaptıkları, farklı yöntemle çözümde, çözüme başladıkları ancak yarım bıraktıkları anlaşılmaktadır.

**Soru 10:** ÜDS’nin onuncu sorusu, kirişler dörtgeni ile ilgilidir. Kirişler dörtgenini üç köşesine ait koordinatlar verilerek çemberin merkez noktası istenmiştir. Bu soru Resim 638’de görülebilmektedir.

Resim 638

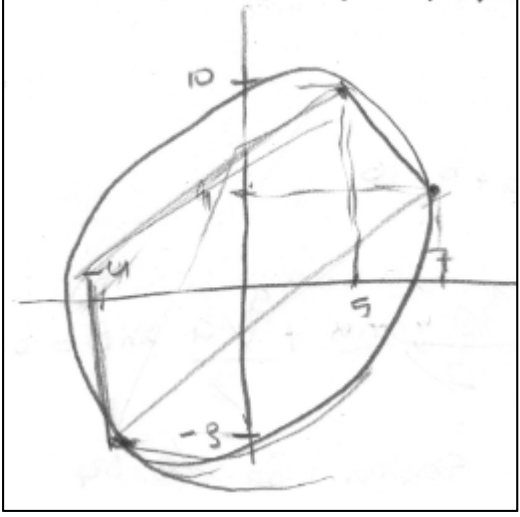
ÜDS soru 10

10. Koordinat düzleminde ardışık köşelerinin koordinatları  $A(7,4)$ ,  $B(5,10)$ ,  $C(-9, -4)$  olan herhangi bir ABCD kirişler dörtgenini çevreleyen çemberin merkez koordinatlarını bulun.

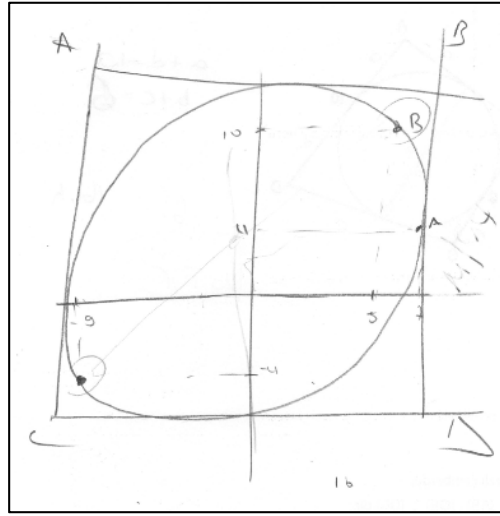
İlgili soruda deney grubunda tam puan alan öğrenci bulunmamaktadır. 16 öğrenci eksik puan almış, 7 öğrenci ilgisiz cevaplarından dolayı ve 4 öğrenci boş bıraktığından puan alamamıştır. Kontrol grubunda da yine tam puan alan öğrenci bulunmamakta, eksik puan alan öğrenci sayısı ise 9'dur. 2 öğrencinin cevabı ilgisiz, 13 öğrencinin cevabı ise boş olduğundan puan verilmemiştir (bkz. Tablo 97).

Tablo 97

ÜDS soru 10 öğrenci cevap örnekleri

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
1. Şekil çizme ve noktaları şekil üzerinde işaretleme	2	
2. İki kirişin orta noktalarını bulma	4	-
3. İki vektörün iç çarpımını yaparak iki denklem elde etme	4	-

4. Denklemlerin ortak çözümünden y değerini bulma	2	-
5. y değerini yerine yazarak x değerini bulma	4	-
6. Merkez noktasının koordinatlarını yazma	4	-
7. İlgisiz	0	
8. Boş	0	



Tablo 97, onuncu soruya verilen cevapları göstermektedir. Birinci basamakta şeklin çizildiği cevaplara 2 puan. Bundan sonraki basamaklara cevap verilmediğinden ya da boş bırakıldığından puan verilememiştir.

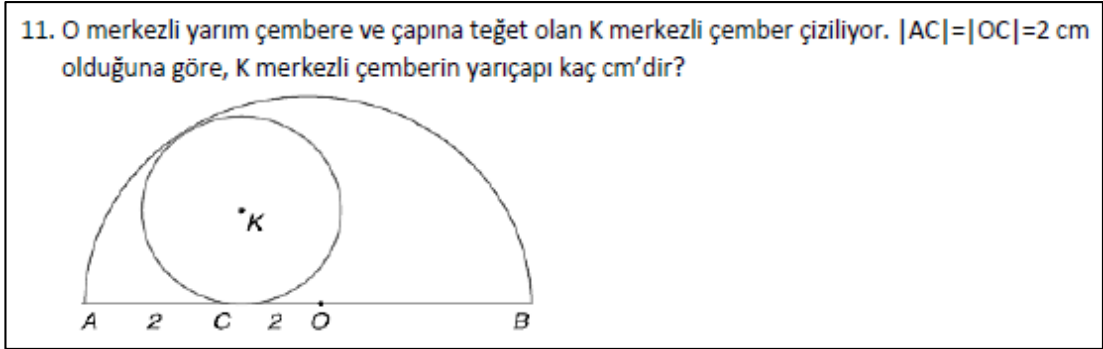
Eksik cevaplar incelendiğinde öğrencilerin şekli yanlış çizdikleri, kirişler dörtgeninin kenarlarının orta noktasını bulmak yerine aradaki uzaklığı bulma gibi hatalar yaptığı görülmekle birlikte benzerleri ilgisiz cevaplarda da görülmüştür. Bunlara ek olarak öğrencilerin merkez noktasını bulmak için yanlış eşitlikler yazdıkları anlaşılmıştır.



**Soru 11:** On birinci soruda, çemberde yarıçap genellemesi ile ilgili bir şekil verilmiş ve küçük çemberin yarıçapı sorulmuştur. Soruya ait şekil ve soru metni Resim 639'da görülmektedir.

Resim 639

ÜDS soru 11

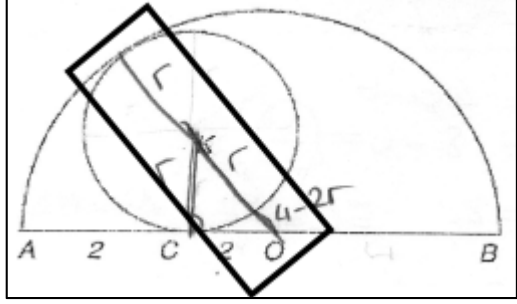
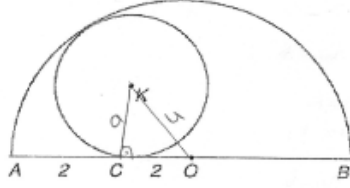


Öğrenci puanlarında, deney grubunda tam puan alan öğrenci sayısı kontrol grubunda tam puan alanlara göre oldukça fazladır. Deney grubunda 19 öğrenci tam puan, 6 öğrenci eksik puan almıştır. 2 öğrenci ilgisiz cevap vermiştir ve soruyu boş bırakan öğrenci bulunmamaktadır. Kontrol grubunda 5 öğrenci tam puan alırken 2 öğrencinin puanı eksiktir. İlgisiz cevabın oldukça fazla olduğu bu soruda 17 öğrenci bu gruptadır. Bu grupta da soruyu boş bırakan öğrenci bulunmamaktadır (bkz. Tablo 98).

Tablo 98

ÜDS soru 11 öğrenci cevap örnekleri

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
1. Küçük çemberin yarıçaplarını gösterme	2	

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
2. Büyük çemberin yarıçaplarını gösterme	2	
3. Yarıçaplardan eşitlik elde etme	4	$r^2 + 2^2 = (4-r)^2$
4. Küçük çemberin yarıçap değerini bulma	2	$\begin{aligned} r^2 + 4 &= 16 - 8r + r^2 \\ 12 &= 8r \\ 148 &= r \end{aligned}$
5. İlgisiz	0	 $\begin{aligned} 16 &= 4 + r^2 \\ r &= 2\sqrt{3} \end{aligned}$
6. Boş	0	

Tablo 98’de, çemberde yarıçap ve teğet ile ilgili genellemeleri içeren soruya verdikleri cevapları göstermektedir. Birinci basamakta küçük çemberin yarıçapının gösterilmesi 2 puandır. Büyük çemberin yarıçapının gösterilmesi benzer şekilde 2 puandır. Yarıçaplar ile ilgili eşitlik yazılması üçgenler ile ilgili olduğundan 4 puan verilmiştir. Eşitliğin doğru çözümü 2 puan değerindedir.

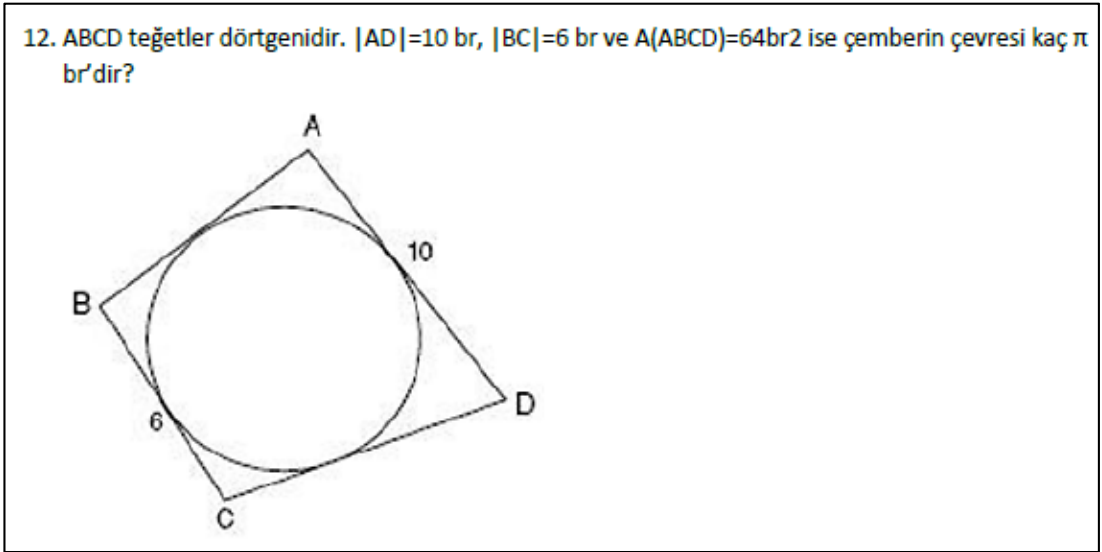
İlgisiz cevaplarda, öğrencilerin büyük çemberin yarıçapını, iki çemberin merkez noktaları arasındaki uzaklık ile karıştırmalarının ve yanlış çizim yapmalarının yanlışlığın nedeni olarak ortaya çıkmıştır. Eksik cevaplarda Pisagor teoremini kullanmak üzere dik üçgenin yanlış oluşturulmasından, büyük ya da küçük çemberin yarıçaplarını yanlış değerlerle

göstermekten, yanlış çizim yapılmasından ve basamakların boş bırakılmasından kaynaklı puan kayıpları yaşanmıştır.

**Soru 12:** Teğetler dörtgeni ile ilgili genellemenin kullanılacağı on ikinci soru Resim 640'da verilmiştir.

Resim 640

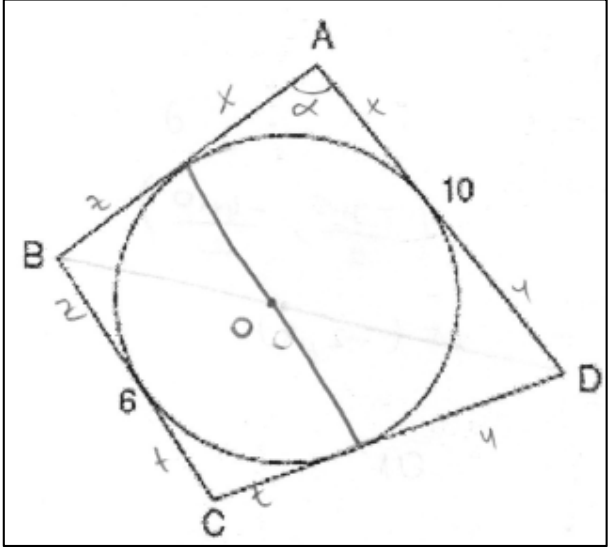
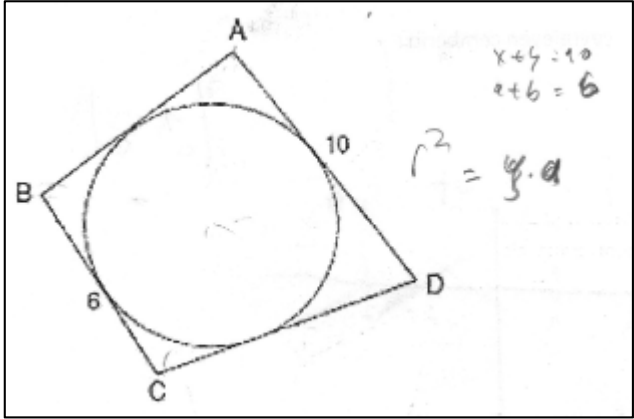
ÜDS soru 12



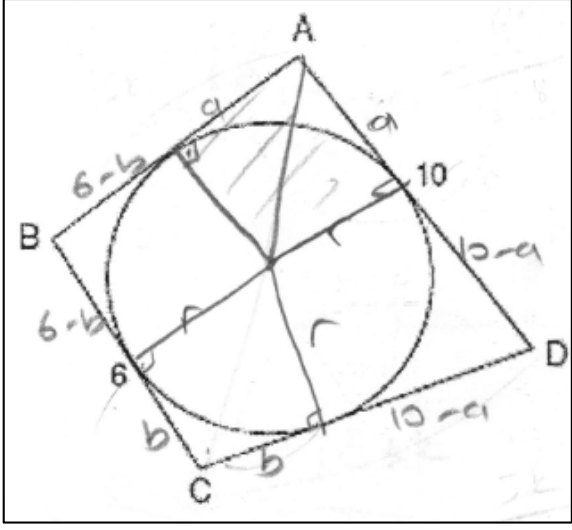
Bu soruya verilen cevaplardan, deney grubu öğrencilerinden 2'si tam puan, 12'si eksik puan almış, 10'u ilgisiz cevap vermiş, 3'ü boş bırakmıştır. Kontrol grubunda tam puan alan öğrenci sayısı 2, eksik puan alan sayısı 7, ilgisiz cevap veren sayısı 6 ve boş bırakan sayısı 6'dır. Çözüm basamaklarını içeren basamaklar, verilebilecek puanlar ve öğrenci cevapları Tablo 99'da yer almaktadır.

Tablo 99

## ÜDS soru 12 öğrenci cevap örnekleri

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
1. Dörtgenin köşesinden çizilen teğet uzunluklarını yazarak çevresini bulma	4	
2. Dörtgenin çevresi alanı arasındaki eşitliği yazarak yarıçapını bulma	6	$A = \sqrt{(u-a)(u-b)(u-c)(u-d)}$ <p>(işlemi yarıda bıraktığı için 2 puan verilmiştir)</p>
3. Çemberin çevresini bulma	2	-
4. İlgisiz	0	
5. Boş	0	

Farklı yöntemle çözüm

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
1. Teğet uzunluklarını yazma	2	
2. Üçgenlerin alanı ile ilgili eşitlik yazma	4	$a \cdot r + (10-a) \cdot r + b \cdot r + (6-b) \cdot r$
3. Eşitlikten yarıçapı bulma	2	$\cancel{a}r + \cancel{10r} - \cancel{ar} + \cancel{br} + \cancel{6r} - \cancel{br}$ $10r + 6r = 64$ $16r = 64$ $r = 4$
4. Çemberin çevresini bulma	4	$Gevre = 2\pi r$ $2 \cdot \pi \cdot 4$ $= 8\pi$

Tablo 99, öğrencilerin on ikinci soruya verdikleri cevapları göstermektedir.

Öğrencilerden öngörülen ilk çözüm yolundan tam puan alan olmayıp, ikinci basamağı tam olarak tamamlayan ve üçüncü basamağı yapan bulunmamaktadır. Tam puan alan öğrenciler farklı yöntemle çözümü ile sonuca ulaşmıştır. Bu nedenle bu çözüm yoluna değinilmiştir. İlk

basamakta dörtgenin köşelerindeki teğet uzunluklarının belirtilmesi istenerek 2 puan ile değerlendirilmiştir. Daha sonra oluşan çemberin yarıçapı ile ilişkili olarak üçgenlerin alanlarını veren eşitlik yazılması beklenmiş ve 4 puan verilmiştir. Eşitliğin çözümünden yarıçapın bulunması 2 puan ve çemberin çevre formülü yazılarak doğru çözülmesi 4 puan ile değerlendirilmiştir.

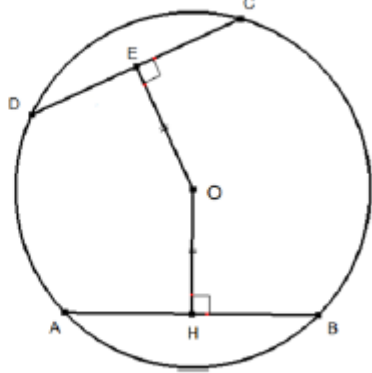
İlgisiz cevaplarda öğrencilerin, kirişler dörtgeni ile ilgisi olmadığı halde çözüme ulaşmaya çalıştıkları, ilgili bilgi verilmemesine karşın uzunlukları verilen kenarlardaki teğet uzunluklarının eşit olduğunu belirttikleri anlaşılmaktadır. Yine bilgi verilmediği halde dörtgenin karşılıklı kenarlarını paralel olarak değerlendirmişlerdir ya da dörtgeni paralel kenar olarak değerlendirmişlerdir. Çözümün *sin* ve *cos* teoremleri ile ilgisi olmadığı halde bu teoremi kullanarak çözmeye çalışmışlardır. Eksik cevaplarda, çemberin çevresi sorulmuş ancak öğrenciler alanını hesaplamaya çalışmışlar, teğetler ile ilgili genellemeler dışında ilerleyememişlerdir.

**Soru 13:** Soru on üç çemberde kiriş ile ilgili genellemelerin kullanılarak çözüleceği bir sorudur. Eş kirişlerin çemberin merkezine eşit uzaklıkta olduğu ve bu kirişlere çizilen dikmelerin kirişi eş parçalara böldüğü bilinmelidir. Resim 641 bu soruyu göstermektedir.

Resim 641

ÜDS soru 13

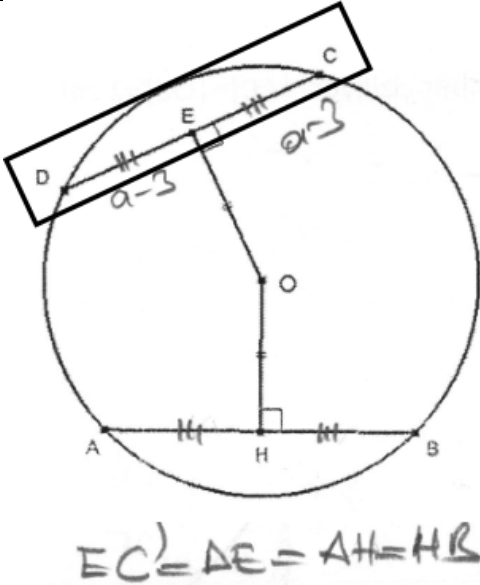
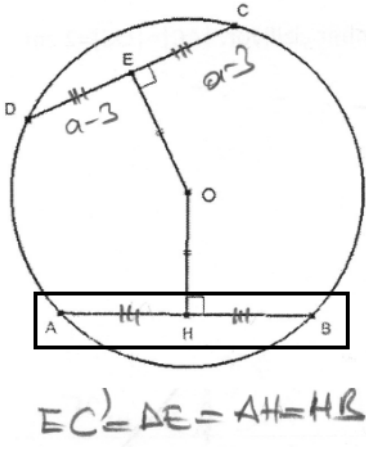
**13. O merkezli çemberde,**  
 $[OH] \perp [AB]$  ,  $[OE] \perp [DC]$  dir.  
 $|OE| = |OH|$  ve  
 $|DE| = a - 3br$  ,  $|HB| = 5 - a br$  ise  
 $|DC|$  kaç br dir?



Öğrenci cevapları değerlendirildiğinde, deney grubundan 18 öğrenci tam puan almış, 9 öğrencinin cevabı ise eksik olarak değerlendirilmiştir. İlgisiz cevap veren ya da soruyu boş bırakan öğrenci bulunmamaktadır. Kontrol grubunda tam puan alan öğrenci sayısı 15, eksik puan alan sayısı 6'dır. 1 öğrenci ilgisiz cevap verirken, bir öğrenci bu soruya cevap vermemiştir (bkz. Tablo 100).

Tablo 100

## ÜDS soru 13 öğrenci cevap örnekleri

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
1. $ EC = ED $ eşitliğini gösterme	2	 <p><math>EC = DE = AH = HB</math></p>
2. $ AH = HB $ eşitliğini gösterme	2	 <p><math>EC = DE = AH = HB</math></p>

İşlem basamakları	Puan	Öğrenci cevapları
3. Eşitlik kurarak a değerini bulma	6	$a - 3 = 5 - a$ $2a = 8$ $a = 4$
4. DC uzunluğunu bulma	2	$DC = 2a - b$ $DC = 8 - 6 = 2$
5. İlgisiz	0	
6. Boş	0	

Tablo 100’de, deney grubu öğrencilerinin on üçüncü soruya verdikleri cevaplara örnekler sunulmuştur. İlk iki basamakta kiriş parçalarının eş uzunlukta olduklarının şekil üzerinde gösterilmesi 2’şer puan ile değerlendirilmiştir. Üçüncü basamakta  $a$  için eşitlik yazma ve doğru çözüme toplamda 6 puan verilmiştir. Son olarak,  $a$  değerinden hareketle DC uzunluğunun bulunması yine 2 puan ile değerlendirilmiştir. Bu basamakta eşitliği öğrencilerin kendisi kurmadığı, yani soruda verildiği için sadece doğru çözüme ulaşılması halinde puan verilmiştir. Deney grubu öğrencilerinde ilgisiz cevap bulunmamakla birlikte eksik puanlı cevaplar incelendiğinde eksiklik, bu cevapların büyük oranda dördüncü basamağa cevap vermemekten kaynaklandığı gözlenmiştir. Sadece bir eksik puanlı öğrencinin cevabında diğer basamaklarda eksiklik bulunmuştur.

Sorulara verilen cevaplarda öğrencilerin bir takım ön bilgi eksikliklerine ve kavram yanlışlarına rastlanmıştır:

- Çemberin ve doğrunun kesişim noktalarının her iki şekle ait denklemin çözüm kümesi olduğu genellemesinde eksik bilgi (1’inci soru)



- Üçgen ve paralel doğrular arasında oluşan açı özellikleri ile ilgili eksik bilgi (2'inci soru)
- Komşu yay kavramına ilişkin kavram yanılığı (3'üncü soru)
- Çember ve teğet doğrusu ile ilgili genellemelerde eksik bilgi (4'üncü soru)
- Analitik düzlemle ilgili eksik bilgi (8'inci soru)
- Vektörlerin iç çarpımı ile ilgili eksik bilgi (10'uncu soru)

Cevaplarda genel olarak her iki grubun da ezberleme eğiliminde olduğu belirlenmekle birlikte, 6'ncı soru gibi sorularda, uygulama süreci ile birlikte bu durumun deney grubu lehine azalarak gelişme gösterdiği görülmüştür. Bu öğrencilerin formülleri hatırlayamadıklarında sorularda işlem yapamamasından anlaşıldığı gibi, ispat süreçlerinde öğrencilerin akıl yürütme becerilerini etkin olarak kullanmaları ile ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte, kontrol grubunun, deney grubundan daha yüksek ortalama puana sahip olduğu ( $\bar{X}_D=2,220 - \bar{X}_K=10,080$ ) 7'inci soruda çemberin içindeki ve dışındaki bir noktadan çizilen doğru parçası uzunlukları ve teğet doğrusu ile ilgili genellemenin öğrenilmesinde uygulama sürecinin kontrol grubuna göre olumlu etki göstermediği belirlenmiştir. Deney grubunda öğrenciler, bir takım işlemler yapmış, ancak ispat sürecini tam olarak hatırlayamadığından sonuca genel olarak ulaşamamışlardır. Benzer biçimde öğrencilerin 9'uncu soruda da ezberleme eğiliminde olmalarına karşın, deney grubunda bazı öğrencilerin bu eğilimde olmamalarının azda olsa deney grubunun başarısına etki ettiği söylenebilir.

11'inci soru gibi bazı sorularda şekiller ve özellikler arasındaki ilişkilerin çizilmesi işlemlerinde öğrencilerin zorlanmasına karşın deney grubunun uygulama sürecinde daha başarılı olduğu görülmüştür.

Deney grubu öğrencilerinin ispat yöntemlerini, soru çözümünde uyguladıkları ve kavramların sorulduğu sorulara cevap verirken matematiksel dile daha fazla yer verdikleri belirlenmiştir. Örneğin üçüncü sorunun altıncı basamağında *benzer çember* kavramı

sorulmuştur ve deney grubundan 19 öğrenci doğru kavramı kullanırken kontrol grubunda sayı 4'tür. Bununla birlikte, deney grubunun sorularda açıklama yapma ve neden gösterme gibi istenenler olmamasına karşın bunları yapmaya çalıştıkları gözlenmiştir. Örneğin ikinci soruda, *çünkü çevre açısı, merkez açısı 130'luk açığı görür, giriş açıda 65'i görür* ya da altıncı soruda, *bu iki dairenin taralı alanları eşittir* gibi ifadeler kullanmışlardır.

### **5.7. Alt Problem 5 Bulgular: Öğrencilerin ÇDM ile gerçekleştirilen öğretim ile ilgili görüşleri nelerdir?**

5E modelinin temele alındığı çalışmanın yürütülme süreci ve kullanılan öğretim modülü ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen bulgulara bu bölümde yer verilmiştir. ÖGF'nin uygulanmasından elde edilen verilere uygulanan içerik analiz yöntemi sonucu ders modülü ve öğretim sürecine ilişkin öğrenci görüşleri (1) öğrencilerin içsel özelliklerine yönelik görüşleri, (2) öğrencilerin öğrenme durumlarına ilişkin görüşleri, (3) öğrencilerin öğretim modülü ile ilgili değerlendirmeleri (4) öğrencilerin uygulama süreci ile ilgili değerlendirmeleri ve (5) öğrencilerin AT ile ilgili görüşleri her biri *olumlu* ve *olumsuz* iki kategori biçiminde 5 tema ve 24 kod altında toplanmıştır. Ayrıca her bir koda ait frekans değeri tablolarda sunulmuştur. Öğrenci görüşlerine ilişkin yapılan doğrudan alıntılarda öğrencilere ve görüş bildirdiği koda numara verilmiştir. Örneğin, *ÖĞR1-Kod:1 (1 numaralı öğrencinin 1 numaralı koda ilişkin görüşünü ifade etmektedir)*. Bunun için oluşturulan kodlar, kategoriler ve temalar aşağıda tablolar halinde sunulmuştur.

**İçsel özellik teması:** Öğrenci görüşlerinden elde edilen *içsel özellikler* temasına ait kodlamalar ve frekans değerleri Tablo 101'de gösterilmiştir.

Tablo 101

*İçsel özellik teması kategori ve kodlar*

Tema	Kategori	Kod	f
<u>İçsel özellik</u>	<u>Olumlu</u>	Anlama	4
		Hatırlama / kalıcılık	5
	<u>Olumsuz</u>	Yöntem değişikliği	2
		Tekdüzelik	2
		Dikkat dağınıklığı yaşama	2
		Zorlanma	4

Tablo 101’de, en fazla sıklığa sahip ilk üç koda göre öğrencilerin öğretim modülü ile işlenen dersin hatırlama ve kalıcılık, ezber olmadan anlama bakımından olumlu, ancak böyle bir öğretim süreci ve öğretim yöntemiyle zorlandıkları il ilgili olumsuz görüş bildirdikleri gözlenmektedir. Bununla birlikte, yöntem değişikliğinin öğrencileri olumsuz etkilediğine, öğretim yöntem ve kullanılan modülün tekdüzelik taşımasından dolayı sıkıcı olduğu ve sürekli kavram ve genellemeleri öğrencilerin bulması gerektiği için dikkat dağınıklığı yaşadıklarına ve yapamadıklarını düşündükleri için zorlandıklarına ilişkin az sayıda olumsuz görüşe rastlanmıştır.

Öğrencilerin görüşlerinden doğrudan alıntılara göre olumlu kategoride; (ÖĞR5-Kod:1) *Burada ezber olmuyor, direk uygulamayı görüyoruz, değiştirdikleri şeyleri görüyoruz, nasıl olduklarını görüyoruz, o yüzden anlıyoruz, yani ispatını görmüş oluyoruz* biçiminde görüş belirtmiştir. Kod:2 için ÖĞR1’in görüşleri şu şekildedir: (ÖĞR1-Kod:2) *İyiydi yani unutmuyoruz. Mesela bir şey gördüğümüzde AA biz şunu şöyle yapmıştı diye sonuç çıkarabiliyoruz. Veya o an yaptıklarımız aklımıza geliyor. ... Pekiştirme yönünden bize katkısı oldu. Ne kadar üzerine düşersek onlar bizim zihnimize o kadar çok çabuk yerleşir. O kadar aşına oluruz diye düşünüyorum.* Olumsuz kategoride ise öğrenci görüşlerinden yapılan

alıntılarda, (ÖĞR3-Kod:1) *İlk başlarda bir şeyler yapıyorduk ama ne yaptığımızın farkında değildik. ... Hani sonradan öğreniyorduk. Hani bilme ne bilmem ne şunun formülü diye. O biraz kafamı karıştırıyordu* biçiminde görüş bildirilmiştir. Diğer kodlardan alıntılar ise, (ÖĞR3-Kod:2) *Sadece matematiksel formül bulduğumuz etkinliklerde sıkıldık biraz. Çok uzun işlem basamakları vardı,* (ÖĞR6-Kod:3) *Biz sürekli bir şeyleri kavramak için uğraştık bunda, tam onun için de biraz dikkat dağınıklığı oldu bence.,* (ÖĞR3-Kod:4) *bazı uygulamalarda karıştırdığımı düşünmeye başladım. ... Hani çok uzuyordu ya ispat kısımlarında ne yapıyoruz nereye varacağız ya da ben yapamıyorum gibi hislere kapıldım* biçiminde aktarılabilir.

**Öğrenme durumları teması:** Öğrencilerin öğrenme durumlarına ilişkin görüşlerine ait tema ve kodlar ile kodların frekans dağılımları Tablo 102’de verilmiştir.

Tablo 102

*Öğrenme durumları teması kategori ve kodlar*

Tema	Kategori	Kod	f	
<u>Öğrenme durumları</u>		İspat yöntemini kullanma	2	
		Kendi kendine tekrar etme	4	
	<u>Olumlu</u>	Yapılandırmacı öğrenmeye karşı olumlu motivasyon	Aktif katılım	5
			Yapılandırmacı öğrenmeye karşı	2
			olumsuz motivasyon	
	<u>Olumsuz</u>	olumsuz motivasyon	Bilginin doğrudan verilmesi	4

Tablo 102’ye göre, frekansı en yüksek üç kod, öğrencilerin derse aktif katılım ile ilgili ve kendi kendine tekrar etmenin yararlı olacağına ilişkin olumlu görüşleri ile bilgidan doğrudan verilmesinin daha iyi olacağına ilişkin olumsuz kategoride yer alan koddur. Bunlar dışında olumlu kategoride öğrencilerin, ispatların öğretimde kullanılmasının olumlu olduğuna

ilişkin görüş belirttikleri belirlenmiştir. Olumsuz kategoride ise, öğrencilerin bilgiyi hazır olarak uygulamayı tercih ettiğini belirtir az sayıda görüş belirttikleri gözlenmiştir.

Kodlara ait öğrenci görüşlerinden doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Olumlu kategoride, ispat yöntemini kullanma ile ilgili öğrenci görüşü (ÖĞR5-Kod:1) *Burada ezber olmuyor, direk uygulamayı görüyoruz, değiştirdikleri şeyleri görüyoruz, nasıl olduklarını görüyoruz, o yüzden anlıyoruz, yani ispatını görmüş oluyoruz* biçimindedir. Kendi kendine tekrar etme koduna ait görüş; (ÖĞR4-Kod:2) *Tabi soru çözünce ve tekrar edince anladığımı fark ettim. Yapılandırmacı öğrenmeye karşı olumlu tutuma ilişkin görüş; Gizli öğrenme olmuş yani yararlı olduğunu düşünüyorum*, aktif katılım ile ilgili görüş (ÖĞR1-Kod:3) *Hani etkinlikleri yaptıktan sonra soru şeklinde biz kendimiz çözmeye çalışıyorduk. Oraları güzeldi bence. Hani bir şeylerle uğraşmak. Hani biz öğrendik kendi kendimize bulduk ondan sonra uygulama yapmaya başladık* biçimindedir.

Olumsuz kategoride yapılandırmacı öğrenmeye karşı olumsuz motivasyon kodu ile ilgili doğrudan alıntı, (ÖĞR2-Kod:1) *Akıllı tahtada mesela geometri derslerinde fazla ilgim olmuyor sürekli kitaptan çalıştığım için fazla etkisini göremedim* biçiminde iken, bilginin doğrudan verilmesi kodu ile ilgili alıntı (ÖĞR5-Kod:2) *uygulamaları nasıl diyeyim, öğretmen anlatınca daha da pratik geliyor, nasıl diyeyim? Bir anda bilgiyi alıyorduk, sonra bize soru sorulduğunda bilgiyi daha iyi hazmediyorduk* şeklindedir.

Öğrenme durumları temasında olumsuz kategoride yer alan bilginin doğrudan verilmesi adlı kod ile ilgili görüş sayısı (4) ile bazı yönleri ile karşıt anlam içeren olumlu kategori de yapılandırmacı öğrenmeye karşı olumlu motivasyon adlı kod sayısı (4) arasındaki ilişki 6 öğrenci ile yapılan görüşmelerle uyumsuzluk içerdiği görülmektedir. Başka bir deyişle zıt anlamlar ifade ettikleri düşünüldüğünde 2 öğrencinin görüşü çelişki ortaya çıkarmaktadır. Ancak öğrenci görüşlerine dikkat edildiğinde olumsuz kategorideki öğrencilerin tespitlerine de yer verilmesinden kaynaklanmaktadır. Üç öğrencinin bilginin doğrudan verilmesi ile ilgili

derslerde yapılan uygulama ile bilgi vermekte ve sadece durumu bildirmektedir. Örneğin olumsuz kategoride, (ÖĞR3:Kod2) *Direk formülü verip geçiyoruz, burada didik yapıyoruz. ... Onun yerine bizim müfredatta veya herhangi bir hocanın yaptığı şey direk formülü vermek ya (gülümsüyor – aksayan yön olduğunu anlamış gibi) sizde biliyorsunuz hani öyle yani gibi bir görüş öğrencinin bir tespitinde bulunduğunu göstermektedir.*

**Öğretim modülünü değerlendirme teması:** Öğrencilerin öğretim modülünü değerlendirdikleri görüşler ve bunlara ait tema ve kodlar ile kodların frekans dağılımları Tablo 103’de yer almaktadır.

Tablo 103

*Öğretim modülünü değerlendirme teması kategori ve kodlar*

Tema	Kategori	Kod	f	
<u>Öğretim modülünü değerlendirme</u>	<u>Olumlu</u>	Etkili olduğunu düşünme	4	
		Görselliğe sahip olma	4	
		Gerçek hayatla ilişkilendirme	4	
			Onaylama	4
	<u>Olumsuz</u>	Etkili olmadığını düşünme	2	
		Benzer soruların çözülmesi	2	
		Uzun işlem basamaklarının bulunması	2	
Zaman kaybı olduğunu düşünme		2		

Tablo 103’de, olumlu kategoride yer alan kodların en yüksek frekans değerlerine sahip olduğu, olumsuz düşüncelerin ise frekanslarının düşük olduğu gözlenmektedir. Buna göre öğrencilerin, öğretim modülünün etkili olduğunu, görsel olmasının öğrenmelerine katkıda bulunduğunu, edindikleri bilgileri gerçek hayatla ilişkilendirmeye yardımcı olduğu ve bu şekilde bir öğretim modülünü onayladıkları görüşü baskındır. Bununla birlikte modülün kavram ve genellemeleri öğrenmelerinde etkili olmadığı, benzer şekillerin ve soruların

bulunduğu, dahası işlem basamaklarının uzunluğunun onları olumsuz etkilediği ve zaman kaybı olduğu düşünceleri azınlıktadır.

Kodlara göre öğrencilerin öğretim modülü ile ilgili düşüncelerinden doğrudan yapılan alıntılar sıralanmıştır. Olumlu kategoride öğrencilerin, (ÖĞR4-Kod:1) *Tabi de bu öğrenmede daha fazla etkili tabi. Bunu sadece ama geometride katılıyorum, diğer dersler için aynı şeyi söyleyemem. ... Sadece kendimiz yaparak, çabalayarak yaptığımız için tabi ki de etkili. Kendimi geliştirmemde yardımcı oldu yani. ... Gizli öğrenme olmuş yani yararlı olduğunu düşünüyorum. ... Hani noktayı hareket ettirmemiz tabi ki de yararlı oldu. Açının değişip değişmediği, uzunluğunun değişip değişmediğini fark ettik. Yani yararı olmadı diyemem.* (ÖĞR6-Kod:2) *Hem görsel olduğu için tahtada yani o biraz daha dikkatimizi artırdı. Daha çok yoğunlaşmamızı ve işte oradaki açılarını değiştirebilmemiz o bizi biraz daha net bir şeyler görmemizi sağladı.* (ÖĞR1-Kod:3) *Gerçek hayat, bizim için bence etkili oldu. Çünkü artık bir şey gördüğümüzde mesela bir sorunu nasıl çözebileceğimizi falan mesela dersleri hayatla bağdaştırıp bir şeyler ortaya koyabilmemize yardımcı oldu bence.* (ÖĞR3-Kod:4) *Mesela iple ilgili bir soru vardı. İp var elimizde falan, hani bu şekilde beyin jimnastikleri iyi oldu bizim için, onları beğenmiştim gibi düşüncelere sahip olduğu gözlenmiştir.* Olumsuz kategoride yer alan temalara ilişkin görüşlerden doğrudan alıntılar ise, (ÖĞR2-Kod1) *Akıllı tahtada mesela geometri derslerinde fazla ilgim olmuyor sürekli kitaptan çalıştığım için fazla etkisini göremedim. ... Şimdi sizin bize dağıttığınız o kâğıtlarda geometriye yönelik pozitif ya da negatif yönleri de oldu hocam da, bana genelde negatif oldu hocam yani.* (ÖĞR4-Kod:2) *Şimdi de daha çok hareket ettirdik noktayı, o zaman öyle yapmıyoruz genelde soru çözüyoruz. İşte konuya bakıyoruz oradan, yine benzerdi ama uygulama yoktu. Y yaparak öğrenme tam olarak değildi, soru çözümleri, o da çok iyi oluyor yani.* (ÖĞR2-Kod:3) *Sürekli aynı şeyle olduğu için sürekli aynı şekiller.* (ÖĞR1-Kod:4) *Sadece matematiksel formül bulduğumuz etkinliklerde sıkıldık biraz. Çok uzun işlem basamakları vardı biçiminde yer almaktadır.*

### Uygulama sürecini değerlendirme: Öğrencilerin uygulama sürecini

değerlendirdikleri görüşleri içeren tema ve kodlar ile bunlara ait frekans dağılımları Tablo 104’de yer almaktadır.

Tablo 104

#### *Uygulama sürecini değerlendirme teması kategori ve kodlar*

Tema	Kategori	Kod	f
<u>Uygulama sürecini</u>	<u>Olumlu</u>	-	
<u>değerlendirme</u>	<u>Olumsuz</u>	Alışkın olmama	2
		İşlemlerin öğretmen tarafından	2
		Yazılmasını isteme	
		Derse katılma	2

Tablo 104’den de anlaşıldığı üzere uygulama süreci üzerine olumlu görüş bulunmamakla birlikte görüşler öğrencilerin modül ile ilgili olumsuz değerlendirme yapmaktan daha çok alışkın olmama ya da işlemlerin öğretmen tarafından yazılmasını isteme biçiminde değerlendirmelerini dile getirmişlerdir. Öğrencilerin uygulama süreci ile ilgili görüşlerine az sayıda rastlanmıştır. Öğrenci değerlendirmelerinden doğrudan alıntılar, (ÖĞR5-Kod:1) *Hani nasıl diyeyim, ilk baştan verilmeye alışmışız. İlk başta bir konu olarak anlatılmasına alışmışız*, (ÖĞR4-Kod:2) *... Mesela matematikte kullanılmasını istemem, direk işlemleri kendisi yazsın hoca, biz de öyle deftere geçirelim* ve (ÖĞR3-Kod:3) *Sanki bazı yerlerde kafam karışıyor gibi oluyor ve aklımda kalmadığını anlıyorum sonradan. Yani aklımda kalmıyor sizin yönteminizle pek. Niye bilmiyorum? Öyle, birde belki de hani fazla, açık konuşmak gerekirse çoğu zaman çok dinlemeye anlamaya çalışmadım çoğu zaman* biçiminde sunulabilir.

**AT kullanımı teması:** Son olarak, öğrencilerin AT kullanımı ile ilgili görüşlerini içeren tema ve kodlar ve kodların frekans dağılımları Tablo 105’de görülebilmektedir.



Tablo 105

*AT kullanımı teması kategori ve kodlar*

Tema	Kategori	Kod	f
<u>AT kullanımı</u>	<u>Olumlu</u>	İnteraktif olma	4
		Zamandan tasarruf sağlama	2
		AT'nin derste kullanılabilirliğini Değerlendirme	5
	<u>Olumsuz</u>	-	

Tablo 105, olumlu kategoride üç kod bulunduğunu ancak öğrencilerin olumsuz görüş bildirmediklerini göstermektedir. Olumlu kategorideki görüşleri incelendiğinde ise, AT'nin interaktif özellikleri sayesinde nesnelerin hareket ettirilmesi ve görselliği destekledikleri, pratik ve hızlı olması yönüyle zamandan tasarruf sağlanabileceği ve geometri gibi görsel derslerde kullanılmasının yararlı olacağı ve sınıf içi sunum için uygun olduğu konusunda düşüncelerini belirtmişlerdir. Temaya ait kodlarla ilgili doğrudan alıntılar verilmiştir. (ÖĞR4-Kod:1) *Hani noktayı hareket ettirmemiz tabi ki de yararlı oldu. Açının değişip değişmediği, uzunluğunun değişip değişmediğini fark ettik. Yani yararı olmadı diyemem. ... Diğer derslerde normal beyaz tahtayı kullanıyoruz, kalemli ve tebeşirli tahtayı. Burada etkileşimli tahta olunca en azından uygulama biçiminde yani görsellik ve yaparak öğrendik. ... Şimdi de daha çok hareket ettirdik noktayı, o zaman öyle yapmıyoruz genelde soru çözüyoruz.* (ÖĞR3-Kod:2) *Açıkçası geometrinin tahtada işlenmesine o şekilde gerekli buluyorum. Çünkü soru yazmak genelde uzun sürebiliyor hani şekiller falan.* (ÖĞR2-Kod:3) *Akıllı tahtada herkes tarafından görülebiliyor herkes tarafından izleniyor ve* (ÖĞR3-Kod:3) *Akıllı tahta konusunda o iyi, olması gereken bir şey geometri dersi için bence.*

Sonuç olarak bu alt problemde, öğrencilere ğretim modülü ve srei ile ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplara ilişkin bulgular olumlu ve olumsuz yönleriyle ve doğrudan alıntılar verilerek sunulmaya çalışılmıştır.

## 6. Bölüm

### Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Araştırmanın amacı, bilişim teknolojilerinin her alanda yaygınlaşması ile birlikte eğitime entegrasyonu sürecinde YÖY'ü temele alan 5E öğretim modeline uygun öğretim ortamı tasarlamak ve bu ortamda kullanılmak üzere AT'de kullanılacak etkileşimli öğretim etkinliklerinin tasarımı ve lise 11. Sınıf geometri öğretim programında yer alan *Çember* konusundaki kavram ve genellemelerin öğrenilmesine katkısının incelemek ve öğrenci görüşlerinin belirlemektir. Bu nedenle, araştırmanın alt problemleri üzerine yapılan araştırmadan elde edilen bulgular yorumlanarak bu bölümde tartışılmış, elde edilen sonuçlar ve önerilere yer verilmiştir.

#### 6.1. Sonuç ve Tartışma

DGY'nin temelde bir teknolojinin öğretimde kullanımı bakımından uzun bir geçmişe sahip olduğu bilinmektedir ve diğer birçok teknoloji gibi öğretimde etkinliği araştırılmış ve tartışılmıştır. Benzer şekilde AT'nin öğretimde kullanımı ve entegrasyonuna ilişkin tartışmalar sürmektedir. Bununla birlikte bu tür teknolojilerin öğretiminde kullanılıp kullanılmaması tartışmalarından daha ileri giderek, araştırmacı tarafından asıl sorunun bu teknolojilerin yapılandırmacı öğretim sürecinde gereği gibi kullanılıp kullanılmadığı, öğretim ortamlarına, sınıf uygulamalarına ve öğretim materyallerine entegrasyonunu gerçekleştirmede güçlükler yaşanması olarak belirlenmiştir.

Bu araştırma, çember ünitesi temele alınarak incelenen araştırmalar temelinde, Özdal ve diğerlerinin (2006), yedinci sınıf öğrencilerine 5E modelini temele alan yapılandırmacı öğrenme ortamında, multimedya araçları ile öğretim ortamı hazırlanması bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

DGY ortamının kullanımı bakımından Baccaglini-Frank (2010), Baylor (2002), Bulut (2013), Choi T. (2017), Ertekin (2006), Gardiner (2002), Gillis (2005), Kennedy (1999),

Myers (2001), Nirode (2012), Shafer (2004), Steckroth (2007), Srisurichan'ın (2012) ve Yousif'ın (1997) çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Baccaglioni-Frank (2010), DGY ortamında öğrencilerin Öklid geometrisinde kavramları oluşturma süreçlerini incelemiştir. Baylor (2002), DGY ortamında öğretmen adayları uzunluk ve alan ölçme, verilen temsillerde uzunlukları maksimum ya da minimum yapma gibi problemler verilmiş ve bunları şekiller oluşturarak çözme süreçleri incelemiştir. Bulut (2013), matematik öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımı ile gerçekleştirilen öğretim sürecinde çember kavramını öğrenmelerinin geometri başarılarına etkisini incelemiştir. Choi T. (2017), öğretmen adaylarının bilişsel istek düzeyleri bakımından geometrik işlem seçimlerini ya da geometrik işlem oluşturma süreçlerini ve *black box* yaklaşımının öğretmen adaylarının ders tasarımındaki rollerini ortaya koyma biçimlerini DGY ortamında incelemiştir. Ertekin (2006), yapılandırmacı öğretim tasarımı çemberde temel kavramların öğretimini geleneksel öğretim ile karşılaştırmış ve deney grubuna öğretim gerçekleştirilirken grafik hesap makinesi kullanılmıştır. Gardiner (2002), 11-14 yaş grubu öğrencilerin grafik hesap makinesi ortamında alanlar üzerine yapı oluşturma ve ispatlama ile ilgili matematiksel anlam oluşturma süreçlerini incelemiştir. Gillis (2005), özdeş geometrik şekillerin verildiği çalışmada lise öğrencilerinin dinamik ve statik geometri ortamlarında varsayımlar oluşturma süreçlerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Kennedy (1999) çalışmasını iki aşamada gerçekleştirmiştir: ilk aşamada eğitimcilerin matematik derslerinde eğitimcilerin karşılaştıkları yeni pedagojik sorunları, ikinci aşamada bu sorunları işaret etmek üzere çember konusunda, sınıfta DGY'yi ve yeteneklerini incelemiştir. Myers (2001), ortaokul matematik öğretmen adaylarının rutin olmayan problemlerin DGY ile araştırırken kavrama süreçlerini incelemiştir. Nirode (2012) çalışmada, 12 lise öğretmenin DGY içeren, bir şeklin oluşturulup sonra oluşturulan şeklin özelliklerinin değiştirildiği öğrenci görevlerini sınıfta uygulamalarını incelemiştir. Shafer (2004) çalışmasının amaçlarını, ikinci bir öğretmenin işe

koşulduğu profesyonel gelişim modelinin etkisini ve bu iki eğitimcinin DGY ile ilgili sahip olduğu öğretimsel kararları incelemek olarak belirtmiştir. Steckroth (2007), öğrencilerin radyan, referans açısı ve çember ünitesini kavramaları üzerine görselleştirme için teknolojinin etkisini incelemiştir. Bu teknolojilerden birisini de DGY oluşturmaktadır. Srisurichan'ın (2012) çalışmasında DGY'nin de kullanıldığı teknoloji entegrasyonu ele alınmıştır. Yousif'in (1997) ise çalışmasında, temel geometri dersine kayıtlı lise öğrencilerinin geometriye karşı tutumları üzerine bir öğretim ve öğrenme aracı olarak DGY kullanımının etkisini incelemiştir.

AT kullanımı bakımından Akçayır (2011), Nirode (2012) ve Srisurichan'ın (2012) çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Nirode'nin (2012) çalışmasında, bazı öğretmenler görevleri AT ortamında kullanmayı tercih etmiştir. Srisurichan (2012), öğretmenlerin teknoloji entegrasyonu sırasında kullandığı teknolojilerden birisi olarak AT'yi belirlemiştir. Akçayır (2011), ise sınıf öğretmeni adaylarının başarıları, tutumları ve motivasyonları üzerine AT ile gerçekleştirilen matematik öğretiminin etkisini konu almıştır.

Matematik öğretiminde animasyon kullanımına yer verilmesi bakımından Steckroth'un (2007) çalışması ile benzerlik göstermektedir. Çalışmada matematik öğretiminde öğretmenlerin kullandığı teknolojiler animasyonları da içermektedir.

Ayrıca, araştırmada deney grubu öğrencilerinin ve grup tartışmaları yapmaları Baccaglini-Frank (2010), Gardiner (2002), Myers (2001), Nirode (2012), ve Steckroth (2007), çalışmaları ile benzer yönleri sahiptir. Baccaglini-Frank (2010) çalışmasında, deney grubu öğrencilerinin, birbirleri ile tartışarak kağıt üzerinde tartışarak öğretim süreci gerçekleştirilmesi bu çalışma ile benzer yönleri içermektedir. Gardiner'in (2002) çalışmasına katılan öğrenciler grup çalışması yapmış ve sosyal etkileşim ortamı oluşturulmuştur. Myers'in (2001) çalışmasında, öğretmen adayları gerçekleştirilen ders bölümlerinde tartışmalar gerçekleştirmişler ve diyaloglar video kamera ile kayıt altına alınarak analiz edilmiştir. Nirode'nin (2012) çalışmasında, öğretmenler genellikle öğrencilerin grup çalışması yaparak

ve tartışma yaptıkları sosyal ortamlar oluşturarak görevleri yerine getirmelerini sağlamayı tercih etmişlerdir. Steckroth'un (2007) çalışmasında "radyan nedir?" gibi sorular için tartışma ortamı oluşturulmuştur.

### **6.1.1. Alt problem 1'e (5e modeline uygun gerçekleştirme düzeyi) ilişkin sonuçlar.**

Araştırmanın video verilerinin analizlerinden elde edilen bulgulardan çıkarılan sonuçlar bu bölümde tartışılmıştır. Öğretim sürecinin ilk aşamasında çalışmanın katılımcılarına 5E modeline uygun olarak yürütülecek öğretim modülüne ilişkin bilgilendirme dikkate alındığında, hazırlık bakımından uygun bir başlangıç yapıldığı sonucuna varılabilir. Bu süreçte, çember konusu ile ilgili kavram ve genellemelerin öğretimi için planlamanın gerçekleştirilmesi ve etkinliklerin modele uygun yürütülmesini sağlamak amacıyla hazırlanmış olan EK 3'deki ÖMKK'nın uygulamacıya sağladığı desteğin önemli ve gerekli olduğu belirlenmiştir.

Video verilerinden, her bir etkinliğe ait bölümler, 5E modelinin aşamalarının gerektirdiği biçimde öğretim yapma ve etkinliklerin bu aşamalarının gereklerini yerine getirme durumları sorgulanmıştır.

**6.1.1.1. Dikkat çekme aşaması.** Dikkat çekme aşaması için planlanan etkinliklerin, animasyon biçiminde sunumu öğrencilerin derse motive olmaları ve motivasyonlarının sürdürülmesinde etkin bir rol oynamaktadır. Öğrencilerin grup çalışmaları ve sınıfta gerçekleştirdikleri diyaloglar yanında Barak ve diğerleri, 2011 tarafından gerçekleştirilen araştırmanın sonuçları tarafından desteklenmektedir. Animasyonların, öğrencilerin konu üzerine dikkatlerinin çekilmesi ve dikkat çekici bir öğretim için ideal bir araç olduğu belirlenmiştir. Stebner ve diğerleri (2017) ile Höffler ve Leutner'in (2007) çalışmalarının sonuçları da benzerlik göstermektedir.

Bu aşamada günlük hayattan ve öğrenci çevresinden ya da diğer derslerle ilişkilendirilerek verilen problem durumları, kavram ve genellemeler üzerinde merak

uyandırıcı etkiye sahiptir. Bu şekilde matematiğin günlük hayatla ilişkilendirmede aracılık etmesinin matematiğin öneminin kavratılmasında etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Salim ve Tiawa (2015) ve Kılıç'ın (2004) çalışmalarında benzer sonuçları ifade etmişlerdir. Ayrıca nesnelere animasyonlar ile canlandırılması yani hareket ettirilmesi ya da döndürülmesi gibi aktivitelerin şekillerin ve özelliklerinin algılanmasını ve zihinsel olarak değişimlerin fark edilmesini artırdığından, animasyon kullanımının yerinde bir düşünce olduğu belirlenmiştir. Münzer (2015) çalışmasında benzer sonuçlardan söz etmektedir. Öğrencilerin problem durumları üzerinde çaba harcamaları motivasyonlarını etkileyen diğer bir faktör olarak görülmekle birlikte motivasyonları problem çözme süreçlerine aktif katılımlarını sağlamıştır.

Giriş etkinliklerindeki animasyonlar öğrencilerin merak duygularını uyandırmakla birlikte, öğrencilerin kendiliğinden keşfetme basamağına geçme ihtiyacı hissetmelerini sağlamıştır. Başka bir deyişle bu aşamadaki merak duygusu doğal bir süreç olarak keşfetme aşamasını işaret etmiş ve böylece iki aşama arasındaki geçişi kolaylaştırmıştır. Ayrıca sonuç çıkarılması beklenen işlem basamaklarında, animasyonların sezgisel olarak genellemelerin fark edilmesini güçlendirdiği belirlenmiştir.

