

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM MATEMATİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**ÇEMBER KAVRAMININ DİNAMİK MATEMATİK YAZILIMI İLE
ÖĞRETİLMESİNİN MATEMATİK ÖĞRETMENİ ADAYLARININ
BAŞARILARI VE DÜŞÜNME DÜZEYLERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Hazırlayan
Neslihan BULUT

Ankara-2013

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM MATEMATİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**ÇEMBER KAVRAMININ DİNAMİK MATEMATİK YAZILIMI İLE
ÖĞRETİLMESİNİN MATEMATİK ÖĞRETMENİ ADAYLARININ
BAŞARILARI VE DÜŞÜNME DÜZEYLERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Neslihan BULUT

Danışman: Prof. Dr. Şeref MİRASYEDİOĞLU

Ankara-2013

Neslihan BULUT'un “ÇEMBER KAVRAMININ DİNAMİK MATEMATİK YAZILIMI İLE ÖĞRETİLMESİNİN MATEMATİK ÖĞRETMENİ ADAYLARININ BAŞARILARI VE DÜŞÜNME DÜZEYLERİNE ETKİSİ” başlıklı tezi,..... tarihinde jürimiz tarafından İlköğretim Bölümü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı-Soyadı

İmza

Başkan

:

.....

Üye

:

.....

Üye

:

.....

Üye

:

.....

Üye

:

.....

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmam sürecinde tez konumu vererek teknoloji alanında çalışmama ve bu konuda kendimi geliştirmeme rehberlik eden; çalışmalarım esnasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve fikirleri ile bana yol gösteren çok değerli hocam Prof. Dr. Şeref Mirasyedioğlu'na teşekkür etmek istiyorum.

Akademisyenliğe başladığım ilk günden beri desteğini ve güvenini her an yanımda hissettiğim kıymetli hocam Yard. Doç. Dr. Dursun Soylu'ya minnetlerimi sunmak istiyorum. Araştırma sürecimin her aşamasında bana vakit ayırarak değerli fikirleri ile çalışmama katkı sağlayan Yard. Doç. Dr. Hakan Şandır ve Yard. Doç. Dr. Muharrem Aktümen hocalarıma teşekkür ediyorum. “Geometride Seçme Konular” dersinde araştırmamı gerçekleştirmeme fırsat tanıyan, ders içeriği konusunda rehberlik eden sevgili hocam Yard. Doç. Dr. Gülay Kuru Yücekaya'ya en içten duygularıyla teşekkür etmek istiyorum. Doktora çalışmam sürecinde yorumları ve verdikleri dönütlerle çalışmama katkı sağlayan kıymetli arkadaşlarım Arş. Gör. Gözdegül Karamık, Arş. Gör. Aydan Kaplan ve Arş. Gör. Sezin Kayagil'e teşekkürlerimi sunuyorum. Araştırma sürecinde yardımlarını esirgemeyen öğretmen adaylarına katkılarından ötürü teşekkür ederim.

Hayatımın her alanında her an yanımda olan kıymetli eşim Doç. Dr. Mehmet Bulut'a doktora tez çalışmam süresindeki yapıcı eleştirileri ve görüşleri için minnet duyuyor, bu yorucu ve stresli süreçte gösterdiği sabır ve fedakarlıktan ötürü teşekkür ediyorum. Varlığıyla her zaman neşe ve sevinç kaynağım olan canım oğlum Murat Kaan'a sevgilerimi sunuyorum.

Ayrıca, “Yurtiçi Doktora Burs Programı” kapsamında doktora eğitimimi maddi olarak destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (BİDEB)'na teşekkürlerimi sunarım.

Doktora çalışmam sürecinde destek olan kayınvalidem ve kayınpederime ne kadar teşekkür etsem azdır. Bu günlere gelmemde en büyük emeğin sahibi olan ve her zaman güvenleri, destekleri ve inançları ile yanımda olan anneme, babama ve kardeşime sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Ankara, 2013

Neslihan BULUT

ÖZET

ÇEMBER KAVRAMININ DİNAMİK MATEMATİK YAZILIMI İLE ÖĞRETİLMESİNİN MATEMATİK ÖĞRETMENİ ADAYLARININ BAŞARILARI VE DÜŞÜNME DÜZEYLERİNE ETKİSİ

Bulut, Neslihan

Doktora, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şeref Mirasyedioğlu

2013, 192 sayfa

Bu araştırmanın amacı ilköğretim matematik öğretmenliği 4. sınıfında öğrenim görmekte olan matematik öğretmeni adaylarının çember kavramını dinamik matematik yazılımı ile öğrenmelerinin geometri başarıları ve düşünme düzeylerine etkisini belirlemektir. Araştırmanın yöntemi açıklayıcı karma yöntemdir. Nicel verilerin elde edildiği desen tek grup ön test – son test yarı deneysel desen olarak belirlenmiştir. Araştırmanın amacı doğrultusunda toplanan nitel veriler ise durum çalışması kapsamında elde edilmiştir. Araştırmada nicel veri toplama araçları olarak geometrik düşünme düzeyleri testi ve araştırmacı tarafından geliştirilen geometri başarı testi kullanılmıştır. Nitel veriler ise ekran kayıtları, çalışma kağıtları ve yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla elde edilmiştir.

Araştırmaya 18 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırma sürecinin başlangıcında çember başarı testi ve Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri testi ön test olarak uygulanmıştır. 5 hafta süren uygulama sürecinde öğretmen adayları araştırmacı tarafından geliştirilen etkinlikleri dinamik matematik yazılımını kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Bu süreçte öğretmen adaylarının bilgisayar ortamındaki çalışmaları ekran kayıt programı kullanılarak kayıt altına alınmıştır. 5 haftalık

uygulamanın sonunda öğretmen adaylarına çember başarı testi ile Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri testi son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılarak rastgele seçilmiş 9 öğretmen adayının görüşlerine başvurulmuştur.

Araştırma kapsamında toplanan nicel veriler SPSS 15.0 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma örnekleminin 30'dan küçük olması ve normal dağılım göstermemesi nedeniyle veriler Wilcoxon İşaretli Sıra testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları öğretmen adaylarının başarıları ve Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ön test ve son test sonuçları arasında son test lehine anlamlı farklılık olduğunu göstermiştir.

Öğretmen adaylarının kazanımlara ulaşma düzeylerini belirlemek amacıyla ekran kayıtlarından elde edilen veriler kodlandıktan sonra betimsel analize tabi tutulmuş ve NCTM (2000) tarafından belirlenen matematik öğretimi standartlarından TTKB (2013) tarafından orta öğretim matematik öğretim programına uyarlanan süreç yeterlikleri temel alınarak analiz edilmiştir. Bu bağlamda elde edilen veriler daha önceden belirlenmiş 4 tema bazında betimlenmiştir.

Öğretmen adaylarının görüşlerini belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formları aracılığıyla elde edilen ses kayıtları transkript edildikten sonra kodlanarak temalar belirlenmiştir. Görüşmelere ait nitel veriler belirlenen temalar bazında içerik analizi ile analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dinamik Matematik Yazılımı, Geometri Başarısı, Geometrik Düşünme Düzeyleri, NCTM Standartları, Süreç Yeterlikleri

ABSTRACT

THE EFFECTS OF TEACHING CIRCLE CONCEPT WITH DYNAMIC MATHEMATICS SOFTWARE ON PRESERVICE MATHEMATICS TEACHERS ACHIEVEMENT AND THINKING LEVELS

Bulut, Neslihan

Doctor of Philosophy, Mathematics Education Department

Supervisor: Prof. Dr. Şeref Mirasyedioğlu

2013, 192 pages

The purpose of this study is to investigate the achievement and thinking levels of senior class preservice elementary mathematics teachers while learning the circle concept with dynamic mathematics software. The design of this study is descriptive mixed method. The quantitative data was gathered as a part of pre test- post test quasi-experimental design. However qualitative data were collected as a part of case study. Quantitative data collection instruments are the geometric thinking levels test and the geometry attitude scale developed by the researcher. Qualitative data was acquired by screen records, work sheets and semi-structured interviews.

18 senior class preservice teachers were participated in the study. At the beginning of this study Van Hiele geometric thinking test and circle achievement test was implemented as pre-test. During the 5 weeks study preservice mathematics teachers practiced the activities, which were developed by the reasearcher, by using dynamic

mathematics software. In this period preservice mathematics teachers studies in computer environment was recorded by a screen record software. At the end of this 5 weeks study Van Hiele geometric thinking test and circle achievement test was administered as post-test. Additionally, semi-structured interviews were carried out with 9 preservice mathematics teachers who were selected randomly.

Quantitative data which was collected during the study was analysed by SPSS 15.0 packaged software. Due to the sample of the study is less than 50 and not distributing normally data were analysed by Wilcoxon Signed Rank Test. Findings revealed that pre-test and post-test results of pre service mathematics teachers geometry achievement and Van Hiele thinking levels has significant differences for the benefit of post tests.

For determining the gain levels of preservice mathematics teachers, data from screen records were firstly codified and then analysed by semantic content analysis according to TTKB (2013) mathematics process proficiencies which were adapted from NCTM (2000) teaching standards. In this context data were described on the basis of prespecified 4 themes.

Voice records from semi structured interviews with intent to identify the views of preservice mathematics teachers were transcribed, codified and the themes are specified. Qualitative data acquired from interviews were analysed with content analysis according to these themes.

Key Words: Dynamic Mathematics Software, Geometry Achievement, Geometric Thinking Levels, NCTM Standards, Process Proficiencies

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ	xxi
 BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	 1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	6
1.3. Araştırmanın Önemi	6
1.4. Araştırmanın Problemi	7
1.5. Alt Problemler	8
1.6. Sınırlılıklar ve Kapsam	8
1.7. Varsayımlar.....	9
1.8. Tanımlar.....	9
 BÖLÜM 2 KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	 10
2.1. Geometrinin Önemi ve Öğretimi	10
2.1.1. Çember Kavramının Öğretimi ve Önemi	12
2.1.2. Geometri Öğretimi Üzerine Yapılan Araştırmalar	13
2.2. Geometrik Düşünmenin Gelişimi	14
2.2.1. Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri ve Bu Düzeylerin Belirleyicileri.....	15
2.2.2. Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri ile İlgili Yapılan Araştırmalar.....	20

2.3. Bilgisayar Destekli Öğrenme Ortamları ve Dinamik Geometri	
Yazılımları	22
2.3.1 Dinamik Matematik Yazılımı.....	24
2.3.2. Dinamik Geometri Yazılımları ile İlgili Yapılan Araştırmalar	25
2.4. Matematik Öğretiminde NCTM Standartları.....	28
2.4.1. Matematik Öğretmeni Yeterlikleri	29
BÖLÜM 3 YÖNTEM	32
3.1. Araştırmanın Deseni	32
3.2. Araştırmanın Tasarlanma ve Gerçekleştirilme Süreci	34
3.2.1. Etkinliklerin Tasarlanma Süreci	35
3.2.2. Etkinliklerin Uygulanma Süreci	36
3.3. Araştırmanın Evren ve Örneklemi	37
3.4. Verilerin Toplanması	37
3.4.1. Nicel Veri Toplama Araçları	38
3.4.1.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Veri Toplama Aracı: Çember	
Başarı Testi	38
3.4.1.2. İkinci Alt Probleme Yönelik Veri Toplama Aracı: Van Hiele	
Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi	39
3.4.2. Nitel Veri Toplama Araçları	40
3.4.2.1. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Veri Toplama Aracı: Doküman	
İncelemesi	40
3.4.2.1.1. Etkinlik Kağıtları	40
3.4.2.1.2. Ekran Kayıtları	40
3.4.2.2. Dördüncü Alt Probleme Yönelik Veri Toplama Aracı: Görüşme.....	41
3.5. Verilerin Analizi	42
3.5.1. Nicel Verilerin Analizi	42
3.5.1.1.Çember Başarı Testinin Puanlanması	43
3.5.1.2.Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testinin Puanlanması.....	44
3.5.2. Nitel Verilerin Analizi.....	44
3.6. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliliği	48

BÖLÜM 4 BULGULAR VE YORUM 51

4.1. Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı İle Öğretilmesinin Matematik Öğretmeni Adaylarının Geometri Başarıları Üzerindeki Etkisine İlişkin Bulgular	51
4.2. Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı İle Öğretilmesinin Matematik Öğretmeni Adaylarının Geometrik Düşünme Düzeyleri Üzerindeki Etkisine İlişkin Bulgular	54
4.3. Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı İle Öğretildiği “Geometride Seçme Konular” Dersinde Matematik Öğretmeni Adaylarının Kazanımlara Ulaşma Düzeylerine İlişkin Bulgular	55
4.3.1. Kazanım 1’e Yönelik Bulgular	58
4.3.1.1. Kazanım 1’e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	59
4.3.1.2. Kazanım 1’e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	68
4.3.1.3. Kazanım 1’e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	69
4.3.2. Kazanım 2’ye Yönelik Bulgular	70
4.3.2.1. Kazanım 2’ye Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	70
4.3.2.2. Kazanım 2’ye Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	74
4.3.2.3. Kazanım 2’ye Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	75
4.3.3. Kazanım 3’e Yönelik Bulgular	76
4.3.3.1. Kazanım 3’e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	76
4.3.3.2. Kazanım 3’e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	79
4.3.3.3. Kazanım 3’e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	80
4.3.4. Kazanım 4’e Yönelik Bulgular	82

4.3.4.1. Kazanım 4'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	82
4.3.4.2. Kazanım 4'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	86
4.3.4.3. Kazanım 4'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	88
4.3.5. Kazanım 5'e Yönelik Bulgular	90
4.3.5.1. Kazanım 5'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	90
4.3.5.2. Kazanım 5'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	93
4.3.5.3. Kazanım 5'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	94
4.3.6. Kazanım 6'ya Yönelik Bulgular	95
4.3.6.1. Kazanım 6'ya Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	96
4.3.6.2. Kazanım 6'ya Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	101
4.3.6.3. Kazanım 6'ya Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	103
4.3.6.4. Kazanım 6'ya Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Akıl Yürütme - İspat Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	105
4.3.7. Kazanım 7'ye Yönelik Bulgular	108
4.3.7.1. Kazanım 7'ye Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	108
4.3.7.2. Kazanım 7'ye Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	113
4.3.7.3. Kazanım 7'ye Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	116
4.3.7.4. Kazanım 7'ye Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Akıl Yürütme - İspat Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	118
4.3.8. Kazanım 8'e Yönelik Bulgular	119
4.3.8.1. Kazanım 8'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	119

4.3.8.2. Kazanım 8'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	124
4.3.8.3. Kazanım 8'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	128
4.3.8.4. Kazanım 8'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Akıl Yürütme - İspat Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	130
4.3.9. Kazanım 9'a Yönelik Bulgular	131
4.3.9.1. Kazanım 9'a Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	131
4.3.9.2. Kazanım 9'a Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	138
4.3.9.3. Kazanım 9'a Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	143
4.3.9.4. Kazanım 9'a Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Akıl Yürütme - İspat Yeterlikleri ile İlgili Bulgular	144
4.4. Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı ile Öğretilmesine Yönelik Öğretmen Adaylarının Görüşlerine İlişkin Bulgular	146
BÖLÜM 5 SONUÇ ve ÖNERİLER	153
5.1. Sonuçlar	153
5.1.1 Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı ile Öğretilmesinin Matematik Öğretmeni Adaylarının Başarıları Üzerindeki Etkisine İlişkin Sonuçlar	153
5.1.2 Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı ile Öğretilmesinin Matematik Öğretmeni Adaylarının Geometrik Düşünme Düzeyleri Üzerindeki Etkisine İlişkin Sonuçlar	154
5.1.3 Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı ile Öğretildiği Geometride Seçme Konular Dersinde Matematik Öğretmeni Adaylarının Kazanımlara Ulaşma Düzeylerine İlişkin Sonuçlar	154
5.1.4 Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı ile Öğretilmesine Yönelik Öğretmen Adaylarının Görüşlerine İlişkin Sonuçlar	155
5.2. Öneriler	156

KAYNAKÇA.....	158
----------------------	------------

EKLER	173
--------------------	------------

EK – 1. KAZANIMLAR	173
EK – 2. ETKİNLİKLERE ÖRNEK	174
EK – 3. BELİRTKE TABLOSU	178
EK – 4. ÖN-SON ÇEMBER BAŞARI TESTİ YÖNERGE.....	179
EK – 5. ÖN-SON ÇEMER BAŞARI TESTİ SORULAR.....	180
EK – 6. GÖRÜŞME SORULARI	187
EK – 7. GÖRÜŞMELERE İLİŞKİN TEMALAR.....	188
EK – 8. KAZANIMLARA ULAŞMA DÜZEYLERİNİ BELİRLEMeye	
YÖNELİK KISTASLAR.....	189

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Matematik Öğretiminde Teknolojik Kaynakları Kullanabilme Yeterliği	
Performans Göstergeleri	4
Tablo 2. TIMSS sonuçlarına göre Türk Öğrencilerin Başarı Sıralaması	11
Tablo 3. Araştırmada Kullanılan Deneysel Desen.....	33
Tablo 4. Araştırma Takvimi	36
Tablo 5. Veri Toplama Araçlarının Alt Problemlere göre Dağılımı.....	37
Tablo 6. Kendall'ın Uyum Katsayısı	44
Tablo 7. Kazanımlara Ulaşma Düzeyini Belirleyici Kıstaslar	46
Tablo 8. ÇBT Puanlarının Başarı Türlerine göre Wilcoxon İşaretli Sıra Testi ve	
Betimsel İstatistik Sonuçları	52
Tablo 9. VHL Wilcoxon İşaretli Sıra Testi Sonuçları	54

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Araştırmanın tasarlanma süreci	33
Şekil 2. Betimsel analiz aşamaları.....	44
Şekil 3. İçerik analizi aşamaları	45
Şekil 4. Cheng (2001)'in matematiksel modelleme süreci	56
Şekil 5. Öğretmen adaylarının çember için otomatik komut yardımıyla oluşturdukları model.....	59
Şekil 6. Esra'nın DMY Kullanarak Çemberin İnşası için Geliştirdiği Model	59
Şekil 7. Ayşe'nin DMY kullanarak çemberin inşası için geliştirdiği model	60
Şekil 8. Demir'in DMY kullanarak çemberin inşası için model geliştirme süreci	61
Şekil 9. Kerem'in DMY kullanarak çemberin inşası için model geliştirme denemeleri	62
Şekil 10. Nermin'in DMY kullanarak çemberin inşası için geliştirdiği model	63
Şekil 11. Ayşe'nin DMY kullanarak gerçek yaşam durumuna ilişkin inşası	64
Şekil 12. Öğretmen adaylarının gerçek yaşam durumuna ilişkin çizimleri-1.....	64
Şekil 13. Öğretmen adaylarının gerçek hayat durumuna ilişkin çizimleri-2	65
Şekil 14. Öğretmen adaylarının gerçek hayat durumuna ilişkin, matematiksel ilişkileri dikkate alarak gerçekleştirdikleri inşalar	67
Şekil 15. Öğretmen adaylarının ilişkilendirme örnekleri	69
Şekil 16. Öğretmen adaylarının matematiksel iletişim örnekleri	69
Şekil 17. Dinamik matematik yazılımında matematiksel iletişim örnekleri.....	70
Şekil 18. Semra'nın çemberin düzlem bölgelerini belirlemeye yönelik geliştirdiği model.....	71
Şekil 19. Elçin'in çemberin düzlem bölgelerini belirlemeye yönelik geliştirdiği model	71
Şekil 20. Çemberin düzlem bölgelerinin belirlenmesine yönelik model örneği	72
Şekil 21. Çemberin düzlem bölgelerine ilişkin başka bir modelleme örneği	72
Şekil 22. Cem'in çemberin düzlem bölgelerine ilişkin geliştirdiği model	73
Şekil 23. Gerçek yaşam durumuna ait kavramsal ilişkileri içermeyen modelleme örneği.....	73
Şekil 24. Gerçek yaşam durumuna ait kavramsal ilişkileri içeren modelleme örneği	74
Şekil 25. Öğretmen adaylarının bir çemberin düzlem bölgeleri arasındaki ilişkileri belirlemesine örnek	74

Şekil 26. Ezgi'nin matematiksel dili kullanma durumuna örnek	75
Şekil 27. Berrin'in matematiksel dili kullanma durumuna örnek	75
Şekil 28. Elif'in matematiksel dili kullanma durumuna örnek	75
Şekil 29. Cem'in matematiksel dili kullanma durumuna örnek.....	76
Şekil 30. Kerem'in matematiksel dili kullanma durumuna örnek	76
Şekil 31. Nokta ile çemberin birbirlerine göre konumları modelleme örneği 1	77
Şekil 32. Nokta ile çemberin birbirlerine göre konumları modelleme örneği 2	77
Şekil 33. Nokta ile çemberin birbirlerine göre konumları modelleme örneği 3	78
Şekil 34. Nokta ile çemberin birbirlerine göre konumları modelleme örneği 4	78
Şekil 35. Nokta ile çemberin birbirlerine göre konumları modelleme örneği 5	79
Şekil 36. Nokta ile çemberin birbirlerine göre konumları modelleme örneği 6	79
Şekil 37. Matematiksel ilişkilerin cebir penceresinde gözlenmesi-örnek 1.....	80
Şekil 38. Matematiksel ilişkilerin cebir penceresinde gözlenmesi-örnek 2.....	80
Şekil 39. Matematiksel dilin kullanımı örnek 1	81
Şekil 40. Matematiksel dilin kullanımı örnek 2	81
Şekil 41. Matematiksel dilin kullanımı örnek 3	81
Şekil 42. Matematiksel dilin kullanımında yanlış ifadelere örnek 1	82
Şekil 43. Matematiksel dilin kullanımında eksik ifadelere örnek	82
Şekil 44. Doğru ile çemberin birbirlerine göre konumlarına ilişkin modelleme örneği.....	83
Şekil 45. Yardımcı çizimleri içermeyen model örneği.....	83
Şekil 46. Kerem'in çember ile doğrunun birbirlerine göre konumlarına ilişkin modellemesi.....	84
Şekil 47. Yardımcı ve ek çizimleri içermeyen model örneği 1	85
Şekil 48. Yardımcı ve ek çizimleri içermeyen model örneği 2.....	85
Şekil 49. Yardımcı ve ek çizimlerin kullanıldığı model örneği	86
Şekil 50. Çember ile doğru arasındaki ilişkilerin yanlış belirlenmesine örnek-1	87
Şekil 51. Çember ile doğru arasındaki ilişkilerin yanlış belirlenmesine örnek-2	87
Şekil 52. Öğretmen adaylarının ilişkileri belirleme durumuna örnek	87
Şekil 53. Öğretmen adaylarının çember ile doğru arasındaki ilişkileri belirtirken matematiksel dili kullanmalarına örnek-1	88
Şekil 54. Öğretmen adaylarının çember ile doğru arasındaki ilişkileri belirtirken matematiksel dili kullanmalarına örnek-1	88
Şekil 55. Matematiksel ilişkilerin belirtilmesinde sözel ifade kullanılması örnek -1	89
Şekil 56. Matematiksel ilişkilerin belirtilmesinde sözel ifade kullanılması örnek -2	89