Giriş etkinliklerinde ön bilgiyi ortaya çıkarma fonksiyonuna az sayıda etkinlikte rastlanmakla birlikte bu tür etkinliklere, Etkinlik 6.2. örnek verilebilir. Ön bilgiler ile bağlantı kurulmasının öğrencilerin motivasyonunun artırıcı ve ilgi çekici bir etken olarak ortaya çıkmıştır.

Video verilerine göre giriş etkinliklerinin bu aşamanın amaçlarına yüksek düzeyde hizmet ettiği ve fonksiyonlarını başarı ile yerine getirmişlerdir. Zaman sınırlaması nedeniyle animasyonların gözden geçirilmesi gerekli olmasına karşın, görsellikteki olumsuz yönlerin öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını etkilemediği anlaşılmıştır. Bu, öğrencilerin öğretim sürecinde görselleştirme ile çok fazla yüzleşmedikleri sonucuna varılabileceği gibi en kötü

biçimiyle bile görselleştirmenin zihinsel yapıların oluşmasında önemli bir yerinin olduğu ulaşılan diğer bir sonuçtur.

**6.1.1.2. Keşfetme aşaması.** Giriş etkinlikleri dışında, diğer etkinliklerin Cabri Geometri ile hazırlandığından daha önce söz edilmiştir. Grup çalışmaları sırasında, arkadaşları ile tartışarak elde ettikleri deneyimlerin öğretim için motive olma ve kendine güveni sağlamada olumlu katkıları olmuştur. Elde ettikleri deneyimleri paylaşmaları farklı bir bakış açısını değerlendirme olanağı bulmuşlardır. Çeşitli gözlem ve incelemeler gerçekleştirerek ve sonuçlar çıkararak öğrenmelerinde asıl sorumluluğun kendilerinde olduğu bilinci kazanmışlardır. Önceleri yadırgadıkları bu durum, öğretim süreçlerinde keşfetme aşamasına ilişkin aktiviteleri gerçekleştirmediklerinin işareti olarak değerlendirilmiştir. Göstermiş oldukları heyecan davranışları ve etkileşim göstermedeki isteklilikleri motivasyon ve ilgilerini sürdürme bakımından keşfetme süreçlerinin önemini artırmıştır.

Bu aşamada öğrencilerin sonuç çıkarma, genelleme yapma ve deneyimlerini yorumlama bakımından zorlanmaları, öğretim süreçlerinde öğrencilerin daha çok pasif alıcılar oldukları ve ifade becerilerinin desteklenmediğini göstermiştir. Yine öğrencilerin yazmama ya da rastgele cevaplar verme eğilimlerini göstermeleri, kavram ve genellemeleri keşfetme gibi zihinsel aktivitelere direnerek formül ezberleyerek pasif uygulayıcı olma alışkanlığına sahip olduğunu işaret etmektedir. Küçük ve Demir (2009), Soylu ve Aydın (2006), Li (2006) ile Yenilmez ve Demirhan (2013) da benzer sonuçlardan söz etmiştir. Ayrıca öğrenciler genellemelerde, genellemenin ne anlama geldiğini bilmedikleri belirlenmiştir. Buna karşın etkinliklerin aşamalı olarak sunumu ve işlem basamaklarında anlık geribildirimler verilmesiyle genellemelerdeki eksiklikleri giderilebildiği, bununla birlikte eksik ve hatalı öğrenmelere anında müdahale edebilmeyi sağladığı ve etkinliklerin sürdürülmesine olumlu katkıda bulunduğu belirlenmiştir.



Yapılandırmacı felsefeye uygun olarak, öğrenciler için kendi kendilerine elde ettikleri bilginin daha değerli olduğu düşünüldüğünden, BİT ortamında hazırlanan etkinliklerin keşfetme süreçlerini başarıyla gerçekleştirmesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Birgin, Kutluca ve Gürbüz (2008), Laborde, Kynigos, Hollebrands ve Strasser (2006) ve Yıldız, Baltacı ve Aktümen (2012), çalışmalarında benzer sonuçlara dikkat çekmişlerdir. Etkinliklerin Cabri gibi dinamik ortamlarda hazırlanmasının keşfetme süreçlerini güçlendirdiği ve öğrencilerin kavram oluşturma süreçlerini özgün bir biçimde yapılandırmalarını desteklediği ulaşılan diğer bir sonuçtur. Furinghetti ve Paola (2002), Güven ve Karataş (2005), Köse (2008), Santrock (2011), Selçik ve Bilgici (2011) çalışmalarında benzer sonuçları işaret etmişlerdir.

Keşfetme etkinlikleri sırasında etkileşimlere sıkça yer verilmesi, öğrencilerin aktif katılımını artırmakta ve desteklemektedir. Etkileşimler, sadece gerçekleştiren öğrencileri değil, diğer öğrencilerin de öğretim sürecinde aktif rol almalarını sağlamaktadır. Böylece kalıcı öğrenme gerçekleşmekte ve öğrenme sürecinde kendi öğrenme sorumluluklarını almaları sağladığı sonucu çıkarılmıştır. Yine keşfetme sürecinde bulunan ölçme, karşılaştırma, manipülasyon yapma, farklı konular için test etme gibi Cabri ile sağlanan aktivitelerin öğretime olumlu katkıları belirlenmiştir. Altınçelik (2009), Kayabaşı (2005), Kutluca ve Birgin (2007) ile Özerbaş (2007) yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçları ifade etmişlerdir.

Etkileşimlerin bu aşamada olabildiğince fazla olması öğrencileri motive etmeyi ve motivasyonlarının sürdürülmesini sağladığı ve bu durumun etkileşim sayısı ile doğru orantılı olduğu belirlenmiştir. Etkileşim miktarındaki artış gözlem ve denemeler yapma, hipotezleri test etme gibi aktivitelerde de artışa neden olduğu ulaşılan diğer bir sonuçtur. Bu nedenle keşfetme aşamasında etkileşimlerin mümkün olduğunca fazla olmasının öğrencilerin öğretim

sürecine aktif katılımları ve zihinsel süreçlerini kullanmaları için gerekli olduğu ortaya çıkmıştır.

Etkileşim yoğun etkinliklerin, öğrencilerden ulaşmaları beklenen genellemelere ulaşmalarını hızlandırmaktadır. Böylece, öğrencilerin genellemeye ulaşmak için ne tür bir süreç izleyeceklerini belirleyerek hızlı bir biçimde gerekli hipotezleri oluşturma ve bunları test etme olanağı sağlamaktadır.

Çeşitli elemanlar arasındaki ilişkilerin keşfedilmesine ilişkin etkinliklerin öğrenci motivasyonunu artırdığı, kavramları anlama ve ifade etmelerini kolaylaştırdığı belirlenmiştir. Bu durumun aynı zamanda keşfetme aşamasından açıklama aşaması arasındaki bağlantının güçlü olduğunu göstermiş ve bu aşamalar arasındaki geçişi kolaylaştırmıştır. Bağlantının güçlü olması, birbirlerine yakın aşamalar olduğunu işaret ettiğinden her iki aşamaya karşılık gelen etkinliklerin, Etkinlik 9.2’de olduğu gibi, daha bütüncül bir aktivite ortamı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Keşfetme aşamasında, Cabri ile nesnelere ilişkilendirilmesi ve bağıntı bulma gibi işlemler uzamsal özelliklerin matematiksel biçimde ifade edilmesini ve genellemelere geçiş sürecini güçlendirdiği belirlenmiştir. Dinamik görselleştirme sayesinde ilişkilerin ve bağıntıların açıkça keşfedilebilmesi bunun temel nedeni olarak görülmüştür. Tapan ve Arslan (2008), çalışmasında ulaşılan sonuçlar, bu sonucu doğrular niteliktedir.

Hipotez kurma ve test etmede öğrencilerin kendilerine has düşünme yöntemleri geliştirdikleri göstermiş ve bunun Couco ve Goldenberg (1996) ile Olive (2000) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, matematik *bilim insanlarının keşif basamakları* benzetmeleri ile uyumlu olduğu düşünülmektedir.

**6.1.1.3. Açıklama aşaması.** Açıklama aşamasında, somut nesnelere ve bunlar arasındaki ilişki ve değişimlerin açıkça gözlenebilmesi, öğrencilerin sonuçlara ulaşmalarına olumlu katkıda bulunmuştur. Bu nedenle, 5E modeline göre ve BİT ortamının, sonuçları

açıklamalarında ve tartışmalarına olanak sağladığı, böylece grup ve sınıf içi tartışmalarda kendi bilgilerini oluşturma ve paylaşma fırsatı buldukları sosyal bir ortamın oluştuğu görülmüştür. Tutak ve Birgin (2008), BİT ortamında gerçekleştirdiği çalışmada benzer sonuçlara ulaşmıştır.

Formel bilginin verildiği sırada öğrencilerdeki şaşkınlık ve heyecan ifadelerinden, bu aşamaya uygun bir öğretim süreci geçirmediğini işaret etmektedir. Kendi ulaştıkları sonuçlar ile formel bilgileri karşılaştırma olanağı, kendi kavramsal yapılarını elde etme olanağını ve böylece motivasyonlarını yükseltmiştir. AT ile sınıf ortamında dinamik yapılar sunmanın kendi açıklamalarını yapma konusunda öğrencilerin cesaretlerinin artmasına, kalıplaşmış kavramsal bilgileri aktarma yerine kendi ifadeleriyle açıklamalarına ve Cabri ortamında özellikler ve ilişkileri rahatça görebilmeleri, matematiksel dili etkin olarak kullanabilmelerine öncülük etmiştir. Bunun yanı sıra, etkileşimler şekiller, özellikleri ve ilişkileri üzerine akıl yürütme sürecinde öğrencilerin aktif olmalarına neden olmuştur. Jones (2000) ve Yanık (2013) çalışmalarında benzer sonuçlara yer vermişlerdir.

**6.1.1.4. Derinleştirme aşaması.** Derinleştirme aşamasında dinamik ve etkileşimli etkinliklerin öğrencilerin yeni karşılaştıkları durumlara ilişkin çıkarımların farkındalığını artırdığı belirlenmiştir. Böylece daha çok hedefe yönelik sorular sormalarına neden olmuş ve problem durumlarına daha ilgili yaklaşmalarına katkıda bulunmuştur.

Etkinlikler, mevcut ve yeni edinilen bilgilerin ve deneyimlerin doğru bir biçimde yeni durumlara uygulanabilmesini sağlamıştır. Bu aşama için, etkinliklerin belirlenmesinde etkili olan araç-gereç ve diğer olanaklara ilişkin kısıtlılığı ortadan kaldırmıştır.

Öğrencilerin, çoktan seçmeli test tekniğine yönelik eğitim görmeleri, kâğıt kalem ortamında kavram, genelleme ve çıkarımları yazmak istememelerine neden olmaktadır. Açıkça yazmak istememelerine karşın, kazanımları yeni durumlara uygulama da olumsuz sonuçlar doğurmamıştır.

Bu aşamadaki etkinliklerin, bazılarının öngörüldüğü, bazılarının da öğretim süreci içerisinde fark edildiği biçimde kendi içerisinde edinilen bilgileri yeni kavram ve genelleme durumlarına uygulanmasında yeni bir 5E modelinin süreçlerini içerdiği sonucuna ulaşılmıştır. Etkinlik 5.4 (dikkat çekme), Etkinlik 5.5 (keşfetme) ve Etkinlik 5.6 (keşfetme) buna örnek verilebilir. Bununla birlikte bu süreçlerin, analiz edilen etkinlikler için sadece açıklama aşamasına kadar sürdüğü, tekrar bir derinleştirme aşamasına erişilmediği belirlenmiştir.

**6.1.1.5. Değerlendirme aşaması.** Değerlendirme aşamasının alıştırmada etkinliklerinde, etkileşimli etkinliklere çok fazla yer olmadığı ve bu tür etkinlikler için kâğıt-kalem ortamının daha ideal olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çözüm basamaklarının yer aldığı ipuçları verilerek yönlendirmelerde bulunmanın gerekliliği ortaya çıkmıştır. Böylece öğrenciler, adım adım hatalarını görebilme ve bu aşamalarda tekrar çalışabilme, aynı zamanda kendilerini değerlendirme fırsatı bulabilmiştir. Durmuş (2001) çalışmasında, teknolojinin değerlendirmede olumsuz etkisinin bulunmadığını belirtirken, Altınçelik (2009) çalışmasında, geri bildirimde bulunma bakımından bu çalışma ile benzer sonuçlara ulaşmıştır.

Derinleştirme aşamasında, yazmayı istememe durumunun probleme neden olmamasına karşın, değerlendirme aşaması bakımından alıştırmada çözümlerinde sorunlara neden olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle alıştırmada çözümlerinde öğrencilerin başarılı olması ve hatalarının belirlenmesi bakımından çözümleri açık biçimde yazmalarının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Alıştırma çözümleri sırasında grup çalışmasının, motivasyonu artırıcı etkiye sahip olduğu söylenebilir. Öğrencilerin verdikleri tepkiler bu durumu işaret ederken, bu, alıştırmadaki işlem basamaklarının, etkinliklere göre daha bütüncül bir yapıda olduğunu işaret etmektedir. Böylece öğrencilerin alıştırmada çözümleri sırasında daha fazla zevk aldıkları ve iletişim becerilerinin gelişmesine yardım ettiği söylenebilir Güneş (2005), Malabar (2003) ve Tuncer (2008) çalışmalarında benzer sonuçları vurgulamışlardır.

Değerlendirme aşamasından alınan verilere göre, genel olarak 5E modelinin geometri öğretiminde başarılarına olumlu katkılar yaptığı söylenebilir. Literatürde YÖY'ün öğrenci başarısına etki ettiğine ilişkin çalışmalara rastlanırken Erdoğan ve Sağan (2002), Jones (2002), Şişman (2007), benzer biçimde Moore'da (2005) YÖY 'ün başarı yanında, akademik özgüven ve motivasyonu artırdığını, Güneş (2005) araştırmasında ise bu çalışmayla zıt olarak YÖY'ün uygulandığı deney grubu ile kontrol grubu son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı sonucuna ulaşmıştır. 5E modelinin öğrencileri sorgulayıcı yaklaşıma yönelttiği belirlenirken, Güneş çalışmasında başarıya etki etmediği sonucuna ulaşmasına karşın, sorgulayıcı yaklaşım bakımından benzer sonuçlardan söz etmektedir.

Etkileşim ve görselleştirmenin, Cabri ile birlikte AT'nin 5E gibi bir YÖY ortamı ile birleşmesi, çember konusunda öğrenilmesi beklenen kavram ve genellemeler için bir ideal öğretim süreci sağladığı düşünülmektedir. YÖY'ün öğretim süreçlerine yaptığı katkılar geniş bir tabanda kabul görmüştür. İnan (2006), Hırça, Çalık ve Seven (2011) ile Sakallı (2011), çalışmalarında katkının çeşitli boyutlarına ilişkin sonuçlara yer vermişlerdir. Bununla birlikte Çiftci (2010) çalışmasında, YÖY'ün öğrencilerin tutumlarına ilişkin katkılarında söz etmiştir.

Alıştırmalar dışında, ayrıca öğrencilerin öğretim süreci sonundaki değerlendirmeye ilişkin ÜDS verileri ile ilgili sonuç ve tartışmalara, Alt Problem 3'e ait sonuçların bulunduğu bölümde gerçekleştirilmiştir.

5E modeli için ulaşılan genel sonuçlara göre, bazı etkinliklerin bir aşamayı tam olarak karşılamadığı, yani bir aşama için birden fazla etkinlik kullanma gerekebileceği, etkinliklerde işlem basamaklarının uzamasından kaynaklanabilecek problemlerin ortaya çıkmasını önlemek için bir aşama için birden fazla etkinlik olabileceği öngörüsünün yerinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, modülün geliştirilerek, bu durumların daha fazla etkinlik için genişletilmesinin daha yararlı olacağı söylenebilir. Bu nedenle etkinliklerin planlanmasının

öğretim süreci için azami özen gerektirdiği belirlenmiştir. Laborde (2003) ve Yanık (2013) çalışmalarında bu tür sonuçlara dikkat çekmişlerdir.

5E modelinin, öğrencilerin soru sormama gibi alışkanlıkların giderilmesine katkı yaptığı söylenebilir. Bununla birlikte paylaşımcılığı artırdığı ve sosyal ilişkileri güçlendirdiği belirlenmiştir. Bu ilişkilerdeki gelişim, sürdürdükleri öğretim sürecinde sosyal etkileşime yeteri kadar önem verilmediği sonucuna da ulaştırmıştır.

AT ve Cabri'nin sınıf ortamında gözlemleri ve hipotezleri somut şekiller üzerinde test etme ve sunma olanağı sağlaması, serbest biçimde etkileşimlerin gerçekleştirilmesi gerek birbiriyle, gerek 5E ve dolayısıyla YÖY ile oldukça uyumlu kullanılabilen araçlar olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Etkileşimlerin modelin gerektirdiği kendi öğrenmelerinden sorumlu olma, grup çalışması yapma, hipotezlere ilişkin işlemler ve birçok konuda ihtiyaçları karşılayabildiği bu çalışma kapsamında gözlemlenmiştir.

**6.1.2. Alt problem 2.1'e (ders modülünün etkililiği) ilişkin sonuçlar.** Birinci alt problemin 1'de ÖÇY'den elde edilen bulgulara ilişkin ders modülünün etkililiği ile ilgili bulgular incelendiğinde, etkinliklerin problem durumlarına çözüm ararken ve işlem basamaklarındaki soruları cevaplarken çeşitli stratejiler geliştirmelerine yardımcı olduğu belirlenmiştir. Şekiller ve özellikleri arasındaki ilişkileri net olarak görebilmelerini, bu özelliklerin korunarak değişimleri test edebilme olanağı ile şekilleri ve özellikleri ayrı ayrı değerlendirirken aynı zamanda bir bütün olarak değerlendirme olanağı tanıyarak, bütüncül bir bakışa açısı kazandırmıştır. Grup çalışmaları ile uyumlu olması öğrencilerin stratejilerini ve elde ettikleri sonuçları 5E modelinin gereği olarak karşılıklı değerlendirme, karşılıklı olarak eksiklerini gidermelerine yardımcı olmuştur. Malabar (2003), çalışmasındaki deney grubunun görsel ve sembolik temsiller arasındaki bağlantıları daha iyi gördüğüne ilişkin sonuçları, bu çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Modülün ispat süreçlerini kolaylaştırdığı, ispat süreçlerinde zorlandıkları etkinlikler de ise kavram ve genellemeleri sezgisel olarak fark etmelerine yardımcı olduğu söylenebilir. Bulut (2013) ve Ertekin (2006) çalışmalarında bu tür sonuçlara değinmiştir.

Modülün, öğrencilerin dikkatli okumamalarından ya da anlamamalarında kaynaklanan problemleri ve yanlış anlamalara anlık müdahale edilmesi bakımında oldukça kullanışlı olabileceği belirlenmiştir.

Öğrencilerin ispat becerilerinin yeterli olmadığı, bununla birlikte modülün bu becerilerin gelişmesine az da olsa katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Bu durum öğretim sürecinde ispat yapmaya ayrılan sürenin ya da etkinliklerin yeterli olmadığını göstermiştir. Problem çözme becerilerinde de benzer eksiklikler görülmüş ve buradaki eksiklikler bir bakıma okuma alışkanlıklarının olmamasına bağlanmıştır. Modülün problem çözme becerilerine YÖY temeline dayanmasından kaynaklı kısmen katkısı olduğu söylenebilir. Bulut (2013), Erdoğan ve Sağan (2002), Güneş (2005), Köroğlu ve Yeşildere (2002) ve çalışmalarında benzer sonuçları ortaya koymuşlardır. Ayrıca, Pesen, Odabaş ve Bindak (2000), Toptaş (2007) ve Toptaş (2012) bu tür sonuçları kullanılan öğretim yöntemleri ile ilişkilendirmişlerdir.

Öğrencilerin üçgenler ve önceki sınıf düzeylerinde edindikleri çember konusundaki kavram ve genellemelerle ilgili ön bilgilerinde eksikliklere ve kavram yanlışlarına sahip oldukları ortaya çıkmış ve modülün ispat temeline dayanması nedeniyle bunların giderilmesine katkı yaptığı belirlenmiştir. Özsoy ve Kemankaşlı (2004) çalışmasında benzer eksikliklere dikkat çekmiş ve Çetin ve Dane (2004) ve Kaygusuz (2011) çalışmalarında karşılaşılan bazı kavram yanlışlarından söz etmişlerdir.

Öğrencilerin zihinsel süreçlere olumsuz yaklaşımları ve yanlış ya da eksik cevapları, öğrenme alışkanlığı temelinde sürekli işlem becerilerine yönelik aktivitelere yer verildiği

anlaşılmiştir. Buna paralel olarak Malabar (2003) çalışmasında, öğrencilerin yüksek düzeyli beceriler sergilemek yerine işlem becerilerini seçtikleri sonucuna ulaşmıştır.

Modülün dinamik yapısı ile kavram ve genellemelerin öğretiminde sadece işlem becerisi ile kavramsallaştırma yerine, deneysel ve teorik olmak üzere iki yönlü kavramsallaştırmayı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

İşlem basamaklarının bir bütünlük içerisinde ilerleme konusunda problemlere neden olduğu ortaya çıkmakla birlikte, bunun etkinlik temeline mi yoksa öğrencilerin düşünme süreçleri ile ilgili mi olduğunu belirlenmesinin ek çalışmalar gerektirdiği düşünülmektedir. Başka bir deyişle öğrencilerin verdikleri cevaplardan, genel olarak işlem basamaklarını bütüncül olarak değerlendirmedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Modülün, ilerleyen bölümlerde öğrencilerin matematiksel dil ve sembolleri kullanmalarında artışa neden olduğu belirlenmiştir. Bu aynı zamanda test tekniğinde matematiksel dil ve sembollerin kullanımının gerekli olmadığı, asıl amacın sonuca ulaşmak olduğunu da göstermektedir.

Manipülasyonların bulunduğu işlem basamaklarında, öğrencilerin zihinsel çabaya olan motivasyonlarını artırmış, farklı bakış açılarını işleyerek farklı açıklamalar ve cevaplar bulmalarına neden olmuştur. Kehagias ve Vlachos'un (1999) bilgisayarın *matematiğin sevimlileştirilmesinde* pozitif etkisi olduğu sonucu ile paralellik göstermektedir.

Manipülasyonların öğrencilerin gözlemleri sonucu özgün açıklamalar yapmalarını desteklediği belirlenmiştir. Yanık (2013) yaptığı çalışmanın, Cabri'nin özgün yapılar oluşturmayı sağladığına ilişkin sonuçlarına ek olarak bu çalışmada şekilleri öğrenciler oluşturmasa dahi özgün açıklamalara ve cevaplara yöneltmiştir.

Cabri'nin etkinlikler hazırlanırken kullanılan Cabri II Plus sürümünün noktaların ve şekillerin çizgi kalınlıkları bakımından AT ile tam uyum sağlamadığı söylenebilir.



Parmaklarla yapılan işlemlerde karşılaşılan problemler bu durumun işareti olarak görülmüştür.

Görselleştirme boyutunda, statik görselleştirme (durağan şekil kullanımı gibi) şekiller, özellikler ve aralarındaki ilişkilerin belirlenmesinde sınırlı olmasına karşın, dinamik ortamların bu fonksiyonu sağlamaya ek olarak öğrencilerin elde ettikleri sonuçları nedenleriyle açıklayabilmelerine yardımcı olmuştur. Jones (2002) ve Yavuz ve Kepceoğlu (2012) buna benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

Cabri, değişimlerin, oluşumların ilişkilerin ve değerlerin gözlenmesinde etkin rol oynayarak öğrencilerin anlamlı gözlemler yapmalarında ve öğrenmelerinde sağladığı olanaklar öğretim sürecindeki gerekliliğini işaret etmektedir. Arcavi ve Hadas (2000) ile Couco ve Goldenberg (1996) çalışmalarında bu gerekliliği vurgulamışlardır.

YÖY ile birlikte AT, manipülasyonları gerçekleştirmede beden dili kullanma esnekliği ve sosyal etkileşim olanağı sağladığından öğretim süreci için pratiklik sağlayan güçlü bir araç olduğu söylenebilir. Türel ve Johnson (2012) AT için benzer sonuçları ifade etmiştir. Böylece öğrencileri harekete geçiren, tartışma olanağı sunan bir ortam hazırladığı sonucuna ulaşılabilir. Altınçelik (2009), çalışmasında AT'nin bu tür yararlılıklarına vurgu yapmıştır.

**6.1.3. Alt problem 2.2'ye (etkileşim analizi) ilişkin sonuçlar.** Öğrencilerin ÇDM ile etkileşimleri video verilerinin bulguları ile ÖÇY'ye verdikleri cevaplardan elde edilen bulgularla karşılaştırmalı olarak bu bölümde tartışılmıştır. Öğretim sürecinde, şekiller üzerinde gerçekleştirilen manipülasyonlara ilişkin sonuçlara etkileşimli her bir etkinlik için ayrı ayrı yer verilmiştir.

**6.1.3.1. Birinci kazanım. Etkinlik 1.2'de,** çemberin temel ve yardımcı elemanlarının öğretimine ilişkin etkileşimlerde, Cabri yazılımında nesnelere çizgi kalınlıklarının olmasına karşın AT ortamı için yeterli olmadığı söylenebilir. Öğrencilerin en büyük kırılgan çap olduğu genellemesine ulaşmakta zorlanmadıkları ve bunda Cabri'de bir nesne üzerine başka bir

nesnenin sürüklenmesi sonucu çıkan ipucunun genellemeye ulaşmada başarılı olmalarına olumlu katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Ayrıca AT'nin, çemberin temel ve yardımcı elemanlarını öğretimi sırasında öğrencilerin motivasyonunu sürdürmede etkili olduğu söylenebilir.

**Etkinli1.3'de**, iki yayın toplam ölçüsünün, o yayların oluşturduğu yayın ölçüsüne eşit olduğuna ilişkin etkileşimde, yay özelliklerindeki değişimleri gözlem fırsatı, doğru sonuca ulaşmada büyük rol oynamıştır. Bunun da ancak dinamik ortamda sağlanabileceği anlaşılmıştır. Etkileşimin gerçekleştirilmesini tekrar etmeyi istemeleri ve gözlem sonuçlarını grup içinde değerlendirmeleri ayrıca sosyal etkileşime de neden olmuştur.

**Etkinli1.4'de**, AT ve Cabri'nin gözlemler yoluyla eş ve benzer çemberlerin özelliklerini ve aralarındaki ilişkileri belirlemeyi kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Cabri'nin keşfetme çabaları ile dikkat ve ilgilerini artırdığını gösterirken, AT'nin sınıfta sunum fırsatları ile sosyal etkileşime işaret etmektedir.

**Etkinlik 1.5'e göre**, Cabri'nin ilişkili nesnelere oluşturma ve bunları birlikte hareket ettirme fırsatı sunması, iki yayın eş olduğunu gösteren bu etkileşimde olduğu gibi nesnelere arası ilişkilerin belirlenmesinde önemli rol oynadığı düşünülmektedir.

**6.1.3.2. İkinci kazanım. Etkinlik 2.2'de**, Cabri ile nesnelere ilişkilendirilmesi, orta dikme gibi elemanları pratik biçimde oluşturmayı, kolaylıkla taşınarak orta dikmelerin çemberin merkezinden geçtiğini göstermeyi değerli hale getirdiği ve ispatlamayı kolaylaştırdığı anlaşılmıştır.

**Etkinlik 2.3'de**, Etkileşim, sezgisel yolla K noktasını doğru üzerine taşımaları gerektiğini fark etmeyi sağlamıştır. Ayrıca AT sınıf ortamında sunum fırsatı ile Cabri'nin dinamik yönü *kirişlerin orta dikmeleri merkezden geçer* genellemesinin öğrenilmesini kolaylaştırmıştır. Kiriş ve orta dikmesinin sabitlenmesi ve kirişin çember üzerinde hareketi ile

farklı konumlardaki durumlarının sunulabilmesi, genellemenin ispatını sezdirme bakımından öğretim sürecine katkı yaptığı düşünülmektedir.

**Etkinlik 2.4,** çemberin vektörel denklemi ile ilgili etkileşimin nesnelere ve nesnelere arası ilişkilerin ve eşitliklerin gözlemlenmesinde olumlu etkisi olduğu, etkileşimin sınıf genelinde gösterimi ve sunumu bu etkiyi artırdığı düşünülmektedir. Ayrıca çemberin büyütülerek yarıçapında ona bağlı büyümesi gibi ilişkili nesnelere, Cabri gibi DGY ortamları gözlem yapmayı kolaylaştırmıştır.

**Etkinlik 2.5’de,** çemberin standart denklemi ve bu denklemde merkez noktasının koordinatlarını bulmaya ilişkin etkileşim, değişen şekiller sonucu bir formülde değişiklik olup olmadığını, değişiklik varsa bunun hangi parametrelere bağlı olduğu gözlemlene olanağı sunmuştur.

**Etkinlik 2.6’de,** özel konumlu çemberler ile ilgili etkileşimler, çemberin farklı konumlardaki genel denklemdeki değişimlerin gözlemlenmesinde etkili ve DGY dışında hazırlanması oldukça zor olduğu belirlenmiştir. Bunun AT ile sınıf ortamında sunumu etkileşimin gerekliliğini artırdığı ve öğrencilerin kendi deneyimlerini kazanmalarından, etkileşimin YÖY’ü yansıttığı anlaşılmaktadır.

**6.1.3.3. Beşinci kazanım. Etkinlik 5.2’de,** çembere dışındaki bir noktadan çizilen doğruların, teğet noktaları ile başlangıç noktası arasındaki uzunluklarını, farklı konumlarda gözlemlemeye ve aralarındaki bağıntıyı incelemeye ilişkin etkileşim, doğru parçalarının farklı konumları için aralarındaki bağıntının durumu ile ilgili etkin gözlem olanağı ile doğru cevap vermelerine yardımcı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca Cabri’nin nesnelere arası ilişkiler kurması ve bunlara ilişkin etkileşimler öğrencilerin motivasyonunu olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

**Etkinlik 5.3’de,** yarıçapın teğet noktasında teğet doğrusuna dik olduğunu öğretmek için kullanılan etkileşim, genelleme yapma ya da sonuç çıkarma gibi süreçlerde, teğet

noktasında dik olma durumunu, nesnelerdeki değişimi varsayımda bulunarak ya da kâğıt kalem ortamında kullanarak gerçekleştirme olasılığı bulunmayan biçimde gözlem fırsatı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

**Etkinlik 5.5**, iki çemberin ortak teğetleri ile ilgili genellemelerin incelenmesini sağlayan etkileşimlerin, nesneler arasındaki ilişkilerin korunarak sonuç çıkarmada etkin kullanılabileceği söylenbilir.

**Etkinlik 5.6**, iki çemberin ortak dış teğetlerinin kesişim noktası ile çemberlerin merkez noktalarının aynı doğru üzerinde olduğunu gözlemlemede etkileşimin, ilgi ve motivasyonu artırdığı anlaşılmıştır. Ayrıca çemberlerin merkez noktasından geçen doğru üzerinde teğet doğrularının kesişmesi gerektiğini pratik biçimde öğrencilere sezdirilebildiği ve öğrencilerin de pratik biçimde çıkarımda bulunabildiği belirlenmiştir.

**6.1.3.4. Altıncı kazanım. 6.2’de**, öğrencilerin belli noktaları hareket ettirerek, aı isimlerini keşfetmeleri ve çeşitli durumlarda aı değerlerini gözlemlemelerine ilişkin etkileşimde, muhakeme yaparak sonuç çıkarmayı gerektiren göster/gizle türündeki etkileşimler, sonuç çıkarmada ve gözlemlere dayanarak öğrencilerin kendi tanımlarını yapabilmelerinde etkili olduğu, öğrencilerin kendini ifade etme becerilerine katkı yaptığı söylenbilir. Etkileşimle açıların gösterilip noktaların yeri değişince gizlenmesi yani bir koşula bağlı olarak gerçekleşmesi, açıların özelliklerini belirlemede öğrencileri yönlendirici bir fonksiyona sahip olduğu söylenbilir.

**Etkinlik 6.3’de** bir yay ile yayı gören açı değeri arasındaki ilişkinin ve çemberin çevresi ve açısı ile olan ilişkilerin belirlenmesine ilişkin etkileşimlerin, genellemelerin farklı değerler için incelenebilmesinin teknoloji desteğini gerektirdiğinden, etkili bir gözlem olanağı sunduğu söylenbilir.

**Etkinlik 6.4'de**, çevre açısı ile teğet-kiriş açısı değerleri arasında ilişki kurmaya yönelik etkileşimler, akıl yürütme yoluyla sonuç çıkarma gibi üst düzey süreçlere katarak öğrenci başarısına katkı yaptığı söylenebilir.

**Etkinlik 6.5'de**, merkez açısı ile çevre açısı arasındaki bağıntının ispatına yönelik etkileşimler, standart bir görselden farklı olarak, değişik konumlara taşıma imkânının, taşıma sırasında gerçekleşen durumun gözlemlenmesini birkaç saniye gibi kısa bir sürede sağladığı söylenebilir.

**Etkinlik 6.6'da**, merkez açısı ile teğet-kiriş açısı arasındaki bağıntının ispatına yönelik etkileşimlerin, açıların arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde etkin rol oynadığı belirlenmiştir. Değişimlerin her anının gözlemleyebilmeyi sağlayarak, canlandırma ve görselleştirmenin ötesinde olanaklar tanıdığı sonucuna ulaşılmıştır.

**Etkinlik 6.7'de**, çemberin içindeki bir noktada, kırışların oluşturduğu açı değerlerinin gördüğü yayların değerleri arasındaki ilişkinin ispatına yönelik etkileşimler, açıların ve açıları ile ilgili bağıntıların ve bunların farklı konumlarda gözlemlenmesi olanağı sayesinde açıları üzerinde değerlendirme yapma ve sonuç çıkarma süreçlerinin, etkileşimler sayesinde *sadece gördüğünü söyleme* kadar basit bir sürece dönüştüğü düşünülmektedir. Gözlem yaparken, değerlerin değişme durumları dönütler verdiği için genellemeye ulaşmada ve test etmede avantaj ve hız sağladığı söylenebilir.

**Etkinlik 6.8'de**, iki küçük yayın eş olması durumunda gördükleri açıları eş olduğu ya da bunun tersi durumunun önerme biçiminde ispatlandığı etkileşimlerin, şekiller ve özellikler arası ilişkilerin kurulması bakımından önemli rol oynadığı söylenebilir. Şekil ve ilişkilerden, kavramsal öğrenmeye geçiş bakımından bu tür etkinlikler yararlı bulunmuştur.

**Etkinlik 6.9'da**, çemberin dışındaki bir noktada oluşan açının ölçüsü ile gördüğü yayların ölçüsü arasındaki ilişkinin ispatlanmasına ilişkin etkileşimden, nesneleredeki değişimi görmek bakımından DGY ortamının gerekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonraki

basamaklarda eklenen nesne ve ilişkilerden sonra, elde edilen bilgilerin noktaların her konumu için değişip değişmediğini sorgulamak üzere yeni etkileşimlerin eklenebileceği ve böylece etkinliğin daha yararlı hale getirilebileceği belirlenmiştir.

**6.1.3.5. Dokuzuncu kazanım. Etkinlik 9.2’de**, bir çemberin teğetlerinin kesişim noktasında oluşan açıya ait açıortay doğrusunun, çemberin merkezinden geçtiğini ispatlamaya yönelik etkileşimlerin, özellikle farklı konumlarda hem görsel olarak hem de bağıntılar bakımından, değişimleri gözlemlenmede avantaj sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

**Etkinlik 9.3**, iç teğet çemberinin alanı ile çevresi arasındaki bağıntının ispatlanmasına ilişkin etkileşimlerin, gözlem yapma bakımından gerekli olduğu düşünülmektedir. Değerlere de yer verilmesiyle birlikte bağıntının değişme durumunu rahatlıkla gözlemleyebilmeye olanak tanımıştır.

Etkinliklerde genel olarak, çevirim dışı web ara yüzü ile sunum, bazı teknik problemlerin aşılmasında etkin rol oynamıştır.

Nesneleri taşıma ile ilgili ortaya çıkan teknik problemlerden bazıları, Cabri yazılımında tasarlanan nesnelerin AT için yeterli boyutta olmamasından kaynaklanmıştır. Üst üste gelen nesnelere hangisinin hareket ettirileceği belirlenirken bir liste açılmaktadır (Cabri eklentisinin web ara yüzünde açtığı liste). Nesne seçildikten sonra nesne parmak hareketine tam olarak kilitlenmediğinden daha hareket ettirilemeden tekrar liste çıkmakta ve böylece nesne hareketinde güçlüklerle karşılaşmıştır. Bu nedenle Cabri’nin AT ile etkileşimli kullanım için tam uyumlu olmadığı anlaşılmıştır. Ancak buna rağmen birkaç denemede alışkanlık kazanıldığında bu durumun üstesinden gelindiğinden önemli bir problem olarak görülmemiştir.

Etkileşimlerin sağladığı, dijital ya da basılı görsellerin sağlaması mümkün olmayan anlık düzenleme yapma olanağı, öğrencilerin yanlış anlamalarını önlediği ve etkinliklerle sunulmak istenenleri daha verimli öğrenilmesini sağlamıştır. Ayrıca farklı konular için

değerlerin test edilebilmesinin bu verimliliği artırdığı düşünülmektedir. Bunun aynı zamanda öğrenci tutumlarını da etkilediği gözlemlenmiştir. Elaziz (2008) ve Tuncer (2008), yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlardan söz etmiştir.

Çember denklemleri ve denklemler arasında geçişler gibi daha çok işlem becerisine dayanan ve etkileşim düzeyinin azaldığı konuların öğrencilerin zorlanmalarına neden olmuş ve motivasyonlarını düşürmüştür. Başka bir deyişle, işlem becerisi gerektiren süreçlerin, motivasyon ve etkileşim düzeyi ile ters orantılı olduğu söylenebilir. Ayrıca ek sorular sorulması bu düşüşü bir miktar engellediği düşünülmektedir. Altınçelik (2009), Birgin (2008), Beauchamp ve Kennewell (2008), Glover ve Miller (2001), Hall ve Higgins (2005), McEntyre (2006), Miller ve diğerleri (2004), Reaume (2007), Richardson A. (2002), Schut (2007), Shenton ve Pagett (2007), Smith M. S. (2000), Tataroğlu (2009), Tutak ve Elaziz (2008), Wall ve diğerleri (2005) ve Weimer (2001) çalışmalarında, DGY ve AT ile sağlanan ortamların dersi zevkli hale getirdiği, sıkıcılığı ortadan kaldırdığı ve motivasyonla ilgili olumlu katkıları olduğuna ilişkin sonuçlara yer vermişlerdir.

Değişimlerin gözlemlenmesini sağlayan etkinliklerin, dersin akıcılığını sağladığı söylenebilir. Ayrıca Cabri ve AT sadece etkinliklerin değil, öğretim sürecine ve öğrencilere de dinamizm kazandırmıştır. Evans ve Gibbons (2007) ve Yıldız ve diğerleri (2012) çalışmalarında, benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Bu tür etkinliklerin öğrencilerin nesnelere arası ilişkileri açıkça gösterdiğinden sonuç çıkarma ve genelleme yapmada başarılarını artırdığı söylenebilir.

Etkinliklerin denklem kurma, denklem çözümü gibi cebirsel işlemlerden göster/gizle türünden etkileşimlere daha sonra da değer, formül ya da şekillerdeki değişimi gözlemeye yönelik etkileşimlere doğru ilerlediği görülmüştür. Bu durumlarda, AT ya da Cabri yerine kâğıt kalem ortamının tercih edilmesi, ayrıca bunları göster/gizle gibi etkileşim yerine gerek öğretmen gerek öğrenciler tarafından yazılarak oluşturulması öğretim açısından daha fazla

tercih edilebilir görünmektedir. Bu tür işlemlerin olduğu etkinliklerde Cabri gibi DGY'lerin sadece şekillerin ve ilişkilerin sunumu, formül, değer ya da nesnelerdeki değişimlerin gözlenmesi için kullanılmasının daha uygun olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

**6.1.4. Alt problem 3.1'e (öğrencilerinin matematik dersinde AT kullanımına ilişkin tutumları) ilişkin sonuçlar.** Bu bölümde deney ve kontrol gruplarının matematik dersinde AT kullanımına ilişkin tutumları arasında istatistiksel farklılığına ilişkin sonuçlara ve tartışmalara yer verilmiştir. Öğrencilerin ön test ve son teste verdikleri cevapların puan ortalamasının 3'e yakın olması öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası ortalama düzeyde tutuma sahip olduğunu göstermiştir.

Ortalama puanlar için kullanılan kısaltmalar deney ve kontrol gruplarının hangi alt boyuta ve hangi teste ait puanları olduğunu göstermektedir.

Deney ve kontrol gruplarının ön test puanları incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık ortaya çıkmamıştır. Anlamlı fark olmamasına karşın kontrol grubu öğrencilerinin tutumları daha yüksek çıkmıştır ( $\bar{X}_{DÖ}=65,536 - \bar{X}_{KÖ}=70,625$ ). Son test sonuçlarına göre yine anlamlı bir farklılık bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $\bar{X}_{DS}=63,964 - \bar{X}_{KS}=61,333$ ). Grupların ön test puanları arasında fark olmaması uygulama öncesinde AT kullanımına ilişkin tutumlarının aynı düzeyde olduğunu göstermiştir. Son test puanlarında da yine grupların aynı düzeyde tutuma sahip oldukları ve ÇDM'nin toplam puanlar açısından kontrol grubu ile karşılaştırıldığında öğrencilerin tutumlarında bir değişime neden olmadığı söylenebilir. Bununla birlikte öğrenci tutumlarının uygulama öncesi ve sonrası ortalama düzeyde olduğu belirlenmiş ve matematik dersinde AT kullanımına ilişkin araştırmalarda, Tataroğlu'nun (2009) çalışmasının sonuçlarını desteklemekle birlikte, bunun aksine Akgün ve Kuru Yücekaya (2015), Birgin ve Zengin (2016), Gündüz ve Çelik (2015), Özgen ve Tum (2018), Seyitoğlu (2014), Wall ve diğerleri (2005) çalışmalarında, öğrenci tutumlarının olumlu düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır.



Her bir grubun ön test ve son test puanları incelendiğinde, deney grubunun puanları arasında anlamlı bir farklılık belirlenememiştir ( $\bar{X}_{DÖ}=65,536 - \bar{X}_{DS}=63,964$ ). Bu sonuçlar deney grubunun uygulama sürecinin tutumlarında toplam puanları bakımından anlamlı bir değişime neden olmadığını göstermiştir. Kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak ön test puanları lehine farklılık göze çarpmaktadır ( $\bar{X}_{KÖ}=70,625 - \bar{X}_{KS}=61,333$ ). Bu durum kontrol grubunun uygulama sürecinde, diğer derslerde gerçekleştirilen uygulamalar gibi nedenlerin, tutumlarında düşüşe neden olduğu söylenebilir. Kontrol grubunda olduğu gibi, süreç içerisinde tutumların olumsuz yönde değişiminin deney grubunda gerçekleşmemesi, başka bir deyişle aynı düzeyde kalmasında ÇDM'nin etkili olduğu düşünülmektedir. Kontrol grubundaki değişimlerin nedenlerine ve hangi yönde değişim olduğunu belirlemek için alt boyutlara ilişkin puanların incelenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Deney ve kontrol grupları arasında alt boyut puanları incelendiğinde, birinci alt boyut olan *olumsuz tutum* boyutuna ait ön test ortalama puanları arasında ( $\bar{X}_{DÖ1}=29,714 - \bar{X}_{KÖ1}=32,792$ ) anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Son test puanlarında da benzer biçimde istatistiksel olarak fark ortaya çıkmamıştır ( $\bar{X}_{DS1}=26,571 - \bar{X}_{KS1}=23,667$ ). Bu sonuçlar ışığında, grupların olumsuz tutumlarının süreç içerisinde aynı düzeyde kaldığını göstermiştir.

Deney grubunun ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak fark oluşmamıştır ( $\bar{X}_{DÖ1}=29,714 - \bar{X}_{DS1}=26,571$ ). İstatistiksel olarak fark olmamakla birlikte son test puanındaki düşüş, deney grubunun olumsuz tutumlarında azalma olduğunu göstermiştir. Kontrol grubunda ortalama puanlara göre, istatistiksel olarak farklılık olduğu ortaya çıkmıştır ( $\bar{X}_{KÖ1}=32,792 - \bar{X}_{KS1}=23,667$ ). İstatistiksel olarak fark olması, kontrol grubunun ÇDM uygulanmamasına karşın okul öğretim sürecindeki uygulamaların olumsuz tutumlarını azalttığı anlaşılmaktadır.

İkinci alt boyut olan *olumlu tutum* boyutunda ortalama puanlara göre, grupların ön test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamakla birlikte, kontrol grubunun ön test puanı daha yüksek ölçülmüştür ( $\bar{X}_{DÖ2}=20,107 - \bar{X}_{KÖ2}=22,042$ ). Son test puanlarına göre ise, yine gruplar arası istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ( $\bar{X}_{DS2}=20,536 - \bar{X}_{KS2}=21,833$ ). Bu durum, ÇDM'nin deney ve kontrol grupları arasında olumlu tutuma ilişkin etkisinin bulunmadığını gösterirken, bu alt boyut açısından her bir grubun ön test ve son test puanları arasında yine istatistiksel olarak anlamlı farklılığa rastlanmamıştır. Deney grubunun ön test puanı  $\bar{X}_{DÖ2}=20,107$  ve son test puanı  $\bar{X}_{DS2}=20,536$  olarak ölçülürken, kontrol grubunun ön test puanı  $\bar{X}_{KÖ2}=22,417$  ve son test puanı  $\bar{X}_{KS2}=21,833$  olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlar ışığında uygulama sürecinin olumlu tutum bakımından deney grubunda bir değişim oluşturmadığı, kontrol grubunda da değişime neden olabilecek bir etkenin bulunmadığı söylenebilir.

Üçüncü alt boyut olan motivasyonel etki boyutunda grupların ön test puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $\bar{X}_{DÖ3}=10,071 - \bar{X}_{KÖ3}=10,875$ ). Benzer biçimde son test puanları arasında yine istatistiksel olarak fark ortaya çıkmamıştır ( $\bar{X}_{DS3}=11,000 - \bar{X}_{KS3}=10,917$ ). Buna göre, grupların motivasyonlarında her hangi bir değişimden söz edilememektedir. Bu alt boyutta, deney grubunun ön test ve son test puanları arasındaki farklılık anlamlı çıkmamıştır ( $\bar{X}_{DÖ3}=10,071 - \bar{X}_{DS3}=11,000$ ). Bu nedenle uygulama sürecinin öğrencilerin AT kullanımı bakımından motivasyon üzerinde bir değişime neden olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasındaki ilişki de anlamlı çıkmamıştır ( $\bar{X}_{KÖ3}=10,875 - \bar{X}_{KS3}=10,917$ ). Kontrol grubunun motivasyonunun değiştirecek bir etki ile karşılaşmadıkları anlaşılmıştır. Motivasyon boyutundaki bu sonuçlara karşın, Beauchamp ve Kennewell (2008), Northcote, Mildenhall, Marshall ve Swan (2010) ve Yıldızhan (2013) çalışmalarında, AT'nin matematik dersinde motivasyonu artırıcı etkiye sahip olduğuna ilişkin sonuçlara ulaşmışlardır.

AT'nin veri saklama özelliğine ilişkin dördüncü alt boyutta, grupların ön test puanları arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır ( $\bar{X}_{DÖ4}=5,964 - \bar{X}_{KÖ4}=4,917$ ). Son test puanları  $\bar{X}_{DS4}=5,857$  ve  $\bar{X}_{KS4}=4,917$  olarak ölçülen grupların bu puanları arasındaki ilişki de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Buna göre, grupların veri saklama özelliğine karşı aynı düzeyde tutuma sahip oldukları söylenebilir. Her bir grubun ön test ve son test puanları incelendiğinde, deney grubunun puanları arasında yine istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ( $\bar{X}_{DÖ4}=5,964$  ve  $\bar{X}_{DS4}=5,857$ ). Aynı biçimde kontrol grubunun da ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $\bar{X}_{DÖ4}=4,917$  ve  $\bar{X}_{DS4}=4,917$ ). Bu durum, gerçekleştirilen uygulama sürecinin AT'nin veri saklama özelliği açısından deney grubunun tutumlarında değişime neden olmadığını göstermiştir. Bununla birlikte kontrol grubunda da anlamlı fark oluşturacak bir etki görülmemiştir.

Sonuç olarak, genel anlamda ortalama puanların alt boyutlardan alınabilecek ortalama puanlara ve birbirlerine yakın düzeydedir ve ÇDM, deney grubu öğrencilerinin tutumlarına etki etmediği, sadece kontrol grubundaki olumsuz tutumdaki artışın deney grubunda gerçekleşmesini engellediği söylenebilir. Öğrencilerin bilgisayar, tablet ve cep telefonu gibi etkileşimli BİT'i halı hazırda kullanıyor olmaları bunun temel nedeni olarak görülmektedir.

**6.1.5. Alt problem 3.2 (öğrencilerin matematik dersinde AT kullanımına ilişkin tutumlarının çeşitli değişkenler bakımından analizi) sonuçlar.** Öğrencilerin ön test–son test modeline göre uygulanmış olan matematik dersinde AT kullanımına yönelik tutum ölçeğinden aldıkları puanlar, cinsiyet, teknolojiye yönelik ilgi, evde bilgisayara sahip olup olmama ve matematik derslerinde teknoloji kullanmayı isteme durumu gibi değişkenler bakımından analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar bu bölümde tartışılmıştır.

**Cinsiyet değişkeni bakımından,** ön test puanları arasında istatistiksel olarak farklılık ortaya çıkmamıştır ( $\bar{X}_{KÖ}=67,172$  ve  $\bar{X}_{EÖ}=68,783$ ,  $p>0.5$ ). Son test puanlarında ise, erkek öğrenciler lehine istatistiksel olarak fark bulunmuştur ( $\bar{X}_{KS}=58,793$  ve  $\bar{X}_{ES}=67,739$ ,  $p<0.5$ ).

Aytaç (2013) tarafından yapılan çalışmada farklılık kız öğrenciler lehine bulunurken, Birgin ve Zengin (2016), Gündüz ve Çelik (2015) ve Tataroğlu (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Kız öğrencilerin ortalama puanlarındaki düşüş istatistiksel farklılığı işaret ederken, uygulama sonrası tutumlarında negatif yönlü değişim olduğu görülmüştür. Bu durumda farklılığın ÇDM'den kaynaklanma olasılığını incelemek üzere, deney grubunun toplam puanları incelendiğinde, ön test puanları bakımından istatistiksel olarak fark olmamakla birlikte ( $\bar{X}_{DKızÖ}=63,625$  ve  $\bar{X}_{DErkekÖ}=68,083$ ,  $p>0.5$ ), son test puanlarında erkek öğrenciler lehine anlamlı farklılığa rastlanmıştır ( $\bar{X}_{DKızS}=60,438$  ve  $\bar{X}_{DErkekS}=68,667$ ,  $p<0.5$ ). Bu sonuçlar, ÇDM'nin AT karşı tutum bakımından, kız öğrencilerde değişime neden olduğu ve bu değişimin uygulama sürecinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, deney grubundaki erkek ve bayan öğrenci gruplarının her biri için ön test – son test puan incelemesine göre kız öğrencilerin tutum puanlarında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür ( $\bar{X}_{DKızÖ}=63,625$  ve  $\bar{X}_{DKızS}=60,438$ ,  $p>0.5$ ). Erkek öğrencilerde ortalama puanın değişmediği söylenebilir ( $\bar{X}_{DErkekÖ}=68,083$  ve  $\bar{X}_{DErkekS}=68,667$ ,  $p>0.5$ ). O halde son test puanlarında her iki grubun uygulama sonrasında istatistiksel olarak fark olmasa da son testte, cinsiyet bakımından farklılık oluşturduğu, başka bir deyişle kız öğrencilerin tutumlarındaki küçük bir miktardaki negatif değişimin erkeklerin tutumları ile farklılaştırmasına neden olduğu söylenebilir. Özetle ÇDM bayan öğrencilerin ön test son test puanları arasında önemli bir değişime neden olmamış, ancak erkek öğrencilerin puanları ile negatif yönde farklılaşmasına neden olmuştur.

Cinsiyet bakımından farklılığın alt boyutlar bakımından belirlenmesi için alt boyut puan sonuçları incelenmiştir. Birinci alt boyutta, gruplar arası ön test puanlarında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $\bar{X}_{KızÖ1}=30,897$  ve  $\bar{X}_{ErkekÖ1}=31,435$ ),  $p>0.5$ . Son test puanlarına göre, yine istatistiksel olarak fark olmamasına karşın ortalama puanlarda azalma görülmüştür

( $\bar{X}_{KızS1}=24,552$  ve  $\bar{X}_{ErkekS1}=26,870$ ,  $p>0.5$ ). Ayrıca deney grubunda olumsuz tutum bakımından cinsiyete göre puanlar ele alındığında, ön test ( $\bar{X}_{DKızÖ1}=29,125$  ve  $\bar{X}_{DErkekÖ1}=30,500$ ,  $p>0.5$ ) ve son test ortalamaları ( $\bar{X}_{DKızS1}=27,688$  ve  $\bar{X}_{DErkekS1}=25,083$ ,  $p>0.5$ ) arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır. Her bir grubun ön test – son test karşılaştırmaları incelendiğinde ise, erkek öğrencilerin olumsuz tutum puanlarında ( $\bar{X}_{DErkekÖ1}=30,500$  ve  $\bar{X}_{DErkekS1}=25,083$ ,  $p<0.5$ ) anlamlı farklılığa rastlanmıştır. Bu durum, ÇDM'nin erkek öğrencilerin olumsuz tutumlarında azalmaya neden olduğunu, bayan öğrencilerde istatistiksel olarak değiştirmedini göstermiştir.

Ön test puanları, ikinci alt boyut bakımından istatistiksel olarak incelendiğinde gruplar arasında, istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $\bar{X}_{KızÖ2}=20,586$  ve  $\bar{X}_{ErkekÖ2}=21,522$ ,  $p>0.5$ ). Son test puanlarına göre, yine istatistiksel olarak fark ortaya çıkmamıştır ( $\bar{X}_{KızÖ2}=19,690$  ve  $\bar{X}_{ErkekÖ2}=22,957$ ,  $p>0.5$ ). Deney grubunun olumlu tutum bakımından cinsiyete göre puanları ele alındığında ise, ön test ( $\bar{X}_{DKızÖ2}=19,063$  ve  $\bar{X}_{DErkekÖ2}=21,500$ ,  $p<0.5$ ) ve son test puanları ( $\bar{X}_{DKızS2}=18,063$  ve  $\bar{X}_{DErkekS2}=23,833$ ,  $p<0.5$ ) arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır. Deney grubunda erkek ve kız öğrenci gruplarının her biri için ön test son test karşılaştırmalarında anlamlı bir değişimden söz edilmemektedir (kız öğrenciler için  $\bar{X}_{DKızÖ2}=19,063$  ve  $\bar{X}_{DKızS2}=18,063$ , erkek öğrenciler için  $\bar{X}_{DErkekÖ2}=21,500$  ve  $\bar{X}_{DErkekS2}=23,833$ ,  $p>0.5$ ). O halde erkek ve kız öğrencilerin son test puanları arasında farklılığa rastlanmasına karşın her biri için ön test ve son test puanlarında rastlanmaması ÇDM'nin cinsiyet bakımından olumlu tutumlara etkisi olmadığını, ancak deney grubunda son testte erkek öğrencilerin puanlarında artış gözlenirken kız öğrencilerde azalması bu farkı ortaya çıkarmıştır. Başka bir deyişle deney grubunda son test puanlarında cinsiyete göre düşük de olsa puan farkının oluşması anlamlı farklılığa neden olmuştur. Bu durum ÇDM'nin, erkek ve kız öğrencilerin son test puanlarında ters yönlü etki ederek farklılığa neden olduğu ile açıklanabilir.

Üçüncü alt boyut bakımından tüm öğrenci puanları incelendiğinde, ön test puanları arasında, cinsiyet bakımından istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $\bar{X}_{KızÖ3}=10,103$  ve  $\bar{X}_{ErkekÖ3}=10,867$ ,  $p>0.5$ ). Son test puanlarına göre, kız öğrenciler lehine istatistiksel olarak fark ortaya çıkmıştır ( $\bar{X}_{KızS3}=12,217$  ve  $\bar{X}_{ErkekS3}=9,966$ ,  $p<0.5$ ). Bu durum tüm erkek öğrenciler bakımından AT'nin motivasyonel etkisi ile ilgili tutumları arasında uygulama öncesi fark bulunmazken, uygulama sonrası fark oluştuğunu göstermiş ve deney grubunun puanlarının incelenmesi zorunluluğu hissettirmiştir. Deney grubu ön test ve son test puanları cinsiyet bakımından incelendiğinde ise, her iki testte de anlamlı farklılığa rastlanmamıştır ( $\bar{X}_{DKızÖ3}=9,625$  ve  $\bar{X}_{DErkekÖ3}=10,667$ ,  $\bar{X}_{DKızS3}=10,000$  ve  $\bar{X}_{DErkekS3}=12,333$ ,  $p>0.5$ ). Aynı duruma deney grubunda, her bir cinsiyetin ayrı olarak ön test ve son test puanları arasında da gerçekleşmiştir (kız öğrenciler için  $\bar{X}_{DKızÖ3}=9,625$  ve  $\bar{X}_{DKızS3}=10,000$ , erkek öğrenciler için  $\bar{X}_{DErkekÖ3}=10,667$  ve  $\bar{X}_{DErkekS3}=12,333$ ,  $p>0.5$ ). Bu durumda deney grubu puanlarına göre, uygulamanın istatistiksel olarak öğrencilerin motivasyonel etkilerine katkısının olmadığı söylenebilir.

Dördüncü alt boyut bakımından gruplarının puanları incelendiğinde, ön test puanları arasında, istatistiksel farklılık olmamakla birlikte ( $\bar{X}_{KızÖ4}=5,586$  ve  $\bar{X}_{ErkekÖ4}=5,348$ ,  $p>0.5$ ), son test puanları arasında, erkek öğrenciler lehine anlamlı fark gözlenmiştir ( $\bar{X}_{KızS4}=4,586$  ve  $\bar{X}_{ErkekS4}=6,478$ ,  $p<0.5$ ). Bu durum tüm öğrenciler bakımından AT'nin veri saklama özellikleri ile ilgili tutumları arasında uygulama öncesi fark bulunmazken, uygulama sonrası fark oluştuğunu göstermiş ve deney grubunun puanlarının incelenmesi zorunluluğu hissettirmiştir. Deney grubunun ön test puanlarında cinsiyet bakımından farklılık bulunmamaktadır ( $\bar{X}_{DKızÖ4}=5,813$  ve  $\bar{X}_{DErkekÖ4}=6,167$ ,  $p>0.5$ ). Ancak son test puanlarında farklılık bulunmuştur ( $\bar{X}_{DKızS4}=4,688$  ve  $\bar{X}_{DErkekS4}=7,417$ ,  $p<0.5$ ). Erkek öğrencilerin ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında, uygulama sonrası veri saklama özelliği bakımından kız öğrencilere göre daha tutumlarının yüksek olduğu, ayrıca uygulama öncesine göre tutumlarının düzeylerinin

arttığı, kız öğrencilerin ise azaldığı söylenebilir. Bu durum ÇDM'nin uygulama sonrasında cinsiyet bakımından ters etki yaparak farklılığın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Deney grubunda her bir cinsiyetin kendi ön test ve son test puanlarında ise anlamlı farklılığa rastlanmamıştır (kız öğrenciler için  $\bar{X}_{DKızÖ4}=5,813$  ve  $\bar{X}_{DKızS4}=4,688$ , erkek öğrenciler için  $\bar{X}_{DERkekÖ4}=6,167$  ve  $\bar{X}_{DERkekS4}=7,417$ ,  $p>0.5$ ). Yani ÇDM'nin cinsiyetlerin kendi içinde veri saklama özelliği bakımından tutumlarını değiştirmedeği söylenebilir.

Uygulama öncesi cinsiyet değişkeni bakımından aynı düzeyde tutuma sahip öğrencilerin, uygulama sonrasında toplam tutum puanı ile yine uygulama sonrası motivasyonel etki ve veri saklama alt boyutları bakımından farklılık olduğu belirlenmiş ve bu farklılıklar neticesinde deney grubu öğrencilerinin cinsiyet değişkeni bakımından tutumlarının incelenmesini gerektirmiştir. Deney grubunda ise, cinsiyet bakımından uygulama sonrası toplam tutum puanları ile yine uygulama sonrası olumlu tutum boyutunda ve veri saklama özelliği bakımından tutumlarda farklılıklar belirlenmiştir. Ancak her bir grubun kendi uygulama öncesi ve uygulama sonrası tutumlarda değişim olmaması, deney grubunda temel olarak ÇDM'nin erkek öğrenciler üzerinde olumlu etkisini tutumlarını sabit tutmasından, kız öğrencilerin ise tutumlarında negatif eğilim göstermesinden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmasını sağlamıştır.

**Teknoloji ilgisi bakımından,** öğrenci tutumlarına ilişkin bulgulara ait sonuçlar aşağıda tartışılmıştır.

Grupların ön test puanları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır. Bu durum beklenen bir durum olmakla birlikte son test puanlarında çıkabilecek olası farklılıkları belirlemek için ortalama puan bakımından deney ve kontrol grupları denkleştirilmiştir. Son test puanları incelendiğinde toplam puan bakımından farklılığa rastlanmaz iken son test puanlarında sadece dördüncü alt boyut olan veri saklama özelliği bakımından anlamlı farklılığa rastlanmıştır. Farklılık, *çok yüksek - orta* teknoloji ilgisine sahip öğrencilerden çok

yüksek olanların lehine ortaya çıkmıştır ( $\bar{X}_{\text{ÇYTİS4}} = 7,167$  ve  $\bar{X}_{\text{OTİS4}} = 4,690$ ,  $p < 0.5$ ).

Farklılığın deney grubunda yansımalarının belirlenmesi bakımından, bu gruptaki öğrenci puanlarının ayrıca incelenmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu nedenle, deney grubu öğrencilerinin teknoloji ilgisi açısından puanları incelendiğinde, sadece son test puanlarında dördüncü alt boyut yani veri saklama özelliğine ilişkin tutumlarda *çok yüksek – orta* teknoloji ilgisine sahip öğrenciler arasında çok yüksek lehine farklılığa rastlanmıştır. Bu durum, ÇDM ve uygulama sürecinin deney grubu öğrencilerinde bu çok yüksek grubunun veri saklama özelliğine ilişkin tutumlarında pozitif yönlü etkili olurken, orta ilgiye sahip öğrencilerin tutumlarında negatif yönlü etkisi olduğunu söylemek olasıdır.

Teknoloji ilgisi bakımından deney grubunda, her bir teknoloji ilgisi grubuna ait ön test ve son test verileri incelendiğinde ise, çok yüksek, orta ve düşük gruplarının toplam puan ve alt boyutlar bakımında ön test ve son test verileri arasında farklılık bulunamamıştır. Farklılığa sadece, yüksek teknoloji ilgisine sahip öğrencilerin birinci alt boyut yani olumsuz tutum boyutu ön test ve son test puanları arasında, ön test lehine rastlanmıştır ( $\bar{X}_{\text{DYTİÖ1}} = 33,900$  ve  $\bar{X}_{\text{DYTİS1}} = 27,200$ ,  $p < 0.5$ ). Bu durum, ÇDM ve uygulama sürecinin deney grubu öğrencilerinden yüksek teknoloji ilgisine sahip öğrencilerin olumsuz tutumlarının azalmasına neden olduğuna işaret etmektedir.

**Bilgisayara sahip olma değişkeni bakımından**, öğrenci puanları arasında, ön test ve son test toplam puanları ile ve alt boyut puanları, bunların dışında deney grubunda toplam ve alt boyut puanları ile bilgisayar sahibi olan ve olmayan öğrencilerin her biri için ön test, son test ve alt boyut ön test ve son test puanlarının hiç birinde arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır. Özetle, bilgisayar sahipliği durumuna göre öğrencilerin AT kullanımına ilişkin tutumları bakımından hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası tutumlarında değişiklik olmadığını görülmüştür. Birgin ve Zengin (2016) ve Gündüz ve Çelik (2015) tarafından yapılan çalışmalarda, bu sonuçları desteklemekte, tersi bir sonucu rapor eden



araştırmaya ise rastlanmamıştır. Öğrencilerin tamamına yakınının (n=50) bilgisayara sahip olması teknoloji kullanımı konusunda sahip oldukları alışkanlıkların yerleşmiş durumda olma olasılığını artırdığı düşünülmektedir.

Deney grubuna uygulanan istatistiksel analizlerde, alt boyutlar bakımından, bilgisayar sahibi olanlarda ön test puanları ile son test puanları farkı az miktarda olurken ( $\bar{X}_{DEÖ1} = 28,792$  ve  $\bar{X}_{DES1} = 26,542$ ,  $p>0.5$ ), bilgisayarı olmayan öğrencilerde değişim belirgin olmuştur ( $\bar{X}_{DHÖ1} = 35,250$  ve  $\bar{X}_{DHS1} = 26,750$ ,  $p<0.5$ ). Bilgisayarı olmayan öğrencilerin AT'nin sınıfta kullanımı ile uygulamada kullanım yöntemi arasında olumsuz tutumlarının pozitif yönde bir miktar değiştiği söylenebilir. Kullanım biçimindeki farklılığın bu değişimin nedeni olarak görülmektedir ki, özellikle etkinliklerin etkileşimli ve dolayısıyla öğrencilerin aktif olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, Alt Problem 3.1 ile benzer biçimde uygulamanın öğrencilerin tutumlarını teknolojinin derste kullanılmasını istemeleri bakımından, birkaç alt boyut dışında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da uygulamanın öğrencilerin sürdürülmekte olan öğretim sürecinin oluşturduğu beklentileri kısmen karşıladığı söylenebilir. Elaziz (2008), Hwang, Chen ve Hsu (2006) ve Tataroğlu (2009) yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlardan söz etmişlerdir.

**6.1.6. Alt problem 4'e (öğrencilerin öğretim sonunda uygulanan ÜDS'de kavram ve genellemeleri öğrenme düzeyleri) ilişkin sonuçlar.** Uygulama süreci sonunda öğrencilerin, kavram ve genellemeleri öğrenme düzeylerini belirlemek üzere önce deney ve kontrol grubunun ön test verisi olarak 2014 – 2015 öğretim yılı geometri dersi I. dönem geometri notları elde edilerek denk gruplar olması sağlanmıştır. Daha sonra ÜDS uygulanmış ve verilen cevaplardan elde edilen sonuçlar bu bölümde tartışılmıştır. Ortalama puanların kısaltması olarak grupların baş harfleri (D ve K) ve ön test için  $\bar{O}$ , son test için  $\bar{S}$  kullanılmıştır.

Grupların ön test ortalama değerleri incelendiğinde gruplar arasında farklılığa rastlanmamış olup ( $\bar{X}_{DÖ} = 72,875$  ve  $\bar{X}_{KÖ} = 77,125$ ), bu ÇDM'nin katkısını belirlemek bakımından istenen bir durumdur. Son test verisi olarak kullanılan ÜDS sonuçlarına göre deney grubunun başarısına istatistiksel olarak anlamlı düzeyde katkı yaptığı anlaşılmıştır ( $\bar{X}_{DS} = 79,630$  ve  $\bar{X}_{KS} = 65,250$ ). Başka bir deyişle, ispata dayalı 5E modeline göre Cabri'de hazırlanan etkileşimli etkinliklerin AT ortamında sunumu çember ile ilgili kavram ve genellemelerin öğretiminde başarıyı artırmıştır. ÜDS bulgularına göre, istatistiksel farkın YÖY ile öğrenim gören deney grubunun lehinde olması, Bukova (2006), Bulut (2013), Kemankaşlı (2010) ve Chamundeswari (2014) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumlu olmakla birlikte, Chung (2004) ve Pat (2001) yaptığı çalışmada fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır. Tapan-Broutin ve Arslan (2012), 2002 ve 2011 yılları arasında matematik eğitiminde DGY kullanımını ilgili çalışmaları incelemiştir. Çalışmaların neredeyse tamamının DGY'nin öğrenci başarısında pozitif etkisinin olduğu sonucuna ulaşıldığını rapor etmişlerdir.

Aynı zamanda, ÇDM'nin öğrenci başarısına katkısının bir boyutu da, AT kullanılmasından kaynaklandığına ilişkin olmakla birlikte, Dhindsa ve Emran (2006) ve Zittle (2004) tarafından yapılan çalışmalarda öğrencilerinin AT'ta geometri öğretimine etkisini araştırmıştır ve her iki çalışmada öğrencilerin başarısı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve olumlu yönde farklılık olduğu ortaya çıkmıştır. Lewin ve diğerleri (2008), araştırmalarında öğretimde iki yıldan fazla süre AT kullanıldığında matematik, İngilizce ve fen sınavlarına olumlu yansıdığı sonucuna ulaşmıştır.

Kavramsal açıklamaların yer aldığı sorularda, ÇDM'nin daha fazla matematiksel dil kullanmayı sağladığı ulaşılan bir başka sonuçtur. İspat üzerine yapılan öğretim bunun ana nedeni olduğu düşünölmektedir. Sorularda açıklama yapma ve neden gösterme gibi verilerle ilgili herhangi bir istekte bulunulmamasına karşın bunları yapmaları AT'de sınıf ortamında iletişim kurarak işlem yapmaları ve yapılandırmacı sınıf ortamında kendilerini ifade etme

fırsatı bulmaları ve bu duruma alışmaları ile ilişkilendirilmiştir. Altınçelik'in (2009) ve Lee ve Boyle'un (2003) çalışmalarında, bu araştırma ile benzer sonuçlara ulaşıldığı ve öğrencilerin AT kullanılması ile derse daha fazla katılım gösterdikleri belirlenmiştir.

Etkileşimin daha yoğun olduğu etkinliklerle ilgili sorularda, ÇDM'nin öğretime olumlu katkı yaptığı belirlenmiştir.

Etkileşim ve ispatı temele alan uygulama sürecinin öğrencilerin akıl yürütme becerilerini geliştirdiği ve ezberleyerek işlem yapma eğilimini azalttığı söylenebilir. Uygulama sürecinin belli bir süre ile kısıtlı kalması, ezberleme eğilimini büyük oranda azalttığı söylemek için yeterli olmamakla birlikte, tüm bir öğretim sürecini kapsadığında olası sonuç olarak öngörülmektedir. Uygulama sürecinin tekrar edilmemesinin ispat süreçlerini hatırlamayı güçleştirdiği söylenebilir.

Deney grubunun şekiller arası ilişkilerin kurulduğu etkileşimlerle ilgili sorularda daha başarılı olması, Cabri'nin nesnelere ilişkilendirme özelliğinin, bu ilişkilere dayanan sorularda öğrenci başarısını artırmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Sorularda, bazı özellikler verilmemesine karşın, şeklin görüntüsünden özellikler varmış gibi değerlendirdiklerinden ve soruda verilenleri dikkatli okumamalarından ve ezbere dayalı işlem yapmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kontrol grubunun daha fazla yapıldığı belirlenen hatanın aradaki farkın nedeni olarak görülmüştür. Deney grubunda Cabri'nin ilişkilendirmeler sırasında, şekil ve özelliklerinin belli koşullara bağlı olarak yapılandırmasının etkisinin olduğu düşünülmektedir. Ayrıca AT'nin sınıf ortamında sunum ve sosyal ortam sağlama özelliğinin bu tür hataları azalmasına neden olduğu söylenebilir.

ÜDS'den elde edilen sonuçlara göre, ÇDM'nin öğrenci başarısına anlamlı olarak katkı yaptığı gibi, şekiller ve özellikler arası ilişkileri çizmeleri gereken sorularda fark oluşturduğu ortaya çıkmıştır. Ön öğrenmelerine ve kavram yanlışlarına ilişkin problemlerin büyük olasılıkla ezbere öğrenmeden kaynaklandığı düşünüldüğünden, diğer üniteler için

geliştirilecek 5E modeline dayanan öğretim sürecinin ve gerekli olduğu durumlarda etkileşimli etkinliklerin tasarlanarak kullanılmasının problemlerin çözümüne katkı yapabileceği sonucuna varılmıştır. Uzun (2013) Cabri ve AT'nin öğrenci başarısı üzerine etkisi olduğu, Akçayır (2011) AT 'nin akademik başarıyı artırdığı, Ekici (2008) AT'nin matematik öğretiminde faydalı olduğu sonuçlarından söz etmiş, Dill (2008) ve Tataroğlu (2009) ise bu sonuçlara zıt olarak AT'nin akademik başarı üzerinde etkisi olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Işıksal ve Aşkar (2005) yaptıkları çalışmada, geometri dersinde DGY yazılımının öğrenci başarısını artırdığı sonucuna ulaşırken, Bedir, Yılmaz ve Keşan (2005), Birgin ve diğerleri (2008), Liao (2007), Özdemir ve Tabuk (2004) ve Tjaden ve Martin (1995) benzer teknolojileri kullanarak gerçekleştirilen öğretimlerde benzer sonuçları elde etmişlerdir. Bununla birlikte, genellemeleri hatırlamama problemlerinin temelinde etkinliklerin öğretim süreci dışında tekrar edilmemiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tekrar ile birlikte ÇDM'nin öğrenci başarısını daha fazla artıracacağı söylenebilir.

**6.1.7. Alt problem 5'e (öğrenciler 5e modeline uygun olarak geliştirilen ders modülü ile gerçekleştirilen öğretim ile ilgili görüşleri) ilişkin sonuçlar.** Öğrencilere uygulama sonrasında yapılan sınavdan aldıkları puanlara göre deney grubundan en yüksek puanı alan 2 öğrenci, orta düzeyde puan alan 2 öğrenci ve en düşük puan alan 2 öğrenci ile yapılan görüşmeden elde edilen sonuçlar bu bölümde yorumlanarak tartışılmıştır.

**İçsel özellikler bakımından,** öğrencilerin ifadelerinden okuldaki öğretim sürecinde YÖY'ü temele alan bir öğretim süreci gerçekleşmediği anlaşılmaktadır. Bu tür uygulama süreçlerinin sürekli uygulanmamasına bağlı olarak başlangıçta zor olduğu ve alışma sürecinin gerekli olduğu belirlenmiştir. Buna paralel olarak, Hall ve Higgins (2005) altıncı sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada, bu teknolojiye alışmak için zamana gerek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Uzun süreli ve rutin bir süreç haline gelmesi öğrencilerde dikkat dağılmasına ve ilginin azalmasına neden olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte ispat süreçlerinin ve dinamik özellikler üzerinde manipülasyonların gerçekleştirilmesinin öğrenmenin kalıcılığını sağladığı ve öğrencilerin dikkatlerini tekrar kazanmalarına yardımcı olduğu anlaşılmıştır.

**Öğrenme durumları bakımından,** öğrencilerin aktif katılımlarının, onları motive ettiği ve memnuniyet duydukları ve okuldaki öğretim süreçlerinde aktif katılım olmadan ezberle öğrenme gerçekleştiği anlaşılmıştır. Bu nedenle ezberlemeden anlayarak ve ispatlar ile kavram ve genellemelerde ne anlatılmak istendiğinin farkına vararak öğrenilmesi, uygulamanın olumlu yönleri olarak ortaya çıkmıştır.

Bununla birlikte YÖY temelinde olması, öğretim sürecinin olumlu yürütülmesi bakımından yeterli olmadığı, mevcut sınav sisteminin uygulanması ve süreç değerlendirmesinin dâhil edilmemesi ÇDM ve benzeri uygulamaların etkili olmasını engellediği söylenebilir. Bu nedenle YÖY'ü reddeden öğrencilerin bulunmasına neden olduğu düşünülmektedir. Böylece doğrudan formülün verildiği, yüksek düzeyli bilişsel süreçlere gerek duyulmayan bir öğretim süreci, kavram ve genellemelerin öğrenilmesi için fazla zaman harcamanın gereksiz görülmesine neden olmaktadır. Can (2010), buna paralel olarak öğretmen adaylarının, birçok öğretmenin, velinin ve öğrencilerin teknoloji kullanımının sınav sistemi içerisinde zaman kaybı olarak düşündükleri sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca öğrenci görüşlerinden, ÇDM'nin öğrencilerin farkında olmadıkları ya da öğretim sürecinin sıkıcı yönlerinden kurtaran bir öğrenmenin gerçekleşmesine neden olduğu belirlenmiştir. Bu düşünceyi ortaya çıkaran temel nedenin, süreç içerisinde aktif olmaları ve etkinliklerin yürütücüsünün kendileri olmalarından kaynaklandığı söylenebilir.

**ÇDM'nin değerlendirilmesi bakımından,** etkinliklerin etkileşim içermesi ve bu etkileşimleri öğrencilerin kendilerinin gerçekleştirmesi ve etkileşimle birlikte aç, uzunluk, değer vs. özelliklerin değişimlerin gözlenebilmesi ve bunların öğrencilerin isteği

doğrultusunda deneyimleyebilmeleri, ÇDM için olumlu görüş bildirmelerine neden olmuştur. Bununla birlikte, AT kadar kâğıt ve kalem ortamının da gerekliliği ortaya çıkmıştır. İki ortamın harmanlanmış olarak kullanımının ideal öğrenme ortamını oluşturacağı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca uzayan ve işlem becerisi gerektiren aşamalarda kendi ürünleri olan işlemlerini oluşturmalarına yardım ederek öğrencileri tek düze bir etkileşim sürecinden kurtardığı söylenebilir.

ÇDM’de AT ve Cabri kullanımının, görselleştirmeyi sağlamanın öğrencilerin dikkatini artırdığı ve böylece kavram ve genellemelerin daha net ve farkında olarak anlaşılmasına destek olduğu söylenebilir. Karataş ve Güven (2008) görselleştirmenin, Can (2010) görselleştirme ve dinamik görselleştirmenin yararlarına işaret etmektedir.

ÇDM’nin gerçek hayat senaryoları ve öğrenci çevrelerinden örneklerin kullanılması öğrencilerin ilgi ve dikkatlerini artırmıştır. Bu şekilde problem durumunun öğrenciler için merak uyandırıcı etkiye sahip olduğu öğrenci görüşlerinden de anlaşılmaktadır.

Okul öğretim sürecindeki alışkanlıkları, ÇDM’nin yararlılığını olumsuz etkileyen nedenler arasında sayılabilir. Bu alışkanlıkla birlikte öğrencilerin, kendi öğrendikleri bilgiye güvenmedikleri, asıl bilgi kaynağı olarak öğretmeni gördükleri, bilgiyi sadece öğretmenden ve alışkın oldukları öğretim biçimiyle öğrenebilecekleri düşüncesine sahip oldukları belirlenmiştir. Başka bir deyişle YÖY’e ve ÇDM ile gerçekleştirilen öğretim sürecine olumsuz yaklaşan öğrencilerin, kendine güven bakımından problem yaşadıkları da söylenebilir.

Öğrencilerin öğretim süreci bakımından zaman kaygısı yaşadıkları belirlenmiştir. Bu kaygının test tekniği ile birlikte kısa sürede çok soru çözme isteğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte alıştırma sayılarının yeterli olmadığı eleştirisinde de öğrencilerin haklı olabileceği düşünülmektedir. Araştırmacının deneyimi ve öğrencilerin sürdürdükleri öğretim ve değerlendirme süreci dikkate alındığında ÇDM’nin geliştirilmesinin

gerekli olduğu düşünülmektedir. Glover ve diğerleri (2007), Tataroğlu (2009) ile Türel ve Johnson (2012) çalışmalarında, bu kaygı ve çelişki durumuna ilişkin sonuçlarla bu çalışmanın sonuçlarını desteklemişlerdir. Akçayır (2011), ise çalışmasında süre kaygısına gerek olmadığı ile ilgili sonuçlara ulaşmıştır.

**Uygulama sürecini değerlendirme bakımından,** ÇDM'nin geliştirilmesine ilişkin önerilerde bulunmaları, böyle bir öğretim sürecini büyük oranda benimsediklerini işaret etmektedir. Başka bir ifadeyle, uygulama sürecine ilişkin değerlendirmelerinin, tavsiye ve öz eleştirilerden oluştuğu belirlenmiştir. Öz eleştiri boyutunda, bu tür süreçlere alışkanlıklarının bulunmamasından kaynaklanan ön yargıların olumsuz görüşlere neden olduğu ortaya çıkmıştır. Bu da, öğrencilerin anlamadıklarını belirttikleri kavram ve genellemelerin altında yatan neden olarak görülmektedir. Kayan, Haser ve Bostan (2013) çalışmalarında öğretmenler açısından bu tür bir çelişkiye değinerek, YÖY'e ilişkin inançlarda, geleneksel anlayışın etkisini sürdürebildiğine paralel sonuçlardan söz etmişlerdir. Haser (2006) ise, bu tür çelişkiyi destekleyen sonuçlara yer vermiş, öğretmen adayları matematik eğitiminde problem çözme ile ilgili birbiri ile çelişen iki inanış demetinden geleneksel olanını üniversite öncesi eğitimleri sırasında merkezi sınavlara hazırlanma sürecinde, yapılandırmacı olanını ise üniversite öğrenimindeki deneyimleri sürecinde geliştirmiş olabileceğini belirtmiştir.

**AT ile ilgili görüşler bakımından,** öğrencilerin olumsuz görüşlere sahip olmadıkları, bunun nedeni de süregelen öğretim sürecinde kullanmaları ve görselleştirme ile birlikte sınıfta sunum olanakları olarak belirlenmiştir. Bunun da tersi bakımından, görselleştirme olumlu görüşlerinin de asıl nedeni olarak ortaya çıkmıştır. Bu özelliğinden dolayı öğrencilerin görüşlerinden, görselleştirmeye uygun konularda kullanılmasını, buna karşın işlemlerle ilgili genellemelerde kâğıt ve kalem ortamının kullanılmasını tercih ettikleri ve böylece öğretimde daha etkili kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin derslerde, şekilleri hızlı ve düzgün çizilebilmeleri ve farklı renklerle görselliğin desteklenmesine önem verdikleri belirlenmiştir. Ayrıca, etkileşimin ve dinamik etkinliklerin bu özelliklerin etkisini artırdığı söylenebilir. Benzer biçimde Akçayır (2011) çalışmasında öğrencilerin AT'yi yararlı bulduğu sonucuna ulaşmıştır.

AT'nin sınıf ortamında sunum olanağının öğrencilerin düşüncelerine göre, öğretim sürecine olumlu yansıdığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca Cabri ile birlikte öğrencilerin keşfetme çabalarını desteklediği ve bunun da başarılarında artışa neden olduğu söylenebilir. Dinamik işlemlerin, ilişkileri ve özellikleri net biçimde gözlemlemelerini sağlamasını, *Uygulamalı öğrenme ve net görme* olarak nitelendirdiklerine neden olmuştur. Akçayır (2011), BECTA'nın (2003a), Glover ve Miller (2001), Lee ve Boyle (2004), Wall ve diğerleri (2005), Warwick, Mercer, Kershner ve Staarman (2010) çalışmalarında, AT'nin yararlı olduğu, ilgi ve motivasyonu artırdığına ilişkin sonuçlar, çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir.

AT ve Cabri gibi teknolojilerin derslerde, öğrenciler tarafından kullanılmadığı, yani öğretmen merkezli yaklaşımla kullanıldığı anlaşılmaktadır. Öğrencilerin etkileşimler sırasında gösterdikleri heyecan duygusu ya da araştırmacı tarafından uygulama yapabilecekleri hatırlatıldığı sürece uygulamaya kalkmaları, bunun göstergesi olarak değerlendirilmiş, öğrenci görüşleri de bunu sonucu desteklemiştir. Dinamik yapılarla etkileşim üzerine Taş (2010) ve Demir'in (2010) elde ettiği sonuçlar, çalışmayı desteklemektedir.

ÜDS'de düşük başarı gösteren öğrencilerde, esas problemin yapamamaktan ya da ÇDM ile öğrenememekten daha çok, ön yargılardan kaynaklandığı söylenebilir. Yani önyargıları öğretim sürecine zorlama ile ve istemeyerek katılmalarına neden olmuş ve böylece başarıları düşük çıkmıştır. Aksu (2008), çalışmasında bu tür düşüncelerin programdan kaynaklandığına ilişkin sonuçlara yer vermiştir. Baki (2006) benzer problemlerin kitaplarda yaşandığını belirtirken, Alakoç (2003) doğru kullanıldığında teknoloji destekli öğretimin yararlı olduğuna ilişkin sonuçlara yer vermiştir.



Uygulama sürecindeki sınırlı koşullar (sınırlı süre gibi) dikkate alındığında modülün 5E modeli ile uyumlu biçimde öğretime katkıda bulunduğu, deney grubu öğrencilerinin ÜDS'den aldığı puanlardan, öğrenci görüşlerinden ve DGY ile AT gibi teknolojilerin kullanımı ile uyumlu biçimde uygulanmasından anlaşılmıştır.

Sonuç olarak ÇDM öğretim sürecini YÖY temelinde ve etkileşimli etkinliklerin sunumu için geliştirilmiş ve *öğretimde teknoloji nasıl kullanılmalıdır?* sorusuna ışık tutmayı amaçlamıştır. Geline nokta bu amacını kısmen sağlamakla birlikte, bunun yeterli görülmeden yeni çalışmaların ortaya çıkması ve sürdürülmesi öğretimin hedefleri için gerekli görülmektedir.

## 6.2. Öneriler

Ülkemizde, 11.sınıf geometri dersi çember ünitesine ait kavram ve genellemelerin öğretimini BİT destekli YÖY perspektifinde çalışmalara pek fazla rastlanmamıştır. Araştırma, orijinal bir çalışma olmakla birlikte, YÖY – BİT entegre edilmiş öğretim ortamları oluşturmaya ve kullanmaya yönelik yeni bakış açısı oluşturmak için araştırmacılara ve araştırmalara yön vereceği düşünülmektedir.

**6.2.1. YÖY'e ilişkin öneriler.** Çalışmada YÖY'ü temele alan 5E modeline uygun hazırlanan ÇDM'nin teknoloji destekli geometri öğretiminde uygulanabilirliği incelenmiştir. AT ve Cabri ile 5E modeli için ideal bir öğretim ortamı oluşturulabileceği düşünülmektedir. Bu düşünceye dayanarak YÖY'e ilişkin önerilerden ilki öğretim süreçlerinin 5E modeline göre planlanması biçiminde olabilir. Ancak daha bütüncül bir yapı sağlaması açısından bundan sonraki çalışmaların kazanımlar yerine kavram ve genellemelerin nasıl öğretileceği sorusu temele alınarak gerçekleştirilmesinin daha uygun olacağı düşünülmektedir.

5E modelindeki aşamaların zaman zaman birbirine çok yakın süreçler içerdiği görülmüş ve bu nedenle aralarında ayırma gitmekte zorlanılmıştır. Bununla birlikte, aşamalar

arası ayırım yapmak, zaman ve emek israfı olabileceğinden ve ayırım gerektirecek bir duruma rastlanmadığından gerek görülmemektedir.

5E modelinin tartışılmasına ve öğretim programlarının yapılandırma felsefeye göre hazırlanmasına, ayrıca teknolojinin önem taşıdığı günümüzde öğretimde BİT entegrasyonun sağlanmaya çalışılmasına karşın uygulama noktasında problemler yaşandığına ilişkin ulaşılan sonuçlar ışığında, yöntem değişikliklerinin kolay uygulanması beklenemeyeceğinden, bu konularda en temel sorunun öğretmen eğitimi ve hizmet içi eğitimlerde yaşandığı düşünülmektedir. Bu nedenle, 5E ve Teknoloji entegrasyonu bakımından uzun süreli, periyodik ve öğretmen ya da öğretmen adaylarının sürekli deneyim kazanabilecekleri eğitimlerin planlanması gerekebilir.

YÖY ve BİT kullanımını reddeden öğrencilerin bulunduğu sonucuna dayanarak, zaman kaybı olduğunu ve faydalı olmadığını düşünmeleri ve bunun asıl nedenin uygulanan değerlendirme sistemi olduğu sanılmaktadır. Kısa zamanda hızlı soru çözme ve kesin bir sonuca ulaşmayı gerektiren çoktan seçmeli sınav sisteminin YÖY ve BİT ile yürütülen öğretim süreci ile uyumlu olması beklenmediğinden, yorum ve akıl yürütme becerilerinin değerlendirildiği süreçlere de yer verilebilir.

Uygulama sürecinde, öğrencilerin görüşlerinden de anlaşıldığı üzere, kendilerine bilgi aktarılması alışılmış bir durum olmuş ve grup çalışmalarına yeterince yer verilmediği sonucuna ulaşılmıştır. Bunun önemli nedenlerinden birisi, müfredatı yetiştirme kaygısı olarak görülebilir. Bunun için müfredatın azaltılarak öğrencilerin grup çalışmaları ve tartışmaları yapabilecekleri sosyal etkileşim süreçlerine yer verilebilir. Böylece birbirlerinin bakış açılarını değerlendirebilecekleri ortamlar oluşturulabilir.

Grup çalışması YÖY'ün unsurlarından olduğu gibi, bu çalışmalar sırasında tartışma, açıklama, ispatlama gibi faaliyetlere yer verilmelidir. Bu tür etkinliklerle ilgili olarak öğrenciler, kendi bilgilerini oluşturma süreçleri ve süreçte almaları gereken sorumluluklar

hakkında daha çok bilgilendirilmelidir. Bunu yapması gereken kişiler olan öğretmenlerin, hizmet içi eğitimlerinin bu yönde geliştirilmesi ve eğitimlerin sürekliliğinin sağlanması çözüm olarak önerilebilir.

**6.2.2. Etkinlik tasarımına ilişkin öneriler.** 5E modeline göre etkinlik tasarımında her bir aşama için ayrı ayrı etkinlik tasarlama çabası bir takım eksikliklere neden olabilir. Tasarım için amaç, modele göre etkinlik oluşturmak değil, kavram ve genellemelerin en etkili biçimde ve kalıcı olacak şekilde öğretimi olabilir.

Etkinliklerde çok sayıda işlem basamağının bulunması ve cebirsel işlem becerisi gerektiren bilgilerin birlikte sunulması, öğrencilerin dikkatini olumsuz etkileyebileceğinden yeterli ve mümkün olduğunca az sayıda işlem basamağına yer verilmesi gerektiği vurgulanabilir. Öğrencilerin daha öncede belirtildiği gibi aktif olmaları ve etkinlikte yer alan bilgilere bütüncül bakabilmeleri sağlanabilir. Böylece dikkat dağınıklığının önüne geçilebilir.

Öğrencilerin manipülasyon yapılan işlem basamaklarındaki istekli davranışları, aktif oldukları süreçlerde ilgi ve motivasyonlarını artırdığından etkinlik tasarımlarında aktif olmalarını sağlayacak uygulamaların bulunmasına özen gösterilmelidir.

İşlem basamaklarında, hedeflenen işlemin belirlenmesinin ve doğrudan onlara yönelik ifadelerin kullanılmasının önemi anlaşılmıştır. Etkinliğin amacına ulaşmadaki rolleri gereği, basamakların bütünlük oluşturması ve bunun kontrolünün gerekli olduğu savunulmaktadır. Ayrıca öğrencilere gözlem yapmaları gereken basamaklarda nesne ya da hareketlerle ilgili belirleyemedikleri durumlarda, ipuçlarına yer verilerek rehberlik yapılması önerilmektedir. Yapılandırmacı felsefe ile örtüşen bu durum kavram yanlışlarının ve yanlış genellemelerin önüne geçmek için iyi fırsatlar sunabilmektedir.

NCTM gibi profesyonel düzeydeki organizasyonların, matematik eğiminde öncülük ettikleri ve yürüttükleri faaliyetler yaygın olarak bilinmektedir. Ülkemizde bu tür kuruluşların

NTCM gibi matematik eğitiminde profesyonel düzeylere çıkarılması ve uluslararası alanda öncü kuruluşlar haline gelmesi için desteklenmesi önerilmektedir.

**6.2.3. Öğretimde teknoloji kullanımına ilişkin öneriler.** Çalışma kapsamında kullanılan AT, Cabri, görselleştirme ve animasyon gibi yazılım, araç ve yöntemlere ilişkin önerilere bu başlık altında yer verilmiştir.

Geometriyi öğrenmek ve kalıcı olmasını sağlama, geometrik kavram ve genellemelerin farkındalığını gerektirir. Bunların ilişkilendirilmesini sağlayan Cabri gibi DGY'ler ile AT geometrik oluşumları ve bunlardaki değişimleri izlemeye yardım eden etkileşim ve animasyon unsurlarının kullanımı üzerinde önemle durulması gerektiği düşünülmektedir.

BİT'in kullanıldığı YÖY'ün öğrencilerin akademik başarılarını artırdığına ilişkin, araştırma sonuçları bulunmaktadır. Bununla birlikte, bunların nasıl kullanıldığı, kullanan kişinin sahip olduğu yeterlikler, tasarlanan öğretim materyallerin taşıdığı özellikler gibi değişkenlerin her biri, elde edilecek sonuçları etkileyecek türdendir. Bu nedenle öğretmenlerin, sayılan unsurlar hakkında yeterli deneyime sahip olmalarının sağlanmasının, etkinliklerin ve yazılımların derslerden önce gözden geçirmelerinin öğretime olumlu katkıyı artıracığı düşünüldüğünden, öğretmenlerin ön hazırlığa önem vermeleri önerilmektedir.

Öğrenilen soyut geometrik kavramların zihinsel modellere dönüşme sürecinde, BİT'in önemi göz ardı edilmemelidir. Birçok araştırmacının da ifade ettiği gibi, geniş bir portföye sahip teknoloji ürünü öğretim materyalleri, soyut kavramları somutlaştırmada oldukça etkili olmaktadır. Bu sayede öğretimin etkililiğinin, öğrenci ilgi ve motivasyonunu üst düzeye çıkarması mümkündür. Özellikle 5E yaklaşımının kullanıldığı öğretim ortamında, motivasyonun öğrencilerin kendilerine güvenlerini artırıcı bir etken olduğu için geometri öğretimine katkısı olasıdır.

Bununla birlikte bu tür ortamlarda sunulan öğretim içeriği ve materyallerinin tekrar kullanımı, düzenlemede sağladığı kolaylıklar ve aynı içeriğin farklı sınıflarda sunumunda sağlayacağı tutarlılık fırsatlara eklenebilecek özelliklerdir. Ayrıca dijital içerik olarak adlandırabileceğimiz bu verilerin saklanması, depolanması, düzenlendikten sonra tekrar kayıt edilmesi gibi işlemlerin yüksek maliyetli olduğu düşünülmesine karşın bu işlemleri gerçekleştirmesindeki kolaylık ve fiziki mekân tasarrufu, üst düzey bir maliyet ve performans dengesi sağladığı düşünülmektedir. Bu nedenle öğretim sürecine dâhil edilmesinin her yönden avantajlı olduğu söylenebilir.

BİT'in öğretim ortamlarında ve öğretim süreçlerinde kullanımı artırılmalı ve destek verilmelidir. Öğretmen ve öğrencilerin, öğretime katkı yapacak etkinlik ve uygulamaları kullanabilmeleri sağlanmalıdır. Bunun için öğretmen ve öğrencilerin, geometri öğretiminde kullanılabilecek DGY, flash ve Java tabanlı animasyon vb. uygulamalar erişimleri kolaylaştırılmalı ve gerekli eğitimler verilmelidir. Bunun yanında geliştirilen öğretim etkinlik ve materyallerinin, teknolojilerin MEB, il yöneticileri ve okul idaresi tarafından kullanılması için gerekli önlemlerin alması ve kolaylıkların sağlanması gerekmektedir. En çok önem taşıdığı düşünülen durumlardan birisi karşılaşılabilecek aksaklıkların giderilmesi ve teknik desteğin sağlanmasıdır. Öğretim sırasında karşılaşılabilecek problemler için, asgari gerekli bilgi ve becerilerin öğretmenlere sağlanması olasıdır ki, BİT ve öğretim materyallerinin nasıl kullanılabileceğine ilişkin eğitimlerin sağlanması yerinde olacaktır. Ayrıca BİT'in sıklıkla bakım işlemlerinin, periyodik olarak gerçekleştirilmesi gerektiği düşünülen diğer bir işlemdir.

AT, özellikleri gereği etkileşim ve büyük boyutlu sunum fırsatı sağlamaktadır. Etkinliklerde etkileşim unsuruna yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu, projeksiyon cihazı kullanımından ayıran en temel ve en önemli özellik olarak görülmektedir. Bununla birlikte hareket özgürlüğü sağladığından öğretmenin yazı tahtası ve görüntü ile bilgisayar arasında gidiş geliş yapmadan ve öğretimi kesintiye uğratmadan, durağan görüntü yerine

dinamik görüntülerle sunum imkânı verdiğiinden, hızlı ve etkin bir öğretim süreci sağladığından bilgisayar ve projeksiyon ile oluşturulan sistem yerine kullanılması da önerilmektedir. Ayrıca hangi ders olduğu fark etmeksizin görselleştirme ve etkileşim olanağı bulunan her konu için kullanılmak üzere çalışmalara hız ve önem verilmesi gerekli görülmektedir. Bununla birlikte elde edilen verilerden AT'nin ve diğer BİT'in yeteri kadar kullanılmadığını, kullanılsa bile etkin kullanım sağlanamadığı sonucuna ulaşıldığından bu durumla ilgili problemlerin belirlenip düzeltilmesi, öncelik gerektiren faaliyetlerden birisi olarak görülmektedir.

Öğrencilerin AT kullanımına karşı olumlu tutumlarının, uygulama sonrası bir miktar azalmasına yönelik olarak, sadece AT kullanmak üzere etkinlik tasarımı yapılmaması, özellikle cebirsel konuların öğretiminde kâğıt-kalem ortamının kullanılmasının daha elverişli olduğu söylenebilir. Bu nedenle BİT'in kâğıt-kalem ortamı ile birlikte kullanımı önerilmektedir.

Öğretim sürecinde, Cabri gibi DGY ile geliştirilen etkinliklere yer verilmesi gerektiği savunulmakla birlikte, öğrencilerin bu tür yazılımları öğrenmesi ve öğretmenlerin hazırlaması zaman ve ekonomik açıdan problemler ortaya çıkarabilir. Çalışmanın amaçları arasında da yer aldığı üzere, etkinlikler ek çabaya ihtiyaç duymadan doğrudan kullanılabilirdiği ortamlarda sunulabilmelidir. Bu yüzden yazılımlarda, Cabri'de olduğu gibi, *çevirim dışı web* gibi ortamlar sağlanabilir. Başka bir deyişle etkinliklerin öğretmen ve öğrenci için fazladan iş yükü getirmeyecek biçimde kullanılması önerilmektedir. Böylece öğretmenler, enerjilerini öğretim alanına uygun konulara daha fazla yöneltebilirler.

Cabri ve diğer DGY ortamları ile oluşturulan dinamik yapılar, öğrencilerin işlem basamaklarında beklenenden daha çabuk genelleme yapmalarını sağladığından, bu dinamik yapılara sıkça yer verilmesi önerilmektedir. Öğretimde sezgilerin öğrenmenin bir parçası olduğu düşünüldüğünde bu tür dinamik yapıların öğrenci sezgilerini harekete geçirdiği

sonuçlar arasında yer almaktadır. Genel olarak DGY ortamlarında Şekiller arasındaki ilişkiler ya da Şekil zellikleri korunacak Şekilde sabitlenebilmesi genelleme yaparken, geometrik Şekillerin özelliklerini yansıtığından, bunları göz önünde bulundurmayı gerektirmektedir. Bu nedenle gözlem gerektiren işlemlerde sıkça yer verilebilir. Sonuç çıkarmada kullanmanın, gerekli olduğunu tartışmanın ötesinde, etkinliklerin nasıl hazırlanması gerektiğinin tartışılması yerinde olabilir.

Bu tür çalışmalarda BİT, uygulama sırasında etkinliklerin amaçları doğrultusunda uygulayıcıya etkinliği düzenleme ve geliştirme yapma olanağı sunmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin kavrayıŐları ortaya çıkararak, uygulama sırasında etkinlikler yeniden düzenlenerek etkili bir ğretim sağlanabileceğinden, öğretmenlerin etkinliklerle dersten önce etkileşim içerisinde olarak deneyimlemeleri beklenmektedir.

Cabri yazılımasının henüz AT ve parmak hareketleri ile uyum noktasında tam uyum sağlamadığı belirlenmiştir. Etkileşim bakımından ise, her iki ortamda birbiri için tamamlayıcı araçlar olarak görülmüştür. Etkileşimlerin yine öğrencileri aktif duruma getirmenin önemli bir parçası olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle Cabri gibi, diğer yazılımların da hızla AT gibi yaygın kullanım alanı olan ve kullanılan teknolojilere uyum sağlamaları için gerekli geliŐtirmelerin yapılması önerilebilir.

Ayrıca ğrenci görüşlerine göre, AT'nin matematik ğretiminde kullanımına ilişkin tutumlarının orta düzeyde olmasındaki temel neden ğretim sürecinin sınav sistemine göre Őekillenmesi olarak görülmektedir. Bu yüzden eğitim ve ğretim politikalarında, sadece ğretim bakımından değil, değerlendirme bakımından da değişime ihtiyaç olduğu öngörülmektedir. Bu değişimler olmaksızın yapılan diğer düzenleme ve yatırımların boŐa gitmesi olası görüldüğünden bütüncül bir yaklaşım önerilmektedir.

Etkinliklerde içeriğin doğrudan sunulmaması, öğrencilerin bilgiyi keşfetmelerine uygun, çıkarımda bulunabilecekleri, yorum ve genelleme yapabilecekleri, kavramları

kendilerinin oluşturabilecekleri biçimde etkinlik tasarlanması gerekir. Ancak cebirsel işlem ya da görselleştirmeye uygun olmayan teorik bilgilerin AT ve DGY ile göster-gizle gibi davranışlarla sunulması önerilmemektedir. Bu tür bilgilerin, öğrencilerin aktif olacağı süreçlerde kâğıt-kalem ortamında yazmaları sağlanabilir. Başka bir deyişle öğrencilerin şekiller üzerinde manipülasyonlar yapabileceği ve çeşitli değişimleri gözlemleyebileceği teknoloji destekli etkinliklere yer verileceği gibi not alabilecekleri kâğıt-kalem ortamlarının birlikte kullanımı önerilmektedir.

BİT'deki gelişmelere ayak uyduracak ve öğretimde 5E modeli çerçevesinde, YÖY temelinde, BİT kullanımına önem verilmeli ve bu amaçla da profesyonel yazılım grupları ile hazırlanarak öğretim etkinlik ve materyalleri, kullanılmak üzere sunulmalıdır. Öğretmenlere proje kapsamında içerik geliştirme eğitimleri verilmelidir. Ancak içerik geliştirme süreci, profesyonel açıdan, çeşitli yazılımları ve yazılım geliştirme araçlarını kullanma bakımından zor ve uzun süreli bir uğraştır. Bunların geliştirilmesinin sadece öğretmenlere bırakılmasının olumlu sonuçlar ortaya çıkaracağı öngörülmemektedir. Alanı uzmanı öğretmenler, araştırmacılar, pedagoji ve bilişim uzmanlarının disiplinler arası çalışması ile geliştirilmesi önerilmektedir.

Bunun yanında, BİT kullanımında görülen aksaklıkların ortadan kaldırılması çözülmesi gereken büyük bir problem olarak durmaktadır. Öğretmenler AT'nin, DGY'nin ve bunlar için gerekli diğer yazılımların kurulmasını ve teknik desteklerini gerçekleştirmek durumunda olmamalıdır. Bu nedenle her konu için öğretim materyal hazırlanması zor olduğu için ulusal kurum ya da kuruluşlar tarafından tasarlanmalı, öğretmenler ise bunları kendi kullandıkları öğretim yöntemleri öğrenci seviyelerine olanaklar dâhilinde uyarlayarak kullanabilmelidir. Ayrıca ulusal düzeyde öğretim materyali ve uygulamaların, konu içeriklerinin, gelişen teknoloji ve üretilen yeni bilgiler ışığında güncellenmesi, yeniden organize edilmesi ve yaygınlaştırılması önerilmektedir.



Öğretimde teknoloji kullanımı konusunda temel kavramlardan ikisi görselleştirme ve animasyondur. Kavram ve genellemelerin görselleştirilmesi daha önce belirtilen yararlarından dolayı (bkz. Tartışma bölümü Alt Problem 2.1) uygun olduğu belirlenenler için görselleştirilmeli ve pratik biçimde değişim ve dönüşüm imkânı veren teknolojik ortamların kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

Öğrencilerde kavram yanlışlarına neden olabilecek tasarım unsurlarına dikkat edilmelidir. Bu tür durumların öğrencilere anında dönütler vererek engellenmesi gerekmektedir. Öğretmenler tarafından, öğretim sırasında gerçekleştirilebilecek manipülasyonlarla ve kâğıt-kalem ortamında öğrencilerin not tutmaları sağlanarak yanlışlar önceden engellenebilir. Uygulama sırasında öğrencilerin ön öğrenmelerindeki eksikliklere ilişkin bulgular dikkat çekmiştir. Bunların üzerine gidilmeli ve etkinlik planlamasında yanlışlığa neden olabilecek görselleştirmeler dikkatle planlanmalıdır.

Görselleştirmenin başka bir boyutu animasyonun öğretim tasarımında kullanımı önerilmekle birlikte, matematik öğretiminin önüne geçmesi ve öğretim için gereken özellikleri taşımayabilir. Bundan dolayı kullanılacak ve tasarlanacak animasyonlarda öğretim kuramları dikkate alınmalıdır. Öğretim sürecinin tamamen bu tür öğretim materyallerine bırakılarak sürdürülmesi, araç olması gereken teknolojiyi amaç haline getirebileceği unutulmamalıdır. Sürecin bir bölümüne uygun olan durumlar için, öğretimin bir parçası olacak biçimde ve çeşitlendirilerek kullanımı önerilmektedir.

Animasyonların, özellikle problem durumlarının sunulmasında ideal araçlardan biri olduğu söylenebilir. Bir kavram ya da genellemeye dikkat çekmek üzere yer verilmesinin motivasyon üzerinde olumlu etkisinin olduğu anlaşılmıştır. Problem durumunun sunumunu canlandırma ve bir senaryonun akıcı sunumunu sağladığından dersin konusuna giriş aşamalarında sıklıkla kullanılabilir. Bu tür öğretim materyallerinin üretilmesi için

öğretmenlerle öğretim materyali geliştirme süreçleri belirlenebilir. Teşvik amacı ile bu süreçler ders gibi ücretlendirilebilir.

**6.2.4. Öğretim sürecine ilişkin öneriler.** Çalışmada gerçekleştirilen uygulama sürecine benzer durumlara alışkın olmadığını belirten öğrencilerin uyum sağlamaları ve ön yargılarının ortadan kaldırılması, öğretimde bu tür uygulamalara daha fazla yer verilmesi ile gerçekleşebileceğinden, bu uygulamaların yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ayrıca bu tür uygulamalar ve buna benzer akademik araştırmaların sonuçlarına ilişkin öğrencilerin bilgilendirilerek, dünyada öğretim adına gerçekleştirilen uygulama ve geliştirilen yaklaşım ve yöntemlerden haberdar olmaları ön yargı ve endişelerin tamamen olmasa bile, en azından bir miktar azalmasına yardımcı olacağı öngörülmektedir.

Öğrencilerin ÖÇK'daki bazı cevaplarında, okumaktan kaynaklandığı hipotezine dayanan problemlere rastlanmıştır. Okuma alışkanlığının olmaması aynı zamanda diğer alandaki bilgi ve becerilerin kazanılmasında problemler oluşturacağı için okuma alışkanlığı kazandıracak ders ve uygulamalar öğretimde yaygınlaştırılabilir. Okuma dersleri yapılarak öğrencilerin okuduğu kitap, dergi, internet vs. kaynaklardan okuduğu bölümleri sunabilecekleri ve kendilerini ifade edebilecekleri ortamların kurulması sağlanabilir.

İspat süreçlerinde öğrencilerin yaşadıkları problemler açık bir biçimde ortaya çıkmıştır. Önemsememe ya da anlamama gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kavram ve genellemelerin keşfetme süreçlerinin yaşatılması matematik eğitimin temel taşlarından olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bunun önemi vurgulanmalı ve öğrenciler ispat süreçleri için motive edilmeli ve pratikte daha fazla uygulanmalıdır. Benzer problemler genelleme yapılması sırasında da ortaya çıkmıştır. Öğretim sırasında genellenenin ne olduğunu açıklama ihtiyacı hissedilmiştir. Öğrencilerin karşılaştırma yapma, bir çıkarımın benzer durumlar için de geçerli olma koşulunu test edebilecekleri fırsatlar verecek öğretim tasarımlarına yer verilmelidir. Genellemelerin çokça bulunduğu matematik öğretiminde,

öğrencilere mümkün olduğunca söz hakkı verilmesinin ve tartışma ortamlarının oluşturulmasının yarar getireceği düşünülmektedir.