Şekil 57. Matematiksel ilişkilerin belirtilmesinde sözel ifade kullanılması örnek -3	89
Şekil 58. Matematiksel dilin kullanımında yazılımın cebir penceresindeki ifadelerden yararlanılması.....	89
Şekil 59. Kavramsal ilişkileri içermeyen model örneği-1	90
Şekil 60. Kavramsal ilişkileri içermeyen model örneği-2	90
Şekil 61. Çemberlerin birbirlerine göre 2 farklı durumunu içeren model	91
Şekil 62. Çemberlerin birbirlerine göre 3 farklı durumunu içeren model	91
Şekil 63. Çemberlerin birbirlerine göre 5 farklı durumunu içeren model	92
Şekil 64. Çemberlerin birbirlerine göre bütün farklı durumlarını içeren model	92
Şekil 65. Çemberlerin birbirlerine göre bütün farklı durumlarını, yardımcı ve ek çizimleri içeren model-1.....	93
Şekil 66. Çemberlerin birbirlerine göre bütün farklı durumlarını, yardımcı ve ek çizimleri içeren model-2.....	93
Şekil 67. Çemberlerin konumları, yarıçap uzunlukları ve merkezleri arası uzaklıklarının ilişkilendirilmesi durumuna örnek	94
Şekil 68. İlişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı-1.....	94
Şekil 69. İlişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı-2.....	95
Şekil 70. İlişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dil yerine sözel ifadelerin kullanılması	95
Şekil 71. Kiriş kavramına ilişkin modelleme örneği	96
Şekil 72. Kirişin özelliklerine ilişkin model-1	97
Şekil 73. Kirişin özelliklerine ilişkin model-2	97
Şekil 74. Kirişin özelliklerine ilişkin model-3	97
Şekil 75. Kirişin özelliklerine ilişkin model-4	97
Şekil 76. Kirişin özelliklerine ilişkin model-5	98
Şekil 77. Çemberin iç bölgesinde alınan herhangi bir noktadan geçen en kısa kirişin belirlenmesi örnek - 1.....	98
Şekil 78. Çemberin iç bölgesinde alınan herhangi bir noktadan geçen en kısa kirişin belirlenmesi örnek - 2.....	99
Şekil 79. Çemberin iç bölgesinde alınan herhangi bir noktadan geçen en kısa kirişin belirlenmesi örnek - 3.....	99
Şekil 80. Kiriş kavramına yönelik model -1	100
Şekil 81. Kiriş kavramına yönelik model -2	100
Şekil 82. Kirişe ait ilişkilerin belirlenmesi	101

Şekil 83. İlişkilerin cebir penceresinde gözlenmesi	101
Şekil 84. Kiriş kavramına ait ilişkilerin belirlenmesinde yazılımın dinamik özelliklerinin kullanılması	102
Şekil 85. Yazılımın dinamik özelliklerinden yararlanarak ilişkilerin belirlenmesi örnek-1.....	102
Şekil 86. Yazılımın dinamik özelliklerinden yararlanarak ilişkilerin belirlenmesi örnek-2.....	103
Şekil 87. Matematiksel dilin kullanımında cebir penceresindeki ifadelerden yararlanılması.....	103
Şekil 88. Cebir penceresinden yararlanılarak matematiksel dilin kullanılması	104
Şekil 89. Kiriş kavramına ait matematiksel ilişkilerin sözel olarak ifade edilmesi örnek-1.....	104
Şekil 90. Kiriş kavramına ait matematiksel ilişkilerin sözel olarak ifade edilmesi örnek-2.....	104
Şekil 91. Kiriş kavramına ait matematiksel ilişkilerin sözel olarak ifade edilmesi örnek- 3.....	105
Şekil 92. Elif'in kiriş kavramına yönelik dinamik ortamdaki modellemesi	105
Şekil 93. Elif'in kiriş kavramına yönelik gerçekleştirdiği ilişkilendirme.....	106
Şekil 94. Elif'in kiriş kavramındaki ilişkileri ispatlaması	106
Şekil 95. Kaan'ın kiriş kavramına ait ilişkileri dinamik olarak gözlemlemesi ve Pisagor teoreminden yararlanarak ispatlaması.....	107
Şekil 96. Nihan'ın kiriş kavramına ait ilişkileri üçgenlerin benzerlik bağıntılarından yararlanarak ispatlaması	107
Şekil 97. Öğretmen adayları tarafından kiriş kavramına ait ilişkilerin matematiksel olarak ispatlanamadığı durum -1.....	107
Şekil 98. Öğretmen adayları tarafından kiriş kavramına ait ilişkilerin matematiksel olarak ispatlanamadığı durum -2.....	108
Şekil 99. Teğet araç çubuğu kullanılarak bir çemberin teğetinin inşa edilmesi-1	109
Şekil 100. Teğet araç çubuğu kullanılarak bir çemberin teğetinin inşa edilmesi-2	109
Şekil 101. Dinamik olarak sürüklendiğinde teğet özelliğini kaybeden modeller	111
Şekil 102. Teğet kavramına yönelik kavramsal ilişkilerin yanlış belirlendiği model	112
Şekil 103. Gülsüm'ün teğet kavramına yönelik doğru modeli inşa etme basamakları	112
Şekil 104. Sevim'in teğet kavramına yönelik doğru modeli inşa etme basamakları	113
Şekil 105. Teğet kavramına yönelik ilişkilerin yanlış belirlenmesi	114

Şekil 106. Teğet kavramına ait ilişkilerin belirlenerek dinamik olarak gözlenmesi örnek-1.....	115
Şekil 107. Teğet kavramına ait ilişkilerin belirlenerek dinamik olarak gözlenmesi örnek-2.....	115
Şekil 108. Etkinlik kağıtlarından teğet kavramına yönelik ilişkilendirme örneği - 1	116
Şekil 109. Etkinlik kağıtlarından teğet kavramına yönelik ilişkilendirme örneği – 2.....	116
Şekil 110. Teğet kavramına ait ilişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı - 1.....	117
Şekil 111. Teğet kavramına ait ilişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı örnek - 2.....	117
Şekil 112. Teğet kavramına ait ilişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı örnek - 3.....	117
Şekil 113. Teğet kavramına ait ilişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı örnek - 4.....	117
Şekil 114. Mine'nin teğet kavramına ait ilişkilere yönelik geliştirdiği dinamik model	118
Şekil 115. Mine'nin teğet kavramına ait ilişkileri belirleyerek ifade etmesi	118
Şekil 116. Mine'nin belirlediği ilişkilerden yararlanarak teğet kavramına ait ilişkileri ispatlaması	119
Şekil 117. Teğet kavramına yönelik ilişkilerin öğretmen adayları tarafından matematiksel olarak ispatlanamadığı duruma örnek	119
Şekil 118. Sadece ortak dış teğetlerin inşa edildiği durum.....	120
Şekil 119. Ortak teğetlere ait yanlış modelleme örneği durum - 1	121
Şekil 120. Ortak teğetlere ait yanlış modelleme örneği durum - 2	122
Şekil 121. Ortak iç ve dış teğete ait kavramsal ilişkileri içermeyen model durum-1.....	122
Şekil 122. Ortak iç ve dış teğete ait kavramsal ilişkileri içermeyen model durum-2.....	123
Şekil 123. İki Çemberin ortak teğetlerine ilişkin inşa edilen doğru model	123
Şekil 124. Yalnızca ortak dış teğetlere ait ilişkilerin dinamik ortamda belirlenmesi.....	124
Şekil 125. Ortak dış ve iç teğetlere ait ilişkilerin dinamik ortamda belirlenmesi	125
Şekil 126. Ortak dış teğetlere ait ilişkilerin belirlenmesi - 1	125
Şekil 127. Ortak dış teğetlere ait ilişkilerin belirlenmesi - 2	126
Şekil 128. Ortak dış ve iç teğet parçalarının uzunluklarına ait ilişkilerin belirlenmesine örnek	126
Şekil 129. Ortak iç teğetlerin kesim noktalarına ait ilişkinin belirlenmesi.....	126

Şekil 130. Ortak dış teğet parçasının uzunluğu, yarıçap uzunlukları ve merkezler arasındaki uzaklık arasındaki ilişki	127
Şekil 131. Cebir penceresindeki sayısal değerler yardımıyla ilişkilerin belirlenmesine örnek	127
Şekil 132. Dinamik yazılımın hesapladığı değerlerin ilişkilendirmeye sağladığı katkı	128
Şekil 133. İlişkilerin matematiksel dilde ifade edilmesinde cebir penceresinden yararlanılması örnek - 1.....	129
Şekil 134. İlişkilerin matematiksel dilde ifade edilmesinde cebir penceresinden yararlanılması örnek - 2.....	129
Şekil 135. İlişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı	129
Şekil 136. Ayşe'nin ortak dış teğet parçasının uzunluğuna ait ispatı.....	130
Şekil 137. Mine'nin ilişkileri dinamik ortamda gözlemleyerek ispata hazırlanması	131
Şekil 138. Mine'nin gözlemlediği ilişkileri Pisagor teoreminden yararlanarak doğrulaması	131
Şekil 139. Çemberde merkez açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği - 1	132
Şekil 140. Çemberde merkez açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği - 2	133
Şekil 141. Çemberde merkez açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği – 3.....	133
Şekil 142. Çemberde çevre açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği – 1.....	135
Şekil 143. Çemberde çevre açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği – 2.....	135
Şekil 144. Çemberde dış açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği – 1	136
Şekil 145. Çemberde dış açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği – 2	136
Şekil 146. Çemberde iç açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği – 1	137
Şekil 147. Çemberde iç açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği –2	137
Şekil 148. Çemberde teğet - giriş açı kavramının özel bir durumunu temsil eden modelleme	138
Şekil 149. Çemberde teğet - giriş açı kavramını genel olarak temsil eden modelleme.....	138
Şekil 150. Merkez açının ölçüsü ile çevre açının ölçüsünü ilişkilendirme.....	139
Şekil 151. Merkez açının ölçüsü ile çevre açının ölçüsünü ilişkilendirme.....	140
Şekil 152. Gerçek yaşam durumuna ait ilişkilendirme ve modelleme	140
Şekil 153. Çemberde iç açı kavramına ait ilişkilendirme	141
Şekil 154. Çemberde teğet - giriş açı kavramına ait ilişkilendirme örneği - 1	142
Şekil 155. Çemberde teğet - giriş açı kavramına ait ilişkilendirme örneği - 2	143
Şekil 156. Çevre açının ölçüsüne ait ilişkilerin ispatı- 1	143
Şekil 157. Çevre açının ölçüsüne ait ilişkilerin ispatı- 2	144

Şekil 158. Teğet – giriş açının ölçüsüne ait ilişkilerin ispatı- 1 145

Şekil 159. Teğet – giriş açının ölçüsüne ait ilişkilerin ispatı- 1 145

KISALTMALAR LİSTESİ

GSK: Geometride Seçme Konular

DGY: Dinamik Geometri Yazılımı

DMY: Dinamik Matematik Yazılımı

ÇBT: Çember Başarı Testi

VHL: Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri

NCTM: Amerikan Matematik Öğretmenleri Birliği (National Council of Teachers of Mathematics)

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

CMBS: Matematiksel Bilimler Konferans Kurulu (Conference Board of Mathematical Sciences)

ISTE: Eğitimde Teknoloji için Uluslararası Toplum (International Society for Technology in Education)

TTKB: Talim ve Terbiye Kurul Başkanlığı

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın amacı, önemi, sınırlılıkları ve varsayımları açıklanmaktadır.

1.1. Problem Durumu

“Ben öğrencilerime hiçbir zaman öğretmem,
sadece onların öğrenebilecekleri
koşullar sağlamaya gayret gösteririm.”

Albert Einstein

(Walter ve Marks, 1981, s.1)

Amerikan Matematik Öğretmenleri Birliği (NCTM), 2000 yılında yayımladığı “Okul Matematiği için Standartlar ve Prensipler” adlı kaynakta okul matematiğinin öğretim sürecini beş ana başlıkta toplamış (problem çözme, akıl yürütme ve ispat, iletişim, ilişkilendirme, çoklu temsil biçimlerinin kullanımı) ve öğretim sürecinde öğrencilerin akıl yürütme, ispat, farklı temsiller arasındaki bağlantıları oluşturma ve problem çözme süreçlerini geliştirmek için, teknolojinin kullanımı desteklediğini belirtmiştir.

Baki (2002), bilgisayar teknolojileri sayesinde soyut matematiksel fikirlerin somutlaştırılabildiğini vurgulamaktadır. Matematik eğitiminde teknoloji kullanımı sayesinde sıkıcı ve tekrarlı alıştırmaların yerini ilginç ve motive edici uygulamalar almaktadır (Baki, 2002).

Bilgisayar destekli öğrenme ortamları, öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirmede önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle; öğrencinin varsayımda bulunmasını, test etmesini, genelleme yapmasını sağlayan bir araç olarak kullanılmasındaki amaç;

öğrencinin matematiksel sonuçlar hakkında fikir sahibi olmasını sağlamanın yanında, bir matematikçinin, matematiksel sonuçlara varırken attığı adımları atmasını, kendine özgün bir düşünme tarzı geliştirmesini sağlamaktır (Karataş ve Güven, 2008).

Leinbach ve arkadaşları (2002)'na göre matematik yapma, akıl yürütme ve problem çözme ile ilişkilidir. Hesaplamaların yapılması ise bir sonuçtan ibarettir. Öğretimde teknoloji uygulamaları uygun şekilde gerçekleştirildiğinde gereksiz harcanan süre azalacak, öğrenciler sürece odaklanacak ve bu sayede öğrencilerin matematiksel düşüncelerinin sağlanmasının da ötesinde üst düzey bir düşünme geliştirmeleri sağlanacaktır (Leinbach ve ark., 2002).

Düşünme, iki temel aşamadan oluşan bir problem çözme etkinliğidir. Birinci aşama “buluş”, “icat” diye nitelenen, sorunu açıklayıcı yada giderecek çözümü oluşturmak iken ikinci aşama ise “doğrulama”, kanıtlama”, “ispatlama” olarak ifade edilen, oluşturulan çözümün doğruluğunu gösterme aşamasıdır (Yıldırım, 2000). Matematiğin ayrılmaz bir parçası olan bu düşünme biçimi, matematiksel doğrulukların önce bir genellemeye ulaştırılıp ardından bu genellenenin uygun matematiksel işlemler ile doğrulanmasının önemini vurgulamaktadır (Güven, 2002).

Güven (2002), matematiğin bu iki aşamalı düşünme biçimi ile gelişimini sürdürmekte olduğunu vurgularken okullarımızda okutulan matematik derslerinde “ispatlama” kısmına odaklanıldığını ve bunun sonucunda bulma, keşfetme etkinliklerinin ihmal edildiğini belirtmiştir. Bu yanlış yaklaşımın ise geometri derslerinde tanım, teorem, ispat, örnek, alıştırma sıralamasından oluşan geleneksel döngüyü bir türlü değiştiremediğini ifade etmektedir.

Yapılan çalışmalar öğrencilerin varsayımsal (aksiyomatik) çalışmalara başlamadan önce deneyimler yoluyla keşifler yapmasının gerekliliğini ve önemini vurgulamaktadır (De Villiers, 1998; Edwards,1998). Aynı zamanda Edwards (1998), geometri öğretiminde keşif - ispat ikileminde oluşan boşlukların doldurulmasında teknolojinin büyük imkanlar sağladığını belirtmektedir. Bu sayede öğrenciler araştırma ortamı içerisine rahatça girerek keşfetme, varsayımda bulunma, test etme, reddetme, formülize etme, açıklama olanaklarına sahip olurlar (Güven ve Karataş, 2005).

Teknolojinin eğitim sistemine entegrasyonunun sağlanmasını desteklemek amacıyla, MEB tarafından gerçekleştirilen FATİH, E-OKUL, E-ETÜT gibi birçok proje bulunmaktadır (EĞİTEK, 2011). MEB (2006; 2013), matematik öğretim programlarında teknolojinin öğretimde etkin olarak kullanılmasını önermektedir. Öğrenci merkezli yaklaşımı esas alarak geliştirilen bu programlarda, öğrencilerin

geometrik yapıları keşfetme ve oluşturma süreçlerinde dinamik yazılımların kullanılmasına vurgu yapılmaktadır. Matematik öğretim programını uygulayacak olanlar öğretmenler ve geleceğin öğretmeni olacak olan öğretmen adaylarıdır. Bu açıdan ele alındığında, teknolojinin eğitimde etkin olarak kullanılmasında öğretmen yeterlikleri önem kazanmaktadır.

Öğretmen yeterlikleri “öğretmenlik mesleğini etkili ve verimli biçimde yerine getirebilmek için sahip olunması gereken bilgi, beceri ve tutumlar” olarak tanımlanmıştır (MEB, 2008). Eğitimin kalitesinin ve niteliğinin artırılması her geçen gün önem kazandıkça öğretmenlik mesleğinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar da hız kazanmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ve Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK), 1998 yılında başlattıkları “Öğretmenlik Mesleği Yeterlikleri” çalışması ile öğretmenlik mesleğinin statüsü ve kalitesi açısından toplumsal beklentilerde tutarlılık oluşturmayı; öğretmenlerin mesleki gelişimlerinde esas alınacak açık, anlaşılır ve güvenilir bir kaynak oluşturmayı amaçlamaktadır.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ve Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK), “Öğretmen Yeterlikleri”nin;

- Öğretmen yetiştirme politikalarının belirlenmesinde,
- Öğretmen yetiştiren yüksek öğretim kurumlarının hizmet öncesi öğretmen yetiştirme programlarında,
- Öğretmenlerin hizmet içi eğitiminde,
- Öğretmenlerin seçiminde,
- Öğretmenlerin iş başarımlarının ve performanslarının değerlendirilmesinde,
- Öğretmenlerin kendilerini tanımada ve kariyer gelişimlerinde kullanmalarını hedeflemektedir.

Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri 6 yeterlik alanı, 31 alt yeterlik ve 233 performans göstergesinden oluşmaktadır. Genel yeterliklerin yanında ilköğretim ve ortaöğretim düzeyindeki branş dersleri için “Özel Alan Yeterlikleri” belirlenmiştir. Bu kapsamda “İlköğretim Matematik Öğretmeni Özel Alan Yeterlikleri”, 25 Temmuz 2008 tarih ve 2391 sayılı bakanlık onayı ile yürürlüğe girmiştir. Geliştirilen özel alan yeterliklerinde yeterlik alanı, kapsam, yeterlikler ve performans göstergeleri bulunmaktadır. “İlköğretim matematik öğretmeni özel alan yeterlikleri”nde 6 yeterlik alanı (matematik öğretim durumlarını planlama ve düzenleme; matematik dersi öğrenme alanlarına ilişkin yeterlikler; matematik dersi becerilerini geliştirme; matematik öğretiminin izlenmesi, değerlendirilmesi ve geliştirilmesi; okul, aile ve

toplumla işbirliği yapma; mesleki gelişimi sağlama) bulunmaktadır. Her bir yeterlik için, A1, A2, A3 olarak düzeylendirilen performans göstergeleri belirlenmiştir. Performans göstergelerinin belirlenmesinde ilköğretim programları esas alınmıştır (ÖYEGM, 2008).

İlköğretim matematik öğretmenleri için belirlenen 6 özel alan yeterliğinden birisi olan “matematik öğretim durumlarını planlama ve düzenleme” yeterlik alanındaki öğretmen yeterliklerinden birisi de “matematik öğretiminde teknolojik kaynakları kullanabilme yeterliği” olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yeterlik için performans göstergeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1: Matematik Öğretiminde Teknolojik Kaynakları Kullanabilme Yeterliği Performans Göstergeleri

	A1	A2	A3
Performans Göstergeleri	• Öğrenmenin daha etkin gerçekleşmesi için teknolojik kaynaklardan yararlanmanın önemini bilir. • Matematik öğretiminde bilgiye erişmede kullanabileceği, internet sitelerini ve yazılımlarını tanır. • Bilişim teknolojilerinin kullanımının, birey ve toplum açısından önemi hakkında görüşlerini çevresiyle paylaşır.	• Matematik öğretimini desteklemek amacıyla teknolojik kaynakları değerlendirerek sistematik bir şekilde kullanır. • Mevcut olanaklar doğrultusunda öğrencilerin teknolojik kaynaklardan yararlanabilmeleri için uygun ortamları hazırlayarak bu kaynaklara erişimlerini sağlar. • Araştırma, bilgiye erişme ve bilgiyi paylaşma amacıyla arama motorlarını, internet sitelerini-portallarını ve veri tabanlarını kullanabilir.	• Matematik öğreniminde ihtiyaç duyulan teknolojik kaynakları çeşitlendirir ve bu konudaki bilgi ve deneyimlerini meslektaşları ile paylaşır. • Bilişim teknolojileri araçlarını öğrenciyle, meslektaşlarıyla, yöneticilerle, ailelerle, uzmanlarla etkili iletişim ve işbirliği için kullanır.

Aksoy (2003), teknolojinin insanlık tarihinin ilk yıllarından itibaren hayatımızda önemli bir yere sahip olduğunu vurgularken, teknolojinin eğitimde kullanımının

1990’larda yaygınlaşmaya başladığını belirtmiştir. Teknolojinin hayatın her alanında yer alması teknolojinin eğitim sistemine entegre olmasına yönelik değişiklikleri de beraberinde getirmiştir (Mishra ve Koehler, 2006). Teknolojinin eğitimde kullanılmasından öğretim yöntemlerinin ve öğretim içeriğinin de etkileneceğini belirten Aksoy (2003), öğretim yöntemlerindeki değişikliğin öğretmen yetiştiren kurumların program içeriğini de etkileyeceğini ifade etmektedir. Bununla birlikte; öğretmenlerin, teknolojiyi kullanma becerilerini geliştiremedikleri takdirde, eğitim programlarında yer alan içeriği geleneksel yollar ve araçlarla aktarmada güçlüklerle karşılaşabileceğini öne sürmektedir.

Mishra ve Koehler (2006), öğretmenlerin teknolojiyi bilgiye entegre etmelerinin temel bir ihtiyaç olduğunu savunurken, öğretmenlerin sadece pedagojik ve alan tecrübelerinin değil aynı zamanda teknolojik tecrübelerinin de olması gerektiğini belirtmişlerdir. NCTM (2000), matematik öğretmenleri için yeni veya eklenilen içeriği öğrenmeye devam etmeyi, matematik öğretiminin sorunlarını analiz etmeyi, öğrencilerin matematiği nasıl öğrendiklerini incelemeyi, yeni öğretim materyalleri ve teknolojilerini kullanabilmeyi gerekli ve zorunlu görmektedir. CMBS [Conference Board of Mathematical Sciences] ve ISTE [International Society for Technology in Education] de, NCTM (2000) ile uyumlu olup öğretmenlerin teknoloji entegrasyonunda önemli bir role sahip olduklarını; teknolojinin matematik sınıflarında kullanılma etkililiğinin matematik öğretmenlerinin bilgileri ve teknolojik becerileri ile doğrudan ilişkili olduğunu savunmaktadır.

Ulusal ve uluslararası eğitim ve öğretimi geliştirme faaliyetlerinde, matematik öğretim programlarında ve öğretmen yeterlikleri raporlarında teknolojinin kullanımı desteklenmekte ve gerekli görülmekte olsa da yapılan çalışmalar öğretmenlerin teknolojinin eğitime entegrasyonu konusunda yeterli olmadıklarını göstermektedir (Mousley ve ark, 2003; Doğan , 2012). Kersaint ve arkadaşları (2003), matematik öğretmeni yetiştiren yüksek öğretim kurumlarındaki eğitimcilerin, öğretmen adaylarının eğitiminde teknolojiyi sınıf etkinliklerinde yeterli düzeyde kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Buna ek olarak, Mousley ve arkadaşları (2003) matematik öğretmeni adaylarının eğitiminde teknolojinin kullanılmasını, onların mesleğe atıldıklarında kendi öğrencileri ile teknolojiyi kullanmaları bakımından gerekli görmektedir. Matematik öğretmenlerini, sınıflarında teknoloji entegrasyonu konusunda eğitmek amacıyla öğretmen yetiştiren programların çok iyi hazırlanmış olması gerektiğini savunan

Keating ve Evans (2001), öğretmen yetiştiren programların, teknolojinin öğretimde kullanılması açısından öğretmen adaylarına örnek olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Öğretmenlerin hizmet öncesi eğitim süreçlerinde teknoloji ile tanışarak, teknolojinin kendi meslek alanlarına özgü kullanımı hakkında bilgiye ve yaşantıya sahip olmalarının, bir yandan öğretmen yeterliklerini artırırken diğer yandan geliştirilen öğretim programlarının ve teknoloji destekli öğretim projelerinin sınıf içerisinde uygulanabilirliğini kolaylaştıracağı beklenmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, dinamik matematik yazılımı kullanılarak tasarlanan “Geometride Seçme Konular” dersinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının başarıları ve geometrik düşünme düzeyleri üzerindeki etkilerini araştırmak ve bu öğretmen adaylarının geometri konularının öğretiminde dinamik matematik yazılımı kullanımı konusundaki görüşlerini belirlemektir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Bireylerin ihtiyaçlarının hızla değiştiği günümüzde bu ihtiyaçlara cevap verebilmek adına teknoloji önemli bir yer kazanmış ve kazanmaktadır. Özellikle eğitim ortamlarına teknolojinin entegrasyonu önem kazanmakta ve yapılan birçok çalışma öğretimde teknoloji kullanımını desteklemektedir (NCTM, 2000; MEB,2011; MEB,2013). MEB tarafından 2011 yılında uygulamaya konulan ve beş ana bileşenden (Donanım ve Yazılım Altyapısının Sağlanması, Eğitsel e-İçeriğin Sağlanması ve Yönetilmesi, Öğretim Programlarında Etkin BT Kullanımı, Öğretmenlerin Hizmetiçi Eğitimi ve Bilinçli, Güvenli, Yönetilebilir ve Ölçülebilir BT Kullanımının sağlanması) oluşan “Fırsatları Artırma Teknolojiyi İyileştirme Hareketi” (FATİH Projesi) kapsamında okulların teknolojik imkânlarının geliştirilmesi ve teknolojinin öğretimde etkin şekilde kullanılmasının sağlanması çalışmaları hızla devam etmektedir.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ile Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK)’nun ortak yürüttüğü öğretmen yeterlikleri çalışmaları da öğretmenlerin teknolojik yeterliklerinin gerek matematik gerekse diğer alanlarda önemli bir ihtiyaç haline geldiğini göstermektedir. Yapılan bazı araştırmalar ise öğretmenlerin teknolojinin öğretim ortamlarına entegrasyonu konusunda eksikliklerinin olduğunu ortaya koymuştur

(Mousley ve ark., 2003). Bu eksikliklerin giderilmesi konusunda, öğretmenlerin, teknolojinin öğretimde kullanımıyla ilgili yaşantılara gereksinimleri olduğu görülmektedir.