Öğretim sürecinde, gerçek hayattan veya öğrencilerin yakın çevrelerinden verilen örneklerin motivasyon artırıcı bir rol üstlendiği görülmüştür. Bu yüzden mümkün olduğunca gerçek hayattan ve çevrelerinden ya da çevrelerinde bulunma olasılığı olan araç-gereç ya da olaylardan örnekler verilmesi önerilmektedir. AT, animasyon ve Cabri ile sınıf ortamına getirilemeyen araçların ya da gerçekleştirilemeyen durumların sunumu oldukça kolaylık sağladığı düşünüldüğünde fırsatların ne kadar büyük olduğu yadsınamaz gerçektir. Bununla birlikte karşılaşılabilecek problemlerin, sınıf yönetiminde problemlere neden olabileceği de göz ardı edilmemelidir.

**6.2.5. Diğer araştırmacılar için öneriler.** Çalışmanın yürütüldüğü süreçte, MEB orta öğretim matematik programında değişiklikler olmuştur. Buna karşın çember ünitesindeki kazanımların özünde değişiklik olmamıştır. Öğrencilerin zor olarak bildiği bu konuyla ilgili literatür incelendiğinde teknolojinin YÖY ile entegre edildiği çember konusunun öğretimi ile ilgili çok fazla çalışmaya rastlanmadığından bu konuda çalışmaların artırılması ve daha derinlemesine bilgiler edinebilecek düzeyde gerçekleştirilmesinde yarar görülmektedir.

Çalışma için geliştirilen ÇDM, öğrenciler tarafından ilgiyle karşılanmış ve geçmiş öğretim deneyimlerinde bu tür etkinliklere yer verilmediğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretim sürecindeki kazanımlarından söz ederken, öğrencilerin aktif olması, etkileşimde bulunup, çeşitli parametreler ve şekillerdeki değişimlerin öğrenmeleri üzerindeki etkilerinden ve kalıcılığında söz etmişlerdir. Bununla birlikte bu tür uygulamaların programda yer alıp, uygulamada yer verilmemesi istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle araştırmacılara düşen görev, uygulamaya dönük bu tür çalışmalara yer vererek, pratikte öğretmenlerin sınıflarında kullanabileceği öğretim materyallerinin artmasına aracılık etmektir.

Öğretim materyalinin geliştirilmesine yapılacak katkıların değerli olması ve uygulanabilirliği, öğretim materyallerinin kalitesi ile orantılı olacağından, planlama ve değerlendirmenin gerektiği gibi yapılmasına özen gösterilmelidir. Bunun ön koşullarından birisi, teknoloji yanında yeni yöntem ve tekniklere açık, araştırmacı özelliklere sahip olmaktır.

Öğrencilerin görüşlerinden, bu tür teknolojiler ile yeterince etkileşimde bulunmadıkları anlaşılmaktadır. Sağladığı gözlem ve sonuç çıkarmaya ilişkin fırsatlardan dolayı gerek ders içi gerek ders dışı etkinliklerle bu teknolojiler ile etkileşimde bulunmaları, etkinlikleri tekrar kullanmaları ve kullanmaya ihtiyaç duyabilecekleri proje ve araştırmalara yer verilmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak, öğretimde bu tür uygulamaların yaygınlaştırılması, öğretmen ve öğrencilerin YÖY ve 5E modeli hakkında daha çok bilgi sahibi olması sağlanmalıdır. Öğretim süreçlerine planlı ve etkin biçimde yerleşmiş olan BİT ve bunlarla üretilen öğretim materyallerini kullanmanın yanında, gerekli teknik, politik ve idari desteğin sağlanması da önemli görülmektedir.

### Kaynakça

- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33(2-3), 131-152. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(99\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(99)00029-9)
- Akçayır, M. (2011). *Akıllı tahta kullanılarak işlenen matematik dersinin sınıf öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerinin başarı, tutum ve motivasyonlarına etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez no: 290659).
- Akgün, M., & Kuru Yücekaya, G. (2015). Akıllı tahta kullanımına yönelik öğrenci tutumu ve öğretmen görüşlerinin incelenmesi (Ankara ili örneği). *E-Journal of New World Sciences Academy*, 10(3), 1-11. doi:1306-3111/1308-724X
- Aksu, H. H. (2008). Öğretmenlerin yeni ilköğretim matematik programına ilişkin görüşleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 1-10.
- Aksu, H. H., & Keşan, C. (2011). İlköğretimde aktif öğrenme modeli ile geometri öğretiminin başarı ve kalıcılık düzeyine etkisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 1(3), 94-113.
- Akuysal, N. (2007). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin 7. sınıf ünitelerindeki geometrik kavramlardaki yanlışları*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez no: 199611).
- Akyüz, D. (2016). Mathematical practices in a technological setting: A design research experiment for teaching circle properties. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(3), 549-573.
- Alakoç, Z. (2003). Matematik öğretiminde teknolojik modern öğretim yaklaşımları. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 2(1), 43-49.
- Alkan, H., & Altun, M. (1998). Matematik öğretiminin amaç ve ilkeleri. A. Özdaş (Ed.), *Matematik öğretimi* (ss. 1-17). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

- Alkove, L. D., & McCarty, B. J. (1992). Plain talk: Recognizing positivism and constructivism in practice. *Action in Teacher Education*, 14(2), 16-22.  
doi:10.1080/01626620.1992.10462806
- Altınçelik, B. (2009). *İlköğretim düzeyinde öğrenmede kalıcılığı ve motivasyonu sağlaması yönünden akıllı tahtaya ilişkin öğretmen görüşleri*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez no: 253369).
- Altun, M. (2009a). *İlköğretim ikinci kademe matematik öğretimi* (3. Baskı). Bursa: Aktüel Alfa Akademi.
- Altun, M. (2009b). *Liselerde matematik öğretimi* (3. Baskı). Bursa: Aktüel Alfa Akademi.
- Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S., & Yıldırım, E. (2007). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri : SPSS uygulamalı* (5. Baskı). Sakarya: Sakarya Yayıncılık.
- Anıl, D., Özer Özkan, Y., & Demir, E. (2015). *PISA 2012 ulusal nihai raporu*. Ankara: MEB Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Arcavi, A., & Hadas, N. (2000). Computer mediated learning: an example of an approach. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5(1), 25-45.
- Ardahan, H., & Ersoy, Y. (2000). Matematik öğretmenlerinin hizmet içi eğitimi-I: TI-92/Derive ve çalışma yaprakları. *IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi'2000 bildiriler kitabı içinde* (ss. 681-685). Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Arıcı, N., & Dalkılıç, E. (2006). Animasyonların bilgisayar destekli öğretime katkısı: Bir uygulama örneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(2), 421-430.
- Armstrong, V., Barnes, S., Sutherland, R., Curran, S., Mills, S., & Thompson, I. (2005). Collaborative research methodology for investigating teaching and learning: The use of interactive whiteboard technology. *Educational Review*, 57(4), 455-467.  
doi:10.1080/00131910500279551

- Arzarello, F., Olivero, F., Paola, D., & Robutti, O. (2002). A cognitive analysis of dragging practises in Cabri environments. *ZDM Mathematics Education*, 34(3), 66-72.
- Ateş, M. (2010). Ortaöğretim coğrafya derslerinde akıllı tahta kullanımı. *Marmara Coğrafya Dergisi* (22), 409 - 427.
- Aytaç, T. (2013). Interactive whiteboard factor in education: Students' points of view and their problems. *Educational Research and Reviews*, 8(20), 1907-1915.  
doi:10.5897/ERR2013.1595
- Aziz, A. (2014). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri ve teknikleri* (9. Baskı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Baccaglioni-Frank, A. (2010). *Conjecturing in dynamic geometry: A model for conjecturegeneration through maintaining dragging*. (Unpunlished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3430783).
- Bailenson, J. N., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A. C., Lundblad, N., & Jin, M. (2008). The use of immersive virtual reality in the learning sciences: Digital transformations of teachers, students, and social context. *The Journal Of The Learning Sciences* (17), 102-141. doi:10.1080/10508400701793141
- Baki, A. (2000). Bilgisayar donanımlı ortamda matematik öğrenme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (19), 186-193.
- Baki, A. (2001). Bilişim teknolojisi ışığı altında matematik eğitiminin değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 149(1), 26-31.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan uygulamaya matematik öğretimi*. İstanbul: Bilge Matbaacılık.
- Baki, A., & Çelik, D. (2000). TI-92 ile Dinamik Geometri Problemleri. *IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi'2000 bildiriler kitabı içinde*. Ankara: MEB.

- Baki, A., & Çelik, D. (2005). Grafik hesap makinelerinin matematik derslerine adaptasyonu ile ilgili matematik öğretmenlerinin görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 146-162.
- Baki, A., & Gökçek, T. (2012). Karma Yöntem Araştırmalarına Genel Bir Bakış. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(42), 001-021.
- Bal, A. P. (2012). Öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri ve geometriye yönelik tutumları. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 17-34.
- Barak, M., Ashkar, T., & Dori, Y. J. (2011). Learning science via animated movies: Its effect on students' thinking and motivation. *Computers & Education*, 56(3), 839–846.
- Baştürk, S., & Yavuz, İ. (2008). Öğretmen adaylarının interaktif geometri programı kullanarak ders etkinliği hazırlamadaki zorlukları. A. İşman(Ed.), *8th International Educational Technology Conference Proceeding bildirirler kitabı içinde* (ss. 944-950). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Battista, M. T. (2001). A research-based perspective on teaching school geometry. In J. Brophy (Ed.), *Subject-specific instructional methods and activities (Advances in Research on Teaching, Volume 8)* (pp. 145-185). Bingley, UK: Emerald Group Publishing Limited.
- Baykul, Y. (2005). *İlköğretimde matematik öğretimi* (8. Baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Baylor, T. W. (2002). *Analysis of the interplay of factors that influenced how students used a dynamic geometry computer program to solve certain mensuration problems* (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3064881).
- Beauchamp, G., & Kennewell, S. (2008). The influence of ICT on the interactivity of teaching. *Education and Information Technologies*, 13(4), 305–315.  
doi:10.1007/s10639-008-9071-y



- Beauchamp, G., & Parkinson, J. (2005). Beyond the 'wow' factor: Developing interactivity with the interactive whiteboard. *School Science Review*, 86(316), 97-104.
- BECTA. (2003a). *What the research says about ICT and motivation*. Retrieved from [http://39lu337z5111zjr1i1ntpio4.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2016/04/wtrs\\_05\\_motivation.pdf](http://39lu337z5111zjr1i1ntpio4.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2016/04/wtrs_05_motivation.pdf)
- BECTA. (2003b). *What the research says about interactive whiteboards*. Retrieved from [http://39lu337z5111zjr1i1ntpio4.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2016/04/wtrs\\_07\\_whiteboards.pdf](http://39lu337z5111zjr1i1ntpio4.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2016/04/wtrs_07_whiteboards.pdf)
- Bedir, D., Yılmaz, S., & Keşan, C. (2005). Bilgisayar destekli matematik öğretiminin ilköğretimde öğrenci başarısına etkisi. Kıran, H. (Ed.), *XIV. Eğitim Bilimleri Kongresi bildiriler kitabı içinde* (ss. 372-376). Denizli: Pamukkale Üniversitesi.
- Beeland, W. D. (2002). Student engagement, visual learning and technology: Can interactive whiteboards help? *Action Research Exchange*, 1(1). Retrieved from [https://vtext.valdosta.edu/xmlui/bitstream/handle/10428/1252/beeland\\_am.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://vtext.valdosta.edu/xmlui/bitstream/handle/10428/1252/beeland_am.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bell, M. A. (2002). *Why use an interactive whiteboard? A baker's dozen reasons!*. Retrieved from <https://www.teachers.net/gazette/JAN02/mabell.html>
- Berney, S., & Betrancourt, M. (2016). Does animation enhance learning? A meta-analysis. *Computers & Education*, 101, 150-167. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.06.005>
- Betrancourt, M. (2005). The animation and interactivity principles in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (1st ed.) (pp 287-296). New York: Cambridge University Press.
- Birgin, O., & Zengin, A. (2016). Ortaokul öğrencilerinin matematik dersinde akıllı tahta kullanıma yönelik tutumlarının incelenmesi. N. Akpınar Dellal, & H. Yokuş

- (Editörler), *Uluslararası Çağdaş Eğitim Araştırmaları Kongresi* bildiriler kitabı içinde (s. 388-396). Muğla: Pegem Akademi. doi:10.14527/9786053186380
- Birgin, O., Kutluca, T., & Gürbüz, R. (2008). Yedinci sınıf matematik dersinde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. A. İşman (Ed.), *8th International Educational Technology Conference* (ss. 879-882). Eskişehir: TOJET.
- Blanton, J. E., Schambach, T., & Trimmer, K. J. (1998). Factors affecting professional competence of information technology professionals. *ACM SIGCPR Computer Personnel*, 19(3), 4–19. doi: 10.1145/311106.311107
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873-878. <https://doi.org/10.1021/ed063p873>
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC, US: National Academy Press.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1999). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Brousseau, G. (2002). *Theory of didactical situations in mathematics*. (N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, & V. Warfield). New York: Kluwer Academic Publishers. (Original work published in 1999)
- Buchbinder, O. (2018). Guided discovery of the nine-point circle theorem and its proof. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(1), 138-153. doi:10.1080/0020739X.2017.1363422
- Bukova, E. (2006). *Öğrencilerin limit kavramını algılamasında ve diğer kavramların ilişkilendirilmesinde karşılaştıkları güçlükleri ortadan kaldıracak yeni bir program geliştirme*. (Yayımlanmamış Doktora tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 189847).

- Bulut, N. (2013). *Çember kavramının dinamik matematik yazılımı ile öğretilmesinin matematik öğretmeni adaylarının başarıları ve düşünme düzeylerine etkisi*. (Yayınlanmamış Doktora tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 349053).
- Burke, S. C., Snyder, S., & Rager, R. C. (2009). An assessment of faculty usage of YouTube as a teaching resource. *The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*, 7(1), 1-8.
- Bülbül, O. (2009). *Fizik dersi optik ünitesinin bilgisayar destekli öğretiminde kullanılan animasyonların ve simülasyonların akademik başarıya ve akılda kalıcılığa etkisinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 241485).
- Bülbül, Y. (2010). *Effects of 7E learning cycle model accompanied with computer animations on understanding of diffusion and osmosis concepts*. (Yayınlanmamış Doktora tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 269039).
- Büyüköztürk, Ş., Çakan, M., Tan, S., & Atar, H. Y. (2014). *TIMSS 2011 ulusal matematik ve fen raporu: 8. sınıflar*. Ankara: İşkur Matbaacılık.
- Bybee, R. W. (2009). *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. Washington, DC: The National Academies Board on Science Education.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness and applications*. Colorado: Office of Science Education National Institutes of Health.
- Cairncross, S., & Mannion, M. (2001). Interactive multimedia and learning: Realizing the benefits. *Innovations in Education & Teaching International*, 38(2), 156–164.  
<https://doi.org/10.1080/14703290110035428>

- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago, IL: Rand McNally.
- Campbell, M. A. (2006). *The effects of the 5e learning cycle model on students' understanding of force and motion concepts*. (Unpublished Master's Thesis). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 1433537).
- Can, R. (2010). *Cabri Geometry ile hazırlanan bir ders tasarımının öğretmen adaylarının gelişmelerine etkisinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 264121).
- Chamundeswari, S. (2014). Developing attitude and learning mathematics among students using interactive whiteboards in classrooms. *The International Journal of Social Sciences and Humanities Invention*, 1(7), 550-566.
- Chan, C. K. (2012). Identifying and understanding the graduate attributes learning outcomes in a case study of community service experiential learning project. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 22, 148–159. <https://doi.org/10.1504/IJCEELL.2012.047040>
- Chan, C. K. (2015). Use of animation in engaging teachers and students in assessment in hong kong higher education. *Innovations in Education and Teaching International*, 52(5), 474–484. doi:10.1080/14703297.2013.847795
- Chance, B., Ben-Zvi, D., Garfield, J., & Medina, E. (2007). The role of technology in improving student learning of statistics. *Technology Innovation in Statistics Education*, 1(1), 1-25.
- Choi, S. S. (1996). *Students' learning of geometry using computer software as a tool: three case studies*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 9722455).

- Choi, T. (2017). *Influence of the black-box approach on preservice teachers' preparation of geometric tasks*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 10261399).
- Chung, I. (2004). A comparative assessment of constructivist and traditionalist approaches to establishing mathematical connections in learning multiplication. *Education, 125*(2), 271-278.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 420-464). New York NY: Simon & Schuster Macmillan.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1994). Computer environments for learning geometry. *J. Educational Computing Research, 10*(2), 173-197. doi:10.2190/8074-298A-KTL2-UQVW
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (2002). Constructivist learning and teaching. In D. L. Chambers (Ed.), *Putting research into practice in the elementary grades: Readings from journals of the NCTM* (pp. 6-8). Reston, Va: NTCM.
- Clemons, A., Moore, T., & Nelson, B. (2003). Math intervention "SMART" project (Student mathematical analysis and reasoning with technology). *Interface: The Journal of Education, Community and Values, 3*(7). Retrieved from <https://commons.pacificu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1051&context=inter03>
- Cobb, T. (1999). Applying constructivism: A test for the learner-as-scientist. *Educational Technology Research and Development, 47*(3), 15-31.
- Cochrane, P. (1996). Virtual mathematics. *The Mathematical Gazette, 80*(488), 267-278. Doi: 10.2307/3619559

- Collins, K. M., Onwuegbuzie, A. J., & Jiao, Q. G. (2007). A mixed methods investigation of mixed methods sampling designs in social and health science research. *Journal of Mixed Methods Research, 1*(3), 267-294. <https://doi.org/10.1177/1558689807299526>
- Confrey, J. (1995). How compatible are radical constructivism, sociocultural approaches, and social constructivism? In L. P. Steffe, J. Gale & J. E. Gale (Eds.), *Constructivism in Education* (pp. 185-225). Hillsdale: Routledge.
- Couco, A. A., & Goldenberg, E. P. (1996). A role for technology in mathematics education. *The Journal of Education, 178*(2), 15-32.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, Calif: SAGE Publications.
- Crotty, M. (1998). *The foundations of social research: Meaning and prespective in the research process*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Cuthell, J.C. (2005). The Impact of interactive whiteboards on teaching, learning and attainment. In C. Crawford, R. Carlsen, I. Gibson, K. McFerrin, J. Price, R. Weber & D. Willis (Eds.), *Proceedings of SITE 2005-Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1353-1355). Phoenix, AZ, USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Retrieved from <https://www.learntechlib.org/primary/p/19221/>.
- Çepni, S. (2012). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş* (6. Baskı). Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çetin, Ö. F., & Dane, A. (2004). Sınıf öğretmenliği III. sınıf öğrencilerinin geometrik bilgilere erişimi düzeyleri üzerine. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 12*(2), 427-436.

- Çiftci, E. (2010). *İlköğretim 6. sınıf matematik dersi geometri öğrenme alanında yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı öğretimin öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 277993).
- Dalacosta, K., Kamariotaki-Paparrigopoulou, M., Palyvos, J. A., & Spyrellis, N. (2009). Multimedia application with animated cartoons for teaching science in elementary education. *Computers & Education*, 52(4), 741–748.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.11.018>
- Daşdemir, İ. (2006). *Animasyon kullanımının ilköğretim fen bilgisi dersinde akademik başarıya ve kalıcılığa olan etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 181482).
- De Corte, E. (2004). Mainstreams and perspectives in research on learning (mathematics) from instruction. *Applied Psychology: An International Review* 53(2), 279-310.
- Demir, V. (2010). *Cabri 3D dinamik geometri yazılımının geometrik düşünme ve akademik başarı üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 264093).
- Derry, S. J. (1996). Cognitive schema theory in the constructivist debate. *Educational Psychologist*, 31(3/4), 163-174. doi: 10.1080/00461520.1996.9653264
- Dhindsa, H. S., & Emran, S. H. (2006). Use of the interactive whiteboard in constructivist teaching for higher student achievement. *Proceedings of the Second Annual Conference for the Middle East Teachers of Science, Mathematics, and Computing*, (pp. 175-188). Abu Dhabi.
- Dill, M. J. (2008). *A tool to improve student achievement in math: An interactive whiteboard*. (Unpublished Doctoral Dissertation). ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3305884).

- Donovan, M. S., & D. Bransford, J. (2005). *How students learn: History, mathematics, and science in the classroom*. Washington, DC, US: National Academy Press.
- Duatepe, A., & Ubuz, B. (2004). Drama temelli geometri ders planlarının geliştirilmesi ve uygulanması. *Eğitimde İyi Örnekler Konferansı bildiriler kitabı içinde* (ss. 1-8). İstanbul: Sabancı Üniversitesi
- Duffy, P. (2008). Engaging the YouTube Google-eyed generation: Strategies for using web 2.0 in teaching and learning. *The Electronic Journal of e-Learning*, 6(2), 119–130.
- Duffy, T. M., & Cunningham, D. J. (2003). *Constructivism: implications for the design and delivery of instruction*. Retrieved from <http://members.aect.org/edtech/ed1/07/index.html>
- Durmuş, S. (2001). Yapısal öğrenme ortamında sembolik hesaplar yapabilen grafik çizer hesap makinelerinin öğrencilerin matematik ve grafik çizer hesap makinelerine karşı tutumları üzerindeki etkileri. *AİBO Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(1), 142-152.
- Duru, A., Peker, M., & Birgin, O. (2012). Investigation of pre-service teachers' attitudes toward using the computer in teaching and learning mathematics. *The New Educational Review*, 27(1), 283-342.
- Ekici, F. (2008). *Akıllı tahta kullanımının ilköğretim öğrencilerinin matematik başarılarına etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 226423).
- Elaziz, M. F. (2008). *Attitudes of students and teachers towards the use of interactive whiteboards in EFL classrooms*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 226511).
- Erdoğan, Y., & Sağan, B. (2002, Eylül). Oluşturmacılık yaklaşımının kare, dikdörtgen ve üçgen çevrelerinin hesaplanmasında kullanılması. Alpsan, D. (Ed), *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara.



- Ergin, İ., Kanlı, U., & Tan, M. (2007). Fizik eğitiminde 5E modeli'nin öğrencilerin akademik başarısına etkisinin incelenmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 191-209.
- Erickson, D. K. (1999). A problem-based approach to mathematics instruction. *The Mathematics Teacher*, 92(6), 516-521.
- Ernest, P. (1993). Constructivism, the psychology of learning, and the nature of mathematics: Some critical issues. *Science & Education*, 2(1), 87-93.  
<https://doi.org/10.1007/BF00486663>
- Ernest, P. (1995). The one and the many. In L. P. Steffe, J. Gale, & J. E. Gale (Eds.), *Constructivism in Education* (pp. 459-486). Hillsdale: Routledge.
- Ersoy, Y. (2003). Teknoloji destekli matematik öğretimi II: Hesap makinesinin etkinliklerde kullanılması. *İlköğretim-Online*, 2(2), 35-60. <http://www.ilkogretim-online.org.tr/> 'den alınmıştır.
- Ertekin, G. (2006). *Yapılandırmacı sınıf ortamında çemberde temel kavramların grafik hesap makineleri ile öğretimi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 183241).
- Evans, C., & Gibbons, N. J. (2007). The interactivity effect in multimedia learning. *Computers & Education*, 49(4), 1147-1160.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.01.008>
- Fennema, E., & Franke, M. L. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 147-164). Reston: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Ferdianova, V., & Žáček, M. (2013). Motivation of students for geometry. *IEEE*, 70-73.  
doi:10.1109/ICeLeTE.2013.6644350

- Ferk, V., Vrtacnik, M., Blejec, A., & Gril, A. (2003). Students' understanding of molecular structure representations. *International Journal of Science Education*, 25(10), 1227-1245. doi:10.1080/0950069022000038231
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using: IBM SPSS statistics*. London, England: SAGE Publications.
- Fırat, M., Kabakçı Yurdakul, I., & Ersoy, A. (2014). Bir eğitim teknolojisi araştırmasına dayalı olarak karma yöntem araştırması deneyimi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi - ENAD*, 2(1), 65-86.
- Forsythe, S. (2009). Centres and circles of a triangle. *Mathematics Teaching*, 215, 9-13.
- Fosnot, C. T. (1989). *Enquiring teachers, enquiring learners*. New York: Teachers College Press, Columbia University.
- Fosnot, C. T., & Perry, R. S. (1996). Constructivism: A psychological theory of learning. In C. T. Fosnot (Ed.), *Constructivism: Theory, perspectives, and practice* (2nd ed.) (pp. 8-38). Danvers: Teachers College Press.
- Fralinger, B., & Owens, R. (2009). YouTube as a learning tool. *Journal of College Teaching and Learning*, 6(8), 15–28. <https://doi.org/10.19030/tlc.v6i8.1110>
- Franke, M. L., & Kazemi, E. (2001). Learning to teach mathematics: Focus on student thinking. *Theory Into Practice*, 40(2).
- Freudenthal, H. (1971). Geometry between the devil and the deep sea. *Educational Studies in Mathematics*, 3(3/4). Retrieved from [www.jstor.org/stable/3482035](http://www.jstor.org/stable/3482035)
- Furinghetti, F., & Paola, D. (2002). Defining within a dynamic geometry environment: Notes from the classroom. In A. D. Cockburn, & E. Nardi (Eds.), *Proceedings of the 26th conference of the international group for the psychology of mathematics education* (2, s. 392-399). Norwich: School of Education and Professional Deve.

- Gage, J. (2002). So what is an electronic whiteboard? Should you want one?. *Micromath*, 18(2), 5-7.
- Gambari, A. I., Falode, C. O., & Adegbenro, D. A. (2014). Effectiveness of computer animation and geometrical instructional model on mathematics achievement and retention among junior secondary school students. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 127-146. Retrieved from <http://scimath.net/articles/22/226.pdf>
- Gardiner, J. (2002). *Dynamic geometry, construction and proof: making meaning in the mathematics classroom*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 10694101).
- Gatlin, M. (2004). Interactive whiteboard system creates ‘active classrooms’ for rural Georgia school system. *T.H.E. Journal*, 31(6). Retrieved from <http://www.questia.com/google scholar.qst?docId=50002074923>
- Geelan, D. R. (1995). Matrix technique: A constructivist approach to curriculum development in science. *Australian Science Teachers Journal*, 41(3), 32-37.
- Gergen, K. J. (1995). Social construction and the educational process. In L. P. Steffe, J. Gale, & J. E. Gale (Eds.), *Constructivism in Education* (pp. 17-39). Hillsdale: Routledge.
- Gillen, J., Kleine Staarman, J., Littleton, K., & Mercer, N. a. (2007). A “learning revolution”? Investigating pedagogic practices around interactive whiteboards in British primary classrooms. *Learning, Media and Technology*, 32(3), 243–256. doi: 10.1080/17439880701511099
- Gillis, J. M. (2005). *An investigation of student conjectures in static and dynamic geometry environments*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3173483).

- Gil-Pérez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., De Carvalho, A. M., Torregrosa, J. M., . . . Gallego, R. (2002). Defending constructivism in science education. *Science & Education, 11*(6), 557–571. <https://doi.org/10.1023/A:1019639319987>
- Glover, D., & Miller, D. (2001). Running with technology: The pedagogic impact of the large scale introduction of interactive whiteboards in one secondary school. *Journal of Information Technology for Teacher Education, 10*(3), 257-276. doi: 10.1080/14759390100200115
- Glover, D., Miller, D., Averis, D., & Door, V. (2007). The evolution of an effective pedagogy for teachers using the interactive whiteboard in mathematics and modern languages: An empirical analysis from the secondary sector. *Learning, Media and Technology, 32*(1), 5-20. doi:10.1080/17439880601141146
- Goffree, F. (1993). HF: Working on mathematics education. In L. Streefland (Ed.), *The legacy of Hans Freudenthal* (pp. 21-50). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Goldenberg, E. P., Cuoco, A. A., & Mark, J. (1998). A role for geometry in general education. In R. Lehrer, & D. Chazan (Eds.), *Designing learning environments for developing understanding of geometry and space* (pp 1-38). Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Goldstone, R. L., & Son, J. Y. (2005). The transfer of scientific principles using concrete and idealized simulations. *The Journal of the Learning Sciences, 14*(1), 69-110. doi: 10.1207/s15327809jls1401\_4
- Goodison, T. (2003). Integrating ICT in the classroom: A case study of two contrasting lessons. *British Journal of Educational Technology, 34*(5), 549 –566. doi:10.1046/j.0007-1013.2003.00350.x
- Gözen, Ş. (2001). *Matematik ve öğretimi*. İstanbul: Evrim Basım Yayım Dağıtım.

- Gray, C., Hagger-Vaughan, L., Pilkington, R., & Tomkins, S. A. (2005). The pros and cons of interactive whiteboards in relation to the key stage 3 strategy and framework. *Language Learning Journal*, 32(1), 38-44. doi:10.1080/09571730585200171
- Guin, D., & Trouche, L. (1999). 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
- Gündüz, S., & Çelik, H. C. (2015). Öğrencilerin matematik dersinde akıllı tahta kullanımına yönelik tutumlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 157-174.
- Güneş, G. (2005). Oluşturmacı yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamının matematik başarısına etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 105-121.
- Gürbüz, R. (2008). Olasılık konusunun öğretiminde kullanılabilecek bilgisayar destekli bir materyal. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 41-52.
- Güven, B., & Karataş, İ. (2005). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile oluşturmacı öğrenme ortamı tasarımı: Bir model. *İlköğretim Online*, 4(1), 62-72. <http://ilkogretim-online.org.tr> 'den alınmıştır.
- Hall, I., & Higgins, S. (2005). Primary school students' perceptions of interactive whiteboards. *Journal of Computer Assisted learning*, 21, 102–117.
- Hardin, W. J. (1997). *Comparison of four instructional approaches and mathematics background on students' conception of limits*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 9821614).
- Hardy, G. H. (1999). *Bir matematikçinin savunması* (Çev. N. Arık) (14. Baskı). Ankara: TUBİTAK.

- Hare, M. (1999). *Revealing what urban early childhood teachers think about mathematics and how they teach it: Implications for practice*. Texas: University Of North Texas. Retrieved from <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc2437/m1/10/>
- Haser, Ç. (2006). *Investigation of preservice and inservice teachers' mathematics related beliefs in Turkey and the perceived effect of middle school mathematics education program and the school contexts on these beliefs*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3236322).
- Hebert, C., & Overbaugh, R. C. (2011). *The BSCS 5E instructional model*. Retrieved from <http://idt763mayermultimedia.pbworks.com/w/file/fetch/48468290/The%20BSCS%205E%20Instructional%20Model.docx>
- Hegarty, M. (2004). Dynamic visualizations and learning: Getting to the difficult questions. *Learning and Instruction, 14*(3), 343-351. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.007>
- Hegarty, M. (2005). Multimedia learning about physical systems. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 447-465). New York: Cambridge University Press.
- Hegarty, M., Kriz, S., & Cate, C. (2003). The roles of mental animations and external animations in understanding mechanical systems. *Cognition and Instruction, 21*(4), 325-360. doi: 10.1207/s1532690xci2104\_1
- Hershkowitz, R., Parzysz, B., & van Dormolen, J. (1996). Space and shape. In A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & C. Laborde (Eds.), *International handbook of mathematics education* (pp. 161-204). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. (1984). The Role of Conceptual Conflict in Conceptual Change and The Design of Science Instruction. *Instructional Science, 13*(1), 1-13. <https://doi.org/10.1007/BF00051837>

- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., Murray, H., . . . Wearne, D. (1996). Problem solving as a basis for reform in curriculum and instruction: The case for mathematics. *Educational researcher*, 25(4), 12-21.  
<https://doi.org/10.3102/0013189X025004012>
- Hırça, N., Çalık, M., & Seven, S. (2011). 5E modeline göre geliştirilen materyallerin öğrencilerin kavramsal değişimine ve fizik dersine karşı tutumlarına etkisi: “İş, güç ve enerji” ünitesi örneği. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(1), 139-152.
- Hodge, S., & Anderson, B. (2007). Teaching and learning with an interactive whiteboard: A teacher's journey. *Learning, Media and Technology*, 32(3), 271-282.  
[doi:10.1080/17439880701511123](https://doi.org/10.1080/17439880701511123)
- Holmes, K. (2009). Planning to teach with digital tools: Introducing the interactive whiteboard to pre-service secondary mathematics teachers. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(3), 351-365. <https://doi.org/10.14742/ajet.1139>
- Honebein, P. C., Duffy, T. M., & Fishman, B. J. (1993). Constructivism and the design of learning environments: Context and authentic activities for learning. In T. M. Duffy, J. Lowyck, & D. H. Jonassen (Eds.), *Designing environments for constructive learning* (pp. 87-108). Berlin: Springer-Verlag.
- Höffler, T. N., & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: a metaanalysis. *Learning and Instruction*, 17(6), 722-738.  
[doi:10.1016/j.learninstruc.2007.09.013](https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.013)
- Höffler, T. N., Schmeck, A., & Opfermann, M. (2013). Static and dynamic visual representations: Individual differences in processing. In G. Schraw, M. T. McCrudden, & D. Robinson (Eds.), *Learning through visual displays* (pp. 133–163). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

- Hwang, W.-Y., Chen, N.-S., & Hsu, R.-L. (2006). Development and evaluation of multimedia whiteboard system for improving mathematical problem solving. *Computers & Education*, 105-121. doi:10.1016/j.compedu.2004.05.005
- İnan, C. (2006). Matematik öğretiminde oluşturmacı yaklaşım uygulamasının örnekleri. *D.Ü.Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*(6), 40-50.
- Işıksal, M., & Aşkar, P. (2005). The effect of spreadsheet and dynamic geometry software on the achievement and self-efficacy of 7th-grade students. *Educational Research*, 47(3), 333-350. doi:10.1080/00131880500287815
- İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, M. B., & Kıyıcı, M. (2002). Fen bilgisi eğitimi ve yapısalcı yaklaşım. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 1(1), 41-47.
- Jackson, A. (1997). The math wars California battles: It out over mathematics education reform (Part I). *Notices of the AMS*, 44(6), 695-702. Retrieved from <https://www.ams.org/notices/199706/comm-calif.pdf>
- JMC. (2001). *Teaching And Learning Geometry 11-19*. London: Royal Society.
- Jobrack, B. (2013, 12 20). *The 5E instructional model: Engage, explore, explain, evaluate, extend*. Retrieved from [https://www.mheonline.com/secondaryscience/pdf/5e\\_lesson\\_cycle.pdf](https://www.mheonline.com/secondaryscience/pdf/5e_lesson_cycle.pdf)
- Johnson, R. B., & Christensen, L. (2014). *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches* (5th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A Research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Jones, K. (2000). Providing a foundation for deductive reasoning: Students' interpretations when using dynamic geometry software and their evolving mathematical explanations.



- Educational Studies in Mathematics*, 44(1-3), 55-85.  
<https://doi.org/10.1023/A:1012789201736>
- Jones, K. (2002). Issues in the teaching and learning of geometry. In L. Haggarty (Ed.), *Aspects of Teaching Secondary Mathematics* (pp. 121-139). London: RoutledgeFalmer.
- Jones, K., & Bills, C. (1998). Visualisation, imagery and the development of geometrical reasoning. *Proceeding of the British Society for Research into Learning Mathematics* 18(1&2), 123-128.
- Jones, K., Gutiérrez, A., & Mariotti, M. A. (2000). Proof in dynamic geometry environments. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1-3), 1-3.  
<https://doi.org/10.1023/A:1012706005027>
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23–32. doi: 10.1207/S15326985EP3801\_4
- Kaplan, A., & Öztürk, M. (2014). Çemberde açılar konusunun öğretiminde Cabri yazılımının akademik başarıya etkisi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 109-122.
- Karasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Karataş, İ., & Güven, B. (2008). Bilgisayar donanımlı ortamlarda matematik öğrenme: Öğretmen adaylarının kazanımları. A. İşman (Ed.), *8th International Educational Technology Conference bildiriler kitabı içinde* (ss. 529-534). Eskişehir: TOJET.
- Kaya, R. (2004). *Geçmişten günümüze geometri öğretimi ve öklid dışı geometrilerin öğretimdeki yeri ve önemi*. <http://www.matder.org.tr/gecmisten-gunumuze-geometri-geometri-ogretimi-ve-oklid-disi-geometrilerin-ogretimdeki-yeri-ve-onemi/> 'den alınmıştır.

- Kaya, Z. (2005). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme* (1. Baskı). Ankara: Pagem Akademi Yayıncılık.
- Kayabaşı, Y. (2005). Sanal gerçeklik ve eğitim amaçlı kullanılması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 4(3), 151-158.
- Kayan, R., Haser, Ç., & Bostan, M. I. (2013). Matematik öğretmen adaylarının matematiğin doğası, öğretimi ve öğrenimi hakkındaki inanışları. *Eğitim ve Bilim*, 38(167), 179-195.
- Kaygusuz, Ç. (2011). *İlköğretim beşinci sınıf matematik dersi programında yer alan “çember alt öğrenme” alanına ait kavram yanlışlarının belirlenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 290664).
- Kazu, İ. Y. (2009). The effect of learning styles on education and the teaching process. *Journal of Social Sciences*, 5(2), 85-94.
- Kehagias, A., & Vlachos, P. (1999). *Computer aided instruction vs. traditional teaching: Comparison by a controlled experiment*. Retrieved from <http://rickmillsproject.com/thesis/karanikas.pdf>
- Kelly, R. M. (2014). Using variation theory with metacognitive monitoring to develop insights into how student learn from molecular visualizations. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1152-1161. doi:10.1021/ed500182g
- Kelly, R. M., & Akaygün, S. (2016). Insights into how students learn the difference between a weak acid and a strong acid from cartoon tutorials employing visualizations. *Journal of Chemical Education*, 93(6), 1010-1019. doi:10.1021/acs.jchemed.6b00034
- Kemankaşlı, N. (2010). *10. sınıflarda geometri öğrenme ortamı tasarımı: Üçgenler ünitesi örneği*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 271446).
- Kennedy, E. (1999). *Circles in a dynamic software environment*. (Unpublished Master's Thesis). Retrieved ProQuest Digital Dissertations.

- Kennewell, S., & Morgan, A. (2003). Student teachers' experiences and attitudes towards using interactive whiteboards in the teaching and learning of young children. *Young children and learning technologies conference* (pp. 65-69). Sydney, Australia: Australian Computer Society.
- Keser, Ö. F. (2003). *Fizik eğitime yönelik bütünleştirici bir öğrenme ortamı tasarımı ve uygulaması*. (Yayınlanmış Doktora tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 139242).
- Kılıç, E. (2004). Durumlu öğrenme kuramının eğitimdeki yeri ve önemi. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 307-320.
- Kindsvatter, R., Wilen, W., & Ishler, M. (1992). *Dynamics of effective teaching* (2nd ed.). New York: Longman Publishers.
- Kızılöz, R. (2009). *Bilgisayar destekli eğitim*.  
<http://resatkiziloz.wordpress.com/2009/11/29/bilgisayar-destekli-egitim/> 'den alınmıştır.
- Kline, M. (1963). *Mathematics and physical world*. New York: Thomas Y. Crowell Company.
- Kommers, P. (2009). ICT in education; societal context and policy recommendations. Aşkar, P., Akkoyunlu, B., Altun, A., Erdem, M., Seferoğlu, S. Koçak Usluel, Y., ... Yurdugül, H. (Editörler), *Proceedings Of 9th International Educational Technology Conference* bildiri kitabı içinde (s. XX-XXXI). Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Köroğlu, H., & Yeşildere, S. (2002). İlköğretim II. kademedeki matematik konularının öğretiminde oyunlar ve senaryolar. Alpsan, D. (Ed), *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunuldu*. Ankara: ODTU.  
[http://www.old.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/netscape/b\\_kitabi/b\\_kitabi.htm#MatematikBildiriler](http://www.old.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/netscape/b_kitabi/b_kitabi.htm#MatematikBildiriler) 'den alınmıştır.

- Köse, N. Y. (2008). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin dinamik geometri yazılımı Cabri geometriyle simetriyi anlamlandırmalarının belirlenmesi: Bir eylem araştırması*. (Yayınlanmamış Doktora tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 229177).
- Kurtulmuş, K. (2010). *Araştırma yöntemleri*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Kurz, T., Middleton, J., & Yanık, H. B. (2004). Preservice teachers' conceptions of mathematics-based software. *International Group for the Psychology of Mathematics Education Conference PME* (pp 313–320). Bergin, Norway.
- Kutluca, T., & Birgin, O. (2007). Doğru denklemi konusunda geliştirilen bilgisayar destekli öğretim materyali hakkında matematik öğretmeni adaylarının görüşlerinin değerlendirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 81-97.
- Küçük, A., & Demir, B. (2009). İlköğretim 6–8. sınıflarda matematik öğretiminde karşılaşılan bazı kavram yanılgıları üzerine bir çalışma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 97-112.
- Laborde, C. (2000). Dynamic geometry environments as a source of rich learning contexts for the complex activity of proving. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1-3), 151-161. <https://doi.org/10.1023/A:1012793121648>
- Laborde, C. (2001). Integration of technology in the design of geometry tasks with Cabri-geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(3), 283–317. <https://doi.org/10.1023/A:1013309728825>
- Laborde, C. (2003). Technology used as a tool for mediating knowledge in the teaching of mathematics: The case of Cabri-geometry. *8th. The Asian Technology Conference in Mathematics*, Chung Hua University. Hsinchu, Taiwan: R.O.C.
- Laborde, C., & Laborde, J.-M. (1995). The case of Cabri-géomètre: Learning geometry in a computer based environment. In D. Watson, & D. Tinsley (Eds.), *Integrating*

- information technology into education. IFIP advances in information and communication technology* (pp. 95-106). Boston, MA: Springer.
- Laborde, C., Kynigos, C., Hollebrands, K., & Strasser, R. (2006). Teaching and learning geometry with technology. In A. Gutiérrez, & P. Boero (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future* (pp. 275-304). Rotterdam: Sense Publishers.
- Lan, T.-S., & Hsiao, T.-Y. (2011). A study of elementary school students' viewpoints on interactive whiteboard. *American Journal of Applied Sciences*, 8(2), 172-176.
- Lee, B., & Boyle, M. (2004). *Teachers tell their story: Interactive whiteboards at Richardson Primary School*. Retrieved from <http://www.virtualclassrooms.info/iwb/articles/Teachers%20tell%20their%20story%20Interactive%20Whiteboards%20at%20Richardson%20Primary%20School.PDF>
- Lee, M., & Boyle, M. (2003). *The educational effects and implications of The Interactive Whiteboard Strategy of Richardson Primary School: A brief review*. Retrieved from <http://www.virtualclassrooms.info/iwb/articles/The%20Educational%20Effects%20and%20Implications%20of%20Interactive%20Whiteboard%20Strategy%20of%20Richardson%20Primary.PDF>
- Lerman, S. (1996). Intersubjectivity in mathematics learning: A challenge to the radical constructivist paradigm? *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(2), 133-150. doi: 10.2307/749597
- Lewin, C., Somekh, B., & Steadman, S. (2008). Embedding interactive whiteboards in teaching and learning: The process of change in pedagogic practice. *Education and Information Technologies*, 13, 291–303. doi:10.1007/s10639-008-9070-z

- Li, Q., Liu, Y., Xu, H., Ren, L., & Ma, C. (2007). An intelligent interactive pen-based whiteboard for dynamic geometry teaching. *IEEE*, 396-401. doi: 10.1109/ISITAE.2007.4409312
- Li, X. (2006). *Cognitive analysis of students' errors and misconceptions in variables, equations, and functions*. (Unpublished Doctoral Disertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3296453).
- Liao, T. (1993). Designing microcomputer courseware: Using computers as tools tor learning engineering concepts. *Advanced Educational Technology in Technology Education*, 109, 199-226.
- Liao, Y.-K. C. (2007). Effects of computer-assisted instruction on students' achievement in Taiwan: A meta-analysis. *Computers & Education*, 48, 216-233. doi:0.1016/j.compedu.2004.12.005
- Lipeikienė, J., & Lipeika, A. (2006). Animation tools of CAS for dynamic exploration of mathematics. *Animation Tools of CAS for Dynamic Exploration of Mathematics*, 5(1), 87-96.
- Lowe, R. (2004). Interrogation of dynamic visualization during learning. *Instruction and Learning*, 14(3), 257-274.
- Lowe, R. K. (1999). Extracting information from an animation during complex visual learning. *European Journal of Psychology of Education*, 14(2), 225–244.
- Lowe, R. K., & Schnotz, W. (2014). Animation principles in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 513-546). New York: Cambridge University Press.
- Mahiroğlu, A., Arıkan, A., Çağıltay, K., Çakıroğlu, E., Göktaş, Y., Özdemir, S., . . . Ünal, Z. (2011). Modül I: FATİH projesi'nin tanıtımı. *Eğitimde Fatih Projesi: Eğitimde Teknoloji Kullanım Kursu*(1), 1-12. Ankara: MEB Eğitim Teknolojileri Genel

Müdürlüğü.

[http://viransehirveyselkaraniho.meb.k12.tr/meb\\_iys\\_dosyalar/63/11/760028/dosyalar/2018\\_05/03100640\\_fatih\\_projesi\\_tanYtYmY.pdf](http://viransehirveyselkaraniho.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/63/11/760028/dosyalar/2018_05/03100640_fatih_projesi_tanYtYmY.pdf) ‘den alınmıştır.

- Malabar, I. (2003). *The use of computer technology and constructivism to enhance visualisation skills in mathematics education*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 301639842).
- Mariotti, M. A. (2001). Justifying and proving in the Cabri environment. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(3), 257–281.
- Marrades, R., & Gutiérrez, Á. (2000). Proofs produced by secondary school students learning geometry in a dynamic computer environment. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1/2), 87-125.
- Marshall, H. H. (1996). Implications of differentiating and understanding constructivist approaches. *Educational Psychologist*, 31(3-4), 235-240.
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (2010). *Thinking mathematically* (2nd ed.). Harlow, England: Pearson Education Limited.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayring, P. (2011). *Nitel sosyal araştırmaya giriş*. (Çev. A. Gümüş, & M. S. Durgun) Ankara: Bilgesu Yayıncılık.
- McEntyre, M. (2006). The effects interactive whiteboards have on student motivation. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.534.5272&rep=rep1&type=pdf>
- MEB. (2009). *İlköğretim matematik dersi 1–5. sınıflar öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim Ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

- MEB. (2010). *Ortaöğretim geometri dersi 11. sınıf öğretim programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB. (2013a). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı (5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB. (2013b). *Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı (9, 10, 11 ve 12. sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB. (2016). *TEOG istatistikleri yayımlandı*. <https://www.meb.gov.tr/teog-istatistikleri-yayimlandi/haber/11409/tr> 'den alınmıştır.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber*. (Çev. S. Turan) Ankara: Nobel Yayıncılık. (Eserin orijinali 2009'da yayımlanmıştır).
- Meyer, K., Rasch, T., & Schnotz, W. (2010). Effects of animation's speed of presentation on perceptual processing and learning. *Learning and Instruction, 20*(2), 136-145.  
doi:10.1016/j.learninstruc.2009.02.016
- Miller, D., Glover, D., & Averis, D. (2004). Motivation: The contribution of interactive whiteboards to teaching and learning in mathematics. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/242238825\\_MOTIVATION\\_THE\\_CONTRIBUTION\\_OF\\_INTERACTIVE\\_WHITEBOARDS\\_TO\\_TEACHING\\_AND\\_LEARNING\\_IN\\_MATHEMATICS/citations](https://www.researchgate.net/publication/242238825_MOTIVATION_THE_CONTRIBUTION_OF_INTERACTIVE_WHITEBOARDS_TO_TEACHING_AND_LEARNING_IN_MATHEMATICS/citations)
- Mills, J. D. (2003). A theoretical framework for teaching statistics. *Teaching Statistics, 25*(2), 56-58. doi:10.1111/1467-9639.00126
- Moore, N. M. (2005). *Constructivism using group work and the impact on self-efficacy, intrinsic motivation, and group work skills on middle-school mathematics students*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3164690).



- Moss, G., Jewitt, C., Levañiç, R., Armstrong, V., Cardini, A., & Castle, F. (2007). The interactive whiteboards, pedagogy and pupil performance evaluation: An evaluation of the schools whiteboard expansion (SWE) project: London challenge. Retrieved from <http://www.karsenti.ca/archives/tbi-recherches/LondonChallenge.pdf>
- Münzer, S. (2015). Facilitating recognition of spatial structures through animation and the role of mental rotation ability. *Learning and Individual Differences*, 38, 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.12.007>
- Myers, E. R. (2001). *Accounting for prospective secondary mathematics teachers' understandings in a dynamic geometry tool environment* (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3020548).
- Nakin, J.-B. N. (2003). *Creativity and divergent thinking in geometry education*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations.
- NCTM. (2004). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Retrieved from [http://csmc.missouri.edu/PDFS/CCM/summaries/standards\\_summary.pdf](http://csmc.missouri.edu/PDFS/CCM/summaries/standards_summary.pdf).
- NCTM. (2008). *Principles and standards for school mathematics* (3th ed.). Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.
- NCTM. (tarih yok). *Geometry standards*. Retrieved from <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/Geometry/>
- Nelissen, J. M., & Tomic, W. (1998). Representations in mathematics education. *ERIC*, 1-46. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED428950.pdf>
- Niederhauser, D. S., & Stoddart, T. (2001). Teachers' instructional perspectives and use of educational software. *Teaching and Teacher Education*, 17(1), 15-31. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(00\)00036-6](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(00)00036-6)

- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach mathematics with technology. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 21(5), 509-523.  
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- Nirode, W. (2012). *An analysis of how and why high school geometry teachers implement dynamic geometry software tasks for student engagement* (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3553968).
- Northcote, M., Mildenhall, P., Marshall, L., & Swan, P. (2010). Interactive whiteboards: Interactive or just whiteboards?. *Australasian Journal of Educational Technology*, 26(4), 494-510. <https://doi.org/10.14742/ajet.1067>
- Noss, R., & Baki, A. (1996). Liberating school mathematics from procedural view. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(12), 179-182.
- Olive, J. (2000). Implications of using dynamic geometry technology for teaching and learning. *Ensino e Aprendizagem de Geometria* (pp. 7-33). Lisboa: SPCE
- Olkun, S., & Altun, A. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 2(4), 86-91.
- Olkun, S., & Aydoğdu, T. (2003). Üçüncü uluslararası matematik ve fen araştırması (TIMSS) nedir? Neyi sorgular? Örnek geometri soruları ve etkinlikler. *İlköğretim-Online*, 2(1), 28-35.
- Onwuegbuzie, A. J. & Leech, N. L. (2005). On becoming a pragmatic researcher: the importance of combining quantitative and qualitative research methodologies. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(5), 375-387. doi: 10.1080/13645570500402447
- Opfermann, M., Gerjets, P. & Scheiter, K. (2006). How does hypermedia support learning? The role of different representational formats and varying levels of... *Proceedings of*

- the 23rd annual ascilite conference: Who's learning? Whose technology?* (pp. 615-622). Sydney: The University of Sydney.
- O'Reilly, D., Pratt, D. & Winbourne, P. (1997). Constructive and instructive representation. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 6(1), 73-93.  
doi:10.1080/14759399700200001
- Osin, L. (1998). Computers in education in developing countries: Why and how? *Education and Technology*, 3(1), 1-14.
- ÖSYM. (2016). *2016-lisans yerleştirme sınavları (2016-LYS) sonuçları*. Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi. Ankara: Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi.  
<http://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2016/LYS/LYSSayisalBilgiler19072016.pdf>  
'den alınmıştır.
- Özcan, F. (2008). *Dokuzuncu sınıf coğrafya öğretiminde animasyonların yeri ve önemi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 218794).
- Özdal, J., Ünlü, K., Çatak, M., & Sarı, S. (2006). A mathematics lesson designed using 5E learning cycle model. In H. Yaratan & H. Caner (Eds.), *VI. International Educational Technology Conference* (pp. 1368-1375). Famagusta, T.R.N.C: Turkish Journal of Educational Technology.
- Özdemir, A. Ş., & Tabuk, M. (2004). Matematik dersinde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarı ve tutumlarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(5), 142-152.
- Özdener, N. (2005). Deneysel öğretim yöntemlerinde benzetişim (simulation) kullanımı. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 4(4), 93-98.
- Özerbaş, M. A. (2007). Yapılandırmacı öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılığına etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(4), 609-635.

- Özerbaş, M. A., & Kaygusuz, Ç. (2012). “Çember alt öğrenme” alanına ait kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(28), 78-94.
- Özgen, K., & Tım, A. (2018). Ortaokul öğrencilerinin matematik derslerinde akıllı tahta kullanmaya yönelik tutumlarının bazı değişkenlere göre incelenmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education – Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 7(1), 16-39. doi:10.30703/cije.380702
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 3(1), 100-111.
- Özsoy, N., & Kemankaşlı, N. (2004). Ortaöğretim öğrencilerinin çember konusundaki temel hataları ve kavram yanlışları. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 3(4), 140-147.
- Painter, D. D., Whiting, E., & Wolters, B. (2005). The use of an interactive whiteboard in promoting interactive teaching and learning. *Virginia Society for Technology in Education*, 19(2), 31-40. Retrieved from [https://gse.gmu.edu/assets/docs/tr/interactive-board\\_tr.pdf](https://gse.gmu.edu/assets/docs/tr/interactive-board_tr.pdf)
- Pat, H. (2001). The changing role of the teacher: How management systems help facilitate teaching. *THE Journal*, 28(4), 28-30. Retrieved from <https://www.learntechlib.org/p/91741/>
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel Araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (1. Baskı). (Çev. M. Bütün, & S. B. Demir) Ankara: Pegem Akademi. (Eserin orijinali 2002’de yayımlanmıştır).

- Pea, R. D. (1985). Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning. *Educational Psychologist*, 20(4), 167-182. doi: 10.1207/s15326985ep2004\_2
- Peker, M. (2009). The use of expanded microteaching for reducing preservice teachers' teaching anxiety about mathematics. *Scientific Research and Essay*, 4(9), 872-880. Retrieved from <https://academicjournals.org/journal/SRE/article-full-text-pdf/9D5095016215>
- Peker, M., & Mirasyedioğlu, Ő. (2003). Lise 2. sınıf öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumları ve başarıları arasındaki ilişki. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 157-166.
- Peker, M., & Mirasyedioğlu, Ő. (2008). Pre-service elementary school teachers' learning styles and attitudes towards mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(1), 21-26. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75302>
- Perkins, D. (1999). The many faces of constructivism. *Educational Leadership*, 57(3), 6-11.
- Pesen, C., Odabaş, A. & Bindak, R. (2000). İlkğretim okullarında kullanılan matematik ğretim yöntemleri zerine. *Eğitim ve Bilim*, 25(118), 32-34.
- Phillips, D. C. (1995). The Good, the bad, and the ugly: The many faces of constructivism. *Educational Researcher*, 24(7), 5-12. doi:10.2307/1177059
- Poage, C. P. (2002). *Effects of a graphing-calculator-intensive institute on content knowledge, confidence, and classroom use by secondary mathematics teachers*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3050657).
- Polat, M., Gnen, E., Parlak, B., Yıldırım, A., & zgrlk, B. (2016). *TIMSS 2015 ulusal matematik ve fen n raporu 4. ve 8. sınıflar*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

- Prawat, R. S. (1996). Constructivisms, modern and postmodern. *Educational Psychologist*, 31(3-4), 215-225. doi:10.1080/00461520.1996.9653268
- Pulaski, M. A. (1980). *Understanding Piaget: An introduction to children's cognitive development*. New York: Harper & Row.
- Punch, K. F. (2014). *Sosyal araştırmalara giriş: Nicel ve nitel yaklaşımlar*. (Çev. D. Bayrak, H. B. Arslan & Z. Akyüz) Ankara: Siyasal Kitebevi.
- Randolph, J. J. (2008). *Multidisciplinary methods in educational technology research and development*. Hämeenlinna: HAMK Publications.
- Reaume, M. M. (2007). *Enhancing boys' literacy through the use of interactive whiteboards* (Unpublished Master's Thesis). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT MR27134).
- Richards, J. (1995). Constructivism: pick one of the above. In L. P. Steffe, J. Gale, & J. E. Gale (Eds.), *Constructivism in Education* (pp. 57-63). Hillsdale: Routledge.
- Richardson, A. (2002). Effective questioning in teaching mathematics using an interactive whiteboard. *Micromath*, 18(2), 8-12.
- Richardson, V. (2003). Constructivist pedagogy. *Teachers college record*, 105(9), 1623-1640.
- Rickel, J. W. (1989). Intelligent computer-aided instruction: A survey organized around system components. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 19(1), 40-57. doi: 10.1109/21.24530
- Roberto, J. (2010). Teaching & learning with the iGeneration: Perspectives, strategies, and ideas. *Lifelong Faith*, 4(3), 45-53.
- Rogers, Y., & Scaife, M. (1998). How can interactive multimedia facilitate learning? In J. Lee (Ed.), *Intelligence and multimodality in multimedia interfaces: Research and applications* (pp. 1-25). Menlo Park, CA: AAI Press.

- Rojano, T. (1996). Developing algebraic aspects of problem solving within a spreadsheet environment. In N. Bednarz, C. Kieran, & L. Lee (Eds.), *Approaches to algebra: Perspectives for research and teaching* (pp. 55-62). Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Rosenthal, D. P., & Sanger, M. J. (2013). How does viewing one computer animation affect students' interpretations of another animation depicting the same oxidation-reduction reaction?. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(3), 286-296.  
doi:10.1039/c3rp00006k
- Rowlands, S., & Carson, R. (2006). Proof, reason, abstraction and leaps: A cultural-historical approach to teaching geometry. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 26(1), 71-76. Retrieved from <http://www.bsrlm.org.uk/wp-content/uploads/2016/02/BSRLM-IP-26-1-13.pdf>
- Ruthven, K., Hennessy, S. and Deaney, R. (2005), Incorporating dynamic geometry into secondary mathematics: Teacher perspectives and practice. In D. Hewitt and A. Noyes (Eds.), *Proceedings of the sixth British Congress of Mathematics Education* (pp. 152-159). Coventry: University of Warwick.
- Ryoo, K., & Linn, M. C. (2014). Designing guidance for interpreting dynamic visualizations: Generating versus reading explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(2), 147-174. doi:10.1002/tea.21128
- Sakallı, A. F. (2011). *Karmaşık sayılar konusunun öğretiminde yapılandırmacı 5E modelinin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 284473).
- Salim, K., & Tiawa, D. H. (2015). The student's perceptions of learning mathematics using flash animation secondary school in indonesia. *Journal of Education and Practice*, 6(34), 76-80. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1086101.pdf>

- Salomon, G. (1979). *Interaction of media, cognition, and learning*. San Francisco: Jossey Bass.
- Santrock, J. W. (2011). *Educational psychology* (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Schank, R. C. (1994). Active learning through multimedia. *IEEE Multimedia*, 1(1) 69-78. doi: 10.1109/93.295270
- Scheiter, K., & Gerjets, P. (2010). Cognitive and socio-motivational aspects in learning with animations: There is more to it than 'do they aid learning or not'. *Instructional Science*, 38(5), 435–440. doi:10.1007/s11251-009-9118-5
- Schifter, D. (2005). A constructivist perspective on teaching and learning mathematics. In C. T. Fosnot (Ed.), *Constructivism: Theory, perspectives, and practice* (pp. 73-91). Danvers: Teachers College Press.
- Schmid, E. C. (2006). Investigating the use of interactive whiteboard technology in the English language classroom through the lens of a critical theory of technology. *Computer Assisted Language Learning: An International Journal*, 19(1), 47-62. doi:10.1080/09588220600804012
- Schmid, E. C. (2008). Using a voting system in conjunction with interactive whiteboard technology to enhance learning in the English language classroom. *Computers & Education*, 50(1), 338–356. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.07.001>
- Schnotz, W., & Lowe, R. K. (2008). A unified view of learning from animated and static graphics. In R. K. Lowe, & W. Schnotz (Eds.), *Learning with animation* (pp. 304-356). Cambridge: Cambridge University Press.
- Schnotz, W., & Rasch, T. (2005). Enabling, facilitating, and inhibiting effects of animations in multimedia learning: Why reduction of cognitive load can have negative results on learning. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 47-58. <https://doi.org/10.1007/BF02504797>



- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando: Academic Press.
- Schut, C. R. (2007). *Student perceptions of interactive whiteboards in a biology classroom* (Unpublished Master's Thesis). Retrieved from [http://digitalcommons.cedarville.edu/education\\_theses/16](http://digitalcommons.cedarville.edu/education_theses/16)
- Schwartz, D. L. (1995). Reasoning about the referent of a picture versus reasoning about the picture as the referent: An effect of visual realism. *Memory & Cognition*, 23(6), 709-722. <https://doi.org/10.3758/BF03200924>
- Selçik, N., & Bilgici, G. (2011). GeoGebra yazılımının öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(3), 913-924.
- Senemoğlu, N. (2005). *Gelişim, öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya* (11. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Seyitoğlu, E. (2014). *Akıllı tahta kullanılan matematik dersinden yansımalar*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 380255).
- Sezer, A. (2011). Coğrafya öğretmeni adaylarının bilgisayar destekli eğitime ilişkin tutumlarının incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, IV(1), 1-19.
- Sgroi, R. J. (1990). Communicating about spatial relationships. *The Arithmetic Teacher*, 37(6), 21-23.
- Shadaan, P., & Leong, K. E. (2013). Effectiveness of using Geogebra on students' understanding in learning circles. *The Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 1(4), 1-11. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1086434.pdf>
- Shafer, K. G. (2004). *Two high school teachers' initial use of Geometer's Sketchpad: issues of implementation*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3154510).

- Sharikzadeh, N. (2003). Assessment in constructive learning environments. Paper presented at *the International Conference on Emerging Technologies*. Minneapolis: University of Minnesota.
- Shenton, A., & Pagett, L. (2007). From 'bored' to screen: The use of the interactive whiteboard for literacy in six primary classrooms in England. *Literacy*, 41, 129-136. doi:10.1111/j.1467-9345.2007.00475.x
- Shiland, T. W. (1999). Constructivism: The implications for laboratory work. *Journal of Chemical Education*, 76(1), 107-109. <https://doi.org/10.1021/ed076p107>
- Sigler, A., Stupel, M., & Flores, A. (2017). Relations among five radii of circles in a triangle, its sides and other segments. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(5), 782-793. doi:10.1080/0020739X.2016.1276227
- Skemp, R. R. (1987). *The psychology of learning mathematics*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Skemp, R. R. (2006). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 12(2), 88-95.
- SMART Technologies. (2006). The interactive whiteboard in education: An introduction. *Interactive whiteboards and learning*. Retrieved from <http://downloads01.smarttech.com/media/education/pdf/interactivewhiteboardsandlearning.pdf>
- Smith, A. (2000). *Interactive whiteboard evaluation*. Retrieved from <https://mirandanet.ac.uk/blog/2015/01/13/interactive-whiteboard-evaluation/>
- Smith, F., Hardman, F., & Higgins, S. (2006). The impact of interactive whiteboards on teacher-pupil interaction in the national literacy and numeracy strategies. *British Educational Research Journal*, 32(3), 443-457.

- Smith, H. J., Higgins, S., Wall, K., & Miller, J. (2005). Interactive whiteboards: Boon or bandwagon? A critical review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning, 21*, 91–101. doi:10.1111/j.1365-2729.2005.00117.x
- Smith, K. B., & Shotsberger, P. G. (2001). Web-based teacher education: Improving communication and professional knowledge in preservice and inservice teacher training. *Web-based Teacher Education*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED459161.pdf>
- Smith, M. S. (2000). Reflections on practice: Redefining success in mathematics teaching and learning. *Mathematics Teaching in the Middle School, 5*(6), 378-386.
- Somyürek, S., Atasoy, B., & Özdemir, S. (2009). Board's IQ: what makes a board smart? *Computers & Education, 53*(2), 368-374.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.02.012>
- Soylu, Y., & Aydın, S. (2006). Matematik derslerinde kavramsal ve işlemsel öğrenmenin dengelenmesinin önemi üzerine bir çalışma. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi, 8*(2), 83-95.
- Srisurichan, R. (2012). *Teachers' accounts of successful technology integration in teaching mathematics*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3512485).
- Stebner, F., Kühl, T., Höffler, T. N., Wirth, J., & Ayres, P. (2017). The role of process information in narrations while learning with animations and static pictures. *Computers & Education, 104*, 34-48. doi:10.1016/j.compedu.2016.11.001
- Steckroth, J. J. (2007). *Technology-enhanced mathematics instruction: effects of visualization on student understanding of trigonometry*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3282501).

- Steffe, L. P. (1995). Alternative epistemologies: An educators perspective. In L. P. Steffe, J. Gale, & J. E. Gale (Eds.), *Constructivism in Education* (pp. 489-523). Hillsdale: Routledge.
- Stipek, D. J., Givvin, K. B., Salmon, J. M., & MacGyvers, V. L. (2001). Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction. *Teaching and Teacher Education, 17*(2), 213-226. doi: 10.1016/S0742-051X(00)00052-4
- Stupel, M., Oxman, V., & Sigler, A. (2014). More on geometrical constructions of a tangent to a circle with a straightedge only. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology, 8*(1), 17-30.
- Stupel, M., Oxman, V., & Sigler, A. (2017). Dynamic investigation of triangles inscribed in a circle, which tend to an equilateral triangle. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 48*(1), 149-161.  
doi:10.1080/0020739X.2016.1206978
- Swan, K., Schenker, J., & Kratcoski, A. (2008). The effects of the use of interactive whiteboards on student achievement. In J. Luca & E. R. Weippl (Eds.), *Proceedings of ED-MEDIA 2008-World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*, (pp. 3290-3297). Vienna, Austria: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. New York: Springer.
- Szabo, M., & Poohkay, B. (1996). An experimental study of animation, mathematics achievement, and attitude toward computer-assisted instruction. *Journal of Research on Computing in Education, 28*(3), 390-402. doi:10.1080/08886504.1996.10782173
- Szombathelyi, A. (2001). *Personal factors that influence teachers' decisions about graphing calculator use and a descriptive model of teachers' operational levels for using the*

- graphing calculator in mathematics instruction*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3020988).
- Şad, S. N. (2012). An attitude scale for smart board use in education: Validity and reliability studies. *Computers & Education*, 58(3), 900-907.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.017>
- Şengel, E. (2013). Human computer interaction and usability. In A. Drujinin, Z. Kostova, I. Sharuho, & E. Atasoy (Eds.), *The Science And Education At The Beginning Of The 21st Century In Turkey* (pp. 903-1149). Sofya: St. Kliment Ohridski University Press.
- Şengel, E., & Özden, M. Y. (2010). An evaluation of a constructivist online science learning activity : A case study in Turkey. *The New Educational Review*, 21(2), 157-170.
- Şengel, E., Öncü, S., & Baltacı Göktalay, Ş. (2014). Achievement in language learning: Effects of various computer assisted activities and computer literacy. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)*, 29(1), 267-279.  
Retrieved from <http://dergipark.org.tr/hunefd/issue/7787/101802>
- Şerbetçi, B. (2009). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının eğitim fakültelerindeki geometri derslerinin meslekteki uygulamalarına etkileri ile ilgili görüşleri*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 278339).
- Şişman, M. (2007). *İlköğretim 8. sınıf matematik dersi çarpanlara ayırma ve özdeşlikler konusunun yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun olarak öğretiminin öğrenci başarısına etkisi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 206987).
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). Boston: Pearson.

- Tapan-BROUTIN, M. S. (2010). *Bilgisayar etkileşimli geometri* (1. Baskı). İstanbul: Ezgi Kitabevi.
- Tapan-BROUTIN, M. S. (2014). Matematiksel nesnelerin yapısı ve temsiller: Klasik semiyotik üçgenin geometri öğretimine yansımalarının analizi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 255-282. doi: 10.19171/ueefd.49474
- Tapan, M. S., & Arslan, Ç. (2008). What you see is not always what you expect to see: A case study on the use of the spatio-visual properties. In B. Özer, H. Yaratana & H. Caner (Eds.), *International Conference On Educational Sciences (ICES08)* (pp. 1862-1866). Famagusta, KKTC: Eastern Mediterranean University.
- Tapan-BROUTIN, M. S., & Arslan, Ç. (2012). Integration of dynamic geometry softwares in mathematics education: Researches' overview in Turkey. *The Science And Education at the Beginning of the 21 St Century in Turkey*, 3(2), 423-436.
- Taş, M. (2010). *Dinamik matematik yazılımı GeoGebra ile eğrisel integrallerin çözümlenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 254979).
- Tatar, E., Kağızmanlı, T. B., & Akkaya, A. (2014). The effect of a dynamic software on the success of analytical analysis of the circle and prospective mathematics teachers opinions. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 8(1), 153-177.
- Tataroğlu, B. (2009). *Matematik öğretiminde akıllı tahta kullanımının 10. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, matematik dersine karşı tutumları ve öz-yeterlik düzeylerine etkileri*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 239335).

- Taylor, M. J., Pountney, D. C., & Baskett, M. (2008). Using animation to support the teaching of computer game development techniques. *Computer & Education*, 50(4), 1258-1268. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.12.006>
- Teltik Başer, E. (2008). *5E modeline uygun öğretim etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına etkisi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 218079).
- TIMSS & PIRLS. (2016). *TIMSS 2015 international results in mathematics*. Retrieved from TIMSS & PIRLS: <http://timss2015.org/timss-2015/mathematics/achievement-in-content-and-cognitive-domains/achievement-in-mathematics-content-domains/>
- Tjaden, B. J., & Martin, C. D. (1995). Learning effects of CAI on college students. *Computers Educ.*, 24(4), 271-277. [https://doi.org/10.1016/0360-1315\(95\)00031-G](https://doi.org/10.1016/0360-1315(95)00031-G)
- Tobin, K. (1993). Referents for making sense of science teaching. *International Journal of Science Education*, 15(3), 241–254. doi: 10.1080/0950069930150302
- Toptaş, V. (2012). Elementary school teachers' opinions on instructional methods used in mathematics classes. *Eğitim ve Bilim / Education and Science*, 37(166), 116-128. Retrieved from <http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/1372/445>
- Toptaş, V. (2007). *İlköğretim matematik dersi (1–5) öğretim programında yer alan 1. sınıf geometri öğrenme alanı öğrenme-öğretme sürecinin incelenmesi*. (Yayınlanmış Doktora tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 189882).
- Torff, B., & Tirotta, R. (2010). Interactive whiteboards produce small gains in elementary students' self-reported motivation in mathematics. *Computers & Education*, 54(2), 379–383. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.08.019>
- Tsai, C. C. (2002). Diagnosing students' alternative. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18, 157-165. doi:10.1046/j.0266-4909.2002.00223.x

- Tuncer, D. (2008). *Materyal destekli matematik öğretiminin ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarısına ve başarının kalıcılık düzeyine etkisi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 218468).
- Tutak, T., & Birgin, O. (2008). Geometri öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. A. İşman (Ed.), *8th International Educational Technology Conference* bildiri kitabı içinde (ss. 1062-1065). Eskişehir: TOJET.
- Türel, Y. K., & Demirli, C. (2010). Instructional interactive whiteboard materials: Designers' perspectives. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 9, 1437–1442.  
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.346>
- Türel, Y. K., & Johnson, T. E. (2012). Teachers' belief and use of interactive whiteboards for teaching and learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(1), 381–394.  
Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.15.1.381>
- Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: Can it facilitate?  
*International Journal of Human-Computer Studies*, 57(4), 247–262.  
doi:10.1006/ijhc.1017
- Tynjala, P. (1999). Towards expert knowledge? A comparison between a constructivist and a traditional learning environment in the university. *International Journal of Educational Research*, 31(5), 357-442. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(99\)00012-9](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00012-9)
- Ubuz, B. (1999). 10. ve 11. Sınıf öğrencilerinin temel geometri konularındaki hataları ve kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(17), 95 - 104.  
[http://www.efdergi.hacettepe.edu.tr/shw\\_artcl-1108.html](http://www.efdergi.hacettepe.edu.tr/shw_artcl-1108.html) 'den alınmıştır.
- University of South Alabama. (tarih yok). *Mixed research: Mixed method and mixed model research*. Retrieved from  
<http://www.southalabama.edu/coe/bset/johnson/lectures/lec14.htm>



- Uzan, E. (2017). *Secondary mathematics pre-service teachers' processes of selection and integration of technology* (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 10690455).
- Uzun, N. (2013). *Dinamik geometri yazılımlarının bilgisayar destekli öğretim ve akıllı tahta ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında kullanımının öğrencilerin akademik başarısına, uzamsal görselleştirme becerisine ve uzamsal görsel...* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 349060).
- Ülgen, G. (1994). *Eğitim psikolojisi: Kavramlar, ilkeler, yöntemler, kuramlar ve uygulamalar*. Ankara: Lazer Ofset.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2016). *Elementary and middle school mathematics teaching developmentally* (9th ed.). Essex: Pearson Education.
- Vighnarajah, Luan, W. S., & Bakar, K. A. (2008). The shift in the role of teachers in the learning process. *European Journal of Social Sciences*, 7(2), 33-41.
- Von Glasersfeld, E. (1984). An Introduction to radical constructivism. In P. Watzlawick (Ed.), *The Invented Reality How Do We Know What We Believe to Know? Contributions to Constructivism* (pp. 17–40). New York: Norton.
- Von Glasersfeld, E. (1992). *A constructivist view of teaching and learning*. Retrieved from <http://www.vonglasersfeld.com/135>
- Von Glasersfeld, E. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. London: The Falmer Press.
- Waits, B. K., & Demana, F. (1996). A Computer for all students—revisited. *The Mathematics Teacher*, 89(9), 712-714.
- Wall, K., Higgins, S., & Smith, H. (2005). "The visual helps me understand the complicated things": Pupil views of teaching and learning with interactive whiteboards. *British*

*Journal of Educational Technology*, 36(5), 851-867. doi:10.1111/j.1467-8535.2005.00508.x

- Wang, P.-Y., Vaughn, B. K., & Liu, M. (2011). The impact of animation interactivity on novices' learning of introductory statistics. *Computers & Education*, 56(1), 300–311. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.011>
- Wang, S.K., & Reeves, T. C. (2006). The effects of a web-based learning environment on student motivation in a high school earth science course. *Educational Technology Research and Development*, 54(6), 597–621. <https://doi.org/10.1007/s11423-006-0638-2>
- Warwick, P., Mercer, N., Kershner, R., & Staarman, J. K. (2010). In the mind and in the technology: The vicarious presence of the teacher in pupil's learning of science in collaborative group activity at the interactive whiteboard. *Computers & Education*, 55(1), 350-362. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.001>
- Weimer, M. J. (2001). *The influence of technology such as a SMART board interactive whiteboard on student motivation in the classroom*. Retrieved from [http://downloads01.smarttech.com/media/sitecore/en/pdf/research\\_library/k-12/the\\_influence\\_of\\_technology\\_such\\_as\\_a\\_smart\\_board\\_interactive\\_whiteboard\\_on\\_student\\_motivation\\_in\\_the\\_classroom.pdf](http://downloads01.smarttech.com/media/sitecore/en/pdf/research_library/k-12/the_influence_of_technology_such_as_a_smart_board_interactive_whiteboard_on_student_motivation_in_the_classroom.pdf)
- Wiggins, J., & Ruthmann, A. (2002). Music teachers' experiences: Learning through SMART board technology. Retrieved from [http://downloads.smarttech.com/media/sitecore/en/pdf/research\\_library/music/music\\_teachers\\_experiences-learning\\_through\\_smart\\_board\\_technology.pdf](http://downloads.smarttech.com/media/sitecore/en/pdf/research_library/music/music_teachers_experiences-learning_through_smart_board_technology.pdf)
- William, M. D. (1993). How to use animation in computer assisted learning. *British Journal of Educational Technology*, 24(3), 171-178. doi:10.1111/j.1467-8535.1993.tb00070.x

- Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1977). Field-Dependent and Field-Independent cognitive styles and their educational implications. *Review of Educational Research*, 47(1), 1-64. doi:10.1002/j.2333-8504.1975.tb01065.x
- Wood, R., & Ashfield, J. (2008). The use of the interactive whiteboard for creative teaching and learning in literacy and mathematics: a case study. *British Journal of Educational Technology*, 39(1), 84–96. doi:10.1111/j.1467-8535.2007.00703.x
- Yalın, H. İ. (2004). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme* (10. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Yaman, H. (2010). *İlköğretim öğrencilerinin matematiksel örüntülerdeki ilişkileri algılayışları üzerine bir inceleme*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yanık, A. (2013). *Cabri yazılımı ile 7. sınıf öğrencilerinin çokgenleri tanımlama, oluşturma ve sınıflama becerilerinin gelişmesinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 322038).
- Yarar, S. (2010). *Flash programında kavram karikatürleri ile desteklenerek hazırlanmış öğrenme nesnelerinin sosyal bilgiler dersinde kullanılması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 264773).
- Yaşar, Ş. (1998). Yapısalcı kuram ve öğrenme-öğretme süreci. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1-2), 68-75.
- Yavuz, İ., & Kepceoğlu, İ. (2012). Cabri ortamında öğrencilerin temel şekil çizme stratejilerinin incelenmesi. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (X. UFBMEK)*. Niğde: Niğde Üniversitesi.  
[http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmek/dosyalar/tam\\_metin/pdf/2307-29\\_05\\_2012-11\\_54\\_58.pdf](http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmek/dosyalar/tam_metin/pdf/2307-29_05_2012-11_54_58.pdf) adresinden alınmıştır

- Yazdani, M. A. (2007). A brief historical antecedents to the evolution of geometry education. *Journal of Mathematical Sciences & Mathematics Education*, 2(2), 30-43. Retrieved from <http://www.msme.us/2007-2-4.pdf>
- Yazgan, G. (2006). *Ckç modeline göre 10. sınıf öğrencilerinin geometrik yer kavramına ilişkin kavramaları üzerine nitel bir araştırma*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi veritabanından alınmıştır. (Tez No: 187825).
- Yenilmez, K., & Demirhan, H. (2013). Altıncı sınıf öğrencilerinin bazı temel matematik kavramları anlama düzeyleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*(20), 275-292. [http://www.zgefdergi.com/Makaleler/1399700811\\_20\\_18\\_ID\\_345.pdf](http://www.zgefdergi.com/Makaleler/1399700811_20_18_ID_345.pdf) 'den alınmıştır.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (7. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, C. (2010). *Matematiksel düşünme* (6. Baskı). İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Yıldırım, H. H., Yıldırım, S., Yetişir, M. İ., & Ceylan, E. (2013). *PISA 2012 ulusal ön raporu*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.
- Yıldız, A., Baltacı, S., & Aktümen, M. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımı ile üç boyutlu cisim problemlerini çözme süreçleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 20(2), 591-604.
- Yıldız, C., Güven, B., & Koparan, T. (2010). Use of Cabri 2D software in drawing height, perpendicular bisector and diagonal. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2040–2045. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.278>
- Yıldızhan, Y. H. (2013). Temel eğitimde akıllı tahtanın matematik başarısına etkisi. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 5, 110-121.

<https://docplayer.biz.tr/3439758-Temel-egitimde-akilli-tahtanin-matematik-basarisina-etkisi-10.html> ‘den alınmıştır.

Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

Yousif, A. E. (1997). *The effect of the Geometer's Sketchpad on the attitude toward geometry of high school students*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Retrieved ProQuest Digital Dissertations. (AAT 9732652).

Zafer, T. (2012, 5 5). *Pi sayısı ve çılgınlığı*. <http://www.kuark.org/2012/05/pi-sayisi-ve-cilginligi/> ‘den alınmıştır.

Zahotik, J. A. (1995). *Constructivist Teaching*. Indiana: The Phi Della Kappa Educational Foundation.

Zittle, F. J. (2004). Enhancing Native American mathematics learning: The use of smartboardâ-generated virtual manipulatives for conceptual understanding. In Cantoni, L. & McLoughlin, C. (Eds.), *Proceedings of ED-MEDIA 2004-World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* (pp. 5512-5515). Lugano, Switzerland: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Zopluoğlu, C. (2013). *V. Uluslararası matematik ve fen eğilimleri araştırması (TIMSS) Türkiye değerlendirmesi: Matematik*. Ankara: Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı.

## Ekler

## EK-1: MEB araştırma (uygulama ) izni



T.C.  
AFYONKARAHİSAR VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 49809702/605/269968  
Konu: Araştırma (Uygulama) İzni  
(Murat KESKİN)

09/01/2015

## VALİLİK MAKAMINA

İlgi : Uludağ Üniversitesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı'nın 22/12/2014 tarihli ve 94390400-774/4007 sayılı yazısı.

Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı Doktora Programı öğrencilerinden Murat KESKİN' in "Akıllı Tahta İçin Hazırlanan Bilgisayar Destekli Etkinliklerin Çember ve Daire Kavramlarının Öğretilmesine Katkısının Değerlendirilmesi" konulu tez çalışması veri toplama uygulamasının ilgili derslerde Kamil Miras Anadolu Lisesi 11 C Sınıfı öğrencilerine ve Geometri Dersi Öğretmenlerine derslerin işleyişini aksatmayacak şekilde uygulanması ve yapılan çalışmanın tamamlandıktan sonra sonuçlarının birer örneğinin İl Millî Eğitim Müdürlüğü'ne teslim edilmesi şartıyla, Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme (Ar-Ge) birimi teklifi doğrultusunda, müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamınızca da uygun görülmesi halinde gereğini olurlarınıza arz ederim.

Metin YALÇIN  
İl Millî Eğitim Müdürü

OLUR  
09/01/2015

Akgün CORAV  
Vali a.  
Vali yardımcısı

## EKLER:

- 1- Dilekçe (1 sayfa)
- 2- Uygulama Formları (36 Sayfa)

İl Millî Eğitim Müdürlüğü (AR-GE)  
Elektronik Ağ: www.meb.gov.tr  
e-posta: adsoyad@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: Göktül AKPINAR  
Tel: (0 272) 2137603-207  
Faks: (0 272)2137605

## EK 2: Matematik Dersinde Akıllı Tahtaya Yönelik Tutum Ölçeği

### MATEMATİK DERSİNDE AKILLI TAHTAYA YÖNELİK TUTUM ÖLÇEĞİ

Sevgili öğrenciler,

Bu ölçek sizlerin akıllı tahtaya yönelik tutumlarınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Bu cümlelerden hiçbirinin kesin olarak doğru bir cevabı yoktur. Bunun için vereceğiniz cevaplar sizin kendi görüşlerinizi yansıtmalıdır. Her cümle ile ilgili görüşünüzü belirtirken, önce cümleyi dikkatle okuyunuz, sonra cümlede belirtilen düşüncenin, sizin düşünce veya duygularınıza ne derecede uygun olduğuna karar veriniz. Cümlelerde belirtilen düşüncelerden hangisine katılıyorsanız o düşünce için ayrılan kutucuğa çarpı işareti koyunuz.

Burada belirteceğiniz görüşler yalnızca araştırma amaçlı kullanılacaktır. Araştırmanın geçerliliği için kendinize özgü görüşlerinizi dürüst bir şekilde belirtmeniz bizim için önemlidir. Lütfen hiçbir soruyu boş bırakmayınız ve her bir soru için tek bir seçeneği işaretleyiniz. Çalışmamıza katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Cinsiyetiniz : Kız ( ) Erkek ( )

Murat KESKİN

Teknolojiye yönelik ilginizi nasıl değerlendirirsiniz?

Çok yüksek  Yüksek  Orta  Düşük  Çok düşük

Evde bilgisayarınız var mı? Evet  Hayır

Geometri derslerinde teknoloji kullanılmasını ister misiniz? Evet  Hayır

No.	Maddeler	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Hiç Katılmıyorum
1.	Akıllı tahta kullanılarak işlenen geometri derslerini daha iyi anlıyorum.					
2.	Geometri dersinde akıllı tahta kullanılması hoşuma gidiyor.					
3.	Akıllı tahta kullanarak işlediğimiz geometri derslerinde daha başarılı oluyorum.					
4.	Akıllı tahtada yapılan her şeyi derse gelmediğim zamanlarda ya da dersten sonra internetten ya da bellek yardımıyla alabilme imkânı bana yarar sağlıyor.					
5.	Geometri derslerinde akıllı tahta kullanılması dersteki başarıyı etkilemiyor.					
6.	Akıllı tahta kullanılarak işlenen geometri derslerini daha eğlenceli buluyorum.					

7.	Akıllı tahta kullanılarak işlenen geometri dersine karşı daha ilgiliyim.					
8.	Akıllı tahta kullanılarak işlenen geometri derslerinde tahtaya daha çok kalkmak istiyorum.					
9.	Akıllı tahta geometri derslerinde her zaman kullanılmalıdır diye düşünüyorum.					
10.	Akıllı tahta kullanılarak işlenen geometri derslerinde not tutmamak hoşuma gidiyor.					
11.	Geometri dersinde akıllı tahta kullanmanın derse hareket getirdiğini düşünüyorum.					
12.	Geometri dersinde akıllı tahta yerine projeksiyon kullanmanın yeterli olacağını düşünüyorum.					
13.	Geometri dersinde akıllı tahta kullanıldığında motive olamıyorum.					
14.	Keşke tüm derslerde akıllı tahta kullansak.					
15.	Akıllı tahtada yaptıklarımızı internetten ya da bellek yardımıyla aldığım evde dersi tekrar etme isteğim artıyor.					
16.	Geometri dersini işlerken akıllı tahta kullanımının gereksiz olduğunu düşünüyorum.					
17.	Akıllı tahta kullanılarak işlenen derslerde loş bir ortamın olması beni rahatsız ediyor.					
18.	Akıllı tahtayı kullandığımda kendime olan güvenim artar.					
19.	Akıllı tahta kullanılarak işlenen geometri dersleri çok hızlı ilerlediği için dersi takip etmekte zorlanıyorum.					
20.	Akıllı tahtada yazılan her şeyi dersten sonra alabilmek beni tembelliğe alıştıırıyor.					
21.	Akıllı tahta kullanılarak işlenen geometri derslerini çok ciddiye almıyorum.					
22.	Akıllı tahta kullanılarak işlenen geometri derslerinde tedirgin oluyorum.					



### EK 3: Öğretmen Modül Kılavuz Kitapçığı

## ÖĞRETMEN MODÜL KILAVUZ KİTAPÇIĞI

Değerli Öğretmenler,

Bu kitapçık, Lise 11. Sınıf düzeyinde öğretimi yapılan “Çember ve Daire” ünitesinin öğretimi amacıyla hazırlanan öğretim modülünün kullanımında, öğretmenlere kılavuz olarak yol göstermesi amacıyla hazırlanmıştır.

Modül üniteye ait kavram ve genellemelerin öğretimi için, dersi giriş düzeyinde flash animasyonları, diğer düzeylerde ise Cabri Geometry etkinlikleri içermektedir.

Kılavuz, modülde yer alan ve konulara ayrılmış etkinliklerin öğrenciler tarafından uygulanması sırasında;

- Öğrencilerin etkinlikleri nasıl uygulayacağını gösteren yönergeleri ve öğrencilerin etkinlik sonunda ulaşımları gereken kavram ve genellemelere ait soruları
- Öğrencilerin sorulara vereceği olası cevapları (Olası Cevaplar - OC)
- Kazanımların amacına uygun olarak öğrenciden beklenen cevapları (Beklenen Cevaplar - BC)
- Öğretmenin ders işlenişini yönlendirmesi sırasında neler yapacağını belirten yönergeleri (Öğretmen Yönergeleri – ÖY) içermektedir.

### 1. KONU 1: ÇEMBERİ, TEMEL VE YARDIMCI ELEMANLARINI AÇIKLAR, UYGULAMALAR YAPAR.

#### A. Etkinlik 1:

1. Şekillerin ortak özelliği ne olabilir?

**OC:** çokgen, kenarı var, kapalılık

**BC:** Çokgen



2. Şekillerin üzerine tıklayın ve şekillerde vurgulanan elemanı yazın.

**OC:** kenar

**BC:** kenar

3. Belirtilen elemanın sayısı arttıkça ne gözlemliyorsunuz? Şekiller giderek neye benziyor?

**OC:** kenarlar kısalıyor, kenar sayısı artıyor, giderek çembere benziyor

**BC:** çembere yaklaşıyor

4. Şekillerin kenar sayısı ile ilgili bir genelleme yapılsaydı nasıl olması beklenirdi?

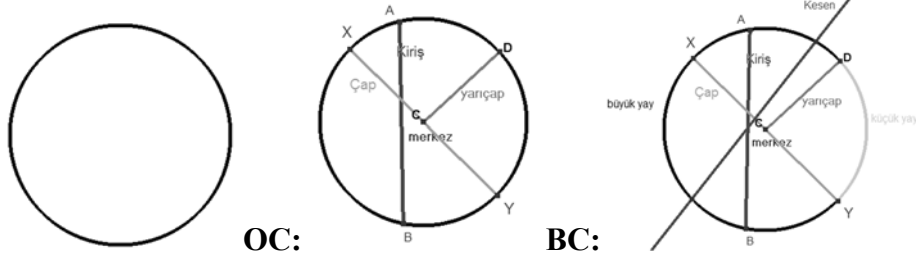
**OC:** kenar sayısı

**BC:** Çokgenin kenar sayısı arttıkça çembere yaklaşır

**ÖY:** Genellemenin kenar sayısındaki artışla ilgili olabileceğini veya son şeklin hangi geometrik şekle benzemeye başladığı ipucu olarak verebilir.

**B. Etkinlik 2:**

1. Bir çember hangi elemanlardan oluşur çizin ve isimlerini yazın.

**OC:****BC:**

2. Hangi elemanların temel hangilerinin yardımcı eleman olduğunu hatırlayalım.

**OC: Temel elemanlar, yarıçap, çap, merkez noktası****Yardımcı Elemanlar, kiriş, teğet****BC: Temel elemanlar, yarıçap, çap, merkez noktası****Yardımcı Elemanlar, kiriş, teğet, yay, kesen**

3. **“Temel elemanları göster”** butonuna basın ve sizin çizmiş olduğunuz temel elemanlar ile karşılaştırın. Hangilerinin doğru olduğunu yazın.

4. **“Yardımcı elemanları göster”** butonuna basın ve sizin çizmiş olduğunuz yardımcı elemanlar ile karşılaştırın. Hangilerinin doğru olduğunu yazın.

**U**

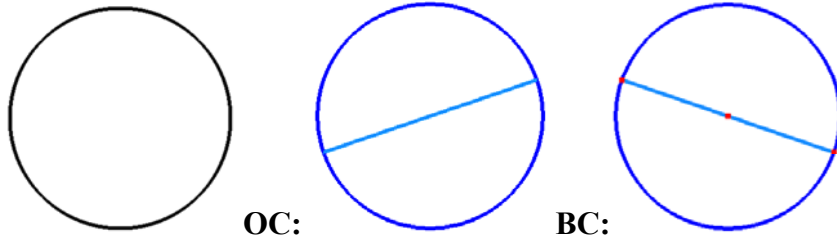
5. **“İsimleri göster”** butonuna basın. A ve B noktaları hareket ettirilerek, iki noktayı birleştiren doğru parçasının çemberin merkezinden geçmesini sağlayın? Ne gözlemlediniz?

**OC: Çap yazısı çıktı****BC: Çap yazısı çıktı**

6. Bu olaydan hareketle bir genelleme de bulunabilir misiniz?

**OC: Merkezden geçen doğru çap olur****BC: Kirişler merkezden geçtiğinde çap olur**

7. Bir çemberde en büyük kirişin nasıl çizilebileceğini çizerek gösteriniz?

**OC:****BC:****ÖY: Öğretmen, öğrencilerin [AB]'yi hareket ettirerek deneme yapabileceklerini belirtebilir.****U**

8. D noktasını X noktasını geçecek şekilde hareket ettirdiğinizde, büyük ve küçük yayda oluşan değişikliği gözlemleyerek yazın ve nedenini belirtin.

**OC: Küçük yay büyüdü, büyük yay da, küçüldü. Çünkü çemberin yarısını geçti.****BC: X noktasından sonra küçük yay büyük yaydan daha büyük oldu. Çünkü [XY] çemberi ikiye bölüyor****ÖY: Öğretmen bu etkinlik basamakta birlikte gelen “Büyük yay” ve “Küçük Yay” ifadelerinin hangi yaylara ait olduğunu belirleyerek isimleri o yay üzerine taşınması ister.****C. Etkinlik 3:**

1.  $(\widehat{AOB})$  yayının ölçüsü: .....
- $(\widehat{BOC})$  yayının ölçüsü: .....
- $(\widehat{AOC})$  yayının ölçüsü: .....
- $(\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$  toplam yayının ölçüsü: .....

U

2. “Açılar” butonuna basın. Sadece A noktasını hareket ettirince yayların ölçümlerindeki değişimi gözlemleyerek yazın. (“artar-azalır” ve “değişmez” ifadelerini kullanarak)

$(\widehat{AOB})$  yayının ölçüsü: **(artar-azalır)**

$(\widehat{BOC})$  yayının ölçüsü: **(değişmez)**

$(\widehat{AOC})$  yayının ölçüsü: **(artar-azalır)**

$(\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$  toplam yayının ölçüsü: **(artar-azalır)**

U

3. Sadece B noktasını hareket ettirince yayların ölçümlerindeki değişimi gözlemleyerek yazın.

$(\widehat{AOB})$  yayının ölçüsü: **(artar-azalır)**

$(\widehat{BOC})$  yayının ölçüsü: **(artar-azalır)**

$(\widehat{AOC})$  yayının ölçüsü: **(değişmez)**

$(\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$  toplam yayının ölçüsü: **(değişmez)**

U

4. Sadece C noktasını hareket ettirince yayların ölçümlerindeki değişimi gözlemleyerek yazın.

$(\widehat{AOB})$  yayının ölçüsü: **(değişmez)**

$(\widehat{BOC})$  yayının ölçüsü: **(artar-azalır)**

$(\widehat{AOC})$  yayının ölçüsü: **(artar-azalır)**

$(\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$  toplam yayının ölçüsü: **(artar-azalır)**

U

5. A, B ve C noktalarını hareket ettirince  $(\widehat{AOC})$  yayının ölçüsü ile  $(\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$  toplamı arasında nasıl bir bağıntı gözlemlediniz?

**OC:** hangi noktayı hareket ettirdiysek eşit kaldılar

**BC:**  $(\widehat{AOC})$  yayının ölçüsü ile  $(\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$  toplamı değişmez

6. Bir önceki basamaktaki bağıntıyı matematiksel olarak ifade ediniz.

**OC:**  $(\widehat{AOC}) = (\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$

**BC:**  $(\widehat{AOC}) = (\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$

7.  $(\widehat{AOC})$  ile  $(\widehat{AOB}) + (\widehat{BOC})$  yayları arasındaki bu bağıntıdan bir genellemede bulunabilir misiniz?

**OC:** Yan yana iki yay toplamda büyük yaya eşittir

**BC:** İki yay bileşimi olan bir yayın ölçüsü, iki yayın ölçüsünün toplamına eşittir

- D. Etkinlik 4:** Şekildeki çemberlerin yarıçaplarının büyüklüğü A, B, C noktalarının bulunduğu doğru parçaları ile gösterilmektedir.

U

1. A noktası hareket ettirilince  $M_1$  ve  $M_2$  merkezli çemberler nasıl değişmektedir?

**OC:** ikisi de aynı şekilde büyüyüp küçülmekte

**BC:** ikisi de aynı oranda büyüyüp küçülmekte

U

2.  $M_1$  ve  $M_2$  merkezli çemberleri üst üste getirin ve A noktasını hareket ettirin. Ne gözlemliyorsunuz?

**OC:** ikisi de aynı şekilde büyüyüp küçülmekte

**BC:** ikisi de aynı oranda büyüyüp küçülmekte

3. Bu çemberleri ifade edecek bir isim verilmek istenirse bu ne olabilir?

**OC:** aynı ya da eşit çemberler

**BC:** eş çemberler

4. Bu çemberlerin özelliklerini yazınız.

**OC:** büyüklüğü aynı

**BC:** yarıçapı aynı, büyüklüğü aynı

U

5.  $M_3$  çemberinin yarıçapı 3 eşit parçaya bölünmüştür. B noktası hareket ettirilince  $M_3$  ve  $M_4$  merkezli çemberler ne oranda büyümektedir?

**OC:** yine aynı oranda büyüyüp küçülmektedir

**BC:** yine aynı oranda büyüyüp küçülmektedir

U

6.  $M_3$  ve  $M_4$  merkezli çemberleri üst üste getirin ve A noktasını hareket ettirin. Ne gözlemliyorsunuz?

**OC:** yine aynı oranda büyüyüp küçülmektedir

**BC:** yine aynı oranda büyüyüp küçülmektedir

7. Bu iki çembere ortak isim verilmek istenirse bu isim ne olabilir?

**OC:** sabit oranlı

**BC:** benzer

8. Bu çemberlerin özelliklerini yazınız.

**OC:** büyüklüğü farklı

**BC:** yarıçapı farklı

9. Farklı büyüklükteki tüm çemberlere genel olarak ne ad verilebilir?

**OC:** benzer çemberler

**BC:** benzer çemberler

### E. Etkinlik 5:

1. X, Y, Z yaylarının uzunluklarını yazınız

X yayının uzunluğu : .....

Y yayının uzunluğu : .....

Z yayının uzunluğu : .....

U

2. A noktasını hareket ettirin ve X ve Y yaylarında meydana gelen değişikliği gözlemleyerek yazın.

**OC:** İkisi de aynı şekilde büyüyüp küçülmekte

**BC:** İkisi de aynı oranda büyüyüp küçülmekte

3. Yaylara ne ad verilebilir?

**OC:** aynı yaylar

**BC:** eş yaylar

4. Bu yayların ortak özelliklerini yazınız.

**OC:** uzunluğu aynı, aynı şekilde büyüyüp küçülüyorlar

**BC:** uzunlukları aynı ve aynı büyüklükte açığa sahipler

**ÖY:** öğrencilere, “eş yayların açıları bakımından da değerlendirilebilir mi?” diye sorabilir

5. X ve Z yaylarının ortak elemanları nelerdir?

**OC:** B noktası, [OB] doğru parçası

**BC:** [OB] doğru parçası

6. X ile Z yaylarını ortak isimle ifade etmek üzere ne ad verilebilir?

**OC:** Bitişik, birleşik

**BC:** Komşu

7. Bu yayların ortak özelliklerini yazınız.

**OC:** farklı uzunlukta, bir doğrusu ortak

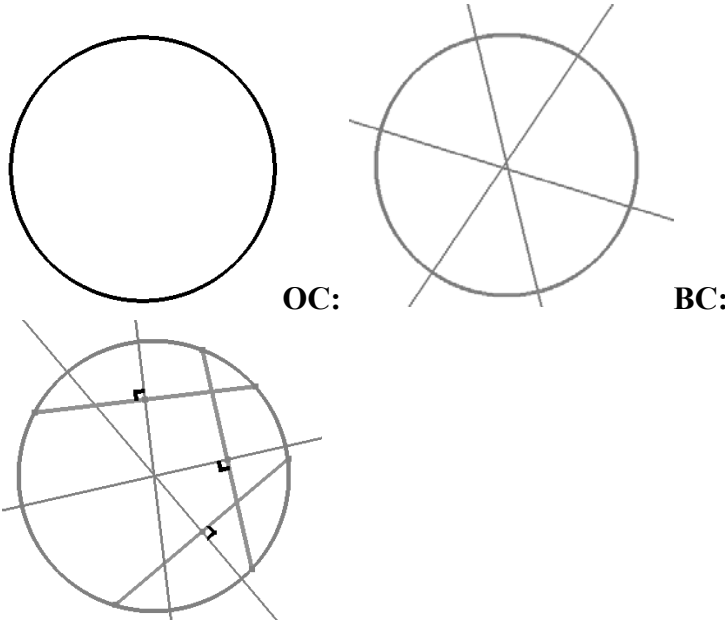
**BC:** bir doğru parçası ortak olan yaylar

**ÖY:** öğrenciler farklı uzunlukta şeklinde bir ifade kullanılırsa öğretmen komşu yay olması için, aynı uzunlukta olup olamayacağını tartışmalarını isteyebilir

## 2. KONU 2: ÇEMBERN VEKTÖREL, STANDART VE GENEL DENKLEMLERİ

**A. Etkinlik 1 Animasyon:** Mevcut araçlar güvenlik şeridi (kalınlığı dikkate alınmayacak), gönye ve makas.

1. Havuzun orta noktasını elinizdeki malzemelerle nasıl bulursunuz? Çizerek gösteriniz.



2. 1. maddedeki soruyu matematiksel olarak nasıl sorabiliriz?

**OC:** Çemberin merkezi nasıl bulunur?

**BC:** Merkezi olmayan çemberin merkezini bulabilir misiniz?

### B. Etkinlik 2

**U**

1. Doğru parçaları ve bu doğru parçalarına ait orta dikmeler çizilmiştir. Doğru parçalarına ait noktaları çemberin üzerinde olacak şekilde rastgele yerleştirin. Ne gözlemlediniz?

**OC:** Doğruların hepsi bir noktada kesişti

**BC:** Orta dikmeler bir noktada kesişti

2. Doğru parçaları çemberin hangi elemanını oluşturdu?

**OC:** Kiriş

**BC:** Kiriş

3. Sizce çemberin merkezi yaklaşık olarak neresidir?

**OC:** Doğruların kesiştiği nokta olabilir

**BC:** Orta dikmelerin kesişim noktalarıdır

U

**C. Etkinlik 3:** Şekildeki çembere ait bir kirişin orta dikmesi verilmiştir.

1. Uygulamada K noktasını hareket ettirin? Bu noktanın hareketinden ne gözlemlediniz?

**OC:** değerler değişiyor

**BC:** oluşturan doğru parçaları d doğrusu üzerinde eşitleniyor

U

2. K noktasını hareket ettirin. K noktasını d doğrusu üzerine taşıyınca ne gözlemlediniz?

**OC:** K noktasını oluşturan doğru parçaları eşit oluyor

**BC:** K noktasını oluşturan doğru parçaları eşit oluyor

U

3. K noktasının hareket ettirerek, çemberin merkezinin yaklaşık olarak konumunu bulmaya çalışın. Konumunun neresi olabileceğini belirtin.

**OC:** d doğrusu üzerinde çemberin ortalarına bir yer

**BC:** d doğrusu üzerinde ve A ve B noktalarının konumunu değiştirerek her seferinde K noktasının d doğrusu üzerinde bulunduğu yer

4. A ve B noktalarının birkaç kez yerini değiştirin. Her değişiklikte K noktasının d doğrusu üzerinde belli bir yerde kalmasını sağlayın. Bu nokta için ne söyleyebilirsiniz.

**OC:** merkez nokta

**BC:** merkez nokta

5. K noktası d doğrusu üzerinde değilse merkez nokta olabilir mi? Nedenini belirtin

**OC:** olamaz. Çünkü k noktasını oluşturan doğrular eşit olmuyor.

**BC:** olamaz. Çünkü k noktasını oluşturan doğrular r eşit olmayacaktır.

6. Butona basarak K noktası oluşturan doğru parçalarını r ile karşılaştırın.

**OC:** yaklaşık olarak aynı

**BC:** yaklaşık olarak aynı

7. Nasıl bir genelleme de bulunabilirsiniz?

**OC:** K noktası sürekli orta dikmenin üzerinde kalırsa merkez noktası bulunur

**BC:** Kirişlerin orta dikmesi daima merkez noktasından geçer

**ÖY:** “A ve B noktalarının konumunun değişmesi farklı kirişlerin oluşmasına ve her seferinde K noktasının d doğrusu üzerinde kalması farklı kirişlerin orta dikmelerinin tek bir noktada kesiştiğini göstermektedir. Bu nokta merkez noktasıdır. Yani, kirişlerin orta dikmesi merkezden geçmektedir.” Açıklamasını yapar.

**D. Etkinlik 4**

- Şekilde verilen  $\overrightarrow{OP}$ , çemberin hangi elemanını göstermektedir?  
**OC:** yarıçap  
**BC:** yarıçap
- P noktasını hareket ettirdiğinizde 1. maddede belirttiğiniz aynı eleman özelliğini koruyor mu?  
**OC:** evet  
**BC:** evet
- $\overrightarrow{OP}$  Uzunluğunu matematiksel bir ifade olarak yazmak gerekirse nasıl yazabilirsiniz?

U

$$\text{OC: } \|\overrightarrow{OP}\| = r$$

$$\text{BC: } \|\overrightarrow{OP}\| = r$$

- Çemberi büyütüp küçülterek  $\overrightarrow{OP}$  ve r'nin değişimini gözlemleyerek yazın.

**OC:** Aynı oranda değişmektedirler

**BC:** Aynı oranda değişmektedirler

U

- Çemberi büyütüp küçülterek, 3. maddedeki ifadenin değişip değişmediğini tartışarak yazın.

**OC:** değişmez

**BC:** değişmez

- Bu ifadeye ne ad verebilirsiniz?

**OC:** yarıçap eşitliği

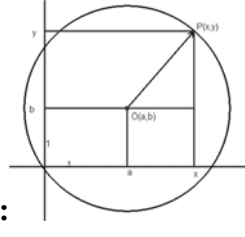
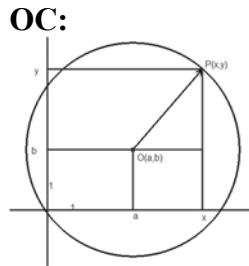
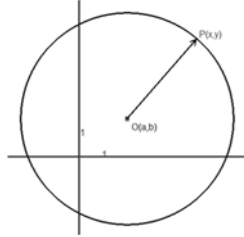
**BC:** Çemberin vektörel denklemi

### E. Etkinlik 5

U

- Çemberin merkezini orijinin dışına taşıyınız.

- O(a,b) ve P(x,y) noktaları arasındaki uzaklığın ( $|\overrightarrow{OP}|$ ) hesaplamak için nasıl bir formül yazılabileceğini şekil üzerinde çizerek tartışın.



$$(x-a)^2 + (y-b)^2 - r^2 = 0$$

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 - r^2 = 0$$

U

- “İpucu” butonuna basın. Çemberi merkezinden hareket ettirildiğinde yazdığımız formülde farklılık olup olmayacağını tartışarak yazınız.

**OC:** olmaz

**BC:** olmaz

- Bu formüle ne ad verebiliriz? (Öğretmen Çemberin Standart Denklemi olarak açıklayabilir)

**OC:** Çember formülü

**BC:** Çemberin standart denklemi

5. "1" butonuna basın. Yazdığınız formülü karşılaştırınız.
6. Elde edilen formülü açınız.  
**OC:**  $x^2-2ax+a^2+y^2-2by+b^2-r^2=0$ ,  $x^2+y^2-2ax-2by+a^2+b^2-r^2=0$   
**BC:**  $x^2-2ax+a^2+y^2-2by+b^2-r^2=0$ ,  $x^2+y^2-2ax-2by+a^2+b^2-r^2=0$
7. "2" butonu basarak formülün açılmış halini karşılaştırınız.
8. Sabit değerleri ifade eden değişkenleri yazınız.  
**OC:**  $-2a, -2b, a^2, b^2, r^2$   
**BC:**  $-2a, -2b, a^2+b^2-r^2$   
**ÖY:**  $a^2+b^2-r^2$  ifadesini bütün olarak sabit değer olarak almalarını belirtir.
9. Sabit değerlerin yerine, denklemden ayrı olarak bir değişken yazınız (Büyük harflerle).  
**OC:**  $-2a=D \dots$   
**BC:**  $-2a=D \dots$   
**ÖY:** birisini örnek olarak gösterebilir (Yeni değişkeni büyük harfle yazalım-  
 $D=-2a \dots$ )
10. Formülde büyük harfli değişkenleri yerine yazınız.  
**OC:**  $x^2+y^2+Dx+Ey+F=0$   
**BC:**  $x^2+y^2+Dx+Ey+F=0$
11. Elde edilen formüle bir ad veriniz.
12. "3" butonuna basarak karşılaştırınız. Büyük harflerle belirtilen sabitlerde, küçük harfli değişkenleri yalnız bırakarak ifadeyi tekrar yazın.  
**ÖY:** öğretmen birisini örnek olarak gösterebilir ( $D=-2a, a=-D/2$ )  
**OC:**  $D=-2a, a=-D/2 \dots$   
**BC:**  $D=-2a, a=-D/2 \dots$
13. O(a,b) noktasının koordinatlarını büyük harfle yazılan değişkenler türünden elde ediniz.  
**OC:**  $O(-D/2, -E/2)$   
**BC:**  $O(-D/2, -E/2)$
14. "4" butonuna basın. 13. basamaktaki durumu yorumlayınız.  
**OC:** Merkez noktasının koordinatları, formülden hemen bulunabilir  
**BC:** Denklemden  $x$  in katsayısının yarısının negatif  $O$  noktasının  $x, y$  nin katsayısının yarısının negatif  $O$  noktasının  $y$  koordinatını verir.
15. Genel denklemi verilen bir çemberin merkez noktasının koordinatları nasıl elde edilebilir mi? Cevabınız evet ise nasıl elde edilir?  
**OC:** Evet elde edilir.  $x$ 'in başındaki değer yarısı merkezin  $x$ ' değerini,  $y$ 'nin başındaki değer yarısı  $y$  değerini oluşturur  
**BC:** Evet elde edilir. Denklemden  $x$ 'in katsayısının yarısının negatif Merkez noktasının  $x, y$ 'nin katsayısının yarısının negatif Merkez noktasının  $y$  değerini verir.

## F. Etkinlik 6



1. Çemberin merkez noktasını;
  - a) Orijine taşıdığınızda gözlemlerinizi yazınız. Oluşan denklemi değişkenlerle tekrar yazınız.