Öğretmenlerin teknolojik kaynakları kullanabilme yeterliliğinin düşük olmasının yanında geometri alan bilgilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulduğu yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Bu çalışmalardan bazıları ise öğretmen adaylarının özellikle çember kavramına yönelik kavramsal eksikliklerinin olduğunu göstermektedir (Bekdemir, 2012; Duatepe, 2013; Gülkılık, 2008).

Eğitim fakültelerinde matematik öğretmeni yetiştiren programlara bakıldığında bilgisayar okur-yazarlığı ve teknolojinin öğretimde kullanılması konusunda dersler verildiği görülmektedir (Bilgisayar I ve II, Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi, Bilgisayar Cebir Sistemleri, Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı). Ancak, matematik alan bilgisinin öğretildiği derslere bakıldığında (geometri, cebir, genel matematik, analitik geometri) geleneksel yaklaşımın kullanıldığı öğretmen merkezli öğretimin baskın olduğu ve tanım, teorem, ispat sürecinin çoğunlukla düz anlatımla öğretildiği görülmektedir. Bir yandan matematiği öğrencilerine öğretirken, öğrenci merkezli yaklaşımın esas alındığı, bireyin yaşantı ve deneyimleri yoluyla kendi öğrenmesini gerçekleştirmesinin vurgulandığı, teknolojinin öğrenme ortamlarına entegrasyonuna imkân tanıyan öğretim programlarını uygulamaları konusunda eğitilen öğretmenlerin diğer taraftan matematiği geleneksel kalıplar çerçevesinde öğreniyor olmaları bir çelişki oluşturmaktadır. Bu bakımdan ele alındığında lisans düzeyinde okutulan alan bilgisi derslerinin öğrenci merkezli yaklaşım esas alınarak düzenlenmiş, öğretim teknolojilerinin kullanımına imkân tanıyan öğrenme ortamlarında öğretilmesi gerek öğretmen adaylarının alan bilgisini daha etkili öğrenmeleri gerekse matematiğin nasıl öğretilceğini öğrenmeleri açısından önemli bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmaktadır.

1.4. Araştırmanın Problemi

Bu çalışmanın araştırma problemi şu şekilde ifade edilmiştir: Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı ile Öğretilmesinin Matematik Öğretmeni Adaylarının Başarıları ve Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeylerine Etkisi Nedir?

Araştırmanın problemine cevap bulabilmek için aşağıdaki alt problemler oluşturulmuştur.

1.5. Alt Problemler

Araştırmanın problemini cevaplayabilmek için aşağıda ifade edilen alt problemler çalışmanın temelini oluşturmaktadır.

Çember Kavramının dinamik matematik yazılımı ile öğretilmesinin araştırmaya katılan öğretmen adaylarının;

1. Başarılarına etkisi nedir?
2. Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine etkisi nedir?
3. Öğretmen adaylarının kazanımlara ulaşma düzeyleri nedir?
4. Çember kavramının dinamik matematik yazılımı ile öğretilmesine yönelik matematik öğretmeni adaylarının görüşleri nelerdir?

1.6. Sınırlılıklar ve Kapsam

1. Araştırma verilerinin toplanmasında nicel ve nitel veri toplama tekniklerinden yararlanılarak nicel verilerin sınırlılıkları nitel veriler ile giderilmeye çalışılmıştır.

2. Araştırmanın çalışma grubunu oluşturan öğretmen adayları kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Çalışma grubuna katılacak öğretmen adaylarının öğretim yöntem ve teknikleri konusunda ön bilgilerinin olması uygulanacak etkinliklerin verimliliği açısından gerekli görülmüş ve çalışma 4. sınıf öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Lisans 4. sınıfta yer alan alan derslerinin sayısının az olması ve geometri alanına özgü olarak sadece “Geometride Seçme Konular” dersinin açılmış olması sebebiyle bu derse kayıt olan öğretmen adayları araştırmanın çalışma grubuna dahil edilmiştir.

3. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarından üçünün erkek, 15’inin kız olması araştırmadan elde edilen verilerin cinsiyete göre değerlendirilmesine mani olmuştur.

4. Araştırma 2011 - 2012 eğitim-öğretim yılında Türkiye’nin büyük şehirlerinden birinde yer alan bir üniversitenin Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı’nın 4. sınıfında okumakta olan 18 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir.

5. Dokümanlardan elde edilen nitel veriler değerlendirilirken öğretmen adaylarının modelleme, ilişkilendirme, iletişim, akıl yürütme-ispat süreçleri dikkate alınmış problem çözme süreci değerlendirmeye dahil edilmemiştir.

1.7. Varsayımlar

Bu araştırmada aşağıdaki varsayımlardan hareket edilmiştir.

1. Öğretmen adaylarının görüşmelere verdikleri cevapların gerçeği yansıttığı varsayılmaktadır.
2. Araştırmacının araştırma süresince önyargıyla hareket etmediği varsayılmaktadır.
3. Veri toplama araçlarının hazırlanmasında görüşleri alınan uzmanların objektif davrandıkları varsayılmaktadır.

1.8. Tanımlar

Öğretmen Adayı: Matematik öğretmenliği anabilim dalının son sınıfında öğrenim gören öğrencilerdir.

Dinamik Matematik Yazılımı (DMY): Dinamik Geometri Yazılımları ve Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin özelliklerini içeren, öğrencinin matematik kavramlarını ve bunlar arasındaki ilişkileri çoklu temsiller kullanarak, dinamik öğrenme ortamlarında keşfederek öğrendiği yazılımlara dinamik matematik yazılımı denir (Hohenwarter,2007).

Başarı: Bu tezdeki başarı tanımı öğretmen adaylarının kazanımlarda belirtilen öğrenme düzeyine erişmesi olarak algılanmıştır.

Geometrik Düşünme Düzeyleri: Van Hiele'in geometrik düşünme modelini oluşturan 5 hiyerarşik düzeyi ifade etmektedir. Van Hiele bu 5 düzeyi şu şekilde ifade etmektedir: Düzey 0: Görsel düzey; Düzey 1: Analiz; Düzey 2: Düzenleme; Düzey 3: Sonuç çıkarma; Düzey 4: İlişkileri görebilme ve kesinlik (Van Hiele, 1986).

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Geometrinin Önemi ve Öğretimi

“Geometri” kelimesi Yunanca bir kelime olan ve arazi ölçümü manası taşıyan “geometria” kelimesinden gelmektedir. Tarih öncesi dönemlerden bu yana insanlar, belli bir stile uygun olarak yapılmış çizimlerle yaşamlarını düzenlemiş, eşyalarını simetriler kullanılarak oluşturulmuş basit geometrik şekiller içeren süslemeli motifler ekleyerek dekore etmiş ve yapılarını düzenli geometrik şekiller biçiminde inşa etmişlerdir (Mammana ve Villiani, 1998).

Freudenthal (1973), geometriyi “doymak bilmez bir alan” olarak ifade etmiş ve öğrencilerin bu alan içerisinde yaşayıp, nefes alıp, hareket ettiklerini belirtmiştir. Hayatı tanımak, keşfetmek ve daha iyi yaşamak için öğrencilerin bu alanı öğrenmeleri gerektiğini savunmuştur. Matematiğin doğasının ve güzelliğinin, geometri alanı içerisine giren simetri ve genellemeler gibi kavramlar sayesinde anlaşılabilceğini savunan NCTM (2000), okullarda öğretilen geometrinin, öğrencilerin diğer matematiksel kavramları anlamak için sezgi geliştirmelerini teşvik edici olduğunu ifade etmektedir.

Sherard (1981)’a göre geometri matematik içinde, her öğrenci için önemli bir yere sahip, temel becerilerden birisidir. Ancak Goldenberg (1996)’in de belirttiği gibi, geometri daha önceden bulunmuş matematiksel sonuçları içeren bir alan değil, bir düşünme biçimidir.

Geometri her ne kadar hayatımızın hemen her alanında önemli bir yere sahip olmakta olsa da yapılan birçok araştırma dünyanın birçok yerinde öğrencilerin geometriyi yeterli düzeyde öğrenemediklerini ortaya koymaktadır (Clements ve Battista, 1992; Mitchelmore, 1997; NCTM, 1989; Van Hiele, 1986). Türkiye’nin durumuna göz attığımızda ise öğrencilerin matematik başarısının gelişmiş ülkelere kıyasla düşük olduğu; matematik alanı içerisinde de özellikle geometri başarısında

düşüklük yaşandığı karşımıza çıkmaktadır (Mullis ve arkadaşları, 2000; Mullis ve arkadaşları, 2008; TIMSS, 1999;2007;2011)

TIMSS (uluslararası fen ve matematik eğilimleri araştırması) uygulamaları 1999, 2007 ve 2011 yıllarında ülkemizde de gerçekleştirilmiştir.Bu çalışma sonuçlarına ilişkin veriler Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2: TIMSS sonuçlarına göre Türk Öğrencilerin Başarı Sıralaması (EARGED, 1999; EARGED,2007; Yücel ve ark., 2011)

Sınav	Düzye	Katılan ülke sayısı	Matematik başarı sırası	Geometri başarı sırası
TIMSS- 1999	8.sınıf	38	31	34
TIMSS- 2007	8.sınıf	48	30	31
TIMSS- 2011	8.sınıf	42	24	21
TIMSS- 2011	4.sınıf	50	35	36

EARGED tarafından yayınlanan 1999 ve 2007 TIMSS ulusal raporlarında matematikte en sorunlu alan geometri olarak belirtilmektedir. Bu raporlara göre en düşük ortalama geometri ortalamasıdır. TIMSS-2011 sonuçlarına bakıldığında hem matematik hem de geometri ortalamalarında artış olduğu gözlenmektedir. Ancak matematik ve geometri başarı sıralamaları gelişmiş ülkelerin gerisinde kalmaktadır. 2006 yılında gerçekleştirilen eğitim reformuyla yenilenen matematik öğretim pogramları ile öğrenci başarısında istenilen ilerleme kaydedilememiştir. TIMSS verileri dikkate alınarak düzenlenen raporlarda, özellikle geometri öğretiminin yeniden gözden geçirilmesinin ve öğretmenlerin geometri öğretimini destekleyici mesleki yeterliliklerinin arttırılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır (EARGED, 2007; Güner ve ark. 2013;.Olkun ve Aydoğdu, 2003). Teknolojinin eğitimde önemli bir yer edinmesiyle birlikte bilgi düzeyindeki matematik öğretiminin yetersiz kaldığını belirten Güner ve ark. (2013), öğretmenlerin öğrencilerinin üst düzey düşünme becerisini geliştirmeyi hedeflemeleri gerektiğini ifade etmektedirler.

Geometri, matematiğin alt alanlarından birisidir. Baki (2008), genel olarak matematik öğretiminin öğrencilere dengeli bir matematik bilgisi kazandırabilmesi için öğretme pratiğinde yapılması gereken bazı önemli değişikliklerden bahsetmektedir. Bu değişiklikler geometri öğretimi için de kaçınılmaz bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu değişiklikler şunlardır:

- Bilginin kaynağı yalnız öğretmen veya okul kitapları olmamalı, öğrenci kendi matematik bilgisini kurabileceği başka kaynaklara da yönlendirilmeli,
- Öğrenci aktif olarak sınıf içi öğrenme sürecine katılmalı,
- Matematiksel anlamları gözardı edilerek yalnızca formülleri, kuralları ve algoritmaları ezberletmekten vazgeçilmeli,
- Öğrenci öğretmenden bağımsız, sonuç çıkarma, kanıt elde etme, varsayımında bulunma, genelleme yapma gibi matematiksel etkinlikler yoluyla kendi bilgisini geliştirmeli,
- Öğretmen sınıfta yalnızca kara tahtayı kullanmamalı, bilgisayar, hesap makinesi gibi teknolojilerden yararlanmalı; yeni öğretim programları bu teknolojileri kullanılabilecek materyalleri içermelidir.

2.1.1. Çember Kavramının Öğretimi ve Önemi

MEB (2006; 2013) tarafından geliştirilen ilköğretim ve ortaokul matematik öğretim programları incelendiğinde çember kavramının öğretiminin erken dönemlerde önem kazandığı görülmektedir. Geliştirilen bu programlarda öğrencilerin çember kavramını anlamlandırmasına, merkez açı ile gördüğü yayları ilişkilendirmesine yönelik kazanımlar yer almaktadır.

Yine MEB (2013) tarafından geliştirilen ortaöğretim matematik öğretim programlarında çember kavramı ile ilgili olarak çemberin temel ve yardımcı elemanlarını ve bunlar arasındaki ilişkileri neden-sonuç ilişkisi içerisinde açıklama; çemberlerde teğet, kiriş, yay kavramlarını açıklama; çemberde kirişin özelliklerini gösterme; çemberde teğetin özelliklerini gösterme; bir çemberde merkez, çevre, iç, dış ve teğet-kiriş açıları açıklama ve bu açıların ölçüleri ile gördükleri yayların ölçülerini ilişkilendirme kazanımları yer almaktadır.

Lisans düzeyine gelindiğinde ise ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programı 1. sınıfında yer alan zorunlu geometri dersinin YÖK (2006) tarafından belirlenen ders içeriğinde çember kavramına, çemberde açı ve uzunluk ile ilgili teoremlere ve bu teoremlerin ispatlarına, çemberde açı ve uzunluk ile ilgili uygulamalara ilişkin kazanımlar bulunmaktadır.

Bekdemir (2012) ilköğretim sınıf öğretmenliği anabilim dalında öğrenim gören 158 öğretmen adayının çember kavramı ile ilgili bilgilerini belirlemeye yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırmanın sonuçları öğretmen adaylarının ağırlıklı olarak işlemsel bilgiye sahip olduklarını göstermektedir. Öğretmen adaylarının çember kavramı ile ilgili formüllerin ne anlam taşıdığını bilmemekle birlikte bu formülleri işlemler sırasında doğru olarak kullanabildiklerini, soyutlama ve genelleme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığını gözlemlemiştir. Öğretmen adaylarının çember kavramına yönelik kavramsal bilgilerinin düşük olduğunu belirten Bekdemir (2012) bu durumu üniversiteye giriş sınavlarını kazanabilmek amacıyla öğrencilerin matematiksel rutinleri tekrar etmesi ile açıklamaktadır. 4. sınıfta öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının çember kavramına yönelik kavramsal bilgi düzeylerinin düşüklüğünün, bu öğretmen adaylarının kısa süre sonra öğretmen olacakları düşünüldüğünde önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Duatepe (2013) sınıf öğretmeni adaylarının .. belirlemeye yönelik çalışmasında geliştirdiği geometri testi çember alt öğrenme alanında yer alan 4 soruya araştırmaya katılan öğretmen adaylarının yalnızca %50'sinin doğru cevap verebildiğini belirlemiştir.

Gülkılık (2008), Orta Öğretim Fen Ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalında lisans eğitimi alan beş öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği nitel çalışmada katılımcıların sahip oldukları kavram imajlarını ve imaj gelişimlerini keşfetmeyi amaçlamıştır. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının çember kavramını geometrik tanımından bağımsız, “içi boş yuvarlak bir şekil” olarak anladıklarını belirlemiştir.

2.1.2. Geometri Öğretimi Üzerine Yapılan Araştırmalar

Olkun ve Aydoğdu (2003), TIMSS sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmada Türkiye'nin geometri başarısındaki düşüklüğün sebeplerinden birisini öğretmenlerin öğrencileri geometrik bilgi ve beceri kazanım sürecinde yanlış yönlendirerek ezbere

yöneltmeleri olarak belirtmektedirler. Geometrinin birçok öğrenciye formül yığını, kural ezberleme veya şekil ezberleme olarak görüldüğünü ifade eden araştırmacılar iyi bir geometri öğrenimi için öğrencilerin araştırmaya, denemeye ve keşfetmeye ihtiyaçları olduğunu belirtmişlerdir.

Tabuk (2003) ilköğretim 7. sınıf öğrencileri ile matematik dersi kapsamındaki geometri konularından “Çember, Daire ve Silindir” konusunun öğretiminde bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin başarısına etkisini araştırmıştır. Araştırmanın örneklemini deney grubundaki 37 öğrenci, kontrol grubundaki 35 öğrenci oluşturmaktadır. Veriler matematik başarı testi, tutum ölçeği ve öğrenci bilgi formları yardımıyla toplanmıştır. Araştırmacılar bilgisayar destekli eğitimin matematik dersindeki geometri konularının öğretiminde başarıya ve tutuma olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bedir (2005) ilköğretim 7. sınıf matematik dersi kapsamındaki geometri konularından “Açılar ve Çokgenler” konusunun öğretiminde bilgisayar destekli matematik eğitiminin öğrenci başarısı üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırmanın gerçekleştirildiği gruplarda açılar ve çokgenler konuları araştırmacının geliştirdiği bilgisayar destekli ders içeriği ile işlenmiştir. Deneysel uygulama 12 saat sürmüştür. Veriler araştırmacı tarafından geliştirilen 25 soruluk geometri başarı testi, 20 maddelik geometri tutum ölçeği yardımıyla toplanmıştır. Araştırma sonuçları, bilgisayar destekli matematik öğretiminin öğrencilerin geometriye yönelik tutumlarını ve başarılarını arttırdığını göstermektedir.

2.2. Geometrik Düşünmenin Gelişimi

Van Hiele (1986), geometrik düşünme için geliştirdiği modelde bireylerde geometrik düşünmenin gelişimini açıklamıştır. Bu modele göre, bireylerde geometrik düşünmenin gelişimi aşağıda belirtilen 5 aşamada gerçekleşmektedir:

Düzey 0: Görsel Düzey

Düzey 1: Analiz

Düzey 2: Düzenleme (Formal olmayan tümdengelim)

Düzey 3: Sonuç Çıkarma (Tümevarım)

Düzey 4: İlişkileri Görebilme ve Kesinlik

Van Hiele (1986) geometrik düşünme düzeylerinin özelliklerini şu şekilde ifade etmiştir: 1) Düzeyler hiyerarşik bir düzen takip etmekte olup, bir alt seviyenin çıktıları

bir üst seviyenin girdilerini oluşturmaktadır. 2) Bir düzeyden diğerine geçmek için bireyin şekiller, yapılar ve ilişkiler üzerinde daha fazla tecrübe sahibi olması gerekmektedir. Bu modelde Van Hiele, alt seviyeyi başaramayan kişilerin üst seviyelere geçemeyeceklerini savunmaktadır. Böyle bir durumun gerçekleşmesini “seviyenin indirgenmesi” olarak ifade etmektedir. Bir alt seviyenin başarılamadığı durumlarda bir üst seviyeye ilişkin soruların doğru cevaplanması durumunu, öğrencinin sorunun içeriğini anlamadan kuralları gelişigüzel uygulayarak sonuca ulaşması olarak yorumlamıştır. 3) Bir seviyeden diğer seviyeye geçişlerin biyolojik yaş ve gelişimle değil öğretim içeriği ve öğretim metodları ile ilişkili olduğunu, öğrencilerin bir seviyeden başka bir seviyeye geçmelerinin öğretimle desteklenmesi gerektiğini belirtmektedir. Geometrik deneyim düzeyler arasında ilerlemeyi etkileyen en önemli etkidir. 4) Farklı geometrik düşünme düzeylerindeki kişilerin etkili iletişim kurması zordur. Çünkü farklı düzeydeki bireylerin aynı nesne ile ilgili zihin yapıları farklıdır. Bununla birlikte her bir düzeyin kendine özgü dilsel bir sembolü ve bu sembolleri birbiriyle ilişkilendiren özgün bir yapısı vardır. Çember kavramı 0. düzeydeki birey için bir bisiklet tekerleğini çağrıştırırken, 2. düzeydeki bir birey için ise düzlemde sabit bir noktadan eşit uzaklıktaki noktaların kümesini ifade etmektedir.

2.2.1. Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri ve Bu Düzeylerin Belirleyicileri

Düzy 0 (Görsel Düzey): Van Hiele (1986)’ya göre bu seviyedeki öğrenciler şekilleri bir bütün olarak tanıyarak adlandırırılar. Şekilleri ilk önce görünüşü veya dar-geniş olması gibi bazı fiziksel özellikleri ile tanırlar. Temel bileşenlerin özelliklerini belirleyemezler. Bir şekli, şeklin özelliklerini dikkate almadan sadece görüntüsünü hatırlayarak adlandırırılar. Verilen bir şeklin dikdörtgen olduğunu şeklinin pencereye veya buzdolabına benzemesinden ötürü tahmin ederler. Okul öncesi, ilköğretim birinci ve ikinci sınıf öğrencileri bu düzeydedir (Van Hiele, 1986).

Fuys ve arkadaşları (1988), bu seviyenin belirleyici özelliklerini aşağıdaki gibi açıklamaktadırlar. Bu seviyedeki öğrenciler;

1. Bir şeklin bütün olarak görünüşüne göre şeklin örneklerini açıklar
 - a. Basit bir çizim veya diyagramda
 - b. Farklı konumlarda
 - c. Bir şekilde veya daha karmaşık şekillerde

2. Bir şekli inşa eder, çizer veya kopya eder.
3. Geometrik şekilleri adlandırıp sınıflandırır, standart veya standart olmayan adlar kullanır.
4. Bir bütün olarak şekilleri görünüşlerine göre karşılaştırır ve sınıflandırır.
5. Bir bütün olarak şekilleri sözel olarak tanımlar.
6. Özelliklerini kullanmadan sadece şekiller üzerinde çalışarak rutin problemleri çözer.
7. Bir şekli oluşturan parçaları belirler ancak,
 - a. Bir şekli bileşenleri açısından analiz edemez.
 - b. Bir sınıfa ait şekilleri tanımlamak amacıyla şekillerin özelliklerini düşünmez.
 - c. Şekillerle ilgili genellemeler yapmaz veya ilişkili kurmaz (Fuys ve ark., 1988).

Düzey 1 (Analiz): Van Hiele (1986)'ya göre bu seviyedeki öğrenciler, şekillerin parçaları ve özellikleri hakkında geneli kapsayan çıkarımlar yaparlar. Bir şekle ait gerekli özellikler bu seviyede anlaşılabilir. Bu özellikleri gözlemleyerek ölçüm yaparak, kesip katlayarak belirleyebilirler. Örneğin, bir karenin özelliklerini düşünebilirler (dört kenarlıdır, kenar uzunlukları eşittir, 4 tane dik açısı vardır, köşegen uzunlukları birbirine eşittir, köşegenleri birbirini dik olarak ortalar, karşılıklı kenarları birbirine paraleldir). Karenin, dikdörtgenin, paralelkenarın bütün özelliklerini söyleyebilirler; fakat kare, dikdörtgen ve paralelkenar arasındaki ilişkileri (örneğin; dikdörtgenlerin paralelkenarların bir alt sınıfı, karelerin de dikdörtgenlerin bir alt sınıfı olmasını) belirleyemezler (Van Hiele, 1986).