U

**OC:** a,b merkezde yani 0 olurlar.  $(x-0)^2+(y-0)^2-r^2=0$ ,  $x^2+y^2-r^2=0$

**BC:** a,b merkezde yani 0 olurlar.  $(x-0)^2+(y-0)^2-r^2=0$ ,  $x^2+y^2-r^2=0$

b) X ekseninde pozitif bölgeye taşıdığımızda gözlemlerinizi yazınız.

Oluşan denklemi değişkenlerle tekrar yazınız.

**OC:** b, 0 olur,  $(x-a)^2+y^2-r^2=0$  olur

**BC:** b, 0 olur,  $(x-a)^2+y^2-r^2=0$  olur

U

c) X ekseninde pozitif bölgeye taşıdığımızda gözlemlerinizi yazınız.

Oluşan denklemi değişkenlerle tekrar yazınız.

**OC:** b, 0 olur,  $((-x)-(-a))^2+y^2-r^2=0$ ,  $(-x+a)^2+y^2-r^2=0$  olur

**BC:** b, 0 olur,  $((-x)-(-a))^2+y^2-r^2=0$ ,  $(-x+a)^2+y^2-r^2=0$  olur

U

d) Y ekseninde pozitif bölgeye taşıdığımızda gözlemlerinizi yazınız.

Oluşan denklemi değişkenlerle tekrar yazınız.

**OC:** a, 0 olur,  $x^2+(y-b)^2-r^2=0$

**BC:** a, 0 olur,  $x^2+(y-b)^2-r^2=0$

U

e) Y ekseninde negatif bölgeye taşıdığımızda gözlemlerinizi yazınız.

Oluşan denklemi değişkenlerle tekrar yazınız.

**OC:** a, 0 olur,  $x^2+(-y+b)^2-r^2=0$

**BC:** a, 0 olur,  $x^2+(-y+b)^2-r^2=0$

2. “Değerler” butonuna basarak denklemleri gözden geçiriniz. Belirtilen bölgelerde yer alan çemberleri nasıl adlandırabiliriz?

**OC:** özel çemberler

**BC:** özel konumlu çemberler

**ÖY:** çemberlerin konumlarını da dikkate alarak isimlendirmenin yapılması belirtilebilir.

### G. Alıştırma: Çözüm

1. Verilen vektörel denklemin ve merkez noktasından hareketle, çember üzerinde bir P(x,y) noktası olarak standart denklemi yazalım.

a) M(-1, 3) olmak üzere;  $\|\overline{MP}\| = 4$

b) M(0, -4) olmak üzere;  $\|\overline{MT}\| = 1$

c) M(a, -2) olmak üzere;  $\|\overline{MK}\| = b$

2. Sonuçları görmek üzere butonlara sırasıyla basınız.

a)  $\|\overline{MP}\| = 4$  olduğundan  $M(-1, 3)$  ve  $P(x, y)$  alırsak,

$$(x - (-1))^2 + (y - 3)^2 = 4^2$$

$$(x + 1)^2 + (y - 3)^2 = 16 \text{ elde edilir.}$$

b)  $\|\overline{MT}\| = 1$  olduğundan

$M(0, -4)$  ve  $T(x, y)$  alınarak,

$$(x - 0)^2 + (y - (-4))^2 = 1^2$$

$$x^2 + (y + 4)^2 = 1 \text{ elde edilir.}$$

c)  $\|\overline{MK}\| = b$  olduğundan

$M(a, -2)$  ve  $K(x, y)$  alınarak,

$$(x - a)^2 + (y - (-2))^2 = b^2$$

$$(x - a)^2 + (y + 2)^2 = b^2 \text{ elde edilir.}$$

### KONU 3: ÇEMBERİN PARAMETRİK DENKLEMİ

**H. Etkinlik 1:** O noktasındaki vericinin sinyalleri çember şeklinde yayıldığı düşünülerek;

1.  $O(0,0)$  ile  $P(x,y)$  arasındaki mesafeyi bulmak için gerekenleri tartışınız.

**OC:**  $x$  ve  $y$ 'yi bilmek yeterli

**BC:**  $x$  ve  $y$ 'yi bilmek yeterli

**İ. Etkinlik 2**

1.  $O$  ile  $P$  noktası arasındaki mesafeyi, yine bu mesafenin  $X$  eksenini ile yaptığı açıyı işe katın ve çizerek hesaplayın.

**OC:**  $\sin Q = y/r$ ,  $\cos Q = x/r$

**BC:**  $\sin Q = y/r$ ,  $\cos Q = x/r$

**ÖY:** ipucu butonuna basılabilir

2. "İpucu" butonuna basın. Elde ettiğiniz denklemde  $x$  ve  $y$  değerlerini yalnız bırakın.

**OC:**  $y = \sin Q \cdot r$ ,  $x = \cos Q \cdot r$

**BC:**  $y = \sin Q \cdot r$ ,  $x = \cos Q \cdot r$

3. "Denklem" butonuna basın. Oluşan denkleme bir ad verin. (öğretmen parametrik denklem açıklaması yapabilir)

**OC:** açığa bağlı çember denklemi

**BC:** Çemberin parametrik denklemi

4. "İsim" butonuna basın.

**U**

5. Değerler butonuna basın ve  $P$  noktasını hareket ettirin. Denklemlerdeki değişimlerle ilgili gözlemlerinizi yazın.

**OC:** P, y ekseninde olunca  $x=0$ , x ekseninde olunca  $y=0$  oluyor

**BC:** P, y ekseninde olunca  $x=0$ , x ekseninde olunca  $y=0$  oluyor

### J. Etkinlik 3: Çember olma şartı

1. Sabitler butonuna basın. Ekranaya gelen değerlerin çembere ait hangi denklemden elde edildiğini tartışın.

**OC:** Çemberin genel denkleminde

**BC:** Çemberin genel denkleminde

2. Buradaki a ve b değerlerini  $r^2$ 'ye ait denklemden yerine koyarak denklemleri sadeleştirin ve  $r$ 'ye ait denklemleri elde ediniz.

$$F = a^2 + b^2 - r^2 \text{ ise}$$

$$r^2 = a^2 + b^2 - F \text{ ve}$$

$$D = -2a \text{ ifadesinden } a = \frac{-D}{2} \text{ ve}$$

$$E = -2b \text{ ifadesinden } b = \frac{-E}{2} \text{ olduğundan}$$

$$r^2 = \left(\frac{-D}{2}\right)^2 + \left(\frac{-E}{2}\right)^2 - F$$

$$r = \sqrt{\left(\frac{-D}{2}\right)^2 + \left(\frac{-E}{2}\right)^2 - F}$$

$$r = \sqrt{\frac{(-D)^2 + (-E)^2 - 4F}{4}}$$

$$r = \frac{\sqrt{D^2 + E^2 - 4F}}{2}$$

**OC ve BC:**

3. "Sabitler ve yarıçap" butonuna basın. Bir çember oluşturmayı düşündüğünüzde, elde edilen denklemin sonucunun hangi sayı aralığında olması gerektiğini tartışarak yazın.

**OC:** çember oluşması için  $r$ 'nin 0'dan büyük olması gerekir

**BC:** çember oluşması için  $r$ 'nin 0'dan büyük olması gerekir

4. "Hatırlatma" butonuna basın.

U

5. Değerler butonuna basın. Çemberi küçülterek noktaya yaklaştırın ve değişimleri gözlemleyerek yazın.

**OC:** r giderek 0'a yaklaşıyor

**BC:** r giderek 0'a yaklaşıyor

U

6. Çemberi hareket ettirerek değişimleri gözlemleyin ve nedenleriyle yazın.

**OC:** çember ve yarıçap değişmiyor

**BC:** çember ve yarıçap değişmiyor

U

7. P noktasını hareket ettirerek değişimleri gözlemleyin ve nedenleriyle yazın.

**OC:** çember ve yarıçap değişmiyor

**BC:** çember ve yarıçap değişmiyor

### K. Etkinlik 4: Denklemler arası geçiş

1. |AO| uzunluğuna bir değişken vererek ( $x'$ ) x ve a türünde yazınız.

**OC:**  $|AO|=x'=x-a$

**BC:**  $|AO|=x'=x-a$

2. |PA| uzunluğuna bir değişken vererek ( $y'$ ) y ve b türünde yazınız.

**OC:**  $|PO|=y'=y-b$

**BC:**  $|PO|=y'=y-b$

3. “|AO| ve |PA|” butonuna basın. Çemberin standart denklemini hatırlayınız.  
**OC:**  $(x-a)^2+(y-b)^2=r^2$   
**BC:**  $(x-a)^2+(y-b)^2=r^2$
4. “Hatırlatma” butonuna basın.  $x^l$  ve  $y^l$  değişkenlerini çemberin standart denkleminde yerine yazınız.  
**OC:**  $((x^l+a)-a)^2+((y^l+b)-b)^2-r^2=0, (x^l)^2+(y^l)^2=r^2$   
**BC:**  $((x^l+a)-a)^2+((y^l+b)-b)^2-r^2=0, (x^l)^2+(y^l)^2=r^2$
5.  $x^l$  ve  $y^l$  değişkenlerine bağlı parametrik denklemi yazınız.  
**OC:**  $x^l=r.\cos Q, y^l=r.\sin Q$   
**BC:**  $x^l=r.\cos Q, y^l=r.\sin Q$
6. Elde ettiğiniz parametrik denklemde  $x$  ve  $y$  değerlerini yazarak yalnız bırakın.  
**OC:**  $x=a+r.\cos Q, y=b+r.\sin Q$   
**BC:**  $x=a+r.\cos Q, y=b+r.\sin Q$
7. “Parametrik denklem” butonuna basarak elde ettiğiniz denklemi karşılaştırınız.

U

8. “Değerleri test et” butonuna basınız. P noktasını hareket ettirerek parametrik denklemdeki değişimleri gözlemleyerek yazınız.

**OC:** Sadece açı değişiyor, y eksenine paralel olunca  $\cos 90=0$  olduğundan  $x=a$  oluyor, x eksenine paralel olunca  $\sin 90=0$  olduğundan  $y=b$  oluyor

**BC:** Sadece açı değişiyor, y eksenine paralel olunca  $\cos 90=0$  olduğundan  $x=a$  oluyor, x eksenine paralel olunca  $\sin 90=0$  olduğundan  $y=b$  oluyor

U

9. O noktasını hareket ettirerek parametrik denklemdeki değişimleri gözlemleyerek yazınız.

**OC:** İkinci bölgede  $x<0$ , üçüncü bölgede  $x<0, y<0$ , dördüncü bölgede  $y<0$  oluyor

**BC:** İkinci bölgede  $x<0$ , üçüncü bölgede  $x<0, y<0$ , dördüncü bölgede  $y<0$  oluyor

U

10. Çemberi büyültüp küçülterek parametrik denklemdeki değişimleri gözlemleyerek yazınız.

**OC:**  $x$  ve  $y$  değerleri azalıp artmaktadır. Çember nokta olunca  $x=a, y=b$  olmaktadır

**BC:** yarıçap değiştiğinden  $x$  ve  $y$  değerleri azalıp artmaktadır. Çember nokta olunca  $x=a, y=b$  olmaktadır

11. Nasıl bir genelleme de bulunabilirsiniz.

**OC:** Bir çemberin parametrik denkleminde, merkez orijinden ne kadar uzakta ise o kadar değer eklenir.

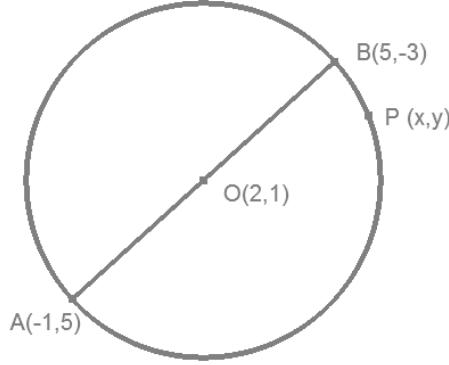
**BC:** Merkez noktası orijinde olmayan çemberin parametrik denklemi, merkez noktasının uzaklığının ilave edilmesi ile elde edilir.

#### L. Alıştırma: Çözüm

Dik koordinat sisteminde A(-1,5) ve B(5,-3) olmak üzere; [AB]’yi çap kabul eden çemberin parametrik denklemini bulalım.

1. A ve B noktalarını birleştiren ve çap olan doğru parçasını bir çember üzerinde çizelim.

2. "İpucu 1" butonuna basın. Doğru parçasının orta noktasının koordinatını bulalım (Merkez noktası).
3. "İpucu 2" butonuna basın. A ve B noktalarının arasındaki uzaklığı bularak yarıçapı hesaplayın.
4. "İpucu 3" butonuna basın. Çember üzerinde herhangi bir P(x,y) noktası olarak parametrik denklemini yazın.
5. "Sonuç" butonuna basın.



İki noktanın orta noktasından, merkez noktasının koordinatları bulunur.

$$O\left(\frac{-1+5}{2}, \frac{5+(-3)}{2}\right) = O(2,1) \text{ şeklinde olur.}$$

[AB] çap ve  $|AB|=2r$  olduğu için; iki nokta arasındaki uzaklıktan, yarıçap bulunur

$$\begin{aligned} 2r = |AB| &= \sqrt{(-1-5)^2 + (5-(-3))^2} \\ &= \sqrt{100} \\ &= 10 \end{aligned}$$

$$r = 5 \text{ bulunur}$$

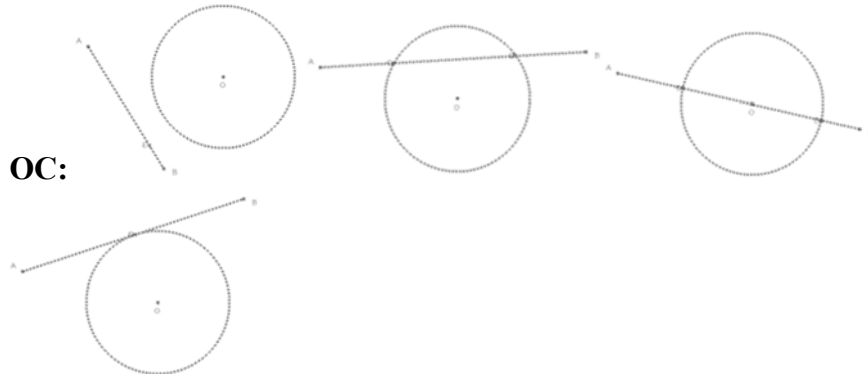
Çember üzerinde herhangi bir P(x,y) noktası için, çemberin parametrik denklemini elde edilir.

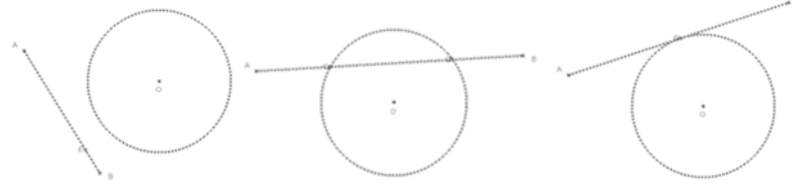
$$\begin{aligned} x &= 2 + 5\cos t \\ y &= 1 + 5\sin t \end{aligned}$$

### 3. KONU 4: BİR ÇEMBER İLE BİR DOĞRUNUN BİRBİRİNE GÖRE KONUMLARI

#### A. Etkinlik 1 Animasyon:

1. Bu yolun kaç farklı şekilde yapılabileceğini çizerek tartışınız.





**BC:**

**B. Etkinlik 2: Bir Doğru İle Çemberin Birbirine Göre Konumları**

1. B noktasını hareket ettirerek AB doğru parçası ile çemberin kaç farklı şekilde konumlandırılabilceğini tartışınız.

**OC:** 4 farklı şekilde

**BC:** 3 farklı şekilde

2. Hangi durumlarda çemberle kaç noktada kesişebileceklerini çizerek gösteriniz ve durumları tekrar değerlendirin.

(nokta yok)	(iki noktada)	(iki noktada)	(tek noktada)

**OC:** 3 farklı şekilde

**BC:** 3 farklı şekilde

**C. Etkinlik 3: Bir Doğru İle Çemberin Birbirine Göre Konumları**

1. Merkezi orijinde olan çemberin ve doğrunun standart denklemini hatırlayın ve sabitlerin değerlerini şekle göre yerine yazarak şekildeki doğru ve çemberin denklemini elde edin.

**OC:** Çember  $x^2+y^2=r^2$  değerler yazılınca  $x^2+y^2=9$

**BC:** Çember  $x^2+y^2=r^2$  değerler yazılınca  $x^2+y^2=9$ , doğru  $y=mx+n$  değerler yazılınca  $y=5/6m+5$

**ÖY:** Çemberin ve doğrunun genel denklemini hatırlatabilir.

2. “Hatırla” butonu basın. Sizce bu iki denklemin ortak çözümünü ne anlama gelir? Ortak çözümünü yapınca ne bulunabilir?

**OC:** kesişim noktalarını bulmak

**BC:** kesişim noktalarını bulmak

3. İki denklemin ortak çözümünü yapın.

**OC:** Bir değişkeni çekip diğer denkleme yerine yazılır. Çemberin denkleminde  $y$  yerine  $mx+n$  ‘i yazılır.  $x^2+(mx+n)^2=r^2 \dots (1+m^2)x^2+2mnx+n^2-r^2=0$

**BC:** Bir değişkeni çekip diğer denkleme yerine yazılır. Çemberin denkleminde  $y$  yerine  $mx+n$  ‘i yazılır.  $x^2+(mx+n)^2=r^2 \dots (1+m^2)x^2+2mnx+n^2-r^2=0$

4. “Ortak çözüm” butonuna basın. Denkleminde  $x$ ’in katsayılarını ve sabit değerleri büyük harf ile gösterin.

**OC:**  $Ax^2+Bx+C=0$

**BC:**  $Ax^2+Bx+C=0$

5. “Harflendirme” butonuna basın. Discriminant eşitliğini hatırlayın.

**OC:**  $\Delta=B^2-4AC$

**BC:**  $\Delta=B^2-4AC$

6. Discriminant eşitliğinde büyük harfle temsil edilen değerleri yerine yazın.

**OC:**  $\Delta=(2mn)^2-4(1+m^2)*(n^2-r^2)$

**BC:**  $\Delta=(2mn)^2-4(1+m^2)*(n^2-r^2)$

**U**

7. Discriminant” butonuna basın. Doğruyu x,y eksenlerinden geçtiği noktalardan tutarak ya da çemberi büyütüp küçülterek discriminant değerindeki değişimi gözlemleyin. Değerin durumuna göre doğrunun çemberi kaç noktada kestiğini değerlendirin:

**OC:**

Discriminant negatif iken : (çemberi kesmiyor)

Discriminantı sıfıra yaklaştırırken : (teğet oluyor)

Discriminant pozitif iken : (iki noktada kesiyor)

**BC:**

Discriminant negatif iken : (çemberi kesmiyor)

Discriminantı sıfıra yaklaştırırken : (teğet oluyor)

Discriminant pozitif iken : (iki noktada kesiyor)

8. Buradan hareketle bir genelleme bulunun.

**OC:**  $\Delta < 0$  doğru çemberi kesmiyor,  $\Delta = 0$  doğru çembere teğet,  $\Delta > 0$  doğru çemberi iki noktada kesiyor

**BC:**  $\Delta < 0$  doğru çemberi kesmiyor,  $\Delta = 0$  doğru çembere teğet,  $\Delta > 0$  doğru çemberi iki noktada kesiyor

9. Sonuç butonuna basın.

**U**

#### **D. Etkinlik 4:** Teğet Doğrusu, Normal Doğrusu, Konum Vektörü

1. X noktasını çemberin merkezinden geçecek şekilde hareket ettiriniz.

2.  $d_1$  Doğrusunu tanımlamaya ve bir ad vermeye çalışın.

**OC:** teğet doğrusu

**BC:** teğet doğrusu

3.  $d_2$  Doğrusunu tanımlamaya ve bir ad vermeye çalışın.

**OC:** teğete dik doğru, merkez doğrusu

**BC:** Normal doğrusu

4.  $\vec{V}$  Vektörünü tanımlamaya ve bir ad vermeye çalışın.

**OC:** yarıçap doğrusu

**BC:** yarıçap vektörü

**ÖY:**  $\vec{V}$ 'nin vektörel bir ifade olduğu hatırlatılabilir

5. Butonlara sırasıyla basarak, verdiğiniz isim ve tanımları karşılaştırınız.

#### **E. Etkinlik 5:**

1. Eğimi  $m_2$  olan ve  $P(x_1, y_1)$  noktasından geçen  $d_2$  Normal doğrusunun denklemini yazın.

**OC:** –

Eğimi  $m_2$  olan ve  $P(x_1, y_1)$  den geçen normalin denklemi

**BC:**  $y - y_1 = \frac{y_1 - b}{x_1 - a} * (x - x_1) \Rightarrow ((x - x_1) * (y_1 - b)) - ((y - y_1) * (x_1 - a)) = 0$

**ÖY:** Denklemi öğrenciler hatırlamazsa, ipucu verilebilir.

2. “Normal denklemi” butonuna basın. Buradan,  $d_2$  Normal doğrunun eğimini ( $m_{d_2}$ ) bulunuz.

**OC:** İki Noktası bilinen bir doğrunun eğimi  $m_{d_2} = \frac{y_1 - b}{x_1 - a}$

**BC:** İki Noktası bilinen bir doğrunun eğimi  $m_{d_2} = \frac{y_1 - b}{x_1 - a}$

**ÖY:** Denklemi öğrenciler hatırlamazsa, ipucu verilebilir.

3. “Normalin eğimi” butonuna basın.  $d_1$  teğet doğrusunun eğimini ( $m_{d_1}$ ) bulunuz.

Teğetin Denklemi  $d_1, d_2$ 'ye dik ise  $m_1.m_2 = -1$  dir

**OC:**  $m_{d_2} = \frac{y_1 - b}{x_1 - a} \Rightarrow m_{d_1} = -\frac{(x_1 - a)}{(y_1 - b)}$

Teğetin Denklemi  $d_1, d_2$ 'ye dik ise  $m_1.m_2 = -1$  dir

**BC:**  $m_{d_2} = \frac{y_1 - b}{x_1 - a} \Rightarrow m_{d_1} = -\frac{(x_1 - a)}{(y_1 - b)}$

**ÖY:** öğrenciler hatırlamazsa, birbirine dik doğruların eğimleri çarpımının “-1” olduğu hatırlatılabilir.

4.  $d_1$  Teğet doğrusunun denklemini tartışarak yazınız.

Eğimi  $m_1$  olan ve  $P(x_1, y_1)$  den geçen teğetin denklemi

**OC:**  $y - y_1 = -\frac{(x_1 - a)}{(y_1 - b)} * (x - x_1) \Rightarrow ((x - x_1) * (x_1 - a)) + ((y - y_1) * (y_1 - b)) = 0$

Eğimi  $m_1$  olan ve  $P(x_1, y_1)$  den geçen teğetin denklemi

**BC:**  $y - y_1 = -\frac{(x_1 - a)}{(y_1 - b)} * (x - x_1) \Rightarrow ((x - x_1) * (x_1 - a)) + ((y - y_1) * (y_1 - b)) = 0$

#### F. Alıştırma: Çözüm

Aşağıda denklemi verilen ve doğrunun birbirine göre durumlarını belirleyin.

$$x^2 + (y - 1)^2 = 4$$

$$x - 2y - 4 = 0$$

1. Çemberin denkleminde yarıçapını ve merkez noktasını bulun.
2. “İpucu 1” butonuna basın. Doğrunun eksenleri kestiği noktaları bulun.
3. “İpucu 2” butonuna basın. Eksenler üzerinde çemberi çizin.
4. “İpucu 3” butonuna basın. Eksenler üzerinde doğruyu çizin.
5. “İpucu 4” butonuna basın.

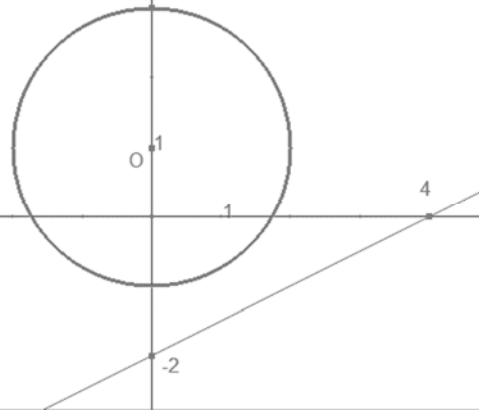


Çemberin yarıçapı 2 birim, merkezi  $O(0,1)$  noktasıdır

Doğru,

$x=0$  için,  $0-2y-4=0$   $2y=4$   $y=2$  ise doğru  $(0,2)$  noktasından geçer

$y=0$  için,  $x-4=0$   $x=4$  ise doğru  $(4,0)$  noktasından geçer



#### 4. KONU 5: ÇEMBERİN BİR NOKTASINDAKİ TEĞETİ İLE İGİLİ TEOREMLERİ İSPATLAR VE UYGULAMALAR YAPAR.

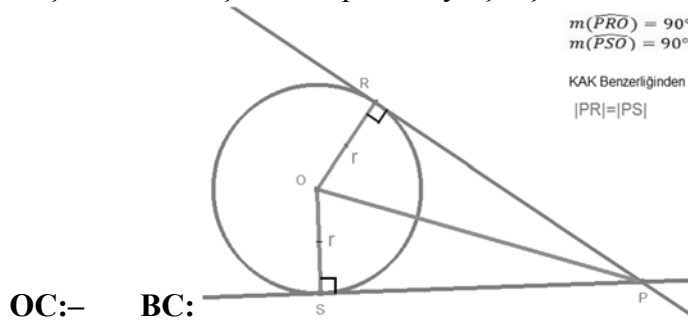
##### A. Etkinlik 1 Animasyon:

1. Astronotun gördüğü ufuk çizgilerine olan mesafesini tartışınız.

**OC:** eşit görünüyor

**BC:** eşittir

2. Düşüncelerinizi çizerek ispatlamaya çalışın.



##### B. Etkinlik 2

1. R ve S noktalarının O noktasına mesafelerini tartışınız. Nedenini söyleyiniz.

**OC:** eşittir çünkü çember ikisi de üzerinde ve merkeze uzaklıkları r kadar

**BC:** eşittir çünkü çember ikisi de üzerinde ve merkeze uzaklıkları r kadar

2. “İpucu” butonuna basınız. Dik olarak gösterilen açılarının neden  $90^\circ$  olduğunu söyleyiniz. **OC:** merkezden teğet noktasına çizilen doğru teğete diktir

**BC:** merkezden teğet noktasına çizilen doğru teğete diktir

3. Bu aşamada [PR] ve [PS]’yi karşılaştırmak üzere ne yapabileceğinizi tartışın.

**OC:** OP doğru parçasını çizeriz ve benzer üçgenler elde ederiz

**BC:** OP doğru parçasını çizeriz ve benzer üçgenler elde ederiz

4. “İpucu 2” butonuna basın. [PR] ve [PS] uzunluklarını aralarında bir bağlantı kurarak karşılaştırın.

**OC:** benzer üçgenlerden [PR] ve [PS] eş olduğu görülür

**BC:** benzer üçgenlerden [PR] ve [PS] eş olduğu görülür

5. R ve S noktalarını hareket ettirerek [PR] ve [PS] arasındaki bağıntıyla ilgili gözlemlerinizi yazınız.

**OC:** her zaman eşit kalmaktadır

**U**

**BC:** her zaman eşit kalmaktadır

**U**

**C. Etkinlik 3:**

1. ŞEKİL 1’de T noktası teğet noktası olmak üzere, D noktasını T noktasına yaklaştıran ve  $|OD|$ ’nin d doğrusu ile yaptığı açığı gözlemleyin.

**OC:**  $90^\circ$ ’ye yaklaşıyor

**BC:**  $90^\circ$ ’ye yaklaşıyor

**U**

2. D noktasını, T noktası üzerine getirin.  $|OD|$  için ne söylenebilir?

**OC:** r’ye eşit olur ve T noktasında d doğrusuna dik olur

**BC:** r’ye eşit olur ve T noktasında d doğrusuna dik olur

3. 1. ve 2. maddelerden hareketle nasıl bir sonuç çıkarabilirsiniz.

**OC:** merkezden çizilen doğru parçası teğet noktasından geçen doğruya diktir

**BC:** merkezden çizilen doğru parçası teğet noktasından geçen doğruya diktir

4. ŞEKİL 2 butonuna basın. 1. maddede sözü edilen teğet noktasında açının  $90^\circ$  olmadığını varsayarak ( $[OH]$ ), ŞEKİL 2’de d doğrusuna dik herhangi bir D noktasını düşünerek  $|OD|$  ile  $|OH|$ ’yi karşılaştırınız.

**OC:**  $|OH| > |OD|$

**BC:**  $|OH| > |OD|$

5. Varsayımdan hareketle ŞEKİL 2’ye göre  $|OD|$  ile  $|OH|$ ’yi yazınız ve karşılaştırınız.

**OC:**  $|OH|=r$ ,  $|OD|=r+a$  o nedenle  $|OD| > |OH|$

**BC:**  $|OH|=r$ ,  $|OD|=r+a$  o nedenle  $|OD| > |OH|$

6. 4. ve 5. maddeleri kıyaslayınız. Buradan ne gibi bir sonuca varılabilir.

**OC:** Çelişkili olduğundan  $[OH]$  teğet noktasında diktir

**BC:** Çelişkili olduğundan  $[OH]$  teğet noktasında diktir

**D. Etkinlik 4: Animasyon**

1. Ufuk noktalarına olan uzaklıkları karşılaştırın. Nedenlerini belirtin.

**OC:** eşittir, bir noktadan bir çembere teğetler çizildiğinde teğet noktalarına olan uzaklık aynıydı, burada da benzer bir durum var. Çemberler ayrı ayrı ele alındığında aynı durum oluyor.

**BC:** eşittir, bir noktadan bir çembere teğetler çizildiğinde teğet noktalarına olan uzaklık aynıydı, burada da benzer bir durum var. Çemberler ayrı ayrı ele alındığında aynı durum oluyor.

2. Eğer ayın ve dünyanın konumu değişmiş olsaydı, ufuk noktalarının uzaklıkları nasıl değişirdi? Tartışınız.

**OC:** Dünya uzaklaştıkça ufuk noktaları birbirine yaklaşır, dünya yaklaştıkça, uzaklaşırlar

**BC:** Dünya uzaklaştıkça ufuk noktaları birbirine yaklaşır, dünya yaklaştıkça, uzaklaşırlar

**E. Etkinlik 5**

1.  $M_1$  merkezli çemberin dış teğetlerinin uzunluklarını karşılaştırın. Elde ettiğiniz sonucu ispatlayın.

**OC:** eşittir

**BC:** eşittir

2. İpucu için “ $M_1$ ” butonuna basınız.  $M_2$  merkezli çemberin dış teğetlerinin uzunluklarını karşılaştırınız. Sebebini yazın.

**OC:** eşittir

**BC:** eşittir

3. İpucu için “ $M_2$ ” butonuna basınız. İki çember arasında kalan dış teğet parçalarının uzunluklarını karşılaştırınız. Sebebini yazın.

**OC:** eşittir

**BC:** eşittir

**U**

4. “K,  $M_1$  ve  $M_2$ ” butonuna basınız. K noktasını hareket ettirerek çemberlere ait teğet uzunlukları ile ilgili gözlemlerinizi yazınız.

**OC:** eşit kalır

**BC:** eşit kalır

**U**

5. T noktasını yukarı – aşağı yönde hareket ettirin, çemberlere ait teğet uzunlukları ile ilgili gözlemlerinizi yazınız.

**OC:** eşit kalır

**BC:** eşit kalır

**U**

6.  $M_1$  Noktasını hareket ettirerek, ilgili çembere ait teğet uzunlukları ile ilgili gözlemlerinizi yazınız.

**OC:** eşit kalır

**BC:** eşit kalır

**U**

7.  $M_2$  Noktasını hareket ettirerek, ilgili çembere ait teğet uzunlukları ile ilgili gözlemlerinizi yazınız.

**OC:** eşit kalır

**BC:** eşit kalır

8. Noktaların hareket ettirerek elde ettiğiniz sonuçlardan nasıl bir genelleme de bulunabilirsiniz?

**OC:** çemberlere çizilen teğet eşittir

**BC:** Bir noktadan iki çembere çizilen ortak teğet parçasının uzunluğu eşittir

**U**

#### F. Etkinlik 6

1. K, noktasını hareket ettirerek ve çemberlerin boyutlarını sabit tutarak,  $d_1$  ve  $d_2$  doğrularının ortak teğet olacağı konuma getiriniz.

2. K,  $M_1$  ve  $M_2$  noktalarının konumları ile ilgili gözlemlerinizi yazın.

**OC:** aynı doğru üzerindeler

**BC:** aynı doğru üzerindeler

**U**

3. K,  $M_1$  ve  $M_2$  noktalarını farklı bir konuma hareket ettirerek, ortak teğet olma durumunu tartışınız.

**OC:** sadece doğrusal olduklarında ortak teğet oluyorlar

**BC:** sadece doğrusal olduklarında ortak teğet oluyorlar

4. Her ortak teğet olma durumunda K,  $M_1$  ve  $M_2$  noktalarının konumunu gözlemleyerek yazın.

**OC:** yine doğrusal olmaktadır

**BC:** yine doğrusal olmaktadır

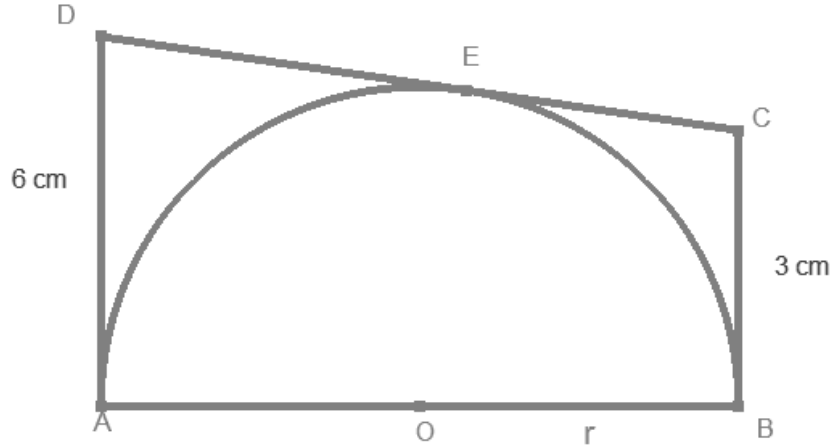
5. Buradan nasıl bir sonuç çıkarabilirsiniz.

**OC:** farklı boyutlardaki çemberlerin ortak dış teğetler ve teğetlerin kesim noktası doğrusaldır

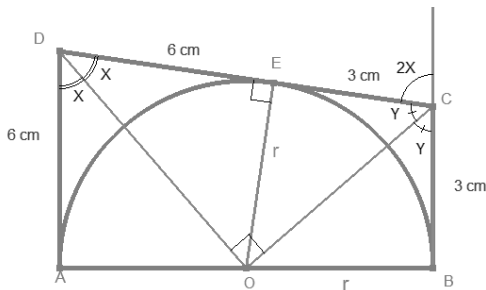
**BC:** farklı boyutlardaki çemberlerin ortak dış teğetler ve teğetlerin kesim noktası doğrusaldır

### G. Alıştırma: Çözüm

ABCD dik yamuk, O merkezli yarı çember A,E,B noktalarında teğet,  $|BC|=3$  cm ve  $|DA|=6$  cm'dir. Verilenlere göre, Çemberin yarıçapını bulalım.



1. D noktasından merkeze doğru parçası çizin ve özelliklerini belirtin.
2. "İpucu 1" butonuna basın. C noktasından merkeze doğru parçası çizin ve özelliklerini belirtin.
3. "İpucu 2" butonuna basın. ABCD dik yamuk olduğuna göre  $\widehat{DOC}$  açısını bulalım.
4. "İpucu 3" butonuna basın. O noktasından karşı kenarın teğet noktasına doğru parçası çizin. Ve özelliklerini belirtin.
5. "İpucu 4" butonuna basın. DOC üçgeninde r'yi bulmak için hangi bağıntının kullanılabileceğini tartışın.
6. "Sonuç" butonuna basın.



[DO] ve [CO] açıortaylardır.

$m(\angle ADC) = 2X$   $m(\angle BCD) = 2Y$

[AD] // [BC] olduğundan

$2X + 2Y = 180^\circ$  ise  $X + Y = 90^\circ$

DOC dik üçgen olup [OE] çizilirse [OE]  $\perp$  [CD] olur

DOC dik üçgeninde Öklid yükseklik bağıntısı ile

$|OE|^2 = |DE| \cdot |CE|$  olduğundan  $r^2 = 6 \cdot 3$  ise,  $r = 3\sqrt{2}$  olur

## 5. KONU 6: ÇEMBERDE AÇILAR İLE İLGİLİ ÖZELLİKLERİ AÇIKLAR VE UYGULAMALAR YAPAR

### A. Etkinlik 1 Animasyon

1. Kameraları konumlarına göre adlandırınız.

**OC:** A orta kamera, B ve C kenar kamera, D Duvara teğet kamera

**BC:** A merkez kamera, B ve C çevre kamera, D teğet-kiriş kamera

**U**

### B. Etkinlik 2

1. A noktasını hareket ettirerek ilgili açının ismini bulun ve yazın.

**OC:** merkez açı

**BC:** merkez açı

2. Bu açıyı tanımlayınız.

**OC:** açının köşesi merkezde ise buna merkez açı denir.

**BC:** açıyı oluşturan doğru parçalarının merkezde kesiştiği açığa merkez açı denir.

**U**

3. B noktasını hareket ettirerek ilgili açının ismini bularak yazın.

**OC:** Çevre açı

**BC:** Çevre açı

4. Bu açıyı tanımlayınız.

**OC:** açının köşesi çember üzerinde ise buna çevre açı denir

**BC:** açıyı oluşturan doğru parçalarının çember üzerinde kesiştiği açığa çevre açı denir.

**U**

5. C noktasını hareket ettirerek ilgili açının ismini bularak yazın.

**OC:** Çevre açı

**BC:** Çevre açı

**U**

6. D noktasını hareket ettirerek ilgili açının ismini bulunuz.

**OC:** Teğet-Kiriş Açısı

**BC:** Teğet-Kiriş Açısı

7. Bu açıyı tanımlayınız.

**OC:** açı hem kirişin hem de teğetten oluşuyorsa buna teğet-kiriş açı denir

**BC:** açıyı oluşturan doğru parçalarından birisinin çembere teğet olan doğru üzerinde olduğu açığa teğet-kiriş açı denir.

8. Açılar butonuna basarak açıları gösteriniz (Açılar yaklaşık değerlerdedir\*).

Açılar arasında bir bağıntı kurmaya çalışın.

**OC:** A, B'nin 2 katı. C ile D eşit.

**BC:** A, B'nin 2 katı. C ile D eşit.

**ÖY:** Açılar yaklaşık değerlerdedir

**U**

9. B ve C noktalarını hareket ettirerek bağıntılarda değişiklik olup olmadığını tartışarak gözlemlerinizi yazınız.

**OC:** değişmemektedir

**BC:** değişmemektedir

10. A ile B açılarının ortak özelliği nedir?

**OC:** Oluşturan doğrular bir noktada birleşiyor

**BC:** Aynı yayı görüyorlar, oluşturan doğrular bir noktada birleşiyor

11. C ile D açıların ortak özelliği nedir?  
**OC:** üçgen oluşturuyorlar  
**BC:** Aynı yayı görüyorlar,
12. Buradan nasıl bir genelleme de bulunabilirsiniz.  
**OC:** Aynı yayı gören çevre açının ölçüsü, merkez açının ölçüsünün yarısı.  
 Aynı yayı gören teğet-kiriş açısı ile çevre açının ölçüsü eşittir  
**BC:** Aynı yayı gören çevre açının ölçüsü, merkez açının ölçüsünün yarısı.  
 Aynı yayı gören teğet-kiriş açısı ile çevre açının ölçüsü eşittir  
**ÖY:** Açılar yaklaşık değerlerde olması programdan kaynaklanan bir durum olduğu belirtilebilir.

**U**

### C. Etkinlik 3

1. A ve B noktalarını hareket ettirerek Q açısını gözlemleyiniz.  
**OC:** A ve B yaklaştıkça Q açısının değeri azalmakta, uzaklaştıkça artmakta  
**BC:** A ve B yaklaştıkça Q açısının değeri azalmakta, uzaklaştıkça artmakta
2. A ve B noktalarını hareket ettirerek x uzunluğunu gözlemleyiniz.  
**OC:** A ve B yaklaştıkça X yayının uzunluğu azalmakta, uzaklaştıkça artmakta  
**BC:** A ve B yaklaştıkça X yayının uzunluğu azalmakta, uzaklaştıkça artmakta
3. Q açısının değeri ile X yayının uzunluğu arasında nasıl bir ilişki olabilir?  
 Tartışınız.  
**OC:** Q açısının değeri arttıkça, X yayının uzunluğu da artıyor, azaldıkça o da düşüyor  
**BC:** Q açısının değeri arttıkça, X yayının uzunluğu da artıyor, azaldıkça o da düşüyor
4. Q'nun aşağıdaki durumlarda, X ile çemberin çevresi ve Q ile çemberin açısı değerini karşılaştırın.  
**OC ve BC:**  
 90°: (X, çevrenin dörtte biri, Q dörtte biri)  
 120°: (X, çevrenin üçte biri, Q üçte biri)  
 240°: (X, çevrenin üçte ikisi, Q üçte ikisi)  
 360°: (X, çevrenin kendisi, Q açısının tamamı)
5. X uzunluğunu, Q açısına bağlı olarak hesaplamak için bir formül bulmaya çalışın.  
**OC:**  $X/\varphi = Q/360$ ,  $X = \varphi * Q/360$   
**BC:**  $X/\varphi = Q/360$ ,  $X = \varphi * Q/360$
6. Yay butonuna basın. Q açısını hesaplamak için bir formül bulmaya çalışın.  
**OC:**  $X/\varphi = Q/360$ ,  $Q = 360 * X/\varphi$   
**BC:**  $X/\varphi = Q/360$ ,  $Q = 360 * X/\varphi$ ,  $Q = 360 * X/2\pi r = 360 * X/2 * 180 * r = X/r$   
**ÖY:** Formülü daha da açalım diyebilir Formülü daha da açalım diyebilir
7. Açısı butonuna basın. Bulduğunuz formülden elde edilen değerin birimini belirtin.  
**OC:** cm  
**BC:** cm

**U**

8. 7. Maddede elde edilen açı değerini dereceye çevirmek için yapılması gerekeni tartışarak yazın.

**OC:** –

**BC:** radyana dönüştürülmeli, bunun için  $180/\pi$  ile çarpılmalı

9. “Radyan” butonuna basın.

#### D. Etkinlik 4

1. ŞEKİL 1’de, C açısını oluşturan doğru parçalarını yazınız.

**OC:** CT ve CE

**BC:** CT ve CE

2. C noktasını E noktasına yaklaştıran gözlemlerinizi yazınız.

**OC:** CE kayboluyor

**BC:** CE kayboluyor

3. Değerler butonuna basın ve C noktasını hareket ettirerek değeri ile ilgili gözlemlerinizi yazın.

**OC:** Değeri değişmiyor

**BC:** Değeri değişmiyor

4. E noktasının üzerinde iken C açısını oluşturan doğru parçalarını yazın.

**OC:** CT ve CK

**BC:** CT ve CK

5. ŞEKİL 2’deki hangi açıyla benzerlik gösterdiğini yazın.

**OC:** TDK

**BC:** TDK

6. ŞEKİL 2’de C ve D açı değerlerini tartışın. Nedenleriyle gözlemlerinizi yazın.

**OC:** aynı kalır. Çünkü az önce C noktasını E noktasının üzerine getirince değeri değişmedi.

**BC:** aynı kalır. Çünkü az önce C noktasını E noktasının üzerine getirince değeri değişmedi.

7. C ve D açılarının gördüğü yaylar açısından gözlemlerinizi yazın.

**OC:** aynı yayı görmektedir

**BC:** aynı yayı görmektedir

8. ŞEKİL 2’de “Değerler” butonuna basın. C ve D noktalarını hareket ettirerek açı değerlerindeki değişimi ile ilgili gözlemlerinizi yazın.

**OC:** aynı kalıyor

**BC:** aynı kalıyor

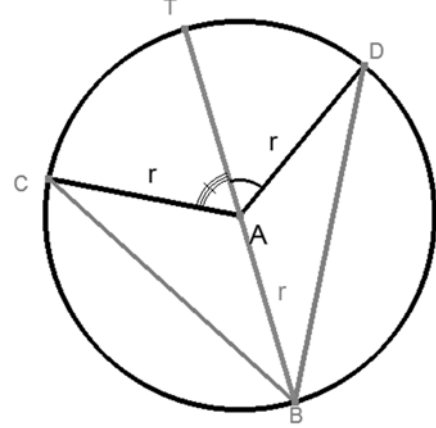
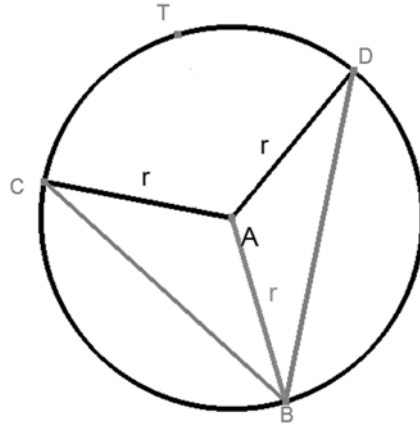
9. Buradan genelleme yapmak istersek ne gibi bir sonuç çıkarabiliriz?

**OC:** teğet-kiriş açı ile aynı yayı gören çevre açının ölçüsü aynı

**BC:** teğet-kiriş açı ile aynı yayı gören çevre açının ölçüsü aynı

#### E. Etkinlik 5

1.  $(\widehat{CAD})$  ve  $(\widehat{CBD})$  açıları arasında bağıntı elde etmek üzere ortak bir nesne çizin. Oluşan yeni açılar isimlendirin (X, Y)



**OC:**

**BC:**

2. "İpucu 1" butonuna basın. İşaretlenmiş açılar ile oluşan üçgenlerin açıları arasında bir bağıntı yazabilir misiniz? (Şekli tamamlayın)

$$Q = 2X$$

**OC:**  $W = 2Y$

$$Q = 2X$$

**BC:**  $W = 2Y$

3. "İpucu 2" butonuna basın.  $(\widehat{CAD})$  ile  $(\widehat{CBD})$  açılarının değerini yazarak karşılaştırın.

$$m(\widehat{CAD}) = 2X + 2Y = 2(X + Y)$$

**OC:**  $m(\widehat{CBD}) = X + Y$

$$m(\widehat{CAD}) = 2X + 2Y = 2(X + Y)$$

$$m(\widehat{CBD}) = X + Y$$

**U**

**BC:**  $m(\widehat{CAD}) = 2 m(\widehat{CBD})$

4. B, C, D noktalarını hareket ettirerek ve çemberin boyutunu değiştirerek, açılar arasındaki bağıntının durumunu gözlemleyerek yazın.

**OC:** değişmiyor

**BC:** değişmiyor

5. Elde edilen bilgilerden nasıl bir genel sonuca ulaşılabilir? Tartışarak yazın.

**OC:** Merkez açı, aynı yayı gören çevre açının iki katıdır

**BC:** Merkez açı, aynı yayı gören çevre açının iki katıdır

## F. Etkinlik 6

1. [AD] ile [YD]'nin oluşturduğu  $(\widehat{YDA})$  için ne söylenebilir? Neden?

**OC:** 90 derece

**BC:** 90 derece, çünkü merkezden teğet noktasına çizilen doğru teğete dik oluyor

**U**

2. "İpucu" butonuna basın. D noktası hareket ettirilince  $(\widehat{YDA})$  açısını gözlemleyiniz.



U

**OC:** sabit kalmaktadır**BC:** sabit kalmaktadır

3. D noktasını hareket ettirin ve  $(\widehat{TAD})$  ve  $(\widehat{TDY})$  açılarını gözlemleyiniz.

**OC:** Aynı yönde artıp azalıyorlar**BC:** Aynı yönde artıp azalıyorlar

U

4. T noktasını hareket ettirin ve  $(\widehat{TAD})$  ve  $(\widehat{TDY})$  açılarını gözlemleyin.

**OC:** Aynı yönde artıp azalıyorlar**BC:** Aynı yönde artıp azalıyorlar

△

5. İpucu 2 butonuna basın.  $(TAD)$  nasıl bir üçgendir? Bu üçgenden hareketle iç açılarını nasıl ifade edebilirsiniz?

**OC:** ikizkenar, DTA açısı: x**BC:** ikizkenar, DTA açısı: x, TAD açısı: 180-2x

6. İpucu 3 butonuna basın.  $(\widehat{TAD})$  ve  $(\widehat{TDY})$ 'yi karşılaştırın.

**OC:** TAD, TDY nin iki katı**BC:** TAD, TDY nin iki katı

7. “Değerler” butonuna basın. D noktasını hareket ettirerek farklı konumlar için  $(\widehat{TAD})$  ve  $(\widehat{TDY})$  değerlerini yazın.

a)  $(\widehat{TAD})$ : ..... ..

b)  $(\widehat{TDY})$ : ..... ..

8. T noktasını hareket ettirerek farklı konumlar için  $(\widehat{TAD})$  ve  $(\widehat{TDY})$  değerlerini yazın

I.Durum

II.Durum

III.Durum

a)  $(\widehat{TAD})$ : ..... ..

b)  $(\widehat{TDY})$ : ..... ..

9. 7. Ve 8. Maddelerden hareketle  $(\widehat{TAD})$  ve  $(\widehat{TDY})$  için nasıl bir sonuç çıkarabilirsiniz?

**OC:** Bir merkez açı aynı yayı gören teğet-kiriş açının iki katıdır**BC:** Bir merkez açı aynı yayı gören teğet-kiriş açının iki katıdır

10. Sonuç butonuna basın.

### G. Etkinlik 7

1.  $(\widehat{BEC})$  ve  $(\widehat{AED})$  açılarını karşılaştırın. Düşüncenizi ispatlayın.

**OC:** -**BC:** eşittir, çünkü ters açılardır

U

2. A, B, C ve D noktalarını hareket ettirince bu açıları gözlemleyerek yazın.

**OC:** değişiklik olmaz, yine ters açı olarak kalırlar**BC:** değişiklik olmaz, yine ters açı olarak kalırlar

3. “İpucu 1” butonuna basın.  $(\widehat{BEC})$  ve  $(\widehat{AED})$  ‘in gördüğü yayları yazın.

**OC:** AED açısının gördüğü yayı gören çevre açı ABE, BEC açısının gördüğü yayı gören çevre açı AEB

**BC:** AED açısının gördüğü yayı gören çevre açı ABE, BEC açısının gördüğü yayı gören çevre açı AEB

4. Bu yayları gören çevre açıları yazın.

**OC:** BEC'i gören BAE, AED yi gören ABD

**BC:** BEC'i gören BAE, AED yi gören ABD

5. "İpucu 2" butonuna basın. Buna benzer başka çevre açıları oluşturulabilir mi? Tartışın.

**OC:** ACD oluşturulabilir, BDC oluşturulabilir

**BC:** ACD oluşturulabilir, BDC oluşturulabilir

6. Şeklin son durumuna göre  $(\widehat{BEC})$  ve  $(\widehat{AED})$ 'in değerini yazın.

**OC:**  $BEC=X+Y$  ve  $AED=X+Y$

**BC:**  $BEC=X+Y$  ve  $AED=X+Y$

7. "İpucu 3" butonuna basın. İşaretlenen açıların değerine göre, bu açıların gördüğü yayların değerini yazın.

**OC:** AD yayı  $2X$ , BC yayı  $2Y$

**BC:** AD yayı  $2X$ , BC yayı  $2Y$

8. "İpucu 4" butonuna basın.  $(\widehat{BEC})$  ve  $(\widehat{AED})$ 'yi gördükleri yayların değeri ile karşılaştırın ve matematiksel olarak ifade edin.

**OC:**  $BEC=AED=(BC+AD)/2$

**BC:**  $BEC=AED=(BC+AD)/2$

9. A, B, C ve D noktalarını hareket ettirerek, elde edilen ifadenin E noktasının bulunduğu her konum için geçerli olup olmayacağını gözlemleyin. Nedenini yazın.

**OC:** her konumda geçerli

**BC:** her konumda geçerli

10. Sonuç butonuna basın. Buradan nasıl bir genellemede bulunabilirsiniz?

**OC:** çember içinde olan bir açının değeri kendisinin ve ters açısının gördüğü yayların toplamının yarısına eşittir

**BC:** çember içinde olan bir açının değeri kendisinin ve ters açısının gördüğü yayların toplamının yarısına eşittir

U

U

### H. Etkinlik 8

1. A, B ve C noktalarını hareket ettirince yay uzunluğuna bağlı olarak büyüklükleri değişen elemanları yazın.

**OC:** bu yayları gören açıları değişmekte

**BC:** A ve B hareket ettirilince bu yayları gören açıları değişmekte, C ile değişiklik olmamaktadır.

2. Şekildeki çemberde  $\widehat{AB}$  ve  $\widehat{CD}$ 'nin eşit olması için hangi koşulları sağlaması gerektiğini tartışınız.

**OC:** Bu yayları gören açıları eşit olmalı

**BC:** Bu yayları gören açıları eşit olmalı

3. A, B ve C noktalarını hareket ettirince bu açılara bağlı olarak büyüklükleri değişen elemanları yazınız.

U

**OC:** açılarının gördüğü yaylar değişmekte

**BC:** A ve B hareket ettirilince açılarının gördüğü yaylar değişmekte, C ile değişiklik olmamaktadır.

4.  $(\widehat{AOB})$  ve  $(\widehat{COD})$ 'un eşit olması için sağlaması gereken koşulları tartışınız.

**OC:** bu açılarının gördüğü yaylar eşit olmalı

**BC:** bu açılarının gördüğü yaylar eşit olmalı

5. Bu iki durumdan hareketle karşılıklı sağlanması gereken koşulları tartışınız ( $a=b$  ise  $b=a$ 'dır gibi).

**OC:** açılarının eşit olması için, gördükleri yayların eşit olması gerekir. Yayların eşit olması için ise, yayları gören açılarının eşit olması gerekir

**BC:** açılarının eşit olması için, gördükleri yayların eşit olması gerekir. Yayların eşit olması için ise, yayları gören açılarının eşit olması gerekir

6. "Önerme" butonuna basın. Önermeye göre çember elemanlarını yazarak önermeyi matematiksel olarak ifade edin.

**OC:**  $AB=CD$  ise  $AOB=COD$  ve  $AOB=COD$  ise  $AB=CD$  dir

**BC:**  $AB=CD$  ise  $AOB=COD$  ve  $AOB=COD$  ise  $AB=CD$  dir

7. "İspat" butonuna basın. Değerleri yerine yazarak önermeleri test edin.