Fuys ve arkadaşları (1988), bu seviyenin belirleyici özelliklerini aşağıdaki gibi açıklamaktadırlar. Bu seviyedeki öğrenciler;

1. Şekillerin bileşenleri arasındaki ilişkileri belirler ve test eder
2. Şeklin bileşenleri ve ilişkiler için uygun ifadeleri hatırlayarak kullanır
3. a. İki şekli bileşenleri arasındaki ilişkiye göre karşılaştırır
 - b. Şekilleri belirli özelliklerini dikkate alarak farklı yollarla sınıflandırır
4. a. Bir şeklin özelliklerini içeren sözel tanımını yapar ve şekli inşa etmek için bu tanımları kullanır
 - b. Kurallara ilişkin sözel yada sembolik ifadeleri yorumlar ve uygular
5. Deneyerek belirli şekillerin özelliklerini keşfeder ve özellikleri o sınıftaki şekiller için geneller
 - a. Bir sınıfa ait şekilleri özellikleri cinsinden tanımlar
 - b. Verilen özellikleri inceleyerek şeklin ne olduğunu anlatır

7. Bir sınıfa şekilleri betimlemek için kullanılan özellikleri belirler, özelliklerine göre karşılaştırmak için bunu diğer şekil sınıflarına da uygular

8. Alışılmadık bir grup şeklin özelliklerini keşfeder

9. Şekillerin bilinen özelliklerini kullanarak geometri problemlerini çözer

10. Şekillerin özellikleri ile ilgili genellemeleri formüle eder, kullanır (öğretmen rehberliğinde veya bireysel) ve bunları gerçekleştirirken uygun ifadeleri kullanır, ancak,

a. Bir şeklin belirli özellikleri arasındaki ilişkileri açıklayamaz

b. Formal tanımları formülleştirip kullanamaz

c. Verilen kontrol listesindeki özelliklere göre örnekleri kontrol etmek dışında alt sınıflara ait ilişkileri açıklayamaz

d. Deneyerek keşfedilen genellemeler için mantıksal bir açıklamaya veya ispata gerek duymaz ve buna uygun dili kullanmaz (çünkü, ... ise o zaman gibi) (Fuys ve ark., 1988).

Düzey 2 (Düzenleme - Formal olmayan tümdengelim): Van Hiele (1986)'ya göre bu düzeydeki öğrenciler şekillerin ve sınıfların özellikleri arasında ilişki kurabilir. Kavramalara ait özellikleri mantıksal olarak sıralar, soyut tanımlar oluşturur, bir kavramın belirlenmesi için gerekli vey yeterli özellikleri ayırt eder. Özellikler arasındaki ilişkiler görülür, sıralamalar oluşturulur ve tanımlar anlaşılır. Örneğin, bütün açıları dik açı olan bir çokgenin dikdörtgen olduğunu ve karenin de bir dikdörtgen olduğunu anlar. Bununla birlikte her dikdörtgenin bir kare olmayacağını farkederek. Bu düzeydeki öğrenciler bir ispatı izleyebilirler fakat kendileri ispat yapamayabilirler (Van Hiele, 1986).

Fuys ve arkadaşları (1988), bu seviyenin belirleyici özelliklerini aşağıdaki gibi açıklamaktadırlar. Bu seviyedeki öğrenciler;

1. Bir sınıfa ait şekilleri betimlemek için farklı özellikleri belirler ve bunların o sınıfı belirlemede yeterli olup olmadığını test eder

a. Bir şekli betimlemek için gerekli olan minimum sayıdaki özellikleri belirler

b. Bir sınıfa ait şekiller için bir tanım formüle eder ve kullanır

2. Formal olmayan kanıtlar verir (katlanmış şekilleri keserek, grafikler kullanarak)

a. Verilen bilgilerden bir sonuç çıkararak, mantıksal ilişkilendirmeler yaparak sonucun doğruluğunu savunur

b. Şekil sınıflarını düzenler

- c. İki özelliği düzenler
- d. Tümdengelimle yeni özellikler bulur
- e. Şekle ait birkaç özelliği birbirine bağlar
- 3. Formal olmayan tümdengelimli akıl yürütme yapar
 - a. Tümdengelimli bir düşünce takip eder
 - b. Tümdengelimli düşüncenin özetini ya da varyasyonlarını verir
 - c. Kendine ait tümdengelimli düşüncelerini açıklar
- 4. Bir şeyi ispatlamak için birden fazla açıklama verir ve soyağacı kullanarak bu açıklamaların doğruluğunu kanıtlar
- 5. İnfomal olarak bir ifade ile onun karşıt ifadesinin farklarını anlar
- 6. Problemleri çözebilmek için akıl yürütme gerçekleştirir, stratejiler bulur ve kullanır
- 7. Tümdengelimli akıl yürütmenin farkına varır ve problemlere tümdengelimli bir şekilde yaklaşır, ancak
 - a. Aksiyonel anlamda tümdengelimlin anlamını algılayamaz (tanımlara ve temel varsayımlara gerek duymaz)
 - b. Formal olarak bir ifade ve ifadenin karşıtını ayırt edemez
 - c. Teoremler arasında ilişki kuramaz (Fuys ve ark., 1988).

Düzey 3 (Sonuç Çıkarma-Tümevarım): Bu seviyedeki düşünce çıkarım yapmayla ilişkili olduğu için, Van Hiele (1986) bu seviyeyi matematiğin özü olarak görmektedir. Bu seviyedeki öğrenciler ispatları mantıksal olarak organize eder ve bulurlar. Teoremlerin ispatlarını yapar; aksiyom ve tanımların rolünü, gerek ve yeter şartların anlamını anlarlar. İspat ezberlenerek hatırlanmaktan ziyade yapılandırıldığı için unutulmaz ve tekrar yapılandırılabilir. Bu seviyedeki öğrenciler, formal olmayan tartışmalar yapabilir; tümevarım yoluyla akıl yürütme süreçlerini başarabilirler ve bu sistem içinde kendileri ispat yapabilirler. Aynı teoremlerle ilgili farklı iki mantıksal akıl yürütmeyi birbirinden ayırt edebilirler.

Fuys ve arkadaşları (1988), bu seviyenin belirleyici özelliklerini aşağıdaki gibi açıklamaktadırlar. Bu seviyedeki öğrenciler;

1. Tanımlanmamış terimler, tanımlar ve temel varsayımların gerekliliğinin farkındadırlar (örneğin önermeler)
2. Formal bir tanımın özelliklerinin (örneğin gerek ve yeter şartlar) ve tanımların eşitliğini fark ederler

3. Düzey 2’de informal olarak açıklanmış ilişkileri aksiyomatik bir bağlamda ispatlar

4. Teorem ve teorem ile ilgili açıklamalar arasındaki ilişkileri ispatlar (örneğin konvers, invers)

5. Teorem ağları arasındaki karşılıklı ilişkileri kurar.

6. Teoremlerin farklı ispatlarını karşılaştırır ve kıyaslar

7. Başlangıçtaki tanımın veya postülatın değiştirilmesinin etkilerini mantıklı bir dizi halinde inceler

8. Bir çok farklı teoremi birleştiren genel bir prensip ortaya koyar

9. Düşüncelerini desteklemek için bir model kullanarak basit aksiyom serilerinden ispatlar oluşturur

10. Formal tümdengelim akıl yürütmesini gerçekleştirir fakat aksiyomatikleri kendi içinde incelemeyi ya da aksiyomatik sistemleri karşılaştırmaz (Fuys ve ark., 1988).

Düzey 4 (İlişkileri Görebilme ve Kesinlik): Van Hiele (1986)’ya göre bu düzeydeki öğrenciler farklı aksiyomları temel alan farklı geometrileri karşılaştırabilir ve somut modeller olmadan bu geometriler üzerinde çalışabilirler. Farklı aksiyomatik sistemlerdeki teoremleri ortaya koyabilirler. Bu düzeydeki öğrenciler farklı aksiyomatik sistemlerin farklılıklarını ve aralarındaki ilişkileri fark edebilirler. Bu sistemleri çalışılacak birer alan olarak görebilirler.

Fuys ve arkadaşları (1988), bu seviyenin belirleyici özelliklerini aşağıdaki gibi açıklamaktadırlar. Bu seviyedeki öğrenciler;

1. Farklı aksiyomatik sistemlerdeki teoremleri dikkatle oluşturur (örneğin Hilbert’in geometri temellerine yaklaşımı)

2. Aksiyomatik sistemleri karşılaştırır (örneğin Öklit ve Öklit – olmayan geometriler); aksiyomlardaki değişikliklerin sonuçta ortaya çıkan geometriyi nasıl etkilediğini kendiliğinden keşfeder

3. Bir dizi aksiyomun tutarlılığını, aksiyomun bağımsızlığını ve farklı aksiyom kümelerinin eşitliliğini belirler; bir geometri için aksiyomatik bir sistem oluşturur

4. Problem sınıflarını çözebilmek için genelleştirilmiş metodlar türetir

5. Matematiksel bir teoremin/prensibin uygulanabileceği en geniş içeriği araştırır

6. Mantıksal çıkarımlara yeni anlayışlar ve yaklaşımlar geliştirmek için mantık konusunda derinlemesine araştırma yapar.

2.2.2. Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri İle İlgili Yapılan Araştırmalar

Usiskin (1982), öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerini belirlemek için geliştirdiği çoktan seçmeli testi 10. sınıfta öğrenim görmekte olan 2900 öğrenciye uygulamıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular, katılımcı öğrencilerin büyük çoğunluğunun geometrik düşünme düzeylerinin 0. ve 1. düzeyde olduğunu göstermektedir. Araştırmacı, öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerinin sınıf seviyesine göre olması gerekenden daha düşük olduğunu, bu öğrencilerin yüksek okul geometrisine hazır olmadıklarını belirtmiştir.

Senk (1983) yaptığı çalışmada Usiskin (1982) tarafından elde edilen veriler üzerinde çalışarak öğrencilerin geometrik düşünme düzeyleri ile ispat yapabilme becerileri arasında bir ilişkinin var olup olmadığını araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ile ispat yapabilme becerileri arasında anlamlı bir ilişkiyi ortaya koymaktadır.

Stover (1990) çalışmasında, 104 ortaöğretim öğrencisi ile çalışmıştır. Öğrencilerin geometri dersinde ispat yapabilme becerilerini ölçmek amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan bir test ve geometrik düşünme düzeyleri için Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri testi kullanılmıştır. Sonuçlar ispat başarısı ile Van Hiele düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Duatepe (2000), matematik öğretmen adaylarının Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri üzerine bir çalışma yapmış ve bu amaçla Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testini kullanmıştır. Araştırma sonuçları öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyi test puanlarının düşük olduğunu göstermektedir.

Mayberry (1981) gerçekleştirdiği araştırma kapsamında, sınıf öğretmeni adaylarının Van Hiele geometrik düşünme düzeylerini araştırmıştır. Bulgular, sınıf öğretmeni adaylarının Van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin oldukça düşük olduğu ortaya koymaktadır.

Saads ve Davis (1997) tarafından yapılan bir araştırmada ise öğretmen adaylarının Van Hiele düzeyleri ve uzamsal yetenekleri incelenmiştir. Sonuçlar, katılımcıların geometrik şekillerle ilgili tanımlamalarının geometrik düşünme düzeyleriyle ilişkili olduğunu, geometrik düşünmenin gelişiminde matematiksel dilin ve uzamsal becerilerin etkili olduğunu göstermektedir.

De Villiers (1996) yaptığı çalışmada öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerindeki eksikliği ortaya koymuştur. Öğrencilerin geometri başarılarının artırılması için öncelikli olarak öğretmen eğitime önem verilmesinin, bu amaçla hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitim programlarının radikal değişikliklerle yeniden düzenlenmesinin gerektiğini ifade etmiştir. Öğretmen eğitiminin çağdaş bir geometri öğretimi için yeterli ve etkin bir şekilde verilmesinin gerekliliğini savunmaktadır.

Kılıç (2013) 10. sınıf öğrencileri ile geometri dersinde yaptığı çalışmada dinamik geometri yazılımının öğrencilerin geometrik düşüncelerine, geometri başarılarına ve geometrik ispatları yapma becerilerine etkisini araştırmıştır. Araştırma bulgularına dayanarak öğrencilerin geometrik düşüncelerinin ve geometrik ispatları yapabilme becerilerinin anlamlı artış gösterdiğini belirtmiştir.

Breen (2000) doktora tez çalışmasında bilgisayarla geometri öğretiminin, 8. sınıfta öğrenim gören 11 öğrencinin Van Hiele geometri anlama düzeylerine ve geometri kavramlarını anlama başarılarına etkisini araştırmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerin geometri anlama düzeylerini belirlemek amacıyla Van Hiele Geometri Testi, geometri kavramlarını anlama başarılarını ölçmek amacıyla geometri kavram testi kullanılmıştır. Araştırma bulguları bilgisayarla geometri öğretiminin, öğrencilerin Van Hiele geometri anlama düzeylerini arttırdığını ve geometri kavramlarını anlamada olumlu etki sağladığını göstermektedir.

Choi-Koh (1999), 7. sınıfta okuyan bir öğrenci ile yaptığı 21 saatlik dinamik matematik yazılımının kullanıldığı çalışma sonucunda öğrencinin Van Hiele geometrik düşünme düzeyinin ilerlediğini belirtmiştir.

Toluk ve arkadaşları (2002), görsel modellerle destekli geometri öğretiminin sınıf öğretmeni adaylarının geometri anlama düzeylerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışma sınıf öğretmenliği anabilim dalında okutulan Temel Matematik II dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar yaptıkları deneysel çalışmada 4 grup ile çalışmışlardır (1 grupta geleneksel öğretim yöntemi, diğer 3 grupta probleme dayalı ve görsel modellerle destekli öğretim yöntemi kullanılmıştır). Araştırma bulguları Van Hiele geometri düzeyleri anlama testi sonucunda deney gruplarının geometri anlama düzeylerinde anlamlı bir gelişme olduğunu göstermektedir. Ancak kontrol grubundaki öğretmen adaylarının Van Hiele geometri düzeylerinde bir gelişme gözlenmemiştir. Araştırmacılar gerçekleştirdikleri bu deneysel çalışma sonucunda problem merkezli ve

görsel modellerle destekli geometri öğretiminin sınıf öğretmeni adaylarının geometri anlama düzeylerini arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

2.3. Bilgisayar Destekli Öğrenme Ortamları ve Dinamik Geometri Yazılımları

Teknolojinin sağladığı yeni bakışlar, deneme, sına ve araştırmaya sağladığı kolaylıklar matematiğin öğretiminde yeni ufuklar açmıştır (Baki, 2001). Geometri öğretiminde teknolojinin fazla ilgi görmesinin nedenini Ubuz ve ark. (2009), bu tür yazılımların keşfetme yoluyla öğrenmeyi teşvik etmesine ve öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesine katkıda bulunmasına bağlamışlardır.

Baki (1996)'ya göre bilgisayarların matematik öğretimindeki önemi sadece hesaplama aracı olarak kullanılmasının ötesinde soyut matematiksel kavramları somutlaştırabilmesidir. Yazılımlar sayesinde ekrana taşınan matematiksel formüller, ilişkiler ve süreçler analitik anlamayı kolaylaştıran sembolik ve grafiksel geçişleri olanaklı hale getirmiştir. Bu sayede görselleşen matematiksel çözümler ve analizler kolaylaşmıştır (Baki, 1996).

Bilgisayar destekli öğrenme ortamları öğrencilerin düşünme becerilerinin gelişimine önemli katkılar sağlamaktadır. Öğretimde bilgisayar kullanımı, öğrencilerin varsayımda bulunup, test ederek genellemeler yapmasına imkan tanımaktadır. Bu süreçte öğrenci bir matematikçinin, matematiksel sonuçlara ulaşırken izlediği yolu izleyerek, özgün bir düşünme şekli geliştirmektedir (Karataş ve Güven, 2008).

Clements (2000), öğretimde bilgisayarların kullanımında 3 farklı alternatif olduğundan bahsetmektedir: ödül amaçlı bilgisayarla oyun oynatmak, alıştırma veya örnek çözme durumlarını bilgisayarda gerçekleştirmek, problem-çözmeye yönelik yazılımları kullanarak üst düzey beceriler gerektiren durumlar ile uğraşmak. Bunlardan birinci uygulamanın eğitimsel değeri olmadığını, ikinci durumun eğitsel içeriğinin olabilirliğini ve üçüncü durumun ise çok daha iddialı eğitsel boyutunun olduğunu vurgulamaktadır.

Bilgisayar destekli matematik öğrenme denildiğinde, öğrenme ortamlarına önemli katkı sağlayan iki tür yazılım karşımıza çıkmaktadır; bilgisayar cebir sistemleri (BCS) ve dinamik geometri yazılımları (DGY). Davenport ve ark. (1993), BCS'yi "matematiksel nesnelerin gösteriminde kullanılan sembolleri kullanarak işlem yapma" olarak tanımlamaktadırlar. Burada sembol ifadesinin karşılığı tamsayılar, reel sayılar

gibi sayıları; fonksiyonlar, polinomlar gibi matematiksel nesneleri; grup, halka, cisim gibi soyut cebirsel nesneleri gösteren semboller olabilmektedir. Maple, Derive türü yazılımlar BCS'lere örnek olarak verilebilir. BCS'ler kullanılarak bir fonksiyona ait grafik çizilebilmekte ancak daha sonra bu grafik üzerinde herhangi bir değişiklik yapılması mümkün olmamaktadır. Öğrenci grafik üzerinde yapılan bir değişikliğin (örneğin grafiğin yönünün değiştirilmesi), fonksiyona ait cebirsel ifadeyi ne yönde etkilediğini; dolayısıyla grafik ile cebirsel ifade arasındaki ilişkileri test etme imkanına sahip olamamaktadır.

Dinamik geometri yazılımları ise noktalar, doğrular, daireler gibi geometrik şekiller arasındaki ilişkiler üzerine odaklanır (Hohenwarter ve Jones, 2007). Dinamik geometri yazılımı (DGY) ile Geogebra, Geometers Sketchpad, Cinderella, Wingeo, Cabri Geometri gibi geometrik uygulamalar için özel olarak geliştirilmiş yazılımlar kastedilmektedir (Güven ve Karataş, 2003). DGY'ler hazır bilgi ve konu içermemektedirler. Öğretmenler bu teknolojik imkanlardan yararlanarak sınıflarında daha kaliteli geometri problem durumları oluşturabilirler (Baki, 2001). Bu yazılımların sürüklemeye özelliği sayesinde bilgisayar ekranında geometrik şekiller rahatlıkla oluşturulabilmekte ve oluşturulan geometrik şekiller ekranda hareket ettirilebilmektedir. Öğrenci; öteleme, yer değiştirme, genişletme, daraltma, döndürme, yansıtma gibi işlemleri dinamik bir ortamda gerçekleştirebilmektedir. Bir fonksiyona ait grafik üzerinde yapılabilecek değişiklikler sayesinde grafik ile cebirsel ifade arasındaki ilişkilerin gözlemlenmesi ve test edilmesi mümkün olabilmektedir. Bu sayede öğretimde DGY kullanılarak Clements (2000)'in belirttiği üst düzey becerilerin gelişimine katkı sağlayan ortamlar oluşturulabilmektedir.

Goldenberg ve Couco (1998) öğretim ortamlarında DGY'lerin kullanılmasının önemini *“öğrencilerin kendi görsel gösterimleri üzerinde anlık değişimler yapabilmesi, öğrencilerin düşüncelerine dinamik bir boyut eklemektedir, öyle ki bu boyutun öğrencilerin düşüncesi üzerindeki gücü tartışılmazdır.”* ifadesi ile açıklamaktadır.

Güven ve Karataş (2009), DGY'nin en önemli özelliklerinden birisinin, öğrencilerin geometri içerisinde araştırmalar yapmasına imkan sağlaması olduğunu belirtmektedir. Araştırma tabanlı geometri olarak adlandırdıkları bu yeni durum içerisinde öğrencilerin matematikselleştirme süreciyle tanıştıklarını ifade etmektedirler. Matematikselleştirme sürecini ise deneme, tahmin ve açıklama (ispat) adımlarından oluşan bir süreç olarak tanımlamaktadırlar. Deneme basamağı, geometrik şekillerin oluşturulması ve incelenmesi, bunlarla ilgili çeşitli ölçümlerin yapılması, sürüklemeye

yaparak özel durumların incelenmesini içerir. Tahmin basamağında, sürüklemeler sonucu oluşan değişiklikler ve yapılan ölçümler sayesinde oluşturulmuş şekillerin farklı özellikleri arasındaki ilişkiyle ilgili tahminler yapılır. Açıklama (ispat) basamağında ise öğrenciler bir ispat bulmak ve ellerindeki sonucun doğruluğunu ispatlamak için uğraşırlar. Araştırmacılar, DGY'nin tümevarımsal bu özelliği sayesinde öğrencilerin Öklidyen geometriyi keşfederek öğrenebileceklerini belirtmektedirler.

Wiest(2000)'e göre matematik eğitiminde bilgisayar teknolojisinin kullanılması akıl yürütme, hipotez kurma ve genellemeler yapma gibi üst düzey bilişsel becerilerin gelişimine katkı sağlar.

Baki (2001)'e göre DGY kullanılan öğretim ortamlarında öğrenciler şekle ait bir takım özellikleri yazılımın dinamik özelliklerinden yararlanarak değiştirebilirler. Birtakım özellikler değişse de değişmeyen matematiksel ilişkileri keşfederler. Bu keşif varsayımında bulunmaya olanak sağlar. Öğrenci varsayımını dinamik ortamda birçok örneklerle destekleyebilir veya reddedebilir (Baki, 2001).

2.3.1. Dinamik Matematik Yazılımı

GeoGebra noktalar, doğrular, doğru parçaları gibi matematiksel kavramlar üzerinde çalıştığı için bir yönüyle DGS'nin özelliklerini; noktaların, koordinatların, fonksiyonların direkt olarak girilebilmesi, cebirsel olarak tanımlanabilmesi yönüyle de BCS'nin özelliklerini birarada bulundurmaktadır. Bu nedenle Hohenwarter ve Jones (2007), geogebbranın geometri ve cebir arasındaki ilişkiyi kurmakta önemli bir değere sahip olduğunu belirtmektedirler.

GeoGebra yazılımında; grafik penceresinde oluşturulan nesnelerin cebirsel ifadeleri aynı zamanda cebir penceresinde görülebilmekte ve grafik penceresi ile cebir penceresinde yapılan değişiklikler birbirini eş zamanlı olarak etkilemektedirler.

GeoGebra; cebir, çizim tahtası ve hesap çizelgesi görünümü pencereleri ile matematiksel semboller, grafik ve bu değerlerin tabloya aktarımını dinamik bir süreçte gerçekleştirerek temsiller arasında hızlı geçişler sağlamakta ve bu özelliği ile diğer dinamik geometri yazılımları ve bilgisayar cebiri sistemlerinden ayrılmaktadır (Aktümen ve ark., 2009). Matematik öğretiminde çoklu temsillerin kullanılması öğrencilerin bu temsiller arasındaki bağlantıları kurabilme becerilerini arttırmaktadır (Özmantar ve ark, 2008).

GeoGebra yazılımı DGY ve BCS özelliklerini birleştiren özellikleri ile programın yazarı Markus Hohenwarter tarafından bir Dinamik Matematik Yazılımı (DMY) olarak adlandırılmıştır.

2.3.2 Dinamik Geometri Yazılımları ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Cha ve Noss (2001) yaptıkları çalışmada 15 yaşındaki öğrencilerle çalışmışlardır. Öğrencilerin elips ve Apollonius çemberini oluşturma süreçlerinde Cabri yazılımının özelliklerinden yararlanmalarını gözlemlemişlerdir. Araştırma bulguları, öğrencilerin geometrik sezgilerinde ve bir geometrik yapıya bütüncül bakışlarında ilerleme olduğunu; öğrencilerin geometrik yapıları oluşturabildiğini göstermektedir.

Real ve Leung (2006), yaptıkları araştırma sonucunda öğrencilerin geometri problemlerini DGY'lerin geometrik yer özelliği sayesinde kolaylıkla yapılandırıp çözebildiklerini bildirmişlerdir.

Mohr (2008) yaptığı nitel çalışmada ilköğretim öğretmen adaylarının geometri dersindeki değişken kavramı ile ilgili algılamalarını incelemiştir. Bu amaçla LOGO programı kullanılarak etkinlikler tasarlanmıştır. Çalışmanın bulguları öğretmen adaylarının değişken kavramını anlamalarında ve değişken kavramına yönelik tutumlarında LOGO ile tasarlanan etkinliklerin olumlu etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Güven ve Karataş (2009b) matematik öğretmen adaylarının geometri dersinde DGY kullandıklarında küre geometrisi ile ilgili tahminlerini ve bu tahminlerin ispat yapma sürecini nasıl etkilediğini incelemişlerdir. 36 öğretmen adayıyla yapılan bu çalışmada YÖK'ün lisans geometri içeriği dikkate alınmıştır. Araştırmacılar, öğrencileri sürece alıştırmak için 9 hafta CABRİ ile Öklidyen geometri öğrettikten sonra 5 hafta Easel programı kullanarak küresel geometri öğretimi gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacıların sadece matematiksel süreçte rehberlik yaptığı çalışmada öğretmen adayları Easel programı yardımıyla uygulamalar yaparak formal matematiksel bilgiyi oluşturmuşlardır. Yapılan nitel çalışmada veriler gözlem yoluyla toplanmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin çalışma kağıtları incelenmiştir. Araştırmacılar bulgulara dayanarak, Easel programı sayesinde geometri sınıfının öğrencilerin ilişkileri keşfedip, tahminler yaptığı bir laboratuvara dönüştüğünü belirtmektedirler. Bu nedenle DGY'nin güçlü bir öğrenme aracı olduğunu vurgulamaktadırlar.

Hazzan ve Goldenberg (1997), araştırmaları sonucunda dinamik geometri yazılımlarının öğrencilere, kağıt-kalem çalışmalarına göre daha fazla soyut yapılar üzerinde yoğunlaşma fırsatı verdiğini belirtmişlerdir.

Frerking (1994), ortaokul öğrencileri üzerinde yaptığı çalışmada dinamik yazılımlar kullanılarak tasarlanan geometri derslerinde öğrencilerin tahmin etme, ispat yapma ve geometrik düşünme becerilerini incelemiştir. Araştırma sonuçları dinamik yazılımlar kullanılarak tasarlanan öğrenme ortamlarının öğrenme üzerindeki olumlu etkilerini göstermekle beraber, öğrencilerin geometri başarılarının Van Hiele düzeylerindeki artış ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Lavy and Shriki (2010) DGY kullanarak matematik öğretmeni adaylarının matematiksel bilgisinin geometri problemlerini kurma sürecindeki değişimini incelemişlerdir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının geometrik kavramlar ve şekiller hakkındaki bilgilerinin arttığını belirlemişlerdir.

Yousef (1997) bilgisayar teknolojilerinin öğrencilerin test etme, keşfetme, varsayımda bulunma ve yaratıcı düşüncelerine imkan tanıyarak onların bilişsel gelişimine katkı sağladığına vurgu yapmıştır.

Wertheimer (1990) yaptığı çalışma sonucunda teknolojinin öğrencileri inceleme, varsayımda bulunma, keşfetme ve genellemeler yapma konusunda motive edici olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin geometri konusundaki kavramsal algıları artmıştır.

Healy ve Hoyles (2001)'in dinamik geometri yazılımları ile gerçekleştirdiği çalışmada araştırmaya katılan öğrenciler dinamik geometri yazılımının görselliği artırdığını ve hesaplamalarda kolaylık sağladığını belirtmişlerdir.

Gurevich (2012) dinamik geometri yazılımlarının sürüklemeye özelliği sayesinde öğrencilerin deneyerek keşfetmesine fırsat tanınacağı sonucuna ulaşmıştır.

Lin (2008) öğretmen adaylarının matematik sınıflarında teknoloji kullanımına yönelik inançları üzerine yaptığı çalışmada öğretmen adayları geometri öğretimine yönelik yazılımların kullanılmasının görselliği artırdığını ve bu sayede kavramların somutlaşmasına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Matematik öğretirken teknoloji kullanma konusunda daha rahat hissedeceklerini ve matematik derslerinde teknolojiden yararlanarak öğretimi gerçekleştireceklerini ifade etmişlerdir (Lin, 2008).

Assaf (1986) 8. sınıf öğrencilerinin geometrik anlama düzeyleri, geometri bilgileri ve geometriye yönelik tutumları üzerine, geometri öğretiminde Logo yazılımı kullanımının etkilerini incelemiştir. 4 hafta süren çalışma sonuçları Logo yazılımı kullanılarak geometri öğretiminin öğrencilerin kendine olan güvenlerini ve

motivasyonlarını olumlu yönde etkilendiğini, geometrik anlama düzeylerinin de anlamlı şekilde artış gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Scally (1991) de gerçekleştirdiği benzer bir çalışmada geometri öğretiminde Logo yazılımı kullanılmasının geometrik anlama düzeylerine etkisini araştırmıştır. 16 hafta süren çalışma kapsamında veriler klinik mülakat yardımıyla elde edilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular Logo yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen geometri öğretimi sonucunda öğrencilerin geometrik anlama düzeylerinin arttığını göstermektedir.

Baki ve ark. (2007) bilgisayar destekli materyal kullanılarak tasarlanan ilköğretim 6. sınıf matematik dersinin öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarına etkisini incelemişlerdir. Veriler matematik tutum ölçeği ile toplanmıştır. Araştırma bulguları bilgisayar destekli materyal kullanımının öğrencilerin matematik tutumlarına olumlu etkisi olduğunu göstermektedir. Araştırmacılar çalışmanın bulgularından yola çıkarak şu önerilerde bulunmuşlardır;

- Okullarda okutulan matematik öğrenci çalışma kitaplarına ek olarak öğrenciler için bilgisayar destekli materyaller hazırlanarak öğrencilerin matematiğe olumlu tutum geliştirmeleri için uygulamalar yapılmalıdır.
- Bu çalışmada sadece ilköğretim 6. sınıf matematik programının iki öğrenme alanına yönelik bilgisayar destekli materyaller geliştirilmiştir. Bu kapsam diğer öğrenme alanları ve farklı seviyedeki öğrenciler içinde yapılmalıdır.
- Matematik öğretmenlerinin bilgisayar destekli uygulamaları yapabilmeleri için gerekli bilgi ve becerilerin kazandırılacağı hizmet içi kurslar düzenlenmelidir.

Baki ve Özpınar (2008)'de yaptıkları bir çalışmada, geometri öğretiminde dinamik bir yazılım olan Logo'nun öğrencilerin tutumu ve akademik başarılarına etkisini araştırmışlardır. Araştırma kapsamında bilgisayar destekli matematik öğrenme ortamı ile geleneksel matematik öğrenme ortamları öğrenci tutumu ve başarıları açısından karşılaştırılmıştır. Logo yazılımı ile geliştirilen öğretim materyali bir ilköğretim okulunun 6. sınıfında okumakta olan 33 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulama süreci 4 ders saatinden oluşmaktadır. Kontrol grubunda olan öğrencilerle ise geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak içerik işlenmiştir. Öğrenci görüşleri yarı yapılandırılmış mülakatlar aracılığıyla belirlenmiştir. Araştırma bulguları bilgisayar destekli matematik

öğrenme ortamındaki öğrencilerin başarılarında ve matematiğe yönelik tutumlarında gelişme olduğunu göstermektedir.

Baki ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada Archimedes ve Brahmagupta'nın önemli keşiflerinin Dinamik Geometri Yazılımı (DGY) Cabri ile öğrenciler tarafından nasıl yeniden keşfedilebildiği ortaya konmaktadır. Çalışmanın örneklemini 10 matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Seçilen bu örnekleme 3 hafta süre ile toplam 10 saat Cabri Geometri yazılımının teknik özellikleri tanıtıldıktan sonra etkinliklere geçilmiştir. Öğrencilerin etkinlikler üzerinde çalışması sırasında sınıf içi gözlemler yapılarak öğrenme ürünleri ile ilgili nitel veriler elde edilmiştir. Bulgular, bilgisayarın öğrenciye matematikçi gibi davranma fırsatı vererek işlevsel öğrenme deneyimi kazandırabileceğini göstermektedir. Araştırmacılar bulgulardan hareketle öğretmenlerin dinamik geometri yazılımlarını sadece lise ve üniversitelerde, ileri derece de matematik gerektiren konuların öğretimi sırasında değil, daha ilköğretim çağlarında geometrik kavramların buluş yoluyla öğretimi için kullanabileceğini belirtmektedirler. Bu şekildeki öğrenmeler de daha kalıcı, işlevsel ve diğer alanlara transfer edilebilir olacaktır.

2.4. Matematik Öğretiminde NCTM Standartları

Amerikan Matematik Öğretmenleri Birliği (NCTM), 1989 yılında yayımladığı “Curriculum and Evaluation standards for School Mathematics” adlı kitapla matematik eğitimi standartlarını belirleyerek matematik eğitiminde önemli bir rol üstlenmiştir. Matematik öğretmenlerini temsil eden bu organizasyon, öğrencilerle, okul yöneticileriyle, ailelerle ve birçok akademisyenle matematik eğitiminin kalitesini arttırmak için işbirliği yapmaktadır. NCTM amacını yeni yüzyıla farklı bir matematik anlayışı ile ışık tutmak olarak belirtirken bu amacın gerçekleşmesi için öğrenmenin anlamlı olması ve öğrenme ortamının teknoloji ile donatılması gerektiğine vurgu yapmaktadır. NCTM belirlediği standartlar ile öğrencilerin okullardaki matematik eğitimini geliştirmek için öğretmenlere birer kılavuz sunmaktadır.

NCTM (2000)'ye göre teknoloji, matematiğin öğretilmesi için önemlidir, okullarda öğretilen matematiği ve öğrencilerin öğrenmesini geliştirir. Öğrencilerin soyut matematiği kavramaları teknoloji ile daha kolay hale gelir. Geometride dinamik geometri yazılımları gibi teknolojik araçlar kullanarak, öğrenciler temel kavramları

öğrenebilir, varsayımları araştırabilir, birçok örnek üretebilir ve geometrik şekillerin özelliklerini keşfedebilirler. Ancak NCTM (2000), CMBS (2001) ve ISTE (2008) öğretmenlerin teknoloji entegrasyonunda önemli bir role sahip olduklarını; teknolojinin matematik sınıflarında kullanılma etkililiğinin matematik öğretmenlerinin bilgileri ve teknolojik becerileri ile doğrudan ilişkili olduğunu savunmaktadır. Öğretmenlerin bu önemli rollerinden dolayı süregelen teknolojik gelişmelere ayak uydurmasının gerekliliğine vurgu yapılmaktadır.

NCTM matematik eğitiminde uluslararası düzeyde kabul gören, belirlediği prensip ve standartlar birçok önemli matematik eğitimi araştırmasına referans teşkil eden bir merkezdir. NCTM'nin 2000 yılında belirlediği süreç standartları okul matematiği için gerekli olan becerileri içermektedir. Süreç standartları şunlardır:

- Problem çözme
- Akıl yürütme- ispat
- İletişim
- İlişkilendirme
- Gösterim (Çoklu Temsiller ve Gösterim)

2.4.1. Matematik Öğretmeni Yeterlikleri

NCTM (2000) tarafından belirlenen matematik öğretimi standartlarının gerçekleştirilebilmesi için matematik öğretmenlerinin sahip olması gereken bir takım yeterlikler bulunmaktadır. Alaçacı ve ark. (2008), Milli Eğitim Bakanlığı Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü için hazırladıkları özel alan yeterlikleri 1. dönem raporunda NCTM'nin matematik öğretmenleri için süreç yeterliklerini aşağıdaki başlıklar altında toplamışlardır;

- Matematiksel problem çözme bilgisi
- Akıl yürütme ve ispat bilgisi
- Matematiksel iletişim bilgisi
- Matematiksel ilişkiler bilgisi
- Matematiksel gösterim (modelleme) bilgisi
- Teknoloji bilgisi
- Eğilimler

Aynı çalışmada süreç yeterliklerinin alt yeterliklerini ise aşağıdaki gibi belirtmişlerdir;

- Matematiksel problem çözmeye önem verir
- Derslerde matematiksel problem çözmeyi öğretir
- Matematiksel akıl yürütmeye ve ispata önem verir
- Derslerde matematiksel akıl yürütme ve ispatı öğretir
- Matematiksel düşüncelerin görsel, sözel ve yazılı (sembol ve kavramlarla) ifade edilmesine önem verir
- Matematiksel düşüncelerin görsel, sözel ve yazılı (sembol ve kavramlarla) ifade edilmesini öğretir
- Matematiğin gerçek hayatla ilişkilendirilmesine önem verir
- Derslerde matematiği gerçek hayatla ilişkilendirerek öğretir
- Matematiğin diğer bilim dalları ile (Örneğin, fizik, kimya, biyoloji, mühendislik, tarih, coğrafya, sanat vb.) ilişkilendirilmesine önem verir
- Matematiğin diğer bilim dalları ile (Örneğin, fizik, kimya, biyoloji, mühendislik, tarih, coğrafya, sanat vb.) ilişkilerini bilir ve derslerde vurgular
- Matematiksel kavramları farklı şekil ve yöntemlerle gösterir (Örneğin, cebirsel ifade, grafik, tablo, yazılı ve sözel)

Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2013)'nın, orta öğretim matematik dersi öğretim programında belirttiği yeterlik ve beceriler ise şunlardır:

- Matematiksel modelleme ve problem çözme
- Matematiksel süreç becerileri (matematiksel dili ve terminolojiyi doğru ve etkin kullanma (matematiksel iletişim), matematiksel akıl yürütme ve ispat yapma, matematiğin kendi içindeki konular/kavramlar ve başka alanlarla ilişkilendirme)
- Matematiğe ve öğrenimine değer verme
- Psikomotor becerilerde gelişim sağlama
- Bilgi ve iletişim teknolojilerini (BİT) yerinde ve etkin kullanma

Öğretmenlerin hizmet öncesi eğitiminde temel bir görevi bulunan eğitim fakültelerinde öğretim programlarının içeriklerinin, öğretmen adaylarının MEB (2008) tarafından belirlenen ve dünya standartlarını yansıtan bu yeterliklere sahip olarak mezun olmalarına olanak sağlayacak şekilde düzenlenmesi bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır. Gerek hizmet öncesi gerekse hizmet içi eğitim süreçlerinde öğretmenlerin

bahsi geçen yeterlikleri kazanmasına yönelik çalışmalar matematik eğitimin kalitesini artırarak öğrenci başarısında ilerlemeye yol açabilecektir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırma deseni, araştırmanın örnekleme ve katılımcıları, araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve veri analizleriyle ilgili açıklamalar yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Deseni

Bu çalışmada araştırma sorularından bazılarına cevap aramak amacıyla nicel verilerden yararlanılırken, öğrencilerin kazanımlara ulaşma düzeylerinin dinamik matematik ortamlarındaki gelişiminin derinlemesine incelenmesi amacıyla nitel verilerden de yararlanılmıştır. Bu araştırmanın deseni açıklayıcı karma yöntem olarak belirlenmiştir. Nicel verilerin elde edilmesi “tek grup ön-test son-test” yarı deneysel desene göre tasarlanmıştır. Bu desende seçkisiz olmayan örnekleme ile belirlenen bir grup deney grubu olarak kullanılır. Deneklerin bağımlı değişkene ilişkin ölçümleri uygulama öncesinde ön-test ve sonrasında son-test uygulaması ile aynı ölçme araçları kullanılarak elde edilir. Bu desende ön-test ve son-test uygulaması sayesinde değişimin ölçülmesine ve test edilmesine olanak tanınması desenin kullanılabilirliğini artırmaktadır (Büyüköztürk ve ark., 2011).

Deneysel desenlerde “kontrol grubu araştırmacının, uygulamasının daha etkili olup olmadığına yada etkileri arasında fark olup olmadığına karar vermesini kolaylaştırması açısından önemli bir yere sahiptir” (Büyüköztürk ve ark., 2011, s.195). Bu çalışma, dinamik matematik yazılımı kullanılan öğrenme ortamlarının farklı türden öğrenme ortamlarına kıyasla avantaj ve dezavantajlarını araştırmayı amaçlamamaktadır. Bu nedenle gerçek deneysel bir desen kullanılmamıştır.

Bununla birlikte bazı durumlarda bireylerin gruplara seçkisiz dağıtılması mümkün olamayabilir (Thistlethwaite ve Campbell, 1969). Bu durumda yarı deneysel yöntem kullanılmaktadır. Yarı deneysel desen; “*araştırmanın yapılacağı gruplara seçkisiz (rastgele) atamanın kullanılmadığı ancak deneysel bir yaklaşım içeren bir araştırma tasarımıdır*” (Campbell ve Stanley, 1963). Eğitim araştırmalarında çoğunlukla yarı deneysel yöntem kullanılmaktadır. Kaptan (1998), eğitim araştırmalarının okullarda yürütüldüğünü ve okullarda örneklem seçimiyle grupların oluşturulmasına yönetimin izin vermemesi veya başka nedenlerden dolayı deneysel çalışmaları gerçekleştirmenin zor olduğunu belirtmiştir.

Araştırmanın deneysel işlem sürecinde, 2011-2012 eğitim- öğretim yılı güz döneminde gerçekleştirilen dinamik matematik yazılımı (DMY) uygulamalarının öğretmen adaylarının başarılarına ve Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine etkisini incelemek amacıyla tek gruplu ön test – son test deseni kullanılmıştır. Araştırmanın deseni Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3: Araştırmada Kullanılan Deneysel Desen

İşlem Grup	Öntest 7-14 Ekim 2011	Uygulama 2-30 Aralık 2011	Sontest 3-10 Ocak 2012
Deneysel Grup	Çember Başarı Testi Ön-test Van Hiele Testi Ön-test	Dinamik Matematik Yazılımı ile Tasarlanan Öğretim	Çember Başarı Testi Son-test Van Hiele Testi Son-test
	n=18	n=18	n=18

Bu çalışmada bağımsız değişken çember kavramının öğretimi kapsamında DMY yardımıyla gerçekleştirilen uygulamalar, bağımlı değişkenler ise geometri başarısı ve Van Hiele geometrik düşünme düzeyleridir.

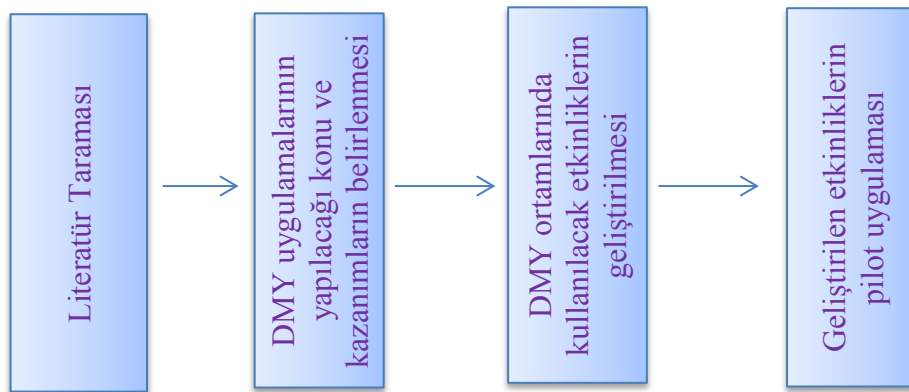
Öğretmen adayları DMY’yi hiç tecrübe etmemişken, dönem başında (7 Ekim 2011) Çember Başarı Testi (ÇBT), ön test olarak 18 öğretmen adayına uygulanmıştır. ÇBT’nin açık uçlu sorulardan oluşması ve cevaplanmasının zaman alması nedeniyle Van Hiele Geometrik düşünme düzeyleri testi (VHL) 1 hafta sonra (14 Ekim 2011) tarihinde ön test olarak 18 öğretmen adayına uygulanmıştır. GSK dersi kapsamında uygulamalar gerçekleştirildikten sonra dönem sonunda (10 Ocak 2012) ÇBT ve VHL testleri son test olarak 18 öğretmen adayına tekrar uygulanmıştır.

Araştırmada nitel verilerden de yararlanılmıştır. Araştırmanın veri setinin farklı veri kaynakları ile çeşitlendirilmesi, araştırmanın geçerliğini önemli ölçüde artırır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Fraenkel ve Wallen (2006) ilişkilerin, etkinliklerin, durumların ya da materyallerin niteliğinin incelendiği türdeki çalışmaları nitel araştırmalar olarak tanımlamaktadır (akt: Büyüköztürk ve ark, 2008; s.254). Bu araştırmanın nitel boyutunda, bir nitel araştırma modeli olan durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Merriam (1998)’e göre “*durum çalışması modeli bir durumun ve o durumun içerdiği anlamın derinlemesine anlaşılması için kullanılır. İlgili sonuçtan ziyade süreç, belirli bir değişkenden ziyade içerik, kesinleştirmeden ziyade esasa ilişkin incelemedir*” (s.19). Araştırmada durum çalışması türlerinden durum analizi kullanılmıştır. İncelenen “durum”lar,

1. Öğretmen adaylarının kazanımlara ulaşma düzeyleri olup betimsel analiz ile kazanımlar bazında ortaöğretim matematik öğretim programında belirtilen matematiksel süreç yeterliklerinden uyarlanan 4 temaya göre incelenmiştir. Araştırma verileri doküman incelemesi yöntemi ile toplanmıştır.
2. DMY kullanımı konusunda öğretmen adaylarının görüşlerinin belirlenmesi olup içerik analizi ile oluşturulan kodlardan hareketle belirlenen 10 temaya göre analiz edilmiştir. Araştırma verileri görüşme yöntemi ile toplanmıştır.

3.2. Araştırmanın Tasarlanma ve Gerçekleştirilme Süreci

Araştırmanın gerçekleştirilebilmesi için izlenen adımlar aşağıda belirtilmiştir. Şekil 1’de araştırmanın tasarlanma süreci ve Tablo 4’de ise araştırma takvimi gösterilmiştir.



Şekil 1: Araştırmanın tasarlanma süreci

3.2.1. Etkinliklerin Tasarlanma Süreci

Öğretim sürecinde kullanılacak etkinlik içeriklerinin belirlenmesinde YÖK'ün ilköğretim matematik öğretmenliği için belirlediği geometri ve geometride seçme konular ders içeriği dikkate alınmıştır. Daha önce lisans düzeyinde bu dersleri vermiş 2 uzmanın görüşlerine başvurularak uygulamanın “Çember” konusu kapsamında gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Bu bağlamda araştırmada kullanılmak amacıyla çember konusunun kapsadığı 9 kazanım YÖK'ün ders içerikleri ve uzman görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Belirlenen kazanımlar Ek-1’de verilmiştir.

Öğretmen adaylarının “Geometride Seçme Konular” dersi kapsamında çember konusuyla ilgili olarak ulaşmaları istenilen bu 9 kazanım belirlendikten sonra öğrenci merkezli yaklaşım ve NCTM (2000)’nin matematik öğretimi standartları esas alınarak etkinlikler hazırlanmıştır. Etkinliklerde öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımını kullanma süreçlerinde deneyimler, gözlemler ve çıkarımlar yaparak öğretim süreci içerisinde kendi bilişsel gelişimlerini gerçekleştirmelerine imkan tanınmaktadır. Bununla birlikte etkinlikler gerçek yaşam durumlarını geometri ile ilişkilendiren problemler içermektedir.