8. Buradan bir genellemede bulunabilir misiniz?

**OC:** İki yay eşitse bu yayları merkez açıları eşittir, merkez açıları eşitse yaylar da eşittir

**BC:** İki yay eşitse bu yayları merkez açıları eşittir, merkez açıları eşitse yaylar da eşittir

## U

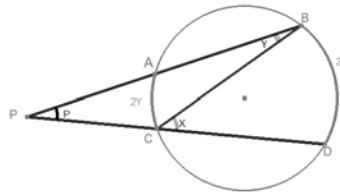
### İ. Etkinlik 9

1. B ve D noktalarını hareket ettirin. Noktaların hareketiyle büyüklükleri değişen elemanları yazın.

**OC:** P açısı, AC, BD yayları, AB ve CD doğru parçaları

**BC:** P açısı, AC, AB, BD ve CD yayları, AB ve CD doğru parçaları

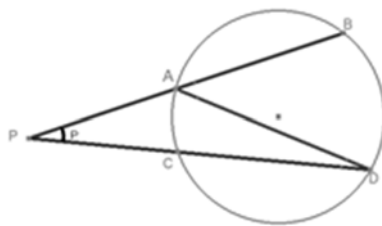
2.  $\hat{P}$  ile gördüğü yaylar arasında nasıl bir bağıntı olabileceğini şekil üzerinde tartışın.



**OC:** –

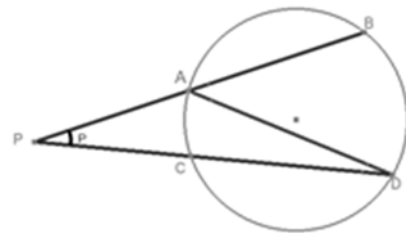
**BC:**

3. "İpucu" butonuna basın. Bu çizim başka nasıl yapılabilirdi? Çizerek gösteriniz.

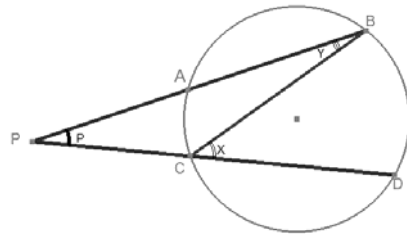


**OC:**

**BC:**

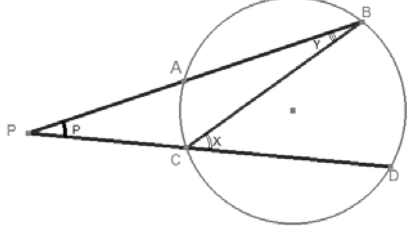


4. Oluşan açılar arasında bir bağıntı bulabilir misiniz?



**OC:**

$$X=Y+P$$



**BC:**

$$X=Y+P$$

5. Açılar butonuna basın.  $\hat{X}$  ve  $\hat{Y}$  'nin gördüğü yayların değerini yazın.

**OC:**  $AC=2Y, BD=2X$

**BC:**  $AC=2Y, BD=2X$

6. Yaylar butonuna basın.  $\hat{P}$ 'nin değerini yay ölçüleri türünden yazınız.

$(P=X-Y \text{ } P=BD/2-AC/2)$

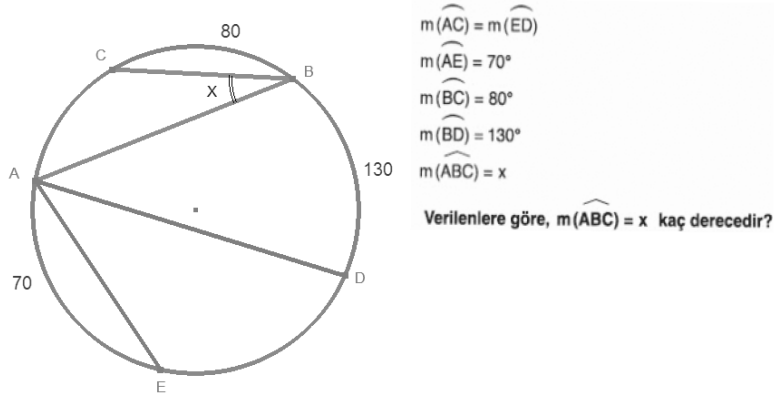
**OC:**  $P = X - Y$

**BC:**  $P = X - Y = \frac{|BD|}{2} - \frac{|AC|}{2} = \frac{|BD|-|AC|}{2}$

7. Sonuç butonuna basın. Buradan bir genellemede bulunabilir misiniz?

**OC:** Çemberin dışındaki bir açı gördüğü yayların farkının yarısına eşittir

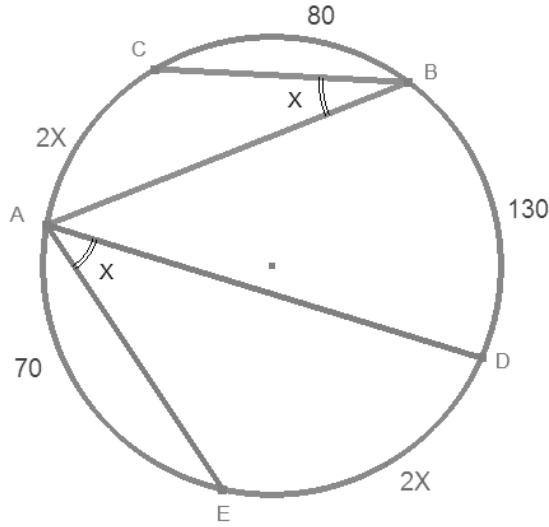
**BC:** Çemberin dışındaki bir açı gördüğü yayların farkının yarısına eşittir



**J.**

1. X açısının karşısındaki yayın değerini yazın.
2. "İpucu 1" butonuna basın. Eşit yaylardan hareketle aynı değere sahip yayların değerini yazın.
3. "İpucu 2" butonuna basın. Eşitliği sağlayan diğer yaydan hareketle diğer yayı gören açının değerini yazın.
4. "İpucu 3" butonuna basın. Çemberi oluşturan yayların toplam değerinden X açısının değerini bulun.

5. “Sonuç” butonuna basın.



$$2X + 2X + 70 + 130 + 80 = 360$$

$$4X = 80$$

$$X = 20$$

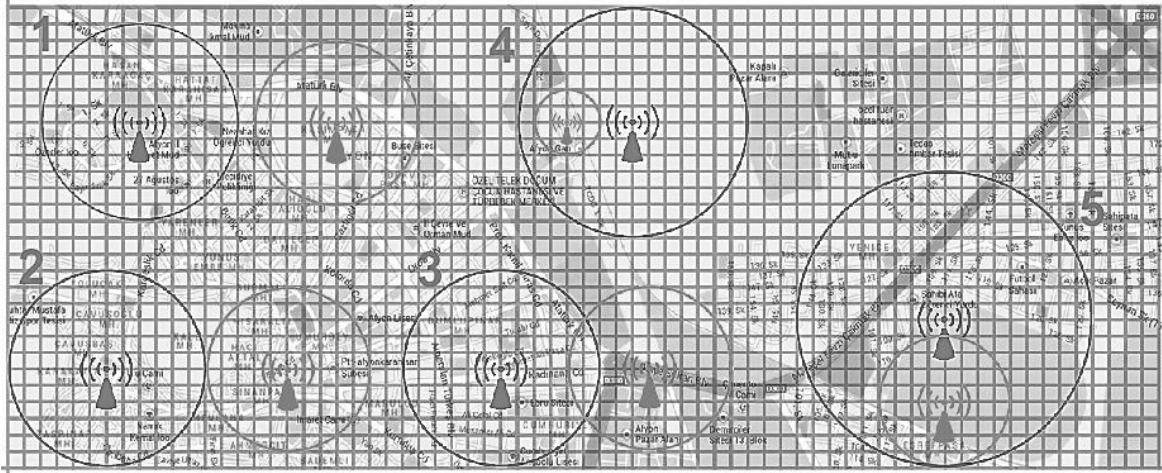
## 6. KONU 7: DENKLEMLERİ VERİLEN İKİ ÇEMBERİN BİRBİRİNE GÖRE KONUMLARI

**A. Etkinlik 1 Animasyon:** İnternet vericileri ve etki alanı. Vericilerin etki alanları ikiyeşerli gruplar halinde mavi ve turuncu çemberlerle gösterilmiştir.

1. Her bir gruptaki vericinin etki ettiği alanların çapını bulalım.

**OC ve BC:**

1.Grup	2.Grup	3.Grup	4.Grup	5.Grup
M = 240m	240m	240m	280m	360m
T = 200m	200m	200m	80m	160m



2. Her bir grupta, mavi ve turuncu vericilerin yarıçapları ile vericiler arasındaki mesafeyi kıyaslayın. (mavi çemberin yarıçapı =  $r_1$ , turuncu çemberin yarıçapı =  $r_2$ , vericiler arası mesafe =  $|M_1M_2|$ )

**OC:** 1-  $|M_1M_2| > r_1 + r_2, \dots$

**BC:** 1-  $|M_1M_2| > r_1 + r_2, \dots$

**ÖY:**  $M=M_1, r_1 T=M_2, r_2$ , mesafe =  $|M_1M_2|$  dersek; 1-  $|M_1M_2| > r_1 + r_2$

3. Denklemi verilen çemberlerin birbirine göre konumları bulunabilir mi? Nasıl? Tartışın.

**OC:** –

**BC:** Bulunabilir, denklemden merkez noktasını, yarıçapını bulabiliriz.

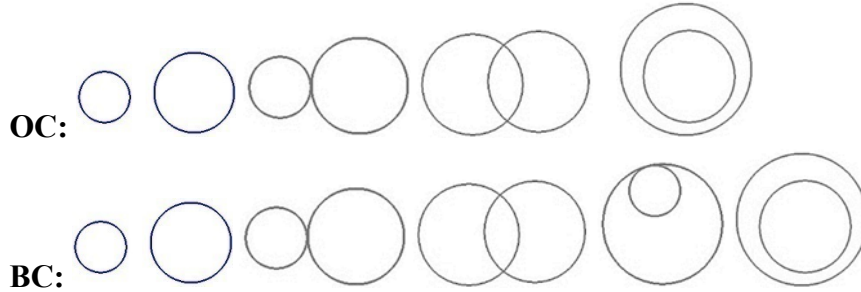
Merkezler arası mesafeyi iki nokta arasındaki mesafe ölçümünden bulur, yarıçaplarla kıyaslarız. Örneğin  $(x-3)^2+(y+5)^2=9$  ve  $(x+4)^2+(y-2)^2=12$  olsun.  $M_1(3,-5)$ ,  $M_2(-4,2)$ ,  $r_1=3$ ,  $r_2=2\sqrt{3}$ ,  $\|M_1M_2\|=\sqrt{(-4-3)^2+(2+5)^2}\dots r_1+r_2=3+2\sqrt{3}\dots$ )

4. İki etki alanının iki noktada kesişeceği durumda, vericiler arası mesafe ile etki alanlarının çapını kıyaslayın.  
**OC:**  $\|M_1M_2\|<r_1+r_2$   
**BC:**  $\|M_1M_2\|<r_1+r_2$
5. Eğer bir bilgisayar kullanıcısı her iki vericiyi aynı anda kullanmak isterse uygun verici gruplarını yazın.  
**OC:** 3,4,5  
**BC:** 3,4,5
6. 5. Maddede belirttiğiniz vericilerin arasındaki mesafe ile etki alanlarının yarıçaplarını kıyaslayın.  
**OC:** hepsinde  $\|M_1M_2\|<r_1+r_2$   
**BC:** hepsinde  $\|M_1M_2\|<r_1+r_2$
7. 5 numaralı verici gurubunun etki alanı ile x ekseninin konumunu tartışın.  
**OC:** x eksenine teğetler  
**BC:** x eksenine teğetler

## U

### B. Etkinlik 2: İki çemberin birbirine göre durumları

1. Çemberleri hareket ettirin. Çemberleri kaç farklı şekilde konumlandırabileceğinizi tartışarak çizin.



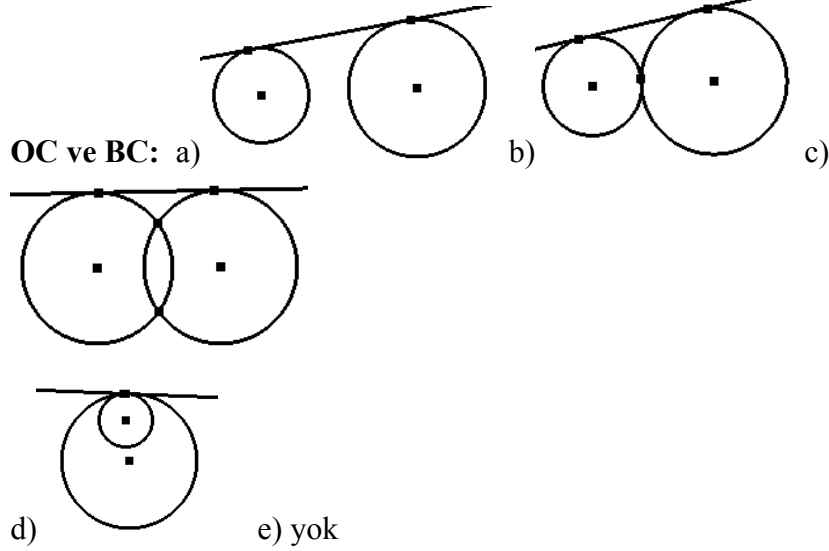
2. Her bir durum için ayrı ayrı  $M_1$  ve  $M_2$  arasındaki mesafeyi yarıçap uzunlukları ile kıyaslayın.  
**OC:**  $\|M_1M_2\|>r_1+r_2$ ,  $\|M_1M_2\|=r_1+r_2$ ,  $\|M_1M_2\|<r_1+r_2$ ,  $\|M_1M_2\|<r_1+r_2$   
**BC:**  $\|M_1M_2\|>r_1+r_2$ ,  $\|M_1M_2\|=r_1+r_2$ ,  $\|M_1M_2\|<r_1+r_2$ ,  $\|M_1M_2\|<r_1+r_2$
3. Butonlara basarak durumları karşılaştırın. Eksiklerinizi belirtin.

### C. Etkinlik 3: $M_1$ ve $M_2$ hareketli noktalardır.

1. A ve B noktalarından geçen teğete, özelliklerini dikkate alarak bir ad verebilir misiniz?  
**OC:** ortak teğet  
**BC:** ortak teğet

U

2. Buna benzer kaç türlü teğet oluşturabilirsiniz?  
**OC:** 2 çeşit  
**BC:** 2 çeşit
3.  $M_1$ 'i doğrunun öbür tarafına geçirebilir misiniz? Ne düşünüyorsunuz?  
**OC:** çizilebilir  
**BC:** çizilebilir
4. Aşağıda verilen çemberlerin ikisine de teğet olan doğruları çizin.



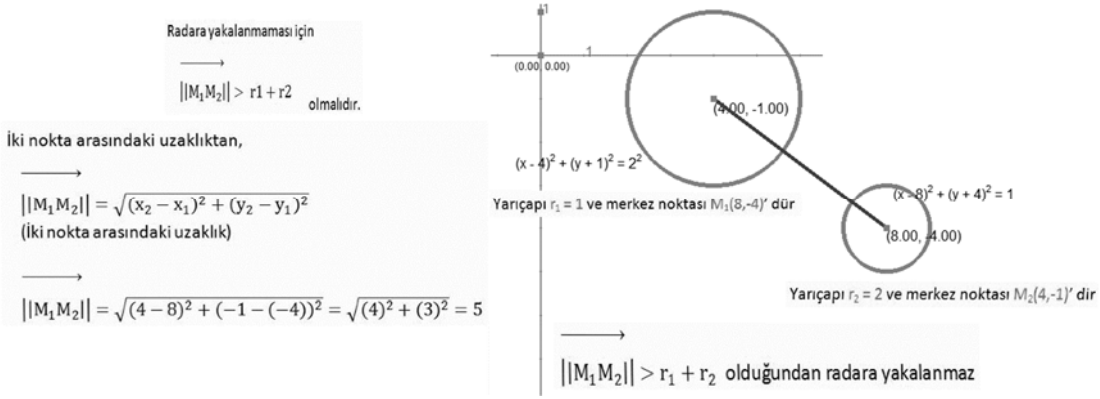
U

5. Çemberleri taşıyarak yukarıdaki durumları test edin.

#### D. Alıştırma: Çözüm

Canan, denklemi  $(x - 8)^2 + (y + 4)^2 = 1$  olan çembersel bir kavşakta arabasıyla hızlı bir şekilde yol alıyor. Kavşağın yakınında denklemi  $(x - 4)^2 + (y + 1)^2 = 4$  olan polis radarının çembersel bölgesinin sınırı bulunmaktadır. Canan'ın, bu kavşakta bir tam turu tamamladığında radara yakalanıp yakalanmayacağını bulun.

- Verilen çember denklemlerine göre 1. Çemberin yarıçapını ve merkez noktasının koordinatını bularak çemberi çizin.
- “İpucu 1” butonuna basın. 2. Çemberin yarıçapını ve merkez noktasının koordinatını bularak çemberi çizin.
- “İpucu 2” butonuna basın. Canan'ın radara yakalanmaması için çember arasındaki mesafenin ne kadar olması gerektiğini tartışın.
- “İpucu 3” butonuna basın. Merkezler arası mesafeyi bulun.
- “İpucu 4” butonuna basın. Vardığınız sonucu belirtin.
- “Sonuç” butonuna basın.



## 7. KONU 8: ÇEMBERDE KİRİŞ VE KESENLER

### A. Etkinlik 1 Animasyon

- Açıklamaya göre  $K(X)$  fonksiyonunu yazabilir misiniz?

**OC:** –

**BC:**  $K(x) = |XM|^2 - r^2$

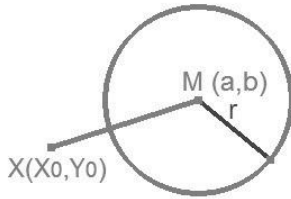
### B. Etkinlik 2

- $\|MX\|^2 - r^2$  Dönüşümünü sözlü olarak ifade ediniz.

**OC:** M merkezli r yarıçaplı çemberin X noktasındaki kuvveti

**BC:** M merkezli r yarıçaplı çemberin X noktasındaki kuvveti

- İpucu 1" butonuna basınız. Şekle göre  $\|MX\|$  değerini hesaplayın.



**OC:**

$$K(X_0) = \|MX_0\|^2 - r^2 \Rightarrow$$

$$(X_0 - a)^2 + (Y_0 - b)^2 - r^2 = 0$$

**BC:**

$$K(X_0) = \|MX_0\|^2 - r^2 \Rightarrow$$

$$(X_0 - a)^2 + (Y_0 - b)^2 - r^2 = 0$$

**ÖY:** Öğretmen  $\|MX\|^2$  ifadesi için iki nokta arasındaki uzaklığı bulmayı hatırlatabilir.

$$K(X_0) = \|MX_0\|^2 - r^2 \Rightarrow$$

$$(X_0 - a)^2 + (Y_0 - b)^2 - r^2 = 0$$

- “İpucu 2” butonuna basın. İfadenin 0'a eşit olması sizce neyi ifade etmektedir?

**OC:** noktanın çember üzerinde olduğunu gösterir



**BC:**  $|XM|^2 = r^2$  olması yani kuvveti alınan noktanın çember üzerinde olduğunu gösterir

**U**

4. “Değerler” butonuna basın. X noktasını hareket ettirerek ifadedeki sonucu X noktasının konumuna göre yorumlayın.

**OC:** çemberin dışında pozitif, üzerinde ise sıfıra yakın, içinde negatif

**BC:** çemberin dışında pozitif, üzerinde ise sıfır, içinde negatif

**ÖY:** Öğrencilerin çember üzerinde sıfıra yakın ifadesi kullanması durumunda, bu durumun çizimden kaynaklı olduğunu ifade edebilir.

5. 3. ve 4. maddelerden nasıl bir genellemede bulunabilirsiniz?

**OC:** kuvvet çemberin dışında pozitif, üzerinde sıfır, içinde negatiftir

**BC:** kuvvet çemberin dışında pozitif, üzerinde sıfır, içinde negatiftir

**U**

**C. Etkinlik 3:** K noktası çembere göre kuvveti alınacak noktadır.

1. K noktası çembere göre kaç farklı konumda bulunabilir? K noktasını hareket ettirerek gözlemleyin ve yazın.

**OC:** çemberin dışında, üzerinde, içinde, merkez noktası üzerinde

**BC:** çemberin dışında, üzerinde, içinde, merkez noktası üzerinde

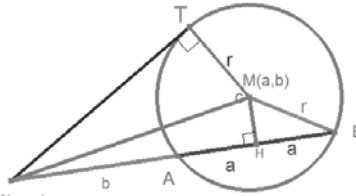
2. “I. Durum” butonuna basın. K noktasının kuvvet fonksiyonunu yazın.

**OC:**  $K(x) = |KM|^2 - r^2$

**BC:**  $K(x) = |KM|^2 - r^2$

**U**

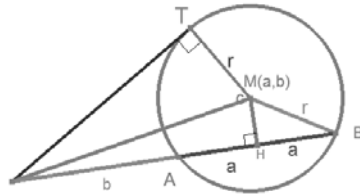
3. B noktasını rasgele hareket ettirin. Bu durumda kuvvet fonksiyonunun nasıl yazabileceğinizi tartışın.



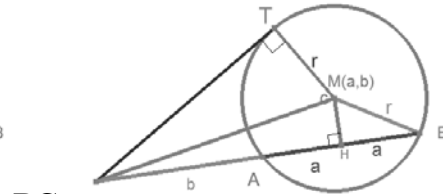
**OC:** –

**BC:**  $K(x_0, y_0)$

4. “İpucu 1” butonuna basın.  $|KA|$  ve  $|KB|$  uzunlukları bilinseydi K noktasının kuvveti nasıl hesaplanırdı. Şekli tamamlayarak üzerinde tartışın.



**OC:**  $K(x_0, y_0)$



**BC:**  $K(x_0, y_0)$

$\triangle (KTM)$  üçgenine göre;

$$|KM|^2 = |KT|^2 + r^2$$

$$|KT|^2 = |KM|^2 - r^2$$

$$|KT|^2 = (c^2 + (a+b)^2) - (a^2 + c^2)$$

**ÖY:** merkezden çizilen dikmenin kirişi ortaladığını hatırlatabilir. Öğrenciler, şekli en son durumuna göre tamamlar

5. “İpucu 2” butonuna basın.  $|KM|$  ve  $r$ 'yi hesaplayın.

**OC:**  $|KM|^2=(a+b)^2+c^2$ ,  $r^2=a^2+c^2$

**BC:**  $|KM|^2=(a+b)^2+c^2$ ,  $r^2=a^2+c^2$

6. “İpucu 3” butonuna basın. Şekli en son haliyle tamamlayın,  $|KT|$  uzunluğunun nasıl hesaplanabileceğini tartışın.

**OC:**  $|KT|^2=|KM|^2-r^2$

**BC:**  $|KT|^2=|KM|^2-r^2$

**ÖY:** teğet noktasına çizilen dikmenin merkezden geçtiğini hatırlatabilir.

7. “İpucu 4” butonuna basın.  $|KM|^2$  ve  $r^2$  değerlerini  $|KT|$  eşitliğinde yerine koyarak,  $|KT|$ 'yi hesaplayın.

**OC:**  $|KT|^2=(a+b)^2+c^2 - a^2+c^2\dots$

$|KT|^2 = (c^2 + (a + b)^2) - (a^2 + c^2)$

$|KT|^2 = c^2 + a^2 + b^2 + 2ab - a^2 - c^2$

$|KT|^2 = 2ab + b^2$

$|KT|^2 = b(2a + b)$

$|KT|^2 = |KA| \cdot |KB|$

**BC:**  $|KT|^2=(a+b)^2+c^2 - a^2+c^2\dots$

$|KT|^2 = (c^2 + (a + b)^2) - (a^2 + c^2)$

$|KT|^2 = c^2 + a^2 + b^2 + 2ab - a^2 - c^2$

$|KT|^2 = 2ab + b^2$

$|KT|^2 = b(2a + b)$

$|KT|^2 = |KA| \cdot |KB|$

8. “İpucu 5” butonuna basın.

9. “Sonuç butonuna basın. B noktasını hareket ettirdiğinizde, elde ettiğiniz eşitlik hala sağlanıyor mu?

**OC:** sağlanıyor

**BC:** sağlanıyor

10. K noktasını hareket ettirdiğinizde, elde ettiğiniz eşitlik hala sağlanıyor mu?

**OC:** sağlanıyor

**BC:** sağlanıyor

11. Çemberi büyütüp küçülttüğünüzde, elde ettiğiniz eşitlik hala sağlanıyor mu?

**OC:** sağlanıyor

**BC:** sağlanıyor

12. Bu gözlemlerden hareketle nasıl bir genellemede bulunabilirsiniz?

**OC:** Çemberin dışındaki bir noktadan (nokta K olsun) çizilen teğet uzunluğunun karesi, yine K noktasından çizilen kirişin çemberde kestiği ilk nokta ile K noktası arasındaki uzaklık ve ikinci nokta ile K noktası arasındaki uzaklığın çarpımına eşittir.

**BC:** Çemberin dışındaki bir noktadan (nokta K olsun) çizilen teğet uzunluğunun karesi, yine K noktasından çizilen kirişin çemberde kestiği ilk nokta ile K noktası arasındaki uzaklık ve ikinci nokta ile K noktası arasındaki uzaklığın çarpımına eşittir.

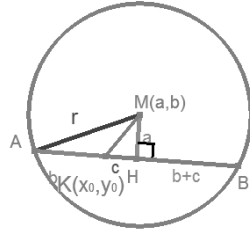
U

U

U

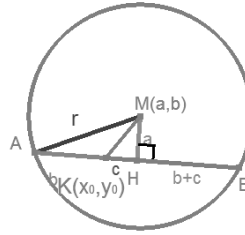
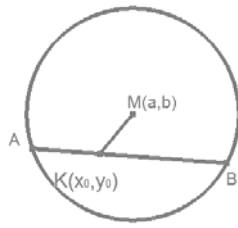
#### D. Etkinlik 4

1. "II. Durum" butonuna basın.  $|KM|$ 'yi bulmak için nelerin gerekli olduğunu şekil üzerinde tartışın.



**OC:** – **BC:**

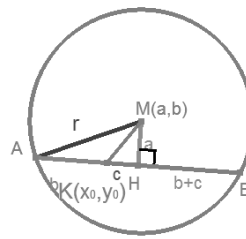
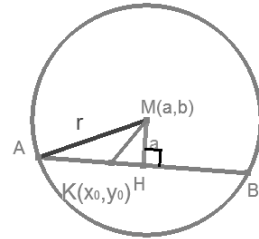
2. "İpucu 1" butonuna basın. Şekli tekrar gözden geçirin.



**OC:**

**BC:**

3. "İpucu 2" butonuna basın. Şekli tekrar gözden geçirin.



**OC:**

**BC:**

4.  $|AH|$  ile  $|HB|$ 'yi karşılaştırın. Uzunlukları birer değişkenle gösterecek olursanız nasıl gösterirsiniz?

**OC:**  $KA=b$ ,  $KH=c$ ,  $HB=b+c$

**BC:**  $KA=b$ ,  $KH=c$ ,  $HB=b+c$

5. "İpucu 3" butonuna basın.  $|KM|$ 'yi ve yarıçapı hesaplayınız.

**OC:**  $|KM|^2=a^2+c^2$ ,  $r^2=a^2+(b+c)^2$ ,

**BC:**  $|KM|^2=a^2+c^2$ ,  $r^2=a^2+(b+c)^2$ ,

6. "İpucu 4" butonuna basın.  $r^2$  eşitliğini açarak  $|KM|$ 'yi yerine yazın.

**OC:**  $r^2=a^2+b^2+c^2+2bc$ ,  $|KM|=a^2+c^2$  idi o zaman  $r^2=|KM|^2+b^2+2bc$

**BC:**  $r^2=a^2+b^2+c^2+2bc$ ,  $|KM|=a^2+c^2$  idi o zaman  $r^2=|KM|^2+b^2+2bc$ ,

$r^2=|KM|^2+b(b+2c)$

**ÖY:** Öğrencilere  $|KM|$  değerini yazdıktan sonra kalan ifadeyi b parantezine almalarını söyler

7. "İpucu 5" butonuna basın. b parantezine alınan ifadenin şekil üzerinde hangi uzunlukları temsil ettiğini eşitlikte yerine yazın

**OC:**  $r^2 = |KM|^2 + |KA| * |KB|$

**BC:**  $r^2 = |KM|^2 + |KA| * |KB|$

8. "İpucu 6" butonuna basın. Eşitlikte  $r^2$  ve  $|KM|^2$ 'sini eşitliğin bir tarafına toplayın.

**OC:**  $|KM|^2 - r^2 = -|KA| * |KB|$

**BC:**  $|KM|^2 - r^2 = -|KA| * |KB|$

9. “İpucu 7” butonuna basın. Elde edilen sonuçlara göre K noktasının kuvvet fonksiyonunu yazın.

**OC:**

$$|KM|^2 - r^2 = K(x_0) \text{ olduğundan}$$

$$K(x_0) = |KM|^2 - r^2 = -|KA| * |KB|$$

**BC:**

$$|KM|^2 - r^2 = K(x_0) \text{ olduğundan}$$

$$K(x_0) = |KM|^2 - r^2 = -|KA| * |KB|$$

**U**

10. “Sonuç” butonuna basın. K noktasını hareket ettirerek, eşitliğin yine sağlanıp sağlanamayacağını tartışın.

**OC:** sağlanıyor

**BC:** sağlanıyor

**U**

11. A ve B noktalarını hareket, eşitliğin hala sağlanıp sağlanmadığını kontrol edin.

**OC:** sağlanıyor

**BC:** sağlanıyor

**U**

12. Çemberin boyutunu değiştirerek, eşitliğin hala sağlanıp sağlanmadığını kontrol edin.

**OC:** sağlanıyor

**BC:** sağlanıyor

13. Bu gözlemlerden hareketle nasıl bir genelleme yapabilirsiniz?

**OC:** Çemberin içindeki bir noktanın (K noktası olsun) kuvveti, K noktasından geçen kirişin çemberi kestiği her iki nokta ile K noktası arasındaki uzaklığın çarpımının negatifine eşittir.

**BC:** Çemberin içindeki bir noktanın (K noktası olsun) kuvveti, K noktasından geçen kirişin çemberi kestiği her iki nokta ile K noktası arasındaki uzaklığın çarpımının negatifine eşittir.

**U**

### E. Etkinlik 5

1. “III. Durum” butonuna basın. K noktasını A noktasının üzerine sürükleyin. Bu durumda  $|KM|$ 'yi yazın ve kuvvet fonksiyonunu hesaplayın.

**OC:**  $|KM|=r, K(X)=|KM|^2-r^2=0$

**BC:**  $|KM|=r, K(X)=|KM|^2-r^2=0$

**U**

2. K noktasını B noktasının üzerine sürükleyin. Bu durumda  $|KM|$ 'yi yazın ve kuvvet fonksiyonunu hesaplayın.

**OC:**  $|KM|=r, K(X)=|KM|^2-r^2=0$

**BC:**  $|KM|=r, K(X)=|KM|^2-r^2=0$

**U**

3. "İpucu 1" butonuna basın. A noktasını hareket ettirdiğinizde  $|KM|$  ve  $K(X_0)$  değerlerinin değişimi ile ilgili gözlemlerinizi yazın.

**OC:**  $|KM|=r$  ve  $K(X_0)=0$  değişmemektedir

**BC:**  $|KM|=r$  ve  $K(X_0)=0$  değişmemektedir

**U**

4. B noktasını hareket ettirdiğinizde  $|KM|$  ve  $K(X_0)$  değerlerinin değişimi ile ilgili gözlemlerinizi yazın.

**OC:**  $|KM|=r$  ve  $K(X_0)=0$  değişmemektedir

**BC:**  $|KM|=r$  ve  $K(X_0)=0$  değişmemektedir

5. Bu gözlemler ışığında nasıl bir genellemede bulunabilirsiniz?

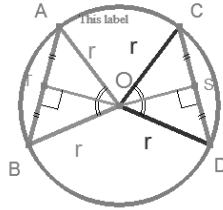
**OC:** Çember üzerindeki bir noktanın çembere göre kuvveti 0'dır

**BC:** Çember üzerindeki bir noktanın çembere göre kuvveti 0'dır

### F. Etkinlik 6 Animasyon

1. Tarla iki eşit şeritle, şeritlerin uçları tarlanın sınırları üzerinde olacak şekilde ayrılınca, elde edilen parçaların yay uzunlukları ile ilgili ne söyleyebilirsiniz? Tartışarak ispatlayın.

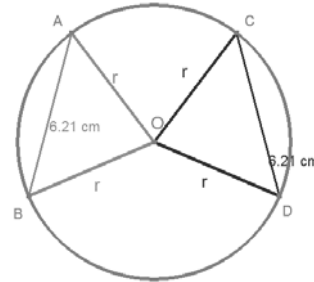
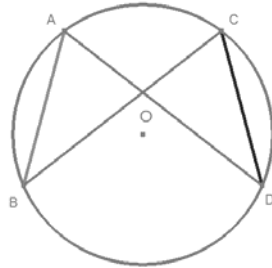
**OC:** eşit olur, ispata cevap beklenmiyor



**BC:** eşit olur,

### G. Etkinlik 7

1. İki kiriş ile bağlantılı nesnelere çizin.



**OC:**

**BC:**

**U**

2. "İpucu 1" butonuna basın. C ve D noktalarını hareket ettirerek  $|AB|$  ve  $|CD|$  ile ilgili gözlemlerinizi yazın.

**OC:** eşit kalıyor

**BC:** eşit kalıyor

3. Oluşan şekilleri karşılaştırm.

**OC:** eşitir

**BC:** eşitir

**U**

4. "İpucu 2" butonuna basın. C ve D noktalarını hareket ettirerek  $\widehat{AB}$  ve  $\widehat{CD}$  yayları ile ilgili gözlemlerinizi yazın.

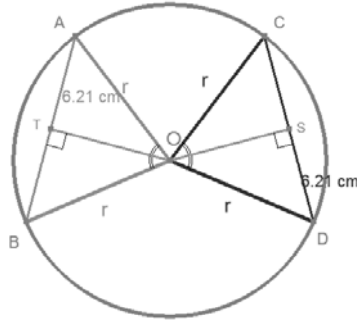
**OC:** eşit kalıyor

**BC:** eşit kalıyor

5. Nasıl bir genelleme de bulunabilirsiniz?  
**OC:** eş uzunluktaki kirişler eş yaylar oluşturur  
**BC:** eş uzunluktaki kirişler eş yaylar oluşturur
6. Tersi durumu düşünerek, yani  $\widehat{AB}$  ve  $\widehat{CD}$  yaylarının eşitse  $|AB|$  ve  $|CD|$  için ne söyleyebilirsiniz?  
**OC:** eşittir  
**BC:** eşittir
7. “İpucu 3” butonuna basın. Bu aşamada nasıl bir genelleme de bulunabilirsiniz?  
**OC:** eşit uzunluktaki farklı kirişler çemberin merkezine aynı uzaklıktadır  
**BC:** eşit uzunluktaki farklı kirişler çemberin merkezine aynı uzaklıktadır

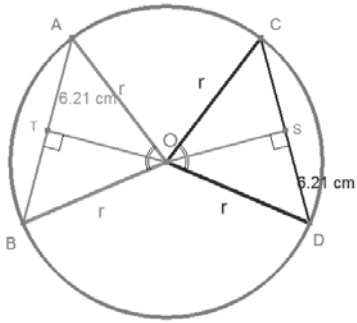
### H. Etkinlik 8

1.  $|AB|$  ve  $|CD|$ 'nin eşit olduğu biliniyorsa, merkeze uzaklıkları için ne söylenebilir? Çizerek ispatlayın.



**OC:**  
eşittir

İkizkenar üçgenler ve benzer olduğu için



**BC:**

OAB ve OCD ikizkenar üçgen oldukları için eş üçgenlerdir, o nedenle yükseklikleri de eşittir.

2. “İpucu 1” butonuna basın. Merkez noktasından A, B, C ve D noktalarına olan mesafeler için ne söylenebilir?  
**OC:** eşittir ve yarıçaptır  
**BC:** eşittir ve yarıçaptır
3. “İpucu 2” butonuna basın. Nasıl bir genellemede bulunabilirsiniz?  
**OC:** eş kirişler çemberin merkezine aynı uzaklıktadır.  
**BC:** eş kirişler çemberin merkezine aynı uzaklıktadır.

### İ. Etkinlik 9

1. Çemberin çapı,  $[AB]$ 'ye dik olduğuna göre  $|HA|$  ve  $|HB|$  değerleri ile ilgili ne söyleyebilirsiniz.

**OC:** eşittir

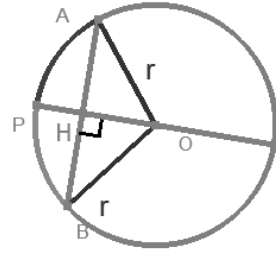
**BC:** eşittir

2.  $|OA|$  ve  $|OB|$  uzaklıkları için ne söyleyebilirsiniz?

**OC:** eşit ve r

**BC:** eşit ve r

3. “İpucu 1” butonuna basın.  $|\widehat{PA}|$  ve  $|\widehat{PB}|$  için ne söyleyebilirsiniz? Şeklin son halini tamamlayarak ispatlayın.



$\triangle AOB$  ikizkenar üçgendir

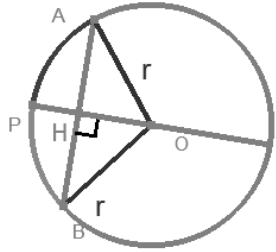
$[OH]$ ,  $[AB]$  nin yüksekliği, kenarortayı ve  $\widehat{AOB}$ 'nin açı ortayıdır

$|AH| = |HB|$

$\widehat{AOH} = \widehat{BOH}$

$\widehat{AP}$  ile  $\widehat{BP}$  denktir

**OC:**



$\triangle AOB$  ikizkenar üçgendir

$[OH]$ ,  $[AB]$  nin yüksekliği, kenarortayı ve  $\widehat{AOB}$ 'nin açı ortayıdır

$|AH| = |HB|$

$\widehat{AOH} = \widehat{BOH}$

$\widehat{AP}$  ile  $\widehat{BP}$  denktir

**BC:**

4. İspata göre, aşağıda belirtilen nesnelere özelliklerini yazın:

**OC ve BC:**

$\triangle OAB$ : (ikizkenar)

$[OH]$ : (açıortay, yükseklik, kenarortay)

$|HA|$ : ( $|HB|$  ile eşit)

$|HB|$ : ( $|HA|$  ile eşit)

$|\widehat{PA}|$ : ( $|\widehat{PB}|$  ile eşit)

$|\widehat{PB}|$ : ( $|\widehat{PA}|$  ile eşit)

**U**

5. “İpucu 2” butonuna basın. A ve B noktalarını hareket ettirerek 4. maddedeki özelliklerin değişme durumunu inceleyin.

**OC:** değişmemektedir

**BC:** değişmemektedir

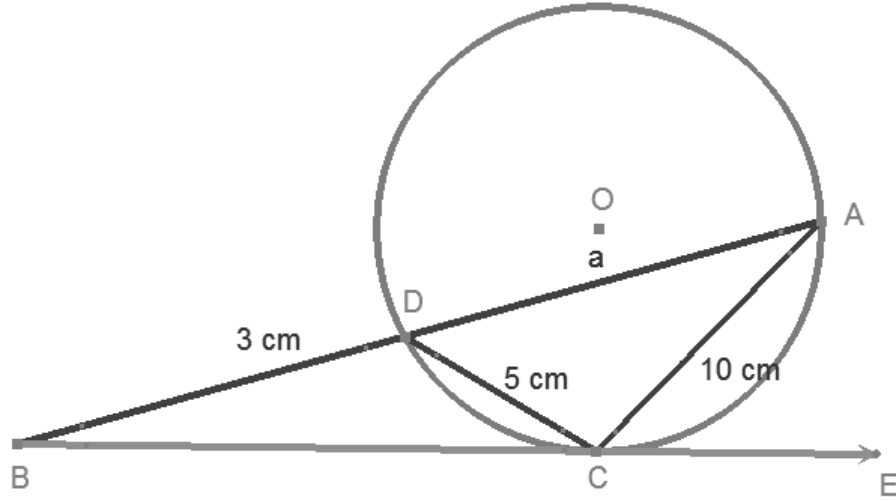
6. Elde edilen sonuçlardan nasıl bir genelleme yapabilirsiniz?

**OC:** bir kirişe çizilen dikme hem kirişi hem de kirişin gördüğü yayı iki eşit parçaya böler

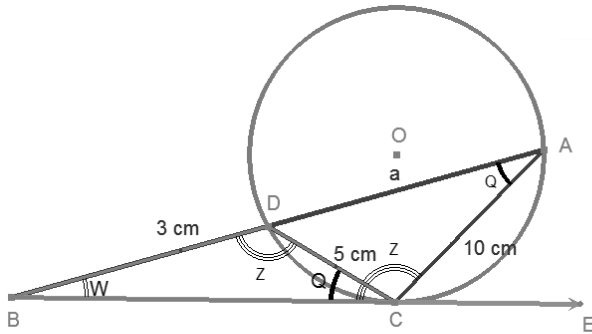
**BC:** bir kirişe çizilen dikme hem kirişi hem de kirişin gördüğü yayı iki eşit parçaya böler

**J. Alıştırma: Çözüm**

Şekildeki çemberde  $[BE]$  çembere C noktasında teğettir.  $|BD|=3$  cm,  $|DC|=5$  cm,  $|AC|=10$ cm ise  $|AD|=a$  kaç cm'dir.



1. Aynı yayı gören açılar bulun.
2. “İpucu 1” butonuna basın. Üçgenlerin özelliklerini inceleyin. Elde ettiğiniz inceleme verilerini tartışın.
3. “İpucu 2” butonuna basın. Üçgenler ile ilgili bilgilerden hareketle  $|BC|$  yi bulun
4. “İpucu 3” butonuna basın.  $|BC|$ 'den hareketle  $a$ 'yı bulun.
5. “Sonuç” butonuna basın.



$m(\widehat{DAC}) = Q$  ise  $m(\widehat{DCB}) = Q$  olur  
(Aynı yayı gören açılar)

$m(\widehat{ABC}) = W$  dersek  $\widehat{ABC} \sim \widehat{CBD}$  (A.A)  
Buradan  $m(\widehat{BDC}) = m(\widehat{ACB}) = Z$  olur.

Üçgenlerin benzerliğinden

$$\frac{|BC|}{3} = \frac{10}{5} \text{ elde edilir ve } |BC| = 6 \text{ cm olur.}$$

Benzerliğin diğer koşulundan;

$$\frac{|BC|}{3} = \frac{10}{5} \text{ buradan } \frac{6}{a+3} = \frac{10}{5} \text{ ise } a+3=12$$

$a = 9$  cm bulunur

## 8. KONU 9: TEĞETLER DÖRTGENİ VE ÖZELLİKLERİ

### A. Etkinlik 1 Animasyon

1. Teğet yolların oluşturduğu dörtgen şeklindeki yollara ne ad verebilirsiniz?  
Tartışın.  
**OC:** Teğet dörtgen yol  
**BC:** Teğetler dörtgeni
2. Bu yollara teğet olan çembere ne ad verebilirsiniz? Tartışın.  
**OC:** teğet çemberi  
**BC:** iç teğet çemberi



3. A, B, C ve D noktalarında bulunan kişilerin kendilerine en yakın iki giriş kapısına olan uzaklıkları ile ilgili ne söylenebilir? Nedenini yazın.

**OC:** eşittir.

**BC:** eşittir. Çünkü bir noktadan bir çembere çizilen teğetler eşittir

**U**

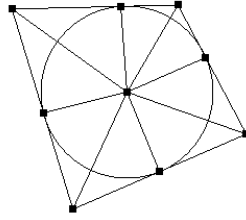
### B. Etkinlik 2

1. E ve F noktalarını hareket ettirin. Yeni durumda  $|BE|$  ve  $|BF|$  için ne söyleyebilirsiniz?

**OC:** yine eşittir

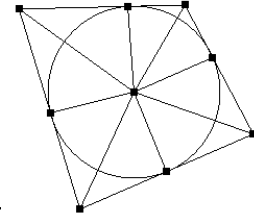
**BC:** yine eşittir

2. “İpucu 1” butonuna basın. B noktasındaki durum A, C,D noktaların için de geçerli midir? Çizerek tartışın.



**OC:** geçerlidir

**BC:** geçerlidir



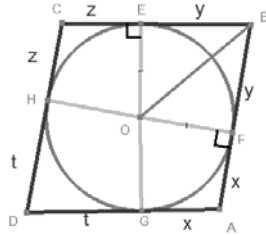
3. Oluşan üçgenleri inceleyin ve özelliklerini yazın.

**OC:** benzer üçgenlerdir

**BC:** benzer üçgenlerdir

4. “İpucu 2” butonuna basın.

5. “Şekil 2” butonuna basın. Her bir noktadan teğet noktasına olan uzaklıkları harflerle belirtin (Şeklin son halini çizin).



**OC:**

**BC:**

6. “İpucu 3” butonuna basın. Dörtgenin kenar uzunluklarını yazın.

$$|AB| = \dots\dots\dots(x+y) \quad |BC| = \dots\dots\dots(y+z)$$

$$|CD| = \dots\dots\dots(z+t) \quad |DA| = \dots\dots\dots(t+x)$$

7. Kenar uzunlukları arasında bir bağıntı bulabilir misiniz?

**OC:**  $|AB| + |CD| = |BC| + |DA|$

**BC:**  $|AB| + |CD| = |BC| + |DA|$

**U**

8. “İpucu 4” butonuna basın. Teğet noktalarını hareket ettirin. Yeni durumda bulduğunuz bağıntıyı tartışın. Nedenini yazın.

**OC:** aynı olur. Çünkü teğet noktaları yer değiştirirse de bir köşe noktadan çizilen teğetler yine eşit olur

**BC:** aynı olur. Çünkü teğet noktaları yer değiştirirse de bir köşe noktadan çizilen teğetler yine eşit olur

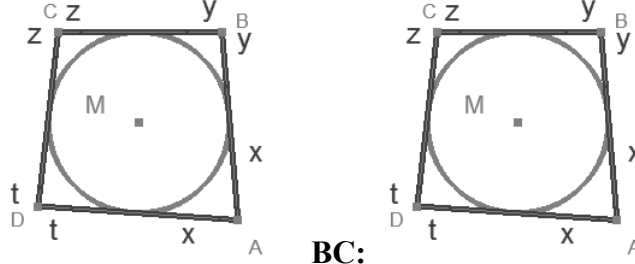
9. Buradan hareketle nasıl bir genellemede bulunabilirsiniz?

**OC:** Teğetler dörtgeninin karşılıklı kenarları eşittir

**BC:** Teğetler dörtgeninin karşılıklı kenarları eşittir

- C. Etkinlik 3:** Çevre uzunluğu ve iç teğet çemberinin yarıçapı bilinen dörtgenin alan bağıntısı yazılabilir mi? Nasıl?

1. Teğetler dörtgeninin kenar uzunluklarını harflerle belirtiniz.



**OC:**

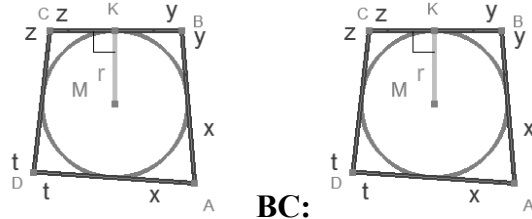
**BC:**

2. “İpucu 1” butonuna basın. Dörtgenin çevre uzunluğunu yazın.

**OC:**  $2x+2y+2z+2t$

**BC:**  $2x+2y+2z+2t$

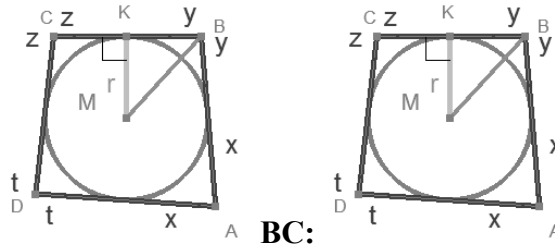
3. Çemberin yarıçapını dörtgenle ilişkilendirerek çizin.



**OC:**

**BC:**

4. “İpucu 2” butonuna basın. Dörtgenin alanını hesaplamak için, yarıçap ve kenar uzunlukları biliniyorsa, dörtgeni nasıl parçalayalım ki, alanını hesaplayabilelim? Bir parçasını çizerek gösteriniz.



**OC:**

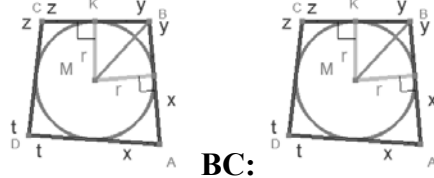
**BC:**

5. “İpucu 3” butonuna basın. Oluşan şeklin alanını yazın.

**OC:**  $r \cdot x/y$

**BC:**  $r \cdot x/y$

6. “İpucu 4” butonuna basın. Çizdiğiniz şekille aynı özelliklere sahip başka bir şekil çizebilir misiniz?



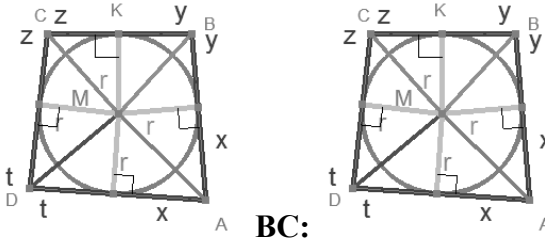
**OC:** **BC:**

7. “İpucu 5” butonuna basın. Oluşan iki şeklin toplam alanını yazınız.

**OC:**  $r \cdot x$

**BC:**  $r \cdot x$

8. “İpucu 6” butonuna basın. Dörtgenin diğer köşeleri için de üçgenleri çizin.



**OC:** **BC:**

9. “İpucu 7” butonuna basın. Diğer köşelerdeki şekillerin de alanını yazın.

**OC:**  $2 \cdot r \cdot x / 2, 2 \cdot r \cdot y / 2, 2 \cdot r \cdot z / 2, 2 \cdot r \cdot t / 2 \dots r \cdot x, r \cdot y, r \cdot z, r \cdot t$

**BC:**  $2 \cdot r \cdot x / 2, 2 \cdot r \cdot y / 2, 2 \cdot r \cdot z / 2, 2 \cdot r \cdot t / 2 \dots r \cdot x, r \cdot y, r \cdot z, r \cdot t$

10. “İpucu 8” butonuna basın. Dörtgenin toplam alanını yazın. Elde edilen alanın şeklin çevresiyle bağıntısı olup olmadığını tartışın.

**OC:**  $A = r \cdot x + r \cdot y + r \cdot z + r \cdot t = r(x + y + z + t)$   $\Ç = 2x + 2y + 2z + 2t \dots A = r \cdot \Ç / 2$

**BC:**  $A = r \cdot x + r \cdot y + r \cdot z + r \cdot t = r(x + y + z + t)$   $\Ç = 2x + 2y + 2z + 2t \dots A = r \cdot \Ç / 2$

11. “Sonuç” butonuna basın. Elde edilen sonuçtan hareketle bir genellemede bulunabilir misiniz?

**OC:** Teğetler dörtgeninin alanı, çevresi ile çevre çemberin yarıçapı ile çarpımının yarısına eşittir

**BC:** Teğetler dörtgeninin alanı, çevresi ile çevre çemberin yarıçapı ile çarpımının yarısına eşittir

12. Şekli teğet noktalarından hareket ettirerek alan bağıntısının değişip değişmemeye durumunu tartışın.

**OC:** değişmez

**BC:** değişmez

**U**

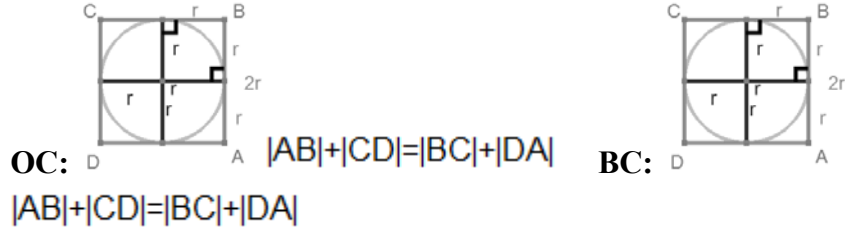
#### D. Etkinlik 4

1. Teğetler dörtgeni olma koşulunu yazın.

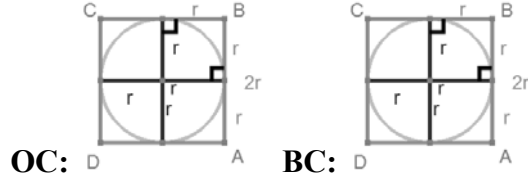
**OC:** karşılıklı kenarlarının toplamı eşit olmalı

**BC:** karşılıklı kenarlarının toplamı eşit olmalı

2. Binayı çevreleyen yollar kare şeklinde olsaydı, teğetler dörtgeni olma koşulunu sağlar mıydı? Tartışarak çizin.



3. “Hatırlatma” butonuna basın. Karenin kenarlarının ölçüsünü gösteriniz.



4. “İpucu 1” butonuna basın. Bu koşuldan hareketle karenin teğetler dörtgeni olma koşulunu sağlayıp sağlamadığını tartışın.

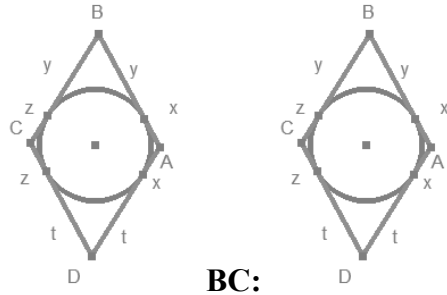
**OC:**  $AB+CD=BC+DA$ ,  $2r+2r=2r+2r$ ,  $4r=4r$  old. Teğetler dörtgenidir

**BC:**  $AB+CD=BC+DA$ ,  $2r+2r=2r+2r$ ,  $4r=4r$  old. Teğetler dörtgenidir

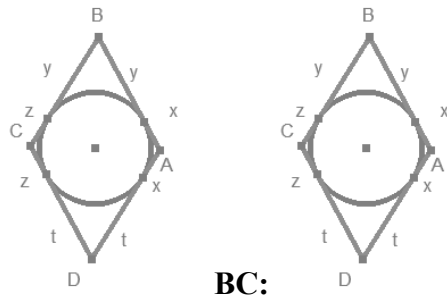
5. “Sonuç” butonuna basın.

### E. Etkinlik 5

1. Binayı çevreleyen yollar eşkenar dörtgen şeklinde olsaydı, teğetler dörtgeni olma koşulunu sağlar mıydı? Tartışarak çizin.