Her kazanıma yönelik olarak ayrı ayrı geliştirilen 9 etkinliğin her birinde öğretmen adaylarının verilen yönergeler ışığında gerçek hayat durumlarına ilişkin taslak modelleri inceleyip bu modellere uygun matematiksel inşaları yapmaları beklenmektedir. Yaptıkları inşaları yazılımın dinamik özelliklerinden yararlanarak sürekleyip gözlemlerini not etmeleri ve gözlemledikleri ilişkileri matematiksel olarak ifade edebilmeleri istenmektedir. Süreç sonunda ise etkinliğin hedeflediği kavramlara yönelik bir yargıya varmaları beklenmektedir. Etkinliklerin hazırlanması süreci danışman öğretim üyesinin görüşleri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında tasarlanan etkinlikler şu 4 süreci içermektedir: 1.Kazanıma Ulaşma Düzeyinin Geliştirilme Süreci, 2. Gözlemlene ve Keşfetme Süreci, 3. Mantıksal Süreç, 4. Ölçme-Değerlendirme (Kazanıma Ulaşma Düzeyinin Belirlenme Süreci)

Hazırlanan etkinlikler ilköğretim matematik öğretmenliği 4. sınıfında okumakta olan gönüllü 8 öğretmen adayı ile pilot olarak uygulanmıştır. Pilot uygulamaya katılan öğretmen adayları DMY’yi kullanma konusundaki yetersizliklerinden dolayı etkinliklerin uygulanma sürecinde sorun yaşamışlardır. Uygulamanın yapılacağı asıl grupta bu sorunla karşılaşmamak için araştırma grubundaki katılımcılara uygulamanın

başlamasından önce araştırmacı tarafından temel bilgisayar okur-yazarlığı ve DMY kullanımı konularında 5 hafta süren eğitim verilmiştir.

3.2.2. Etkinliklerin Uygulanma Süreci

Bu çalışmada ücretsiz olması, sunduğu cebir penceresinin matematiksel ilişkilendirmede önemli bir role sahip olması ve yaygınlaşma potansiyelinden dolayı GeoGebra programı dinamik matematik yazılımı olarak kullanılmıştır. Araştırma grubunda etkinliklerin uygulanması 5 hafta (15 ders saati) sürmüştür. Öğretim süreci araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Öğrenme-öğretme sürecinde öğretmen adayları DMY'yi kullanarak etkinlikleri yapılandırmışlardır.

Araştırma her öğretmen adayının DMY programı yüklü bir bilgisayar kullanımına imkan sunan bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Ancak uygulama sürecinde bazı bilgisayarlarda teknik arıza oluşması durumunda öğretmen adaylarının 2'li gruplar halinde çalışmalarına da izin verilmiştir.

Tablo 4: Araştırma Takvimi (2011-2012 eğitim öğretim yılı güz dönemi)

Tarih	İçerik	Veri Toplama Araçları
7 Ekim 2011-18 Kasım 2011	Geometride Seçme Konular dersinin işlenişi hakkında bilgi verme, uygulama sürecinde kullanılacak dinamik matematik yazılımının(DMY) tanıtılması ve öğretmen adaylarının DMY'yi öğrenmeleri için çokgenlerle ilgili ders içeriğinin DMY yardımıyla işlenmesi	7.10.2011 tarihinde ÇBT ön-test uygulama 14.10.2011 tarihinde VHL ön-test uygulama
2 Aralık 2011	Etkinlik 1(çemberin temel özellikleri), Etkinlik 2 (çemberin düzlemsel bölgeleri)'nin uygulanması	Öğretmen adaylarının DMY ortamlarında gerçekleştirdikleri etkinliklerin ekran kayıtları ve öğretmen adaylarına dağıtılan etkinlik kâğıtları
9 Aralık 2011	Etkinlik 3(Çember ve noktanın birbirine göre konumları), Etkinlik 4(çember ve doğrunun birbirlerine göre konumları), Etkinlik 5(iki çemberin birbirlerine göre konumları)'in uygulanması	
16 Aralık 2011	Etkinlik 6 (bir çemberin kesişleri)'nin uygulanması	
23 Aralık 2011	Etkinlik 7 (bir çemberin teğetleri)'nin uygulanması Etkinlik 8 (ortak teğetler)'in uygulanması	
30 Aralık 2011	Etkinlik 9 (çemberde yaylar ve açılar)'un uygulanması	
2 Ocak 2012-15 Ocak 2012	Öğretmen adayları ile görüşmelerin gerçekleştirilmesi ÇBT son-test uygulaması (10.01.2012) VHL son-test uygulaması (03.01.2012)	

3.3. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini 2011-2012 eğitim-öğretim yılında Türkiye'nin büyük şehirlerinden birinde yer alan bir üniversitenin Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı'nın 4. sınıfında öğrenim görmekte olan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışma evreninden kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile seçilmiş 18 (15 kız, 3 erkek) öğretmen adayı ise araştırmanın örneklemini oluşturmaktadır.

3.4. Verilerin Toplanması

Yapılmış olan bu çalışmada nicel ve nitel araştırma verilerinden yararlanılmıştır. Nicel verilerin toplanmasında "Çember Başarı Testi (ÇBT)" ve Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi (VHL)" kullanılmıştır. Nitel verilerinin toplanmasında ise öğretmen adaylarının kazanımlara ulaşma düzeylerini derinlemesine incelemek amacıyla araştırmanın başında oluşturulan alt problemler de dikkate alınarak görüşme ve doküman analizi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bu sayede veri çeşitlemesi yöntemi ile farklı veri toplama araçları yardımıyla toplanan verilerin birbirleriyle karşılaştırılarak, bulguların tutarlılık gösterip göstermediğinin incelenmesi araştırmanın içsel geçerliliğini güçlendiren bir yöntemdir (Ekiz, 2009). Aşağıda araştırmada kullanılacak olan veri toplama araçları alt problemler bazında açıklanmıştır.

Tablo 5: Veri Toplama Araçlarının Alt Problemlere göre Dağılımı

Alt Problem	Veri Toplama Araçları	Katılımcı Sayısı
DMY kullanılarak tasarlanan GSK dersinin araştırmaya katılan öğretmen adaylarının;		
1. Başarılarına etkisi nedir?	Çember Başarı testi	n=18
2. Geometrik düşünme düzeylerine etkisi nedir?	Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi	n=18
3. Öğretmen adaylarının kazanımlara ulaşma düzeyleri nedir?	Etkinlik Kâğıtları Ekran Kayıtları	n=18
4. GSK dersinde DMY kullanımı konusunda öğretmen adaylarının görüşleri nedir?	Görüşme Kayıtları	n=9

3.4.1. Nicel Veri Toplama Araçları

Araştırmada nicel verilerin toplanmasında kullanılan araçlar alt problemler bazında açıklanmıştır.

3.4.1.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Veri Toplama Aracı - Çember Başarı

Testi (ÇBT). Çember kavramının dinamik matematik yazılımı ile öğretilmesinin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının başarılarına etkisi nedir? alt problemine yanıt aramak amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilmiş olan geometri başarı testi kullanılmıştır. Başarı testinin geliştirilmesinde “Geometride Seçme Konular” dersi kapsamındaki “çember” alt öğrenme alanındaki 9 kazanım dikkate alınmıştır. Bu 9 kazanım Yüksek Öğretim Kurulunun (YÖK), ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programı geometri ders içeriğinden yararlanılarak belirlenmiştir. Ayrıca ders içeriğinin belirlenmesinde daha önce lisans düzeyinde bu dersi vermiş olan iki uzmanın görüşlerine de başvurulmuştur.

Oluşturulan ders içeriği bağlamında ölçülmesi hedeflenen kazanımları kapsayacak şekilde belirtke tablosu oluşturulmuştur (Ek-3. Belirtke Tablosu). Belirtke tablosunda kazanımlar ve her kazanımın ilişkili olduğu soru numaraları verilmiştir. Belirtke tablosu dikkate alınarak tüm kazanımları kapsayacak şekilde Çember Başarı Testi (ÇBT)’ye ait 36 açık uçlu sorudan oluşan taslak hazırlanmıştır. Açık uçlu sorulara katılımcılar serbestçe cevap vermektedir. Böylece araştırmacının beklemediği veya planlamadığı cevapları da alabilmesi ve konu hakkında derinlemesine bilgiye sahip olabilmesi mümkündür. Bu nedenlerle başarı testindeki sorular açık uçlu olarak hazırlanmıştır.

ÇBT taslak kopyası her kazanıma yönelik 3 ila 5 arasında değişen sayılarda açık uçlu soru içermektedir. ÇBT’deki soruların belirlenmesinde orta öğretim matematik öğretim programlarının kazandırmayı hedeflediği matematiksel yeterlik ve beceriler esas alınmıştır. ÇBT’deki soruların kapsadığı yeterlik ve beceriler; problem çözme, akıl yürütme ve ispat, iletişim, ilişkilendirme, çoklu temsil biçimlerinin kullanımıdır. Başarı testinde bu 5 standarda yönelik yeterlikleri belirlemeyi amaçlayan açık uçlu sorular literatür taraması sonucunda araştırmacı tarafından hazırlanmıştır (Aydın ve Asma, 2004; Birrer ve ark, 2008; Johnston-Wilder ve Mason, 2005; King ve Schattschneider, 1997; Lial ve ark, 2004). Kazanımlara yönelik geliştirilen bu sınavın açık uçlu

sorulardan oluşması ve her soru için aynı puanlama sistemini içeren homojen bir puanlama anahtarı olmaması nedeniyle güvenirlik katsayısı hesabı yapılmamış, kapsam geçerliği sağlanmıştır. Bu bağlamda uzman görüşüne başvurulmuş, matematik eğitimi alanında uzman 3 kişinin görüşleri alınarak testin geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır. Uzmanların önerileri doğrultusunda testteki diğer sorularla aynı davranışı ölçtüğü belirlenen 10 soru testten çıkarılmış, kalan 26 sorunun matematiksel anlamlarıyla ilgili tavsiyeler dikkate alınarak düzenlemeler yapılmıştır.

26 soruluk ÇBT, 2 Türkçe öğretmeni tarafından gözden geçirilmiş ve dil, anlatım, noktalama yönünden önerileri doğrultusunda düzenlenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda düzenlenen 26 soruluk ÇBT ilköğretim matematik öğretmenliği 3. sınıfında öğrenim görmekte olan gönüllü 10 öğretmen adayına uygulanmıştır. Böylece uygulama sürecinde karşılaşılabilecek sorunların belirlenmesi amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının 2 soruyu anlamakta güçlük yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu iki soru anlam yönünden yeniden gözden geçirilerek düzenlenmiş ve ÇBT'ye son hali verilmiştir (Ek-5).

3.4.1.2. İkinci Alt Probleme Yönelik Veri Toplama Aracı - Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi (VHL). Çember kavramının dinamik matematik yazılımı ile öğretilmesinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerine etkisi nedir? alt problemine yanıt arayabilmek amacıyla van Hiele tarafından geliştirilmiş olan “Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi” kullanılmıştır. Yapılan araştırmalar, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin, öğrencilerin geometri başarısının iyi bir belirleyicisi olduğunu ortaya koymuştur (Fuys, ve ark., 1988; Senk, 1989; Shaughnessy ve Burger, 1985; Usiskin, 1982). Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri testi (VHL), Usiskin tarafından 1982 yılında geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Bu testin Türkçe 'ye uyarlanması ve geçerlik-güvenirlik çalışmaları Duatepe (2000) tarafından yapılmış, güvenirlik katsayısı 0,79 olarak bulunmuştur. Test, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin belirlenmesinde birçok araştırmacı tarafından kullanılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Usiskin ve Senk, 1990). Van Hiele Geometri Testi'nde her bir düşünme düzeyine ait 5 soru olmak üzere toplam 25 soru bulunmaktadır.

3.4.2. Nitel Veri Toplama Araçları

Araştırmada nitel verilerin toplanmasında kullanılan araçlar alt problemler bazında açıklanmıştır.

3.4.2.1. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Veri Toplama Aracı – Doküman İncelemesi. Doküman incelemesi, araştırılması hedeflenen durum hakkında bilgi içeren yazılı ve görsel materyallerin analizini kapsar. Doküman incelemesi tek başına bir araştırma yöntemi olabildiği gibi ek bilgi kaynağı olarak da kullanılabilir. Nitel araştırmalarda gözlem, görüşme gibi diğer veri toplama yöntemleriyle birlikte kullanıldığında “verinin çeşitlendirilmesi” amacına hizmet ederek araştırmanın geçerliğini önemli ölçüde arttıracaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bogdan ve Biklen (1992) ve Goetz ve LeCompte(1984)’e göre eğitimle ilgili bir araştırmada ders kitapları, öğrenci kayıtları, öğrenci ödevleri, öğrenci sınavları, program yönergeleri veri kaynaklarını oluşturabilir (akt: Yıldırım ve Şimşek, 2011). Filmler, videolar ve fotoğraflar gibi görsel malzemeler de nitel araştırmalarda kullanılan dokümanlar arasında yer almaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Bu araştırmada veri kaynağı olarak kullanılan dokümanlar; öğretmen adaylarının etkinlik kâğıtları ve ekran kayıtlarından oluşmaktadır.

3.4.2.1.1. Etkinlik Kağıtları. Araştırmacı tarafından araştırma öncesinde geliştirilen etkinlik kağıtları uygulama süresince ilgili kazanıma yönelik ders işlenişleri esnasında öğretmen adaylarına dağıtılmıştır. Öğretmen adaylarına etkinlik yapraklarının tasarımı ile ilgili olarak uygulamanın başladığı ilk derste bilgi verilmiştir. Öğretmen adayları etkinlik kağıtları üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarla ilgili açıklamalar ve birtakım çizimler yapmış, notlar almıştır.

3.4.2.1.2. Ekran Kayıtları. Uygulama başlamadan önce GSK derslerinin işlendiği bilgisayar laboratuvarındaki bilgisayarların tümüne araştırmacı tarafından ekran görüntüsünü kaydeden özel bir yazılım yüklenmiştir. Öğretmen adaylarına her dersin başlangıcında kayıt programını nasıl çalıştıracakları ve ders bitiminde nasıl

sonlandıracakları ile ilgili bilgi verilmiştir. Her dersin başında öğretmen adayları bilgisayarlarını açtıklarında etkinliklere başlamadan hemen önce bu yazılımı çalıştırmışlardır. Böylece 3 saat süren uygulama süresince DMY ile yaptıkları her işlem kayıt altına alınmıştır. Ders sonunda yazılım sonlandırılarak tüm kayıtlar elektronik ortamda depolanmıştır.

3.4.2.2. Dördüncü Alt Probleme Yönelik Veri Toplama Aracı – Görüşme.

Görüşme sosyal bilimlerle ilgili araştırmalarda en sık kullanılan araştırma yöntemlerinden birisidir. Görüşmeler yoluyla deneyimler, tutumlar, düşünceler, niyetler, yorumlar ve zihinsel algılar gibi gözlenemeyeni anlamaya çalışırız (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Stewart ve Cash (1985) görüşmeyi, “*önceden belirlenmiş ve ciddi bir amaç için yapılan soru sorma ve yanıtlama tarzına dayalı karşılıklı ve etkileşimli bir iletişim süreci*” (s.7) olarak tanımlamış; Patton (1987) ise görüşmenin amacını, bir bireyin iç dünyasına girmek ve onun bakış açısını anlamak olarak ifade etmiştir (akt: Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Bu araştırmada Patton (1987)’un belirlediği 3 tür görüşme yaklaşımından birisi olan görüşme formu yaklaşımı kullanılmıştır. Patton (1987) görüşme formu yaklaşımının benzer konulara yönelmek yoluyla değişik insanlardan aynı tür bilgilerin alınması amacıyla kullanılacağını belirtmektedir (akt: Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Yıldırım ve Şimşek (2011)’e göre bu görüşme türünde görüşmeci önceden hazırladığı alanlara sadık kalarak, hem önceden hazırlanmış soruları sorma hem de bu sorular konusunda daha ayrıntılı bilgi almak amacıyla ek sorular sorma özgürlüğüne sahiptir. Görüşme formu araştırma problemi ile ilgili tüm boyutların ve soruların kapsanmasını güvence altına almak için geliştirilmiş bir yöntemdir. Görüşmeci görüşme sırasında soruların cümle yapısını ve sırasını değiştirebilir, bazı konuların ayrıntısına girebilir veya daha çok sohbet tarzı bir yöntem belirleyebilir. Bu görüşme türü görüşmeciye zaman esnekliği tanır, bazı soruları atlayabilir, görüşülen birey tarafından cevaplanmış soruları tekrar sormayabilir. Aynı forma dayalı bir görüşme farklı bireylerden daha sistemli ve karşılaştırılabilir nitelikte bilgi elde etme imkânı sunar (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Bu araştırma da 2011-2012 eğitim öğretim yılının güz döneminde; 9 öğretmen adayı ile dinamik matematik yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen geometride seçme konular dersinden hemen sonra görüşme formu yaklaşımına göre görüşmeler

gerçekleştirilmiştir. 9 öğretmen adayı ile gerçekleştirilen görüşmelerin her biri ortalama 16 dakika 44 saniye (toplam 142 dakika) sürmüştür.

Görüşme verilerinin kaydedilmesinde ses kayıt yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan görüşme formu (Ek-6) araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Görüşme formlarının geliştirilmesinde DMY konulu çalışmalarda kullanılan görüşme formları incelenmiştir (Juersivich ve ark., 2009; Wakwinji, 2011; Kağızmanlı ve Tatar, 2012; Suharwoto, 2006)

Görüşme formu hazırlandıktan sonra öğretmen eğitimi alanında çalışmaları bulunan bir akademisyenin görüşleri doğrultusunda formlara son şekli verilmiştir. Araştırma grubu dışında olan 2 öğretmen adayı ile pilot uygulamalar yapılarak öğretmen adaylarının anlamakta güçlük çekebilecekleri düşünülen sorular yeniden düzenlenmiştir. Görüşme formu toplam 8 sorudan oluşmaktadır.

3.5. Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen verilerin nasıl analiz edildiği bu bölümde açıklanmıştır.

3.5.1. Nicel Verilerin Analizi

Bu araştırmada, nicel verilerin analizinde SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 15.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. ÇBT ve VHL testleri aracılığıyla toplanan verilerin analizinde kullanılacak olan yönteme karar vermeden önce testlerden elde edilen puanların normallik varsayımlarını sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiş, verilerin normal dağılım göstermediği belirlenmiştir. Örneklem büyüklüğünün 30'dan küçük olması ve normal dağılım göstermemesi nedeniyle verilerin analizinde parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Bu amaçla ÇBT'den elde edilen ön test ile son test puanlarının ve VHL'den elde edilen ön test ile son test puanlarının farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıra Testi kullanılmıştır.

3.5.1.1 Çember Başarı Testinin Puanlanması. Orta öğretim matematik öğretim programlarında yer alan yeterlikler ve becerilerden uyarlanan yeterlikler dikkate alınarak çember başarı testinin (ÇBT) puanlaması gerçekleştirilmiştir. ÇBT’deki maddelerin analizinde, sorulara verilen cevapların değerlendirilmesi için süreç yeterliklerinden uyarlanan şu dört yeterlik alanı dikkate alınmıştır: soru ile ilgili şekli çizibilme (modelleme), çizilen şekildeki matematiksel ilişkileri belirleme (ilişkilendirme), belirlenen ilişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dili kullanma (iletişim) ve uygun matematiksel çıkarımları yapabilme (akıl yürütme- ispat).

Belirlenen yeterlikler doğrultusunda dereceli puanlama anahtarı (rubrik) geliştirilmiştir. Dereceli puanlama anahtarları öğrenciden beklenen performansın farklı parçalara bölünmesiyle oluşturulan ölçeklerdir (Sezer, 2006). Dereceli puanlama anahtarları analitik ve holistik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Analitik rubrikler genellikle süreci değerlendirmede kullanılırken, sonucu değerlendirmede ise holistik rubrikler kullanılırlar (Ören, 2005). Süreci değerlendirmede öğrencilerin süreç içerisinde gerçekleştirmiş oldukları beceriler üzerinde odaklanılır. Ürünün değerlendirilmesinde ise öğrencilerin süreç içerisindeki davranışlarının gözlenmesinden çok süreç sonunda oluşturmuş oldukları ürünlerin değerlendirilmesine önem verilir.

Bu çalışmada Airasian’nın (2001) dereceli puanlama anahtarı hazırlama ve kullanma basamakları dikkate alınmıştır. Bu basamaklar aşağıdaki gibidir:

1. Bir süreç ya da ürün seçilir,
2. Süreç ya da ürün için performans ölçütleri belirlenir,
3. Puanlama ölçütlerine karar verilir (puanlama ölçütü 3 ile 5 arasında olabilir)
4. En iyi öğrenci performansı ve diğer öğrenci performansları tanımlanır

Bu çalışmada öğrencilerin performanslarının süreç odaklı değerlendirilmesi için analitik rubrik kullanılmasına karar verilmiştir. Hazırlanan analitik rubrikte öğrencilerin süreç içerisinde gerçekleştirmiş olduğu performansların kategorilere ayrılmasında puanlama ölçütlerinden yararlanılmıştır. Literatürde DMY ile ilgili yapılmış çalışmalarda kullanılmış olan dereceli puanlama anahtarları incelenerek (Güven ve Karataş, 2009b; Yen ve Ferrara, 1997) puanlama ölçütü 3 olarak (2 puan, 1 puan ve 0 puan) belirlenmiş, belirlenen ölçütlerin her bir soru için hangi performans seviyesini betimlediği açıklanmıştır.

ÇBT’den elde edilen verilerin puanlaması matematik eğitimi alanında çalışan iki akademisyen tarafından gerçekleştirilmiştir. Puanlama güvenilirliğini belirlemek amacıyla iki puanlayıcı tarafından ayrı ayrı puanlanan ÇBT verileri SPSS 18 istatistik

paket programı yardımıyla analiz edilmiş, iki puanlayıcının tayin ettiği puanlar arasındaki uyuma bakılmıştır. Bu amaçla Kendall'ın uyum katsayısı (W istatistiği) hesaplanmış ve .805 olarak bulunmuştur (Tablo 6).

Kendall'ın uyum katsayısı 0 ile 1 arasında değerler almaktadır. Bu istatistiğin “1” olması puanlayıcılar arasında puanlama bakımından tam uyum sağlandığını belirtirken “0” olması ise puanlayıcıların tayin ettikleri puanlar arasında hiç uyum sağlanamadığını gösterir.

Belirlenen dereceli puanlama anahtarı dikkate alınarak iki farklı değerlendirici tarafından yapılan puanlamaların uyumunun oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 6: Kendall'ın Uyum Katsayısı

N	Kendall's W
117	.805

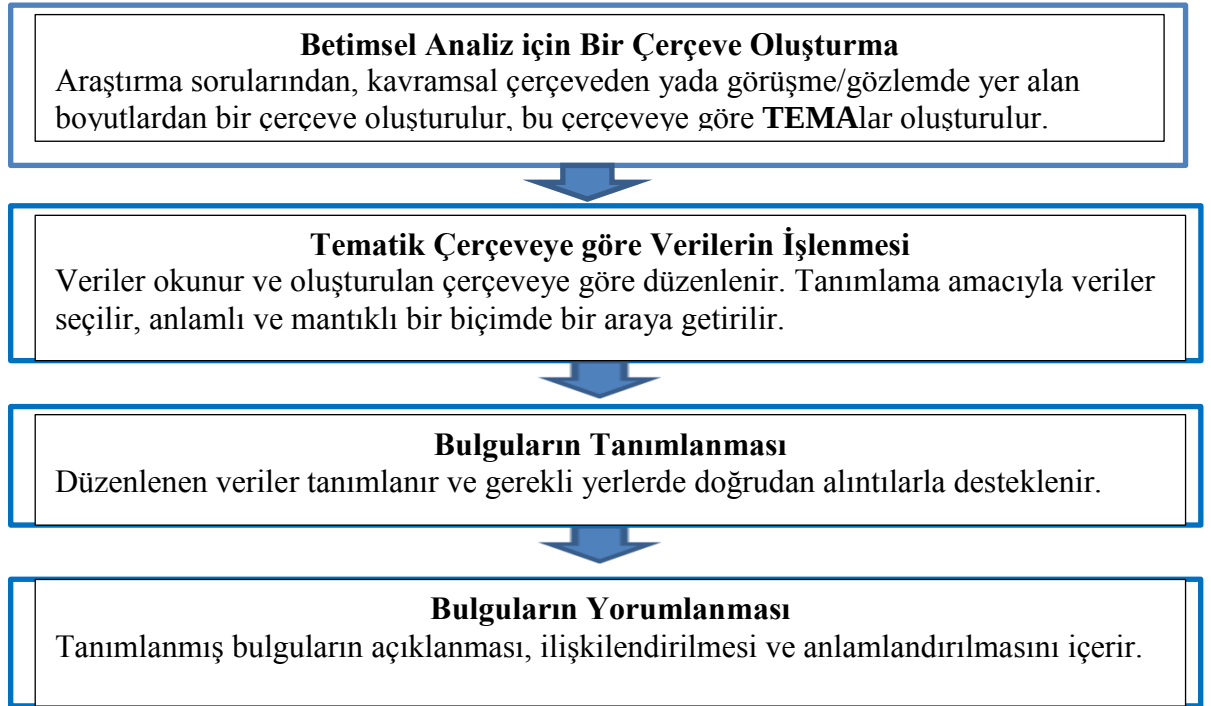
3.5.1.2. Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testinin Puanlanması. Bir öğrencinin Van Hiele testindeki belirli bir geometrik düşünme düzeyine atanabilmesi için öğrencinin o düzeydeki beş sorudan en az dördünü doğru yapmış olması gerekmektedir (Usiskin, 1982), prensibi dikkate alınmıştır. Öğretmen adaylarının bir alt seviyenin şartını sağlayamamışken bir üst seviyenin en az dört sorusunu doğru cevaplandırmaları durumu, Van Hiele'in belirttiği “seviyenin indirgenmesi” durumu olarak değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında öğretmen adayları VHL ön test ve son test verilerine göre 0 ile 4 arasındaki bir VHL düzeyine atanmışlardır. Bununla birlikte öğretmen adaylarının VHL testi için ön test ve son testteki doğru cevap sayıları hesaplanarak, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığıyla ilgili analizler gerçekleştirilmiştir.

3.5.2. Nitel Verilerin Analizi

Nitel verilerin analizinde alan yazın farklı kavramlar ve yaklaşımlar içerse de bu yaklaşımların ortak noktası verilerin betimlenmesi ve temaların ortaya koyulmasına verilen önemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu araştırma kapsamında elde edilen verilerin analizinde Strauss ve Corbin (1990) tarafından önerilen veri analiz süreçleri;

betimsel analiz ve içerik analizi kullanılmıştır. Nitel verilerin analizi sonucu elde edilen bulgularda geçen isimler öğretmen adaylarının gerçek isimleri olmayıp takma isimler kullanılmıştır.

Betimsel analiz yaklaşımında, araştırmadan elde edilen nitel veriler daha önceden belirlenmiş temalara göre özetlenerek yorumlanmaktadır. Bu analiz türünde görüşülen yada gözlenen bireylerin görüşlerini etkili bir şekilde yansıtmak için sık sık doğrudan alıntılara yer verilir. Amaç, bulguları düzenleyip yorumlayarak sunmaktır(Yıldırım ve Şimşek, 2011). Aşağıda Şekil 2.'de betimsel analizin aşamaları verilmiştir.



Şekil 2: Betimsel analiz aşamaları (Yıldırım ve Şimşek, 2011)

Bu araştırmada dokümanlardan elde edilen nitel verilerin analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Verilerin daha önceden belirlenen temalara göre özetlenip yorumlandığı betimsel analiz yaklaşımında amaç, elde edilen bulguları düzenlenmiş ve yorumlanmış bir biçimde okuyucuya sunmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Betimsel analiz aşamasında TTKB (2013)'ün NCTM(2000)'den uyarlayarak geliştirdiği orta öğretim matematik öğretim programındaki süreç yeterlikleri doğrultusunda temalar belirlenmiştir. Bu bağlamda dokümanlardan elde edilen nitel veriler “modelleme”, “ilişkilendirme”, “iletişim”, “akıl yürütme-ispat” temalarına göre sınıflandırılmıştır. Araştırmacı, dokümanlardan elde edilen tüm nitel verilerin kodlanmasında aynı temaları

kullanmıştır. Bu sayede aynı alt probleme yönelik olarak farklı dokümanlardan elde edilen bulguların bir arada yorumlanması sağlanmıştır. Ekran kayıtları araştırmacı tarafından birkaç defa izlenerek incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda ekran kayıtlarına ilişkin kesitler belirlenen temalara göre kodlanmıştır. Her bir etkinlik için tüm öğretmen adaylarına ilişkin kayıtlar ayrı ayrı incelenerek kodlanmıştır (örneğin, 1. etkinlik ÖA1 - süre 13:05:54- 14:07:20 arası modelleme). Ekran kayıtları ile ilgili tüm kodlamalar ilgili temalar doğrultusunda tamamlanmıştır. Kazanımlar bazında temalardan oluşan alt başlıklarda direk alıntılar yapılarak ilişkili durumlar açıklanmıştır. Tüm etkinliklere ait ekran kayıtları için ortak bir kodlama gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının etkinlik kâğıtlarından elde edilen veriler de aynı tema sistemi ile kodlanmıştır. Etkinlik kâğıtları üzerinde modelleme, ilişkilendirme, iletişim ve akıl yürütme-ispat için bölümler ayrılmıştır. Araştırmacı etkinlik kâğıtlarını birkaç defa incelemiş, kodlamaları etkinlik kâğıtlarındaki bölümleri dikkate alarak gerçekleştirmiştir. Araştırmacı veri setini oluşturan kayıtları farklı zamanlarda birkaç defa gözden geçirmiştir.

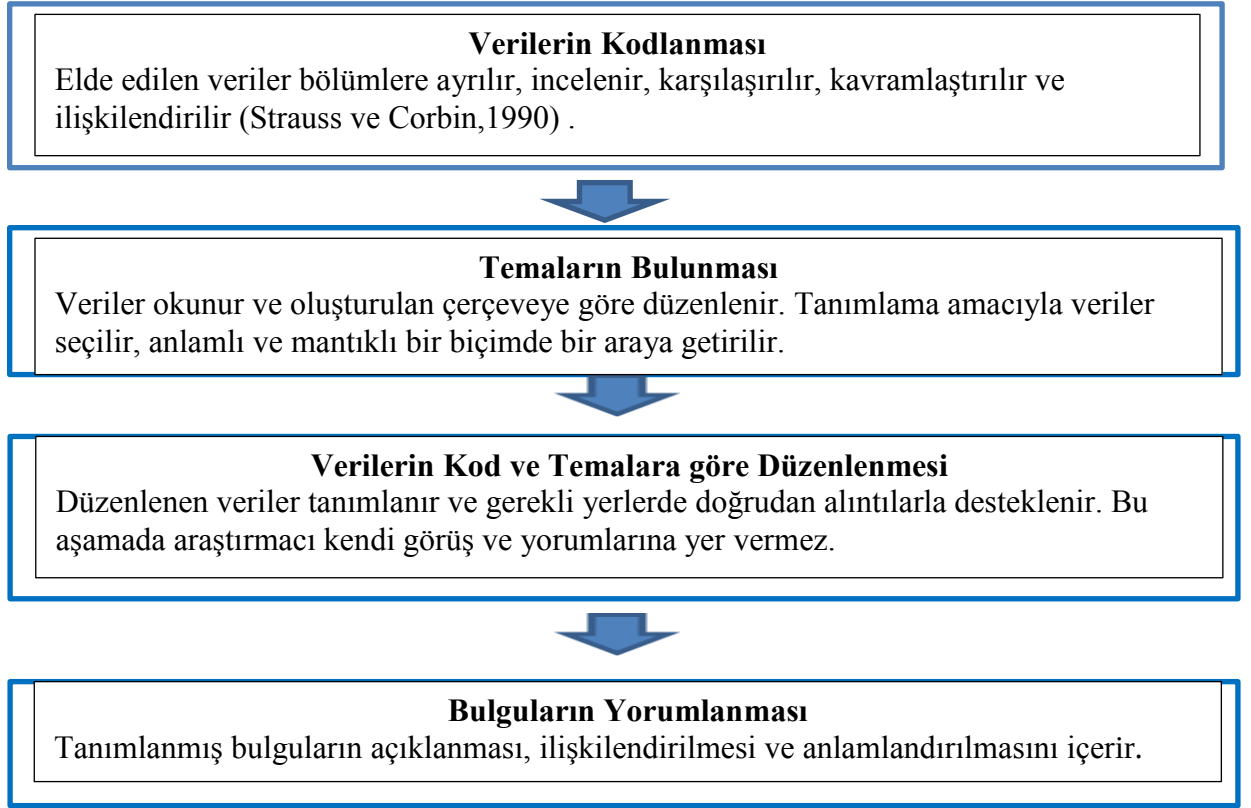
Öğretmen adaylarının kazanımlara ulaşma düzeyleri belirlenirken kazanımlara yönelik olarak danışman öğretim üyesi rehberliğinde araştırmacı tarafından daha önceden belirlenmiş kıstasları gerçekleştirmeleri dikkate alınmıştır. Aşağıda kazanım 1'e yönelik olarak öğretmen adaylarının belirlemesi gereken durumlar verilmiştir. Diğer kazanımlara yönelik kıstaslar Ek-8'de verilmiştir.

Tablo 7: Kazanımlara Ulaşma Düzeylerini Belirleyici Kıstaslar

Kazanım 1: Çember kavramını inşa eder, modellerle açıklar ve temel elemanları arasında ilişki kurar.
a) Bir düzlemde sabit bir noktadan sabit uzaklıktaki noktaların geometrik yerini belirler
b) Bu noktaların geometrik yerinin bir çember belirttiğini kavrar
c) İnşa edilen çemberin merkezini gösterir
d) İnşa edilen çemberin merkezini çembere birleştiren doğru parçalarını inşa eder. Bu doğru parçalarının çember ile ilişkisini açıklar.
e) İnşa edilen çemberin merkezinden geçen ve çemberi iki noktada kesen doğru parçalarını inşa eder. Bu doğru parçalarının çember ile ilişkisini açıklar.
f) Bir çemberin çapı ile yarıçapı arasındaki ilişkiyi açıklar
d) Bir çembere eş olan başka bir çemberi inşa eder
e) Çember kavramını farklı modeller kullanarak inşa eder

İçerik analizinde ise asıl amaç, elde edilen verileri açıklayabilecek kavramları ve ilişkileri belirleyebilmektir. İçerik analizi, birbirine benzeyen verilerin belirli kavramlar

ve temalar çerçevesinde bir araya getirilerek düzenlenmesi ve yorumlanmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Aşağıda içerik analizinin aşamaları verilmiştir (Şekil 3.)



Şekil 3: İçerik analizi aşamaları (Yıldırım ve Şimşek, 2011)

Bu çalışmada Patton'un görüşme formu yaklaşımı ile 9 öğretmen adayı ile gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde içerik analizi yöntemine başvurulmuştur. İçerik analizinde kodlamada kullanılan kavramlar, araştırmacının kendisinden, okuduğu alan yazından veya verinin içinden gelebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu çalışmada kodlamalar için Strauss ve Corbin (1990)'ın genel bir çerçeve içinde yapılan kodlama türü kullanılmıştır. Görüşme kayıtlarına ilişkin veriler transkript edilerek bilgisayar ortamına aktarılmış (Word formatında), oluşan metinler birkaç defa okunarak kodlar oluşturulmuştur. 9 öğretmen adayına ait verilerden 4 tanesi araştırmacının kendisi dışında, DMY ve matematik öğretmeni adayları üzerine çalışmaları olan başka bir akademisyen tarafından kod listesine göre değerlendirilmiştir. Her iki kodlayıcının öğretmen adaylarının ifadeleri için aynı kodu kullandıkları durumlar "görüş birliği", farklı kodu kullandıkları durumlar "görüş ayrılığı" olarak kabul edilmiştir. Kodlayıcılar çelişkiye düştükleri durumlar için bir araya gelerek görüşleri üzerinde tartışmış ve kodlamaya son şekli verilmiştir.

Görüşmeler için yapılan veri analizinin güvenilirliği; Görüş birliği/(Görüş birliği+Görüş ayrılığı) x 100 formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994). Kodlayıcılar arasındaki güvenilirlik .91 olarak hesaplanmıştır. 9 öğretmen adayından elde edilen veriler doğrultusunda belirlenen kodlar bir araya getirilerek araştırma bulgularının ana hatlarını oluşturacak temalar oluşturulmuştur. Belirlenen temalar altındaki kodlar birbirleriyle ilişkili biçimde açıklanarak yorumlanmış ve araştırmanın amacı doğrultusunda sonuçlar ortaya konulmuştur.

3.6. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Bu araştırmanın nicel aşaması için gerçekleştirilen geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları önceki bölümlerde açıklanmıştır (Bkz: 3.4.1.1. ÇBT , 3.4.1.2. VHL testi, 3.5.1.1. ÇBT'nin puanlanması, 3.5.1.2. VHL'nin puanlanması).

Nitel verilerden elde edilen sonuçların inandırıcı olması, gerçekleştirilen bir araştırmanın önemli kıstaslarında birisidir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu çalışmanın niteliğinin artırılması için iç geçerlik, dış geçerlik ve güvenirliliğin sağlanmasına dikkat edilmiştir. Bu çerçevede alınan önlemler aşağıdaki başlıklar altında ifade edilmiştir.

İç Geçerlik: Bir çalışmada olgulara ilişkin yorumların gerçekte öyle olup olmadığıyla ilgilidir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu araştırmada nitel verilerin elde edilmesi için birden fazla yöntem (görüşme, doküman analizi) uygulanmıştır. Araştırma kapsamında farklı veri toplama yöntemleri ile elde edilen veriler farklı veri analiz teknikleri (betimsel analiz, içerik analizi) kullanılarak teyit edilmiştir. Farklı yöntemler ve analiz teknikleri ile elde edilen bulgular kendi içinde bir bütün oluşturmaktadır. Görüşmelerin analizinden elde edilen sonuçlar için, tekrar kaynağa dönülerek bulguların gerçek durumu yansıtıp yansıtmadığı test edilmiştir. Elde edilen bulgular kavramsal çerçeve ile uyum göstermektedir. Araştırma raporu araştırma örnekleminde yer alan bir öğretmen adayına okutulmuş ve katılımcı teyidi alınmıştır.

Dış geçerlik: Bir araştırmadan elde edilen sonuçların genellenebilirliği ile ilgilidir. Nitel araştırmalarda genellenebilirlik araştırmanın zayıf yönlerindendir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Sınırlı sayıda örnekleme çalışılan bu çalışmada, öğretmen adaylarının kazanımlara ulaşma düzeyleri değerlendirilmeye çalışılmıştır. Dış geçerliğin

sağlanabilmesi için araştırma örnekleme, araştırmanın gerçekleştiği ortam ve uygulama süreci ayrıntılı olarak tanımlanmıştır.

Creswell nitel bir araştırmanın geçerliğinin onaylanması için aşağıda belirtilen 8 kısıtstan 2'sinin gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtmektedir:

- 1) Uzun süreli gözlem
- 2) Veri çeşitlemesi
- 3) Katılımcı teyidi
- 4) Ters durum analizi
- 5) Araştırma sürecinin detaylı açıklanması
- 6) Dış gözlemci
- 7) Meslektaş denetimi
- 8) Araştırmacının ön yargılarının net olarak ifade edilmesi

Bu araştırma kapsamında araştırma örnekleme, araştırmanın gerçekleştiği ortam ve uygulama süreci ayrıntılı olarak tanımlanmış; katılımcı teyidi gerçekleştirilmiş ve veriler farklı kaynaklardan elde edilmiştir. Bu şekilde araştırmanın geçerliğinin artırılması amaçlanmıştır.

Güvenirlilik: Araştırmanın başka bir araştırmacı tarafından tekrar edildiğinde, aynı veya benzer sonuçların elde edilmesi ile ilgilidir. Ancak nitel araştırmalardaki güvenirlik nicel araştırmalardaki güvenirlikten farklılık göstermektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Bu araştırmada, araştırmanın dış güvenirliğinin sağlanması için aşağıdaki önlemler alınmıştır;

- Araştırmacının araştırma sürecindeki rolü ve konumu açıkça ifade edilmiştir. Bu sayede benzer araştırma gerçekleştiren araştırmacılar, ne tür roller üstlenmeleri gerektiği hakkında fikir sahibi olabilirler.
- Araştırmanın veri kaynağı olan öğretmen adayları açık bir biçimde tanımlanmış, bu şekilde benzer araştırmalar yapan araştırmacılara çalışma grubu ve bu grubu belirleme süreci açıklanmıştır.
- Araştırmanın yöntemi ve aşamaları açıklanmıştır.
- Veri toplama yöntemleri ve veri analiz teknikleri ile ilgili ayrıntılı açıklamalara yer verilmiş, elde edilen sonuçların nasıl yorumlandığı, ilişkilendirildiği ve sunulduğu açıklanmıştır.
- Araştırmanın ham verileri başkaları tarafından incelenebilecek şekilde saklanmaktadır.

Araştırmanın iç güvenirliğinin sağlanması için alınan önlemler ise aşağıda açıklanmıştır;

- Görüşme ve dokümanlar yoluyla elde edilen veriler, herhangi bir yorum katmadan doğrudan alıntılarla okuyucuya sunulmuştur. Yorumlar bir sonraki basamakta gerçekleştirilmiştir.
- Elde edilen verilerin analizinde başka bir araştırmacının yardımı alınmış, bu sayede ulaşılan sonuçların teyit edilmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR ve YORUM

Bu araştırmanın amacı; “Geometride Seçme Konular” dersi kapsamında dinamik matematik yazılımı kullanılmasının matematik öğretmen adaylarının başarıları (kazanımlara ulaşma düzeyleri) ve geometrik düşünme düzeyleri üzerindeki etkilerini araştırmak ve bu öğretmen adaylarının geometri konularının öğretiminde dinamik matematik yazılımı kullanımı konusundaki görüşlerini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda Türkiye’nin büyük şehirlerinden birinde yer alan bir üniversitenin Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı’nın son sınıfında öğrenim gören öğretmen adayları ile yarı deneysel araştırma deseni doğrultusunda nicel veriler toplanmıştır. Uygulama sürecinin derinlemesine incelenmesi amacıyla nitel verilerden de yararlanılmıştır. Araştırma kapsamında toplanan nicel ve nitel verilerin analizi sonucunda araştırmanın problem ve alt problemleri doğrultusunda elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin yorumlar bu bölümde yer almaktadır.

4.1. Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı İle Öğretilmesinin Matematik Öğretmeni Adaylarının Geometri Başarıları Üzerindeki Etkisine İlişkin Bulgular

Araştırmanın “Dinamik matematik yazılımı kullanılarak tasarlanan “Geometride Seçme Konular” dersinin araştırmaya katılan öğretmen adaylarının başarılarına etkisi nedir?” alt problemi, öğretmen adaylarının dönem ortasında (ön test) ve dönem sonunda (son test) ÇBT’ye verdikleri cevaplar doğrultusunda değerlendirilmiştir. ÇBT sonuçlarının hangi teste (analize) göre değerlendirileceğini belirlemek amacıyla ilk olarak elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Bu amaçla Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Köklü ve arkadaşları (2006), araştırmanın

örneklem sayısının 50’den küçük olduğu durumlarda verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemede Shapiro-Wilk testinin kullanılacağını belirtmektedirler. Shapiro-Wilk testinden elde edilen değerler veri grubunun normal dağılıma sahip olmadığını göstermektedir. George ve Mallery (2003), veri grubunun normal dağılım göstermemesi durumunda parametrik olmayan testlerin uygulanması gerektiğini belirtmektedir. Parametrik olmayan testlerde dağılımın normalliği ile ilgili varsayımlar aranmaz. Örneklem büyüklüğünün 30’dan küçük olması ve normal dağılım göstermemesi nedeniyle parametrik olmayan testler kullanılmıştır.

Araştırmaya katılan matematik öğretmeni adaylarının geometri başarılarına Geometride Seçme Konular dersi kapsamında gerçekleştirilen dinamik matematik yazılımı ile tasarlanan etkinlik uygulamalarının etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla, elde edilen veriler aynı örneklemde elde edilen iki veri grubunun karşılaştırılmasında kullanılan Wilcoxon İşaretli Sıra Testi ile analiz edilmiştir. Wilcoxon İşaretli Sıra Testi sonuçları Tablo 8’ de gösterilmiştir.

Tablo 8: ÇBT Puanlarının Başarı Türlerine göre Wilcoxon işaretli Sıra Testi ve Betimsel İstatistik Sonuçları

Başarı türleri	n	$\bar{X}$	Ss	sd	T	p	$\eta^2 = r$
Model (öntest)	18	32.62	7.61	17	231	.000	.66
Model (son test)	18	57.05	11.47				
İlişk (öntest)	18	28.90	8.86	17	231	.000	.66
İlişk (son test)	18	54.09	12.18				
Mat dil (öntest)	18	13.29	5.26	17	231	.000	.66
Mat dil (son test)	18	44.81	12.89				
İspat (öntest)	18	2.76	1.97	17	231	.000	.66
İspat (son test)	18	15	5.00				
Gen başarı (ön test)	18	77.57	20.70	17	231	.000	.65
Gen başarı (son test)	18	170.95	40.10				

Tablo 8 incelendiğinde matematik öğretmeni adaylarının Modelleme [T=231, Z= -4.018, p< .05, r= .62], İlişkileri belirleme [T=231, Z= -4.018, p< .05, r= .62], matematiksel dili kullanma [T=231, Z=-4.018, p<.05, r=.62], akıl yürütme – ispat [T=231, Z= -4.025, p< .05, r= .61] puanları ile ölçeğin tamamından elde ettikleri genel

başarı puanlarının [$T=231$, $Z= -4.015$, $p< .05$, $r= .62$] son test lehine artış gösterdiği ve istatistiksel olarak bu artışın anlamlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle “Dinamik matematik yazılımı kullanılarak tasarlanan “Geometride Seçme Konular” dersinin araştırmaya katılan öğretmen adaylarının başarılarına etkisi yoktur.” şeklindeki H_0 hipotezi reddedilmiştir.

İstatistiksel olarak anlamlı sonuçları bulunan parametrik olmayan testlerde etki büyüklüğünün hesaplanması parametrik testlerdeki etki büyüklüğünün hesaplanması kadar önem taşımaktadır. Ancak parametrik testler için hesaplanan Cohen’s d gibi etki büyüklükleri dağılımın normal olmayışından ve heterojen oluşundan etkilenmektedir. Oysa parametrik olmayan testlerde dağılımın normalliği ve homojenliği ile ilgili varsayımlar göz ardı edilmektedir. Analiz sonuçlarından elde edilen ön test ve son test ölçümleri arasındaki ilişkinin derecesini yani etki büyüklüğünü belirlemek için r katsayısı hesaplanmıştır. Etki büyüklüğü 0 ile 1 arasında değerler almaktadır. Cohen (1988)’e göre 0.1 küçük, 0.3 orta, 0.5 büyük etki büyüklüğünü göstermektedir (akt. Corder ve Foreman, 2009). Verilerin analizinde kullanılan SPSS paket programı parametrik olmayan testler için etki büyüklüğünü hesaplamamaktadır. Bu nedenle analizlerden elde edilen değerler doğrultusunda Wilcoxon işaretli sıra testi için etki büyüklüğü (r) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Corder ve Foreman, 2009).

$$\text{Etki Büyüklüğü (r)} = Z / \sqrt{N^*}$$

* N toplam gözlem sayısını göstermekte olup ilişkili örneklemelerde örneklem sayısının 2 katını belirtmektedir.

Wilcoxon işaretli sıra testi için hesaplanan değerler yukarıda Tablo 8’de gösterilmiştir. Bulunan değerler büyük etki büyüklüğünü göstermektedir. Dinamik matematik yazılımı kullanılarak tasarlanan “Geometride Seçme Konular” dersinin araştırmaya katılan öğretmen adaylarının başarıları üzerinde yüksek düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilir.

4.2. Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı İle Öğretilmesinin Matematik Öğretmeni Adaylarının Geometrik Düşünme Düzeyleri Üzerindeki Etkisine İlişkin Bulgular

Araştırmanın “Dinamik matematik yazılımı kullanılarak tasarlanan “Geometride Seçme Konular” dersinin araştırmaya katılan öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerine etkisi nedir?” alt problemi, öğretmen adaylarının dönem ortasında (ön test) ve dönem sonunda (son test) VHL’ye verdikleri cevaplar doğrultusunda değerlendirilmiştir. VHL ön test ve son test uygulamalarından elde edilen verilerin hangi analize göre değerlendirileceğini belirlemek amacıyla elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Bu amaçla ÇBT verilerinde olduğu gibi VHL verilerine de Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Shapiro-Wilk testinden elde edilen değerler veri grubunun normal dağılıma sahip olmadığını göstermektedir. Bu nedenle verilerin analizinde parametrik olmayan testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Araştırmaya katılan matematik öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeylerine Geometride Seçme Konular dersi kapsamında gerçekleştirilen dinamik matematik yazılımı ile tasarlanan etkinlik uygulamalarının etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla, elde edilen veriler aynı örneklemden elde edilen iki veri grubunun karşılaştırılmasında kullanılan Wilcoxon İşaretli Sıra Testi ile analiz edilmiştir. Sonuçlar Tablo 9’ da gösterilmiştir.

Tablo 9: VHL Wilcoxon İşaretli Sıra Testi Sonuçları

	n	$\bar{X}$	Ss	sd	p	$\eta^2 = r$
önseviye	18	2	1.371	17	.001	.567
sonseviye	18	3.5	.857			
öndoğru	18	16.55	3.129	17	.000	.589
sondoğru	18	19.27	2.244			

Tablo 9 incelendiğinde matematik öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeyleri [$Z=-3.402$, $p<.05$, $r=.567$] ile ölçeğin tamamından elde ettikleri toplam doğru sayısının [$Z=-3.535$, $p<.05$, $r=.589$] son test uygulamasında arttığı ve istatistiksel

olarak bu artışın anlamlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle “Dinamik matematik yazılımı kullanılarak tasarlanan “Geometride Seçme Konular” dersinin araştırmaya katılan öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerine etkisi yoktur.” şeklindeki H_0 hipotezi reddedilmiştir.

4.3. Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı İle Öğretildiği “Geometride Seçme Konular” Dersinde Matematik Öğretmeni Adaylarının Kazanımlara Ulaşma Düzeylerine İlişkin Bulgular

Bu kısımda araştırma için geliştirilmiş olan etkinliklerin, öğretmen adaylarına dinamik yazılımların kullanıldığı bilgisayar ortamlarında uygulanması sonucu ortaya çıkan öğrenme ürünlerine ilişkin bulgular yer almaktadır.

TTKB (2013) tarafından ABD’deki Ulusal Matematik Öğretmenleri Birliği (NCTM, 2000)’nin belirlediği matematik öğretmeni yeterliklerinden uyarlanarak geliştirilen orta öğretim programlarının kazandırmayı hedeflediği matematiksel yeterlik ve becerilerden süreç yeterlikleri dikkate alınarak uyarlanan yeterlikler (modelleme, ilişkilendirme, iletişim, akıl yürütme-ispat) bazında veri analizi gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın “Dinamik matematik yazılımı kullanılarak tasarlanan Geometride Seçme Konular dersinde araştırmaya katılan öğretmen adaylarının kazanımlara ulaşma düzeyleri nedir?” alt problemi için, öğretmen adaylarının inşa süreçlerinin ekran yakalama programı yardımıyla elde edilmiş kayıtlarına ve etkinlikler için oluşturdukları dinamik çalışma yapraklarına ilişkin nitel veriler analiz edilmiştir. Aşağıda video kayıtları ve dinamik çalışma yapraklarından elde edilen bulgular yer almaktadır.

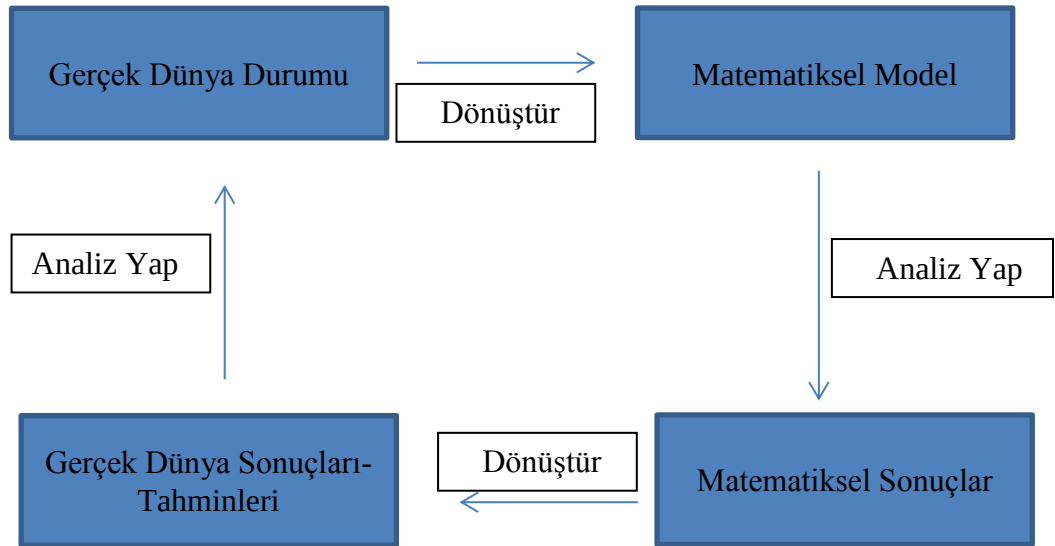
Öğretmen adaylarından elde edilen tüm nitel veriler kazanımlar bazında ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu amaçla elde edilen nitel veriler kodlanmıştır. Oluşturulan kodlar kazanımlardan bazıları için 3 tema(modelleme, ilişkilendirme, iletişim), bazıları için ise 4 tema (modelleme, ilişkilendirme, iletişim, akıl yürütme-ispat) altında toplanmıştır. Temalar bazında öğretmen adaylarının kazanımlara ulaşma düzeyleri örneklerle açıklanarak yorumlanmıştır.

Olkun ve Toluk Uçar (2008) matematiksel modeli matematiksel bir kavramın taşıdığı ilişkiyi ortaya koyan bir çizim veya somut araç olarak tanımlamaktadır. Matematiksel modeller temsil ettiği kavrama yönelik matematiksel ilişkileri yansıtmalıdır. Hiç bir fiziksel modelin bir kavramı doğrudan gösteremeyeceği ancak

kavramı öğrenecek kişinin modele bu anlamı yüklemesi gerektiğini vurgulamaktadırlar. Bir modelin etkililiği öğrencinin beklenen ilişkiyi o modelden oluşturabilmesi ile alakalıdır. Modelin değişik durumlara dönüştürülebilmesi sayesinde değişik ilişkilerin gözlenerek algılanması mümkün olur. Bu tür modellerin incelenmesinde dinamik bilgisayar programları kullanılabilir (Olkun ve Toluk Uçar, 2008).

Arara ve Rogerson (1991), bilgisayar ortamında geliştirilen matematiksel modellerin soyut düşünmeye dayalı yetenekleri kazanmada etkili olduğunu belirtmektedir (akt. Hilmiyacısalihoğlu, Mirasyedioğlu ve Akpınar, 2003).

Cheng (2001) matematiksel modelleme sürecini şu şekilde ilişkilendirmiştir (akt. Hilmiyacısalihoğlu, Mirasyedioğlu ve Akpınar, 2003).



Şekil 4: Cheng (2001)'in matematiksel modelleme süreci

Modelleme yeterlikleri ile ilgili bulguların analizinde, öğretmen adaylarının uygun değişken ve sembolleri seçmeleri, değişkenler arasındaki ilişkileri tespit etmeleri, gerçek hayat durumunu modellemeleri ve yazılımın dinamik özellikleri yardımıyla modellerini test etmeleri dikkate alınmıştır. MEB(2013), matematiksel modellemenin matematiksel düşünme becerilerini geliştirdiğini, matematiğin gerçek hayattaki rolünün anlaşılmasına fırsat tanıdığını belirtmektedir. Modelleme sürecini “*rutinleştirilmiş kurallar bütünü olarak değil; uygun değişken ve sembolleri seçme, değişkenlerin birbirleri arasındaki ilişkileri tespit etme, bunlar aracılığıyla gerçek hayat durumunu*

modelleme ve bu modelin test edilmesini içeren dinamik bir süreç” olarak ele almaktadır (MEB, 2013).

İlişkilendirme yeterlikleri ile ilgili bulguların analizinde, öğretmen adaylarının kavramsal ve işlemsel bilgiler arasında ilişki kurması, matematiksel kavramları çoklu temsil biçimleri ile göstermeleri, farklı temsil biçimleri arasında ilişki kurmaları, gerçek hayat durumlarını matematikle ilişkilendirmeleri, matematiksel kavramlar ve fikirler arasında ilişki kurmaları dikkate alınmıştır. MEB (2013) matematiğin “*kurallar, semboller, şekiller ve işlemlerden değil, bunlara bir anlam bütünlüğü kazandıran ilişkiler ağından*” oluştuğunu ifade etmektedir. Matematikle diğer disiplinler ve gerçek hayat durumları arasında ilişkilerin kurulmasının bir ihtiyaç olduğunu belirtmektedir.

MEB (2013) matematiksel iletişimi oluşturan unsurları *matematiğin sembol ve terimlerinin etkili bir şekilde kullanılması; matematiksel kavramların, işlemlerin ve durumların somut model, şekil, grafik, sembol kullanarak ifade edilmesi; günlük dilin matematiksel dil ve sembollerle ilişkilendirmesi* olarak belirtmektedir. İletişim yeterlikleri ile ilgili bulguların analizinde öğretmen adaylarının matematiğin sembol ve terimlerini etkili bir şekilde kullanması, matematiksel kavramları, işlemleri ve durumları somut model, şekil, grafik, sembol kullanarak ifade etmesi, günlük dili matematiksel dil ve sembollerle ilişkilendirmesi dikkate alınmıştır. Matematiksel iletişim yeterlikleri bireylerin matematiksel kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olmaktadır. Matematiksel iletişimde sözlü anlatımdan, yazılı ve görsel ifadelerden ve gerektiğinde modellerden yararlanmak mümkündür (MEB,2013).

NCTM(2000)’in 5 süreç standardından birisi de iletişimdir. NCTM (2000), öğrencilerin matematiksel düşüncelerini ifade etmek için matematiksel iletişimi kullanmaları gerektiğini belirtirken, matematiksel iletişimin matematik eğitiminin ve matematiğin önemli bir parçası olduğunu vurgulamaktadır.

Öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerinin geliştirilmesi matematik reform hareketinin temel amaçlarından birisidir (Brenner, 1998).

NCTM (1989), matematiksel iletişimin göstergelerini şu şekilde belirtmektedir:

- matematiksel fikirleri konuşarak, yazarak, açıklayarak, görsel olarak tasvir ederek ifade etmek;
- yazılı, görsel ve sözel formlarda verilen matematiksel fikirleri anlayıp, yorumlayıp, değerlendirmek;
- matematiksel sözcükleri, işaretleri ve yapıları kullanarak matematiksel fikirleri yansıtmak, ilişkileri açıklamak, durumları modellemek.

Matematiksel iletişimin anlaşılabilir olması için ifadelerin açık ve net olması gerektiğine vurgu yapan Cai ve ark. (1996) öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerinin değerlendirilmesinin bir ihtiyaç olduğunu belirtmektedir. Öğrenciler matematiksel düşüncelerini ifade etmede farklı gösterimlerden yararlanma konusunda cesaretlendirilmelidir. Bu şekilde farklı gösterimlerin kullanımı sayesinde öğrencilerin düşünme, ilişkilendirme ve matematiksel iletişim becerileri iyileşebilir (Cai ve ark. (1996).

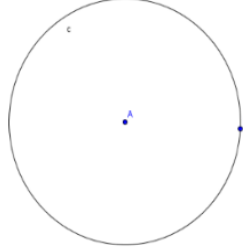
Baki (2008), okullarda öğretilen matematiğin öğrencilerin matematiksel terminolojiyi iyi kullanabilecek seviyeye gelmesine yardımcı olacak şekilde stratejiler ve etkinlikler içermesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu sayede öğrenci uygun matematiksel dili kullanarak düşüncelerini akıcı ve anlaşılır olarak ifade etme becerisi kazanacaktır. Kişinin matematiksel dile hakimiyeti onun matematiksel düşüncesinin gelişimi ile doğrudan bağlantılıdır. Yazar kişinin matematiksel dili kullanabilme becerisinin yani bir durumu matematiksel kavramlarla ifade edebilmesinin o kişiyi toplumda farklı bir konuma getireceğini öne sürmektedir (Baki, 2008).

Akıl yürütme-ispat yeterlikleri ile ilgili bulguların analizinde öğretmen adaylarının bir matematiksel durumu analiz ederken matematiksel ilişkileri kullanması, matematiksel ilişkileri açıklaması, farklı stratejiler kullanarak kestirimde bulunması ve bu kestirimlerini mantıksal gerekçelerle savunması, matematiksel doğrulama sürecinde tümevarımı ve tümdengelimini etkin olarak kullanabilmesi, uygun ispatlama yöntemiyle ispatı gerçekleştirilmesi dikkate alınmıştır.

4.3.1 Kazanım 1'e Yönelik Bulgular

Kazanım 1: Çember kavramını inşa eder, modellerle açıklar ve temel elemanları arasında ilişki kurar.

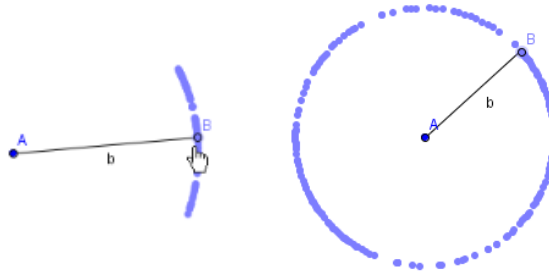
4.3.1.1 Kazanım 1'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Öğretmen adaylarından DMY yardımıyla çemberin inşası için bir model oluşturulması istenildiğinde ilk olarak araç çubuğunda yer alan çember komutunu kullanarak çembere ait bir model çizmişlerdir (Şekil 5.)



Şekil 5: Öğretmen adaylarının çember için otomatik komut yardımıyla oluşturdukları model

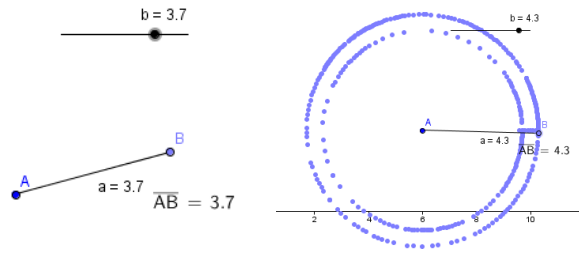
Araştırmacı, inşanın araç çubuğundaki otomatik şekiller kullanılmadan gerçekleştirilmesi gereğini hatırlatmıştır. Taslak modelleri dikkatle incelemeleri ve çemberin kavramsal tanımını düşünmeleri istendiğinde öğretmen adaylarının büyük bir kısmı (n=15) çemberin inşası için model geliştirebilmişlerdir. Bir kısmı ise çembere ilişkin bir model inşa etmekte zorlanmış ve başarılı olamamıştır (n=3).

Öğretmen adaylarının çemberin inşasına yönelik geliştirdikleri modeller incelendiğinde çoğunlukla, sabit bir A noktasını çemberin merkezi olarak belirleyerek merkezden belirli bir uzaklıkta alınan bir B noktası yardımıyla AB doğru parçasını oluşturdukları gözlenmektedir. B noktasının izini açıp hareket ettirerek A merkezli [AB] yarıçaplı çemberi inşa etmişlerdir (Şekil 6.)



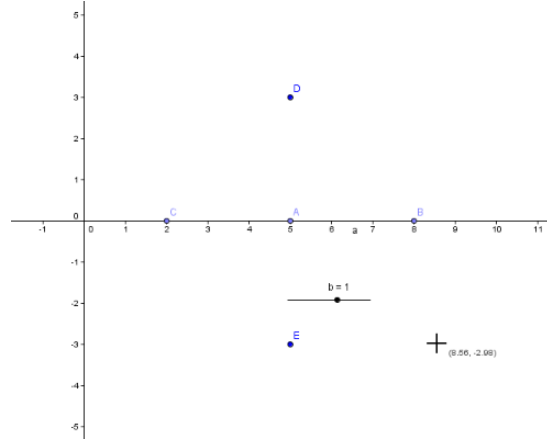
Şekil 6: Esra'nın DMY kullanarak çemberin inşası için geliştirdiği Model

Model geliştiren öğretmen adaylarının büyük bir kısmı sabit bir yarıçap uzunluğuna sahip çemberler üzerinde çalışırken, sadece üç öğretmen adayı yarıçapın değişken bir değer alabileceği düşüncesiyle çemberi sürgü kullanarak inşa etmiştir (Şekil 7.). Bu öğretmen adayları inşa süreçlerinde AB doğru parçasının boyunu sürgüye bağlı bir değer (a) olarak belirlemişlerdir. Bu sayede çemberin yarıçapını statik olmaktan kurtarıp dinamik hale getirmişlerdir. Bu dinamik özelliklerin kâğıt-kalem süreçlerinde veya bilgisayar cebir sistemi gibi dinamik özelliğe sahip olmayan yazılımlarda kullanılması ve sonuçlarının gözlenmesi mümkün olamamaktadır. DMY'nin bu noktada öğretmen adaylarının inşa süreçlerine olumlu yönde bir katkı sağladığı görülmektedir. Öğretmen adayları oluşturdukları sürgüyü hareket ettirerek a'nın alacağı farklı değerler için çeşitli çemberler oluşturmuşlardır. Yazılımın dinamik özelliklerinden yararlanılarak oluşturulan çember modelinin, çember kavramını daha iyi temsil ettiği görülmektedir.

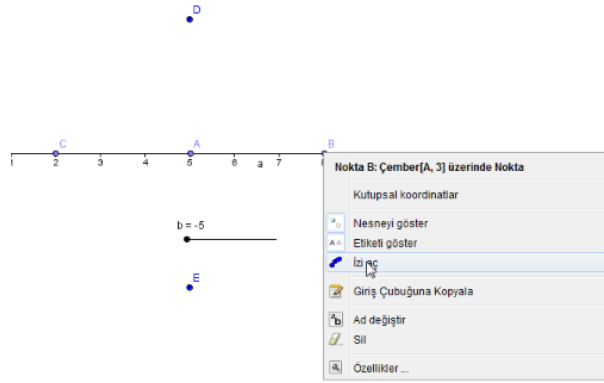


Şekil 7: Ayşe'nin DMY kullanarak çemberin inşası için geliştirdiği model

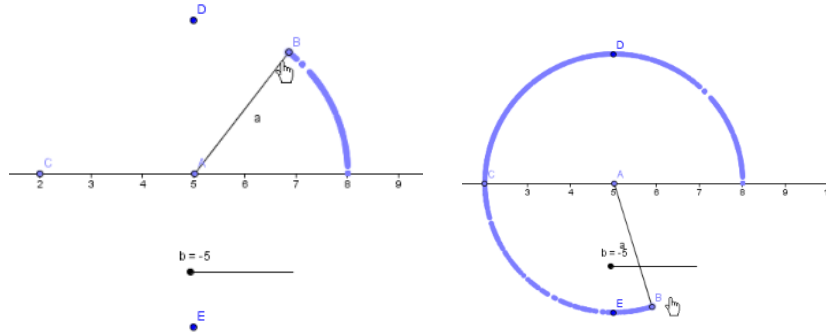
Demir, çember kavramına ilişkin modeli inşa etme sürecinde, düzlemde x-ekseni üzerinde bir A noktası belirliyor. Koordinat eksenlerinden yararlanarak A noktasından 3'er birim uzaklıktaki B, C, D, E noktalarını belirliyor. Fare yardımıyla bu 4 noktadan geçen çemberi belirlemek için uğraşıyor (bu 4 noktadan geçen yuvarlak bir şekil çizmeye çalışıyor). Ancak yaptığı çizimler görsel olarak çembere benzemeyince AB doğru parçasını oluşturuyor. B noktasının izini açarak A merkezli ve B,C,D noktalarından geçen çemberi inşa etmeyi başarıyor (Şekil 8 (a,b,c,d)).



(a)



(b)



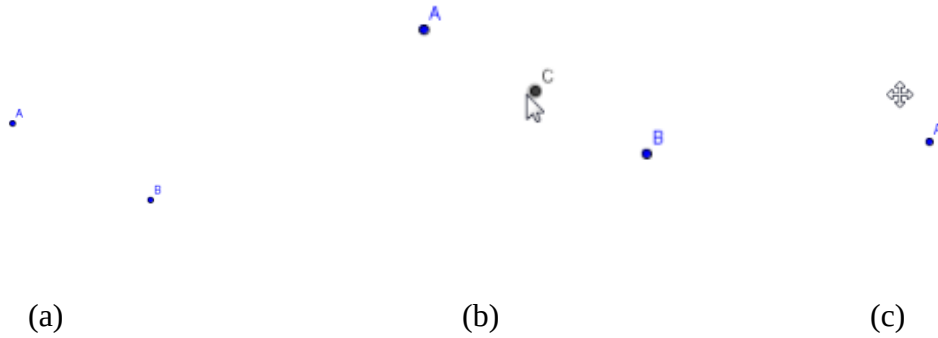
(c)

(d)

Şekil 8: Demir'in DMY kullanarak çemberin inşası için model geliştirme süreci

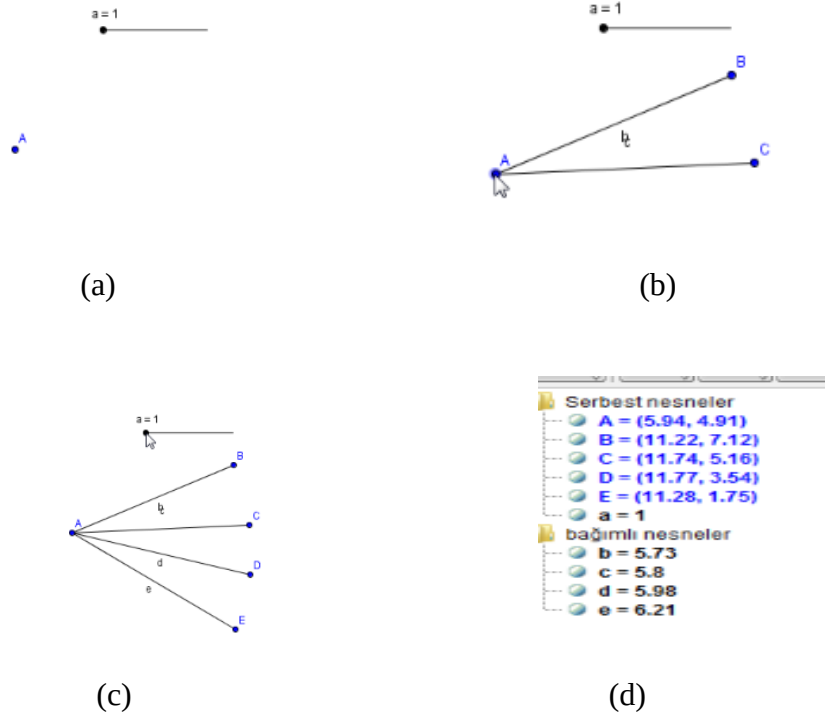
3 öğretmen adayı çemberin inşası için uygun modeli geliştirmeyi başaramamıştır. Bunlardan Kerem'in inşa süreci incelendiğinde (Şekil 9 (a,b,c)), ilk olarak düzlemde A ve B gibi iki nokta belirleyerek bu iki noktadan geçen çemberi

çizmeye çalıştığı gözlenmiştir. Denemeleri sonucu bu iki noktadan geçen şeklin her durumda çember olmadığını fark etmiştir. A noktasını B noktası etrafında sürükleyerek çembere ilişkin bir şekil oluşturmayı denemiştir. Ancak A'nın farklı konumlarında AB uzaklığı değiştiği için oluşan şekil çember modeli olamamıştır. Çizime tekrar başlayan Kerem, A ve B noktalarının belirttiği doğru parçasının orta noktasını belirlemiştir (C noktası). Oluşan ACB doğru parçasını düzlemde kendisi etrafında hareket ettirerek çemberi oluşturmayı denemiştir. Ancak C noktası (veya noktalardan herhangi birisi) sabit olmadığı için oluşan şekil bu durumda da çember belirtmemiştir. Bunu takiben düzlemde belirlediği bir A noktasını çembersel bir yörüngede taşıyarak çemberi belirlemeyi denemiştir. Çemberin belirlenebilmesi için düzlemde alınan bir tek nokta yeterli değildir. Kerem tüm bu denemeleri sonucunda çembere ilişkin modeli bireysel olarak inşa etmeyi başaramamıştır.



Şekil 9: Kerem'in DMY kullanarak çemberin inşası için model geliştirme denemeleri