2. Eşkenar dörtgenin, teğet noktalarına kadar olan kenar uzunluklarını harflerle gösteriniz.



3. “İpucu 1” butonuna basın. Eşkenar dörtgenin, kenar uzunluklarını yazın.

**OC ve BC:**

$$|AB|=x+y$$

$$|BC|=y+z$$

$$|CD|=z+t$$

$$|DA|=t+x$$

4. “İpucu 2” butonuna basın. Eşkenar dörtgenin kenar uzunlukları ile ilgili özelliği hatırlayarak köşe noktaların teğet noktalarına olan uzaklıklarını karşılaştırın.

**OC :**  $|AB|=|BC|=|CD|=|DA|$  (eşkenar dörtgen)

**BC:**

$|AB|=|BC|=|CD|=|DA|$  (eşkenar dörtgen)

$|AB|=|BC|$  ise  $x+y=y+z$  olduğundan

$$x=z$$

$|BC|=|CD|$  ise  $y+z=z+t$  olduğundan

$$y=t$$

**ÖY:** Kenarların eşitliğini yazdıktan sonra harf değerlerini yerine koymalarını söyleyebilir.

5. “İpucu 3” butonuna basın. Eşkenar dörtgenin teğetler dörtgeni olma şartını sağlayıp sağlamadığını kontrol ediniz.

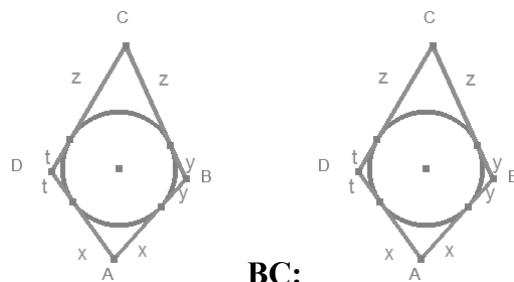
**OC:**  $AB+CD=BC+DA$ ,  $x+y+x+y = x+y+x+y$ ,  $2x+2y=2x+2y$  old. Teğetler dörtgenidir.

**BC:**  $AB+CD=BC+DA$ ,  $x+y+x+y = x+y+x+y$ ,  $2x+2y=2x+2y$  old. Teğetler dörtgenidir.

6. “Sonuç” butonuna basarak, elde ettiğiniz sonucu kontrol edin.

### F. Etkinlik 6

1. Binayı çevreleyen yollar deltoid şeklinde olsaydı, teğetler dörtgeni olma koşulunu sağlar mıydı? Tartışarak çizin.



**OC:**

**BC:**

2. Deltoidde teğet noktalarına olan mesafeleri karşılaştırın.

**OC:**  $AE=AH =x$ ,  $BE=BF=DG=DH=y$ ,  $CF=CG=z$

**BC:**  $AE=AH =x$ ,  $BE=BF=DG=DH=y$ ,  $CF=CG=z$

3. “İpucu 1” butonuna basın. Deltoidin teğetler dörtgeni olma şartını sağlayıp sağlamadığını tartışın.

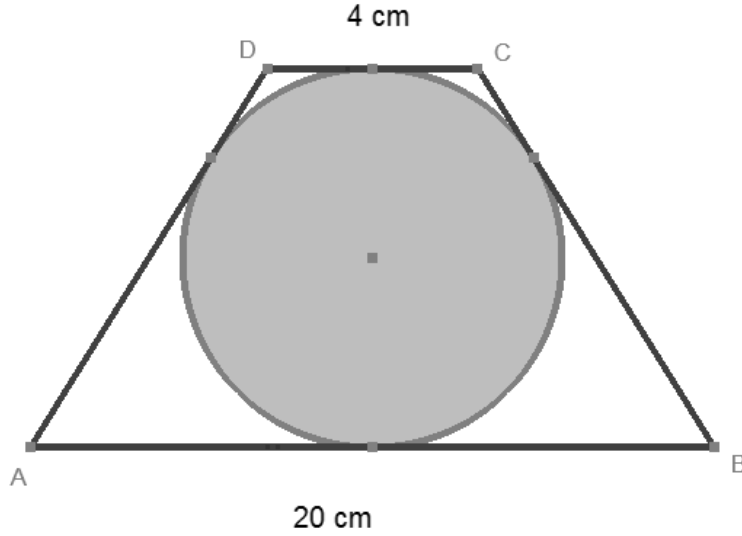
**OC:**  $AB+DC=BC+DA$ ,  $x+y+y+z = y+z+y+x$ ,  $x+2y+z = x+2y+z$

**BC:**  $AB+DC=BC+DA$ ,  $x+y+y+z = y+z+y+x$ ,  $x+2y+z = x+2y+z$

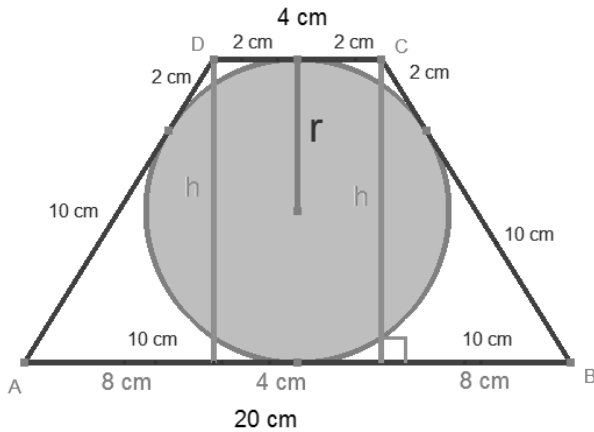
4. “Sonuç” butonuna basın.

**G. Alıştırma: Çözüm**

Şekilde ABCD ikizkenar yamuk teğetler dörtgenidir.  $|AB|=20$  cm ve  $|DC|=4$  cm ise dairenin alanı kaçtır.



1. İkizkenar yamuk olma özelliğinden hareketle yamuğun kenar uzunluklarını bulun.
2. “İpucu 1” butonuna basın. Yamuğun yüksekliğini çizerek oluşan üçgenlerin kenar uzunluklarını hesaplayın.
3. “İpucu 2” butonuna basın. yüksekliği (h) bulun.
4. “İpucu 3” butonuna basın. Yamuğun alanını bulun.
5. “İpucu 4” butonuna basın. Yamuğun alanından hareketle dairenin yarıçapını bulun.
6. “İpucu 5” butonuna basın. Dairenin alanını bulun.
7. “Sonuç” butonuna basın.



$$12^2 = h^2 + 8^2$$

$$h^2 = 144 - 64$$

$$h = 4\sqrt{5}$$

$$A(ABCD) = \frac{(|AB|+|CD|)}{2} * h \text{ olduğundan}$$

$$A(ABCD) = \frac{(20+4)}{2} * 4\sqrt{5} = 48\sqrt{5}$$

$$\text{Aynı zamanda } A(ABCD) = \frac{\zeta(ABCD)*r}{2} \text{ dir,}$$

$$48\sqrt{5} = \frac{48*r}{2} \text{ ise } r = 2\sqrt{5} \text{ bulunur.}$$

$$\text{Dairenin Alanı} = \pi * r^2 = \pi * (2\sqrt{5})^2 = 20\pi \text{ bulunur}$$

**9. KONU 10: KİRİŞLER DÖRTGENİNİ VE ÖZELLİKLERİNİ AÇIKLAR****A. Etkinlik 1 Animasyon**

1. Animasyonda kameraların görüş açılarını gösteren ve kesikli çizgilerin oluşturduğu doğru parçaları çemberin hangi elamanını oluşturmaktadır.

**OC:** giriş

**BC:** giriş

2. Doğru parçalarının oluşturduğu dörtgene ne ad verebilirsiniz?

**OC:** Kirişler dörtgeni

**BC:** Kirişler dörtgeni

### B. Etkinlik 2

1.  $\hat{A}$ 'nın gördüğü yayı belirtiniz ve  $m(\hat{A})$ 'yı gördüğü yay türünden yazınız.

**OC:** BCD yayı,  $m(A)=BCD/2$

**BC:** BCD yayı,  $m(A)=BCD/2$

2.  $\hat{C}$ 'nin gördüğü yayı belirtiniz ve  $m(\hat{C})$ 'yı gördüğü yay türünden yazınız.

**OC:** BAD yayı,  $m(C)=BAD/2$

**BC:** BAD yayı,  $m(C)=BAD/2$

3. “İpucu 1” butonuna basın. Belirtilen yaylarla ilgili olarak nasıl bir bağıntı olabilir?

**OC:**  $BCD+BAD=360$  derece

**BC:**  $BCD+BAD=360$  derece

4. Yaylarla ilgili bağıntıdan hareketle açılar arasında da bir bağıntıdan söz edilebilir mi? Tartışın.

**OC:**  $A+C=180$  derece

**BC:**  $A+C=180$  derece

U

5. “İpucu 2” butonuna basın. “Şekil 2” butonuna basın. İç teğet dörtgeninin köşe noktalarını rastgele hareket ettirin. Gözlemlerinizi yazın.

**OC:** toplamları sürekli sabit kalıyor

**BC:** toplamları sürekli sabit kalıyor

6. Bu bilgilere göre bir genellemede bulunabilir misiniz?

**OC:** kirişler dörtgeninin karşılıklı açılarının toplamı 180 derecedir

**BC:** kirişler dörtgeninin karşılıklı açılarının toplamı 180 derecedir

### C. Etkinlik 3: Kirişler dörtgeninin köşe noktaları turuncu noktalara kadar hareket etmektedir.

U

1. Kirişler dörtgeninin köşe noktalarını rasgele hareket ettirin. Orta dikmelerin kesişim noktası ile ilgili gözlemlerinizi yazın.

**OC:** aynı noktada kesişiyor ve hareket ettirince kesişmiyor

**BC:** aynı noktada kesişiyor ve hareket ettirince kesişmiyor

U

2. Çemberi büyütüp küçültün. Orta dikmelerin kesişim noktası ile ilgili gözlemlerinizi yazın.

**OC:** değişmiyor

**BC:** değişmiyor

U

3. Köşe noktalarını turuncu renkli noktalara yaklaştırdıkça orta dikmelerin uzunluğundaki değişimi ile ilgili gözlemlerinizi yazın.

**OC:** uzunluğu artıyor, r ye yaklaşıyor

**BC:** uzunluğu artıyor, r ye yaklaşıyor

4. Orta dikmelerin kesiştiği noktayı tartışın. Neden?

**OC:** merkez noktası, kirişlerin orta dikmesi merkezden geçer

**BC:** merkez noktası, kirişlerin orta dikmesi merkezden geçer

#### D. Etkinlik 4

1. Şekilde A ve B noktaları ile B ve C noktalarının orta noktalarının nasıl bulunacağını tartışarak yazınız.

$$H(x_h, y_h) = H\left(\frac{x_a + x_b}{2}, \frac{y_a + y_b}{2}\right)$$

$$K(x_k, y_k) = H\left(\frac{x_b + x_c}{2}, \frac{y_b + y_c}{2}\right)$$

**OC:**

**BC:**

$$H(x_h, y_h) = H\left(\frac{x_a + x_b}{2}, \frac{y_a + y_b}{2}\right)$$

$$K(x_k, y_k) = H\left(\frac{x_b + x_c}{2}, \frac{y_b + y_c}{2}\right)$$

2. “Orta noktalar” butonuna basın. Vektör tanımından  $(\overrightarrow{OH})$ ,  $(\overrightarrow{OK})$ ,  $(\overrightarrow{AB})$ ,  $(\overrightarrow{BC})$  vektörlerini bulunuz.

*Vektör Tanımından*

$$(\overrightarrow{OH}) = \left(\frac{x_a + x_b}{2} - x_0, \frac{y_a + y_b}{2} - y_0\right)$$

$$-(\overrightarrow{OK}) = \left(\frac{x_b + x_c}{2} - x_0, \frac{y_b + y_c}{2} - y_0\right)$$

$$(\overrightarrow{AB}) = (x_b - x_a, y_b - y_a)$$

$$(\overrightarrow{BC}) = (x_c - x_b, y_c - y_b)$$

**OC:**

*Vektör Tanımından*

$$(\overrightarrow{OH}) = \left(\frac{x_a + x_b}{2} - x_0, \frac{y_a + y_b}{2} - y_0\right)$$

$$-(\overrightarrow{OK}) = \left(\frac{x_b + x_c}{2} - x_0, \frac{y_b + y_c}{2} - y_0\right)$$

$$(\overrightarrow{AB}) = (x_b - x_a, y_b - y_a)$$

$$(\overrightarrow{BC}) = (x_c - x_b, y_c - y_b)$$

**BC:**

**YÖ:** öğrenciler vektör tanımını hatırlayamazlarsa, “vektör tanımı” butonuna bu aşamada basmaları istenebilir

3. “Vektör tanımı” butonuna basın. Birbirine dik olan vektörleri belirtiniz.

$$\text{OC: } (\overrightarrow{AB}) \perp (\overrightarrow{OH}) \text{ ve } (\overrightarrow{BC}) \perp (\overrightarrow{OK})$$

$$\text{BC: } (\overrightarrow{AB}) \perp (\overrightarrow{OH}) \text{ ve } (\overrightarrow{BC}) \perp (\overrightarrow{OK})$$

4. Dik vektörlerin iç çarpımlarını tartışarak bulunuz.

**OC ve BC:**

$$\langle \overrightarrow{OH}, \overrightarrow{AB} \rangle = 0 \text{ ve } \langle \overrightarrow{OK}, \overrightarrow{BC} \rangle = 0 \text{ dir}$$

$$\langle \overrightarrow{OH}, \overrightarrow{AB} \rangle = \left(\frac{x_a + x_b}{2} - x_0\right) * (x_b - x_a) + \left(\frac{y_a + y_b}{2} - y_0\right) * (y_b - y_a) = 0$$

$$\langle \overrightarrow{OK}, \overrightarrow{BC} \rangle = \left(\frac{x_b + x_c}{2} - x_0\right) * (x_c - x_b) + \left(\frac{y_b + y_c}{2} - y_0\right) * (y_c - y_b) = 0$$

5. “Dik vektörler” butonuna basın. Elde edilen denklemler çözümünden hangi sonuca ulaşılacağını tartışın.

**OC:** merkez noktasının koordinatlarına ulaşılır

**BC:** merkez noktasının koordinatlarına ulaşılır



U

6. “Değerler” butonuna basın. Çemberi büyütüp küçülterek iç çarpımdaki değişimi gözlemleyin.

**OC:** değişmiyor

**BC:** değişmiyor

U

7. Kirişler dörtgeninin köşe noktalarını hareket ettirerek iç çarpımdaki değişimi gözlemleyerek yazın.

**OC:** değişmiyor

**BC:** değişmiyor

U

8. O noktasının yerini değiştirerek iç çarpımdaki değişimi gözlemleyerek yazın.

**OC:** değişmiyor

**BC:** değişmiyor

9. Buradan hangi sonuçların çıkarılabileceğinizi tartışarak yazınız.

**OC:** kirişlerin orta dikmesi merkezden geçer, merkez noktasının koordinatları, kirişlerin ve orta dikmelerin iç çarpımından elde edilir

**BC:** kirişlerin orta dikmesi merkezden geçer, merkez noktasının koordinatları, kirişlerin ve orta dikmelerin iç çarpımından elde edilir

#### E. Etkinlik 5:

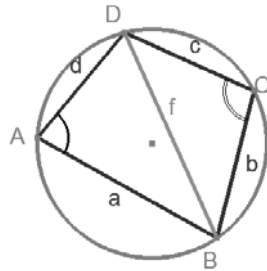
1. Kirişler dörtgeninin çevresini yazınız. ( $\zeta=2u$  olsun)

**OC:**  $\zeta = 2u = a+b+c+d$

**BC:**  $\zeta = 2u = a+b+c+d$

2. “İpucu 1” butonuna basın. Kirişler dörtgeninin bir köşegenini çizin. Köşegenini çizmediğiniz köşelerdeki açıları işaretleyin. Kirişler dörtgeninin karşılıklı köşeleri ile ilgili açı özelliğini hatırlayın.

$$\zeta = 2u = a+b+c+d \quad \hat{A} + \hat{C} = 180^\circ$$



**OC, BC:**

3. “İpucu 2” butonuna basın. Çizdiğiniz köşegen uzunluğunu hesaplamak üzere Cos teoremini hatırlayın ve köşegen uzunluğunu bulun. (Köşegen uzunluğu=f olsun)

**OC:** -

**BC:**  $f^2 = a^2 + d^2 - 2ad \cos A$

4. “İpucu 3” butonuna basın. Diğer köşedeki açı için de Cos teoremini yazarak köşegeni hesaplayın.

**OC:**  $f^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos C$

**BC:**  $f^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos C$

5. “İpucu 4” butonuna basın. Birbirini  $180^\circ$ 'ye tamamlayan açıların Cos'u için ne söylenebilir? Tartışarak yazın.

**OC:**  $\cos A = -\cos C$

**BC:**  $\cos A = -\cos C$

6. “İpucu 5” butonuna basın. Elde ettiğiniz sonuca göre, 1. ve 2. adımda elde ettiğiniz eşitliklerden birisindeki Cos değerini diğerindeki ile aynı yaparak birbirine eşitleyin ve Cos'lu ifadeleri eşitliğin bir tarafına toplayın.

$$f^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos C \quad \text{ise}$$

$$f^2 = b^2 + c^2 + 2bc \cos A \quad \text{olur}$$

elde edilen f2 ifadelerini eşitlesek

(3. Aşamada ve bu aşamada elde edilen),

$$a^2 + d^2 - 2ad \cos A = b^2 + c^2 + 2bc \cos A$$

$$a^2 + d^2 - b^2 - c^2 = 2ad \cos A + 2bc \cos A$$

$$a^2 + d^2 - b^2 - c^2 = (2ad + 2bc) \cos A \quad (1)$$

**OC,BC:**

7. “İpucu 6” butonuna basın. Dörtgenin alanını (Alan=K olsun) üçgenin alanları türünden yazın. Üçgenin alanını da Sin teoremi ile hesaplayın.

**OC:** -

**BC:**  $K = A(ABD) + A(BCD) = \frac{1}{2} ad \sin A + \frac{1}{2} bc \sin C$

8. “İpucu 7” butonuna basın. Birbirini  $180^\circ$ 'ye tamamlayan açılarla ilgili Sin teoremini hatırlayın

**OC:**  $\sin A = \sin C$

**BC:**  $\sin A = \sin C$

9. “İpucu 8” butonuna basın. Açılardan birini bu teoreme göre değiştirerek, alanı yeniden yazın.

**OC:**  $K = \frac{1}{2} ad \sin A + \frac{1}{2} bc \sin A = \frac{1}{2} (ad + bc) \sin A$

**BC:**  $K = \frac{1}{2} ad \sin A + \frac{1}{2} bc \sin A = \frac{1}{2} (ad + bc) \sin A$

10. “İpucu 9” butonuna basın. Eşitliğin her iki tarafını 4 ile çarpın.

**OC:**  $4K = (2ad + 2bc) \sin A \quad (2)$

**BC:**  $4K = (2ad + 2bc) \sin A \quad (2)$

11. “İpucu 10” butonuna basın. Bir açının Cos ve Sin'ünün kareleri toplamı neye eşittir? Hatırlayın.

**OC:**  $\cos^2 A + \sin^2 A = 1$

**BC:**  $\cos^2 A + \sin^2 A = 1$

12. “İpucu 11” butonuna basın.

a) Eşitlikte,  $\cos^2 A$  değerini yalnız bırakın.

$$\text{OC: } \cos^2 A = 1 - \sin^2 A$$

$$\text{BC: } \cos^2 A = 1 - \sin^2 A$$

b)  $\textcircled{1}$  ile gösterilen eşitlikte (6. adımda elde edilen), her iki tarafın

karesini alalım.  $\cos^2 A$  değerini yukarıdaki eşitlikten alıp  $\textcircled{1}$  ile gösterilen eşitlikte yerine yazalım. Eşitliğin sağ tarafını açalım.

**OC, BC:**

$$(a^2 + d^2 - b^2 - c^2)^2 = (2ad + 2bc)^2 \cos^2 A$$

$$\cos^2 A = 1 - \sin^2 A \quad \text{'yı yerine yazalım}$$

$$(a^2 + d^2 - b^2 - c^2)^2 = (2ad + 2bc)^2 * (1 - \sin^2 A)$$

$$(a^2 + d^2 - b^2 - c^2)^2 = (2ad + 2bc)^2 - (2ad + 2bc)^2 \sin^2 A$$

13. “İpucu 12” butonuna basın.  $\textcircled{2}$  ile gösterilen eşitlikte elde edilen  $4K$  ifadesini 12. Adım b) maddesinde elde edilen eşitlikte yerine yazalım.

**OC, BC:**

$$(a^2 + d^2 - b^2 - c^2)^2 = (2ad + 2bc)^2 - (2ad + 2bc)^2 \sin^2 A$$

$$(a^2 + d^2 - b^2 - c^2)^2 = (2ad + 2bc)^2 - 16K^2$$

$$16K^2 = (2ad + 2bc)^2 - (a^2 + d^2 - b^2 - c^2)^2$$

$$4K = \sqrt{(2ad + 2bc)^2 - (a^2 + d^2 - b^2 - c^2)^2}$$

14. “İpucu 13” butonuna basın. Elde edilen eşitlikte çarpanlara ayırma işlemi yapıldığında sonuç elde edilir.

**U**

15. “Sonuç” butonuna basın. A, B, C ve D noktalarını hareket ettirerek eşitliğin korunup korunmayacağını tartışın.

**OC: - BC: -**

**Çarpanlara ayrıldığında ve Çevre (2u) yerine yazıldığında**

**Kirişler Dörtgeninin Alanı:**

$$K = \sqrt{(u-a)(u-b)(u-c)(u-d)} \text{ elde edilir.}$$

**U**

16. Çemberi büyütüp küçülterek eşitliğin korunup korunmayacağını tartışın.

**OC: korunur**

**BC: korunur**

17. Nasıl bir genellemede buluna bilirsiniz?

**OC:** Bir Kirişler dörtgeninin alanı, çevresinin yarısından, sırasıyla kenarlarını çıkararak çarpımının kareköküne eşittir.

**BC:** Bir Kirişler dörtgeninin alanı, çevresinin yarısından, sırasıyla kenarlarını çıkararak çarpımının kareköküne eşittir.

## U

**F. Etkinlik 6:** Şekilde B, C, D noktaları büyük çember üzerindedir. . M merkezli çember dörtgene X, Y, Z, T noktalarında teğettir. K büyük çemberin merkezidir.

1. X ya da Y noktasını hareket ettirerek, A noktasının büyük çemberin üzerine gelmesini sağlayın.
2. Oluşan şekilde dörtgenin çemberlerle olan ilişkisi açısından her iki çember için ayrı ayrı tartışın.

**OC:** Küçük çember için teğetler dörtgeni, büyük çember için kirişler dörtgeni

**BC:** Küçük çember için teğetler dörtgeni, büyük çember için kirişler dörtgeni

3. Şekildeki dörtgen yukarıda belirttiğiniz dörtgenlerin her ikisinin özelliklerini aynı anda taşır mı? Tartışarak yorumlayın.

**OC:** evet taşır

**BC:** evet taşır. Teğetler dörtgeninde karşılıklı kenarların toplamı eşittir, teğetlere çizilen dikme merkezden geçer. Kirişler dörtgeninde karşılıklı açılarının toplamı  $180^\circ$  dir, kirişlere çizilen dikme merkezden geçer ve kirişi iki eşit parçaya böler.

4. “dörtgen 1” butonuna basarak durumu yorumlayın.

**OC:** teğetlere çizilen dikme merkezden geçer

**BC:** teğetlere çizilen dikme merkezden geçer

5. “dörtgen 2” butonuna basarak durumu yorumlayın.

**OC:** kirişlere çizilen dikme merkezden geçer ve kirişi iki eşit parçaya böler

**BC:** kirişlere çizilen dikme merkezden geçer ve kirişi iki eşit parçaya böler

6. Teğetler dörtgeninin karşılıklı kenarları ile ilgili özelliği hatırlayın.

**OC:** -

**BC:**  $a+c = b+d$

**ÖY:** karşılıklı kenarların toplamı eşittir

7. “hatırlatma” butonuna basın. Dörtgenin çevresini yazın ve yukarıdaki eşitliğe göre çevresi ve kenarları arasındaki ilişkiyi belirtin (Çevre= $2u$  olarak alın).

**OC:**  $\Ç(ABCD) = 2u = a+b+c+d$

**BC:**  $\Ç(ABCD) = 2u = a+b+c+d$  ve  $a+c=b+d$  olduğundan

$$2u = a+c+a+c \quad 2u=2a+2c \quad u=a+c$$

$$2u = b+d+b+d \quad 2u=2b+2d \quad u=b+d$$

**ÖY:**  $\Ç(ABCD) = 2u = a+b+c+d$  eşitliğinde  $a+c=b+d$ 'yi ayrı ayrı yerine yazalım

8. “çevre” butonuna basın. Her bir eşitlikte kenarları “u” türünden yazın.

**OC:**  $u = a+c$   $a = u-c$  ve  $c = u-a$

$u = b+d$   $b = u-d$  ve  $d = u-b$

**BC:**  $u = a+c$   $a = u-c$  ve  $c = u-a$

$u = b+d$   $b = u-d$  ve  $d = u-b$

9. “kenarlar” butonuna basın. Kirişler dörtgeninin alanını hatırlayın (yazın). Yukarıda kenarlar için bulduğunuz değerleri alan formülünde yerine yazarak şekildeki dörtgenin alanını bulun.

Kirişler Dörtgeninin Alanı

$$A = \sqrt{(u-a) \cdot (u-b) \cdot (u-c) \cdot (u-d)} \text{ olduğundan}$$

**OC:**  $A(ABCD) = \sqrt{c \cdot d \cdot a \cdot b}$

Kirişler Dörtgeninin Alanı

$$A = \sqrt{(u-a) \cdot (u-b) \cdot (u-c) \cdot (u-d)} \text{ olduğundan}$$

**BC:**  $A(ABCD) = \sqrt{c \cdot d \cdot a \cdot b}$

10. “alan” butonuna basın. Elde edilen sonuçtan hareketle nasıl bir genellemede bulunabilirsiniz?

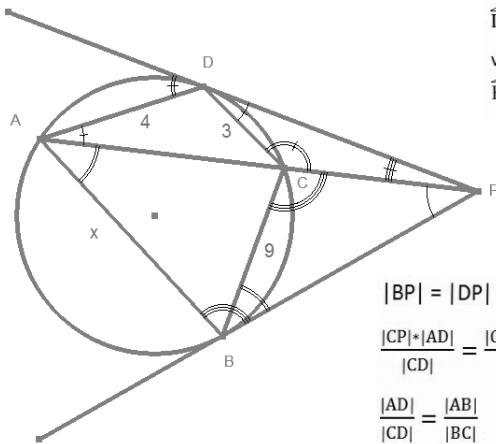
**OC:** Hem kirişler hem de teğetler dörtgeninin alanı kenarlarının çarpımının kareköküne eşittir.

**BC:** Hem kirişler hem de teğetler dörtgeninin alanı kenarlarının çarpımının kareköküne eşittir.

### G. Alıştırma: Çözüm

Şekilde verilenlere göre x kaçtır?

- Üçgenlerde benzerlik kurmak üzere ilgili benzerlik özelliklerini belirleyin.
- “1. Şekil” başlığı altındaki “1. Açı”, “2. Açı” ve “3. Açı” butonlarına sırasıyla basın.
- “2. Şekil” başlığı altındaki “1. Açı”, “2. Açı” ve “3. Açı” butonlarına sırasıyla basın.
- Elde ettiğiniz bilgilere göre üçgenlerdeki benzerlik oranlarını yazın.
- “İpucu 1” butonuna basın. Benzerliklerden hareketle |DP| ve |BP| uzunluklarını bulun.
- “İpucu 2” butonuna basın. |DP| ve |BP| uzunlukları arasındaki bağıntıyı ve x değerini bulun.
- “Sonuç” butonuna basın.



$$\widehat{DAP} \sim \widehat{CDP} \text{ olduğundan } \frac{|AP|}{|DP|} = \frac{|DP|}{|CP|} = \frac{|AD|}{|CD|}$$

ve

$$\widehat{BAP} \sim \widehat{CBP} \text{ olduğundan } \frac{|AP|}{|BP|} = \frac{|BP|}{|CP|} = \frac{|AB|}{|BC|}$$

$$1. \text{ benzerlikte: } |DP| = \frac{|CP| \cdot |AD|}{|CD|} \text{ dir}$$

$$2. \text{ benzerlikte: } |BP| = \frac{|CP| \cdot |AB|}{|BC|} \text{ dir}$$

$$|BP| = |DP| \text{ olduğundan}$$

$$\frac{|CP| \cdot |AD|}{|CD|} = \frac{|CP| \cdot |AB|}{|BC|} \text{ ve } \frac{|CP| \cdot |AD|}{|CD|} = \frac{|CP| \cdot |AB|}{|BC|}$$

$$\frac{|AD|}{|CD|} = \frac{|AB|}{|BC|} \text{ ise } |AD| \cdot |BC| = |CD| \cdot |AB| \text{ olur. } 4 \cdot 9 = 3 \cdot x \text{ ise } x = 12$$

## 10. KONU 11: BİR ÇEMBERİN ÇEVRE UZUNLUĞU İLE DAİRENİN ALAN BAĞINTISINI ELDE EDER VE UYGULAMALAR YAPAR

### A. Etkinlik 11\_11\_a: Animasyon

1. Pizzanın kenarlarını yemeyen yarışmacının ne kadar pizza yediğini nasıl hesaplayacağınızı tartışın.

### B. Etkinlik 11\_11\_b:

1. Dairenin alanının nasıl bulunduğunu hatırlayınız.

**OC:**  $(\pi * r^2)$

**BC:**  $(\pi * r^2)$

U

2. “Daire Dilimi” butonuna basın. Aşağıda verilen ölçülere göre A ve B noktalarını hareket ettirerek, Q açısını ayarlayın. Q açısının dairenin toplam açısına oranını bulun.

**OC, BC:**

180° için  $\frac{Q}{\text{Daire}} = \dots\dots\dots (1/2)$

90° için  $\frac{Q}{\text{Daire}} = \dots\dots\dots (1/4)$

45° için  $\frac{Q}{\text{Daire}} = \dots\dots\dots (1/8)$

3. Daire diliminin alanını, dairenin alanına oranlayın.

**OC, BC:**

180° için  $\frac{\text{Daire Diliminin Alanı}}{\text{Dairenin Alanı}} = \dots\dots\dots (1/2)$

90° için  $\frac{\text{Daire Diliminin Alanı}}{\text{Dairenin Alanı}} = \dots\dots\dots (1/4)$

45° için  $\frac{\text{Daire Diliminin Alanı}}{\text{Dairenin Alanı}} = \dots\dots\dots (1/8)$

4. Elde ettiğinizin açı oranları ile alan oranlarını karşılaştırın ve sebebini tartışın.

**OC:** aynı

**BC:** Aynıdır. Çünkü daire diliminin alanı, dairenin açısına daire diliminin açısına bölümü oranındadır.

5. Daire diliminin alanının nasıl hesaplanacağını tartışın.

**OC:**  $\frac{Q}{360} * \pi * r^2$

**BC:**  $\frac{Q}{360} * \pi * r^2$

U

6. “Üçgen” butonuna basın. A ve B noktalarını hareket ettirerek Q açısını rastgele değiştirin ve üçgenin alanının nasıl bulunacağını tartışın.

**OC, BC:**

$$\frac{1}{2} * a * b * \sin Q$$

ve AOB üçgeninde  
a=r ve b=r olduğundan

$$\left( \frac{1}{2} * r^2 * \sin Q \text{ olur} \right)$$

7. “Alan” butonuna basın. Koyu renkli bölgenin nasıl bulunacağını tartışın ve bir formül üretin.

**OC, BC:** Daire diliminin alanından üçgenin alanını çıkarırız

$$\frac{Q}{360} * \pi * r^2 - \frac{1}{2} * r^2 * \sin Q$$

$$\left( r^2 \left( \frac{Q}{360} * \pi - \frac{1}{2} * \sin Q \right) \right)$$

8. “Sonuç” butonuna basın. Nasıl bir genellemede bulunabilirsiniz?

**OC:** Kirişin oluşturduğu alan, daire diliminin alanından oluşan üçgenin alanının çıkarılmasıyla bulunur.

**BC:** Kirişin oluşturduğu alan, daire diliminin açısı biliniyorsa, daire diliminin alanından oluşan üçgenin alanının çıkarılmasıyla bulunur.

### C. Etkinlik 3

1. Şekilde  $\hat{C}$  açısının ölçüsünü tartışın. Nedenini yazın.

**OC:** 90°, çünkü 180°'lik yayı görüyor ve çevre açısı gördüğü yayın yarısıdır

**BC:** 90°, çünkü 180°'lik yayı görüyor ve çevre açısı gördüğü yayın yarısıdır

2. “İpucu 1” butonuna basın. C noktasını hareket ettirin ve açığı gözlemleyin. Gözlemlerinizin nedenlerini tartışın.

**OC:** değişmiyor. Çünkü gördüğü yay değişmiyor

**BC:** değişmiyor. Çünkü gördüğü yay değişmiyor

3. A noktasını hareket ettirin ve açığı gözlemleyin. Gözlemlerinizin nedenlerini tartışın.

**OC:** değişmiyor. Çünkü gördüğü yay değişmiyor

**BC:** değişmiyor. Çünkü gördüğü yay değişmiyor

4. Çemberin büyüklüğünü değiştirin ve açığı gözlemleyin. Gözlemlerinizin nedenlerini tartışın.

**OC:** değişmiyor. Çünkü gördüğü yay değişmiyor

**BC:** değişmiyor. Çünkü gördüğü yay değişmiyor

5. “İpucu 2” butonuna basın. Yeşil renkli alanın nasıl hesaplanacağını tartışın.

**OC:** Yarım dairenin alanından üçgenin alanını çıkarırız

**BC:** Yarım dairenin alanından üçgenin alanını çıkarırız

U

U

U

6. Üçgenin alanının nasıl hesaplanabileceğini tartışın.

**OC, BC:**

Üçgenin Alanı=

$$\frac{1}{2} * |AC| * |BC| * \sin Q \quad \text{ve} \quad \sin Q = 1 \text{ old.}$$

$$\frac{1}{2} * |AC| * |BC|$$

7. “İpucu 3” butonuna basın. Yeşil renkli alanı hesaplayın.

**OC, BC:**

Yeşil renkli alan=

$$\frac{\pi * r^2}{2} - \frac{1}{2} * |AC| * |BC| = \frac{1}{2} (\pi * r^2 - |AC| * |BC|)$$

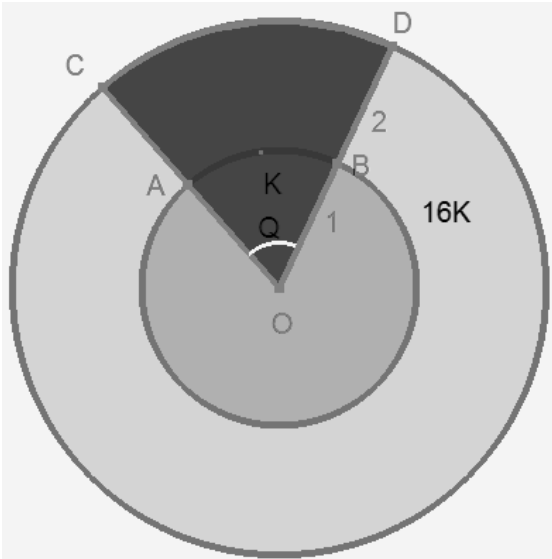
8. “Sonuç” butonuna basın. Nasıl bir genellemede bulunabilirsiniz?

**OC:** Çapı gören açının oluşturduğu üçgenin dışındaki alan, dairenin alanından oluşan üçgenin dik kenarlarının çarpımının çıkarılmasıyla elde edilen değer yarısına eşittir.

**BC:** Çapı gören açığı oluşturan kirişlerin meydana getirdiği alan, dairenin alanından oluşan üçgenin dik kenarlarının çarpımının çıkarılmasıyla elde edilen değer yarısına eşittir.

#### D. Alıştırma: Çözüm

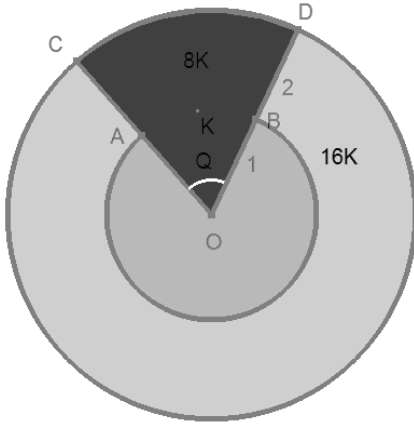
O merkezli çemberde,  $|OB|=1$  br,  $|BD|=2$  br'dir.  $m(\widehat{COD}) = Q$  ve açık mavi renkli alan AOB daire diliminin alanının 16 katı olduğuna göre Q kaç derecedir?



1. A(AOB)'yi yazın.
2. “İpucu 1” butonuna basın. A(COD)'yi yazın.
3. “İpucu 1” butonuna basın. A(ABCD)'yi yazın.
4. “İpucu 1” butonuna basın. Q açısını bulun.



5. “Sonuç” butonuna basın.



$$A(\text{AOB}) = K \text{ olsun, } K = \frac{Q}{360} \pi r^2, \quad K = \frac{Q}{360} \pi$$

$$A(\text{COD}) = \frac{Q}{360} \pi r^2 \text{ den, } A(\text{COD}) = 9 \frac{Q}{360} \pi, \quad A(\text{COD}) = 9K$$

$$A(\text{ABCD}) = A(\text{COD}) - A(\text{AOB}) = 9K - 1K = 8K \text{ olur}$$

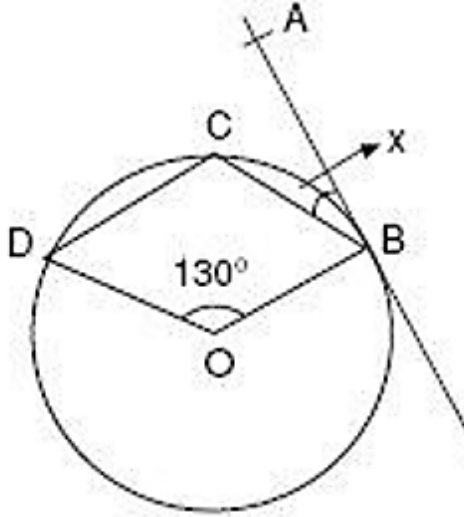
Açık mavi alan  $A(\text{ABCD})$ 'nin 2 katı olduğundan  $Q$  açısının dışındaki açı  $2Q$  olur.

$3Q = 360^\circ$  olacağından,  $Q = 120^\circ$  'dir.

#### EK 4: Geometri Dersi Çember Ve Daire Ünite Değerlendirme Soruları

#### GEOMETRİ DERSİ ÇEMBER VE DAİRE ÜNİTE DEĞERLENDİRME SORULARI

- $x^2+y^2=20$  standart denklemlili çember ile  $y=x+2$  denklemlili doğrunun kesiştiği noktaların koordinatlarının nasıl bulunacağını yazılı olarak belirtin ve gerekli işlemleri yaparak bulun.
- 



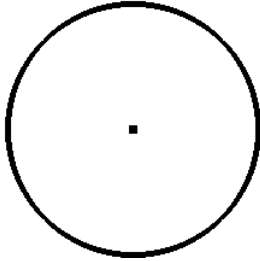
O merkezli çemberde  $[DC] \parallel [OB]$  dir.

$m(\widehat{DOB}) = 130^\circ$  ve  $[BA]$  çembere

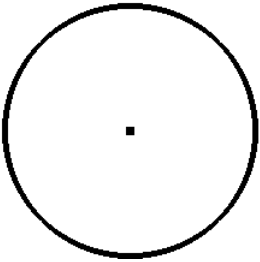
B de teğettir.

Buna göre  $m(\widehat{CBA}) = x$  kaç derecedir?

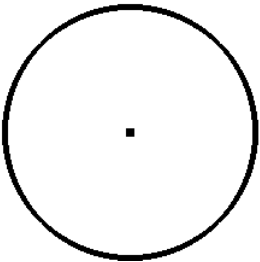
- Aşağıda verilen işlemleri yapın.



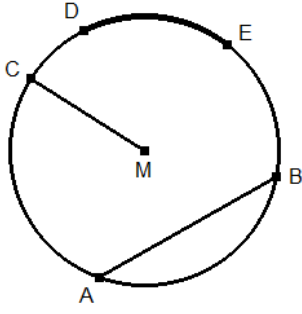
Çap ve yarıçapı çizin. Tanımlayın ve aralarındaki ilişkiyi açıklayın.



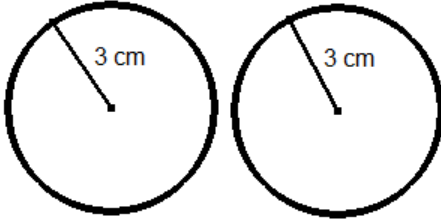
Kesen ve kirişi çizin. Tanımlayın ve aralarındaki ilişkiyi açıklayın.



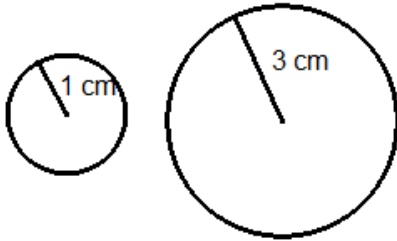
Çap ve kirişi çizin. Aralarındaki ilişkiyi açıklayın.



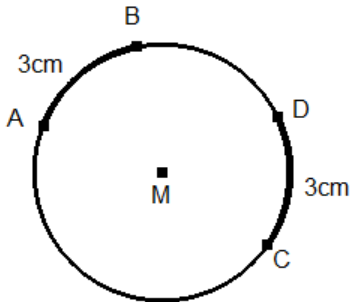
Aşağıda verilen elemanların isimlerini yazın.



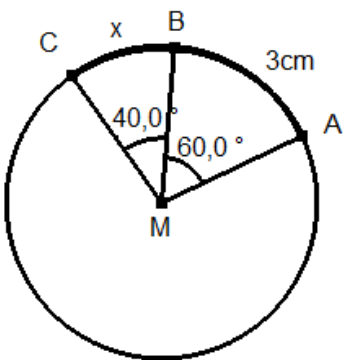
Çemberlerin ortak ismini ve büyüklükleri bakımından oranlarını yazın.



Çemberlerin ortak ismini ve büyüklükleri bakımından oranlarını yazın.



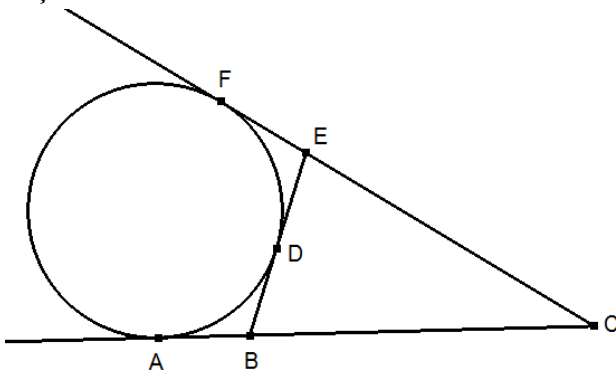
AB ve CD elemanlarının ortak ismini ve büyüklükleri bakımından oranlarını yazın.



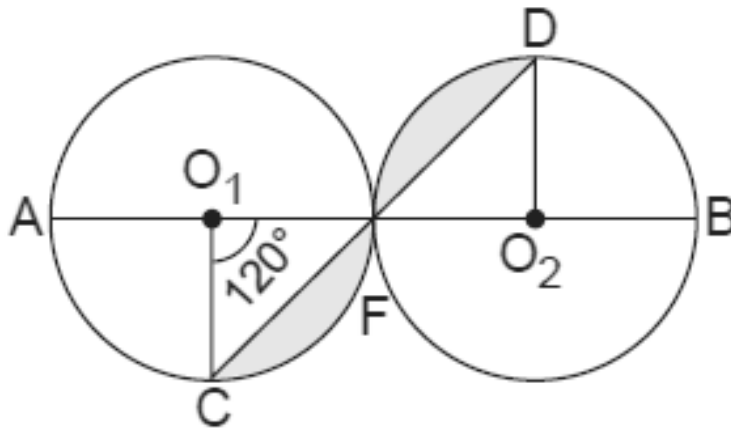
AB=3cm ve BC=x cm olduğuna göre x'i bulun. AB ve BC elemanlarının ortak isimlerini ve özelliklerini yazın.

4. Genel denklemi  $x^2 + y^2 - 2x + 4y - 8 = 0$  olan çembere ait  $P(3, k)$  noktasında teğet olan doğrunun denklemini bulun. ( $k > 0$ )

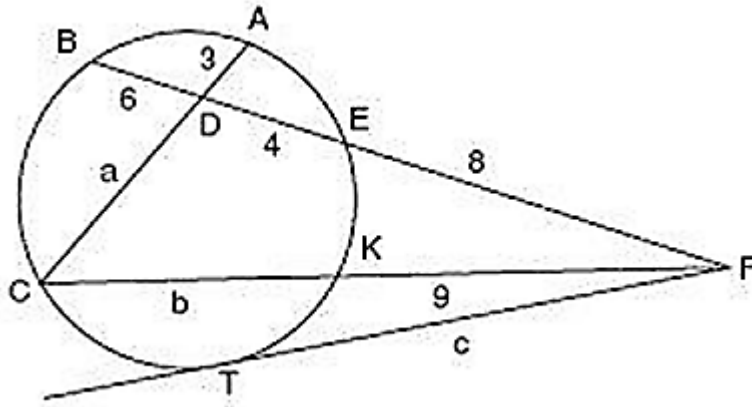
5. Şekilde CF, CA ve EB doğruları çembere teğettir.  $|CF|=12$  br olduğuna göre  $\widehat{C(EBC)}$  kaç br'dir?



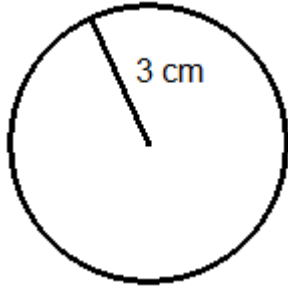
6. Şekilde  $O_1$  ve  $O_2$  merkezli eş daireler F noktasında dıştan teğettir.  $|AB|=16$  br ve  $m(\widehat{COF})=120^\circ$  olduğuna göre, taralı bölgelerin alanları toplamını bulun.



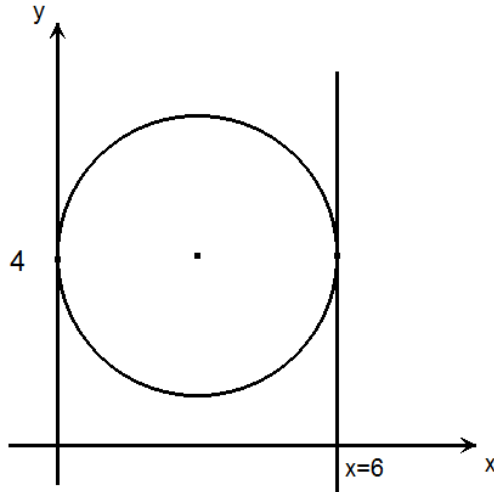
7. Şekilde  $[FT]$  çembere T noktasında teğettir. Verilenlere göre  $a+b+c$  toplamı kaçtır?



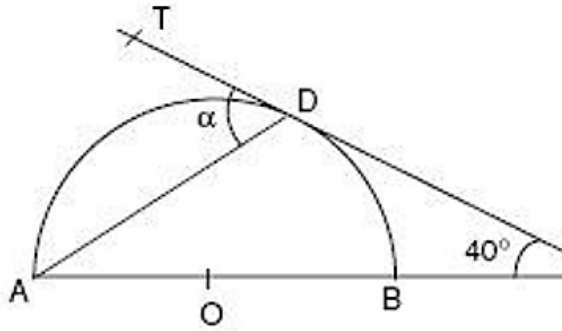
8. Aşağıda verilenlere göre çember denklemlerini yazın.  
a. Çemberin vektör denklemini yazın.



- b.  $M(-1, -4)$  olmak üzere  $\|MK\|=4$  olan çemberin standart denklemini yazın.  
 c. Çemberin parametrik denklemini yazın.



9.



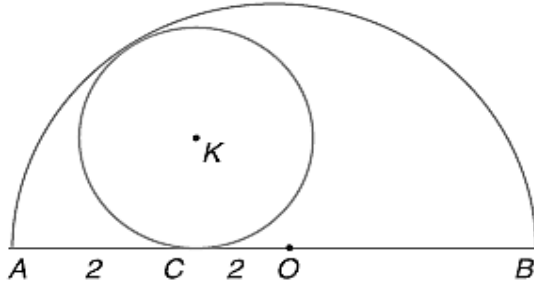
Şekilde O merkezli yarım çemberde,  
 $[CD]$  çembere D noktasında teğet,

$$m(\widehat{C}) = 40^\circ \text{ ise}$$

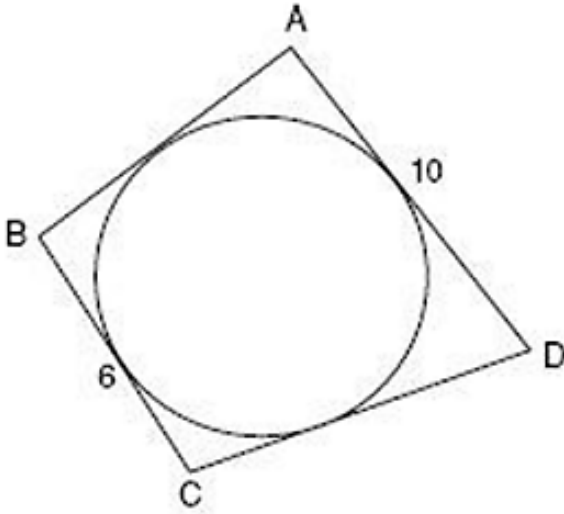
$$m(\widehat{ADT}) = \alpha \text{ kaç derecedir?}$$

10. Koordinat düzleminde ardışık köşelerinin koordinatları  $A(7,4)$ ,  $B(5,10)$ ,  $C(-9, -4)$  olan herhangi bir ABCD kirişler dörtgenini çevreleyen çemberin merkez koordinatlarını bulun.

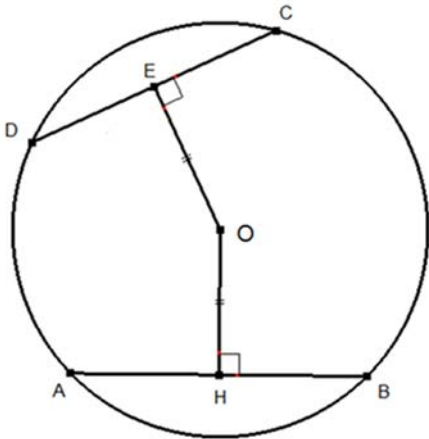
11. O merkezli yarım çembere ve çapına teğet olan K merkezli çember çiziliyor.  $|AC|=|OC|=2$  cm olduğuna göre, K merkezli çemberin yarıçapı kaç cm'dir?



12. ABCD teğetler dörtgenidir.  $|AD|=10$  br,  $|BC|=6$  br ve  $A(ABCD)=64br^2$  ise çemberin çevresi kaç  $\pi$  br'dir?



13. O merkezli çemberde,  
 $[OH] \perp [AB]$ ,  $[OE] \perp [DC]$  dir.  
 $|OE| = |OH|$  ve  
 $|DE| = a - 3$  br,  $|HB| = 5 - a$  br ise  
 $|DC|$  kaç br dir?



**EK 5: Öğrenci Görüşme Formu****ÖĞRENCİ GÖRÜŞME FORMU**

1. Modülün genellemeleri öğrenmenize ne gibi etkileri olduğunu düşünüyorsunuz? (Bu tür bir öğrenmenin getirdiği fayda ve zararlar nelerdir?)
2. Etkinliklerle ilgili olumlu ya da olumsuz yönleri nedenleriyle birlikte belirtin.
  - 2.a. En beğendiğiniz etkinliğin özelliklerini nasıl sıralayabilirsiniz?
  - 2.b. En beğenmediğiniz etkinliğin özelliklerini nasıl sıralayabilirsiniz?
3. Diğer konuları işleme yönteminiz ile bu şekilde ders işleme arasında ne gibi farklılıklardan bahsedilebilir? Bu farklılıkların öğrenmeniz açısından olumlu ya da olumsuz yönleri nelerdir?
4. Etkinlikleri boş zamanınızda kendi kendinize uygulayabilmeniz size sağlayacağı katkılar neler olabilir?
5. Etkinliklerin ilgili kavram ve genellemeleri gerçek hayatla ilişkilendirmede size yardımcı olup olmadığını belirtin ve nedenlerini belirtin.

Bu sorular haricinde eklenmesini gerektiğini düşündüğünüz sorular var mı? Varsa kısaca belirtiniz.

## Özgeçmiş

**Doğum Yeri-Tarihi:** Eskişehir-1980

### Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği Programı	On Dokuz Mayıs Üniversitesi	2002
Y. Lisans	İlköğretim Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı	Afyon Kocatepe Üniversitesi	2008
Doktora	İlköğretim Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı	Bursa Uludağ Üniversitesi	2019

### Görevler:

Görev Ünvanı	Görev Yeri	Yıl
Öğr. Gör.	Afyon Kocatepe Üniversitesi	2002-devam

### ESERLER:

#### A. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. Çelik, L. & Keskin, M. (2009). The effects of the primary class teachers` information technology literacy skills level on students` achievement: the case of Afyonkarahisar. Procedia Social and Behavioral Sciences 1 (2009) 1167–1171.

#### B. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. Keskin, M., Dağ, S. & Altun, M, (2013). 8. ve 11. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Düşünme Aşamalarındaki Davranışlarının Karşılaştırılması. Journal of Educational Science, 1 (1), 33-50.

#### D. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:



1. **Keskin, M. &** Tapan Broutin, M. S. (2017). Çember ve Daire Ders Modülünün AT'de 5E Modeline Göre Uygulanması ve Öğretime Katkısı. 3. Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu (s. 514), 17-19 Mayıs 2017, Afyon, Türkiye.

  
08.05.2019

Murat KESKİN

## ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

## TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Murat Keskin
Tez Adı	Teknoloji Destekli Öğretim Etkinliklerinin 5E Modeline Göre Matematik Öğretimine Entegrasyonunun Değerlendirilmesi
Enstitü	Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	İlköğretim
Bilim Dalı	Matematik Eğitimi
Tez Türü	Doktora
Tez Danışman(lar)ı	Doç. Dr. Menekşe Seden Tapan Broutin
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) İzni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama İzni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasının ertelenmesini istiyorum 1 yıl <input type="checkbox"/> 2 yıl <input type="checkbox"/> 3 yıl <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin vermiyorum

Hazırlamış olduğum tezimin yukarıda belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih:19.06.2019

İmza:

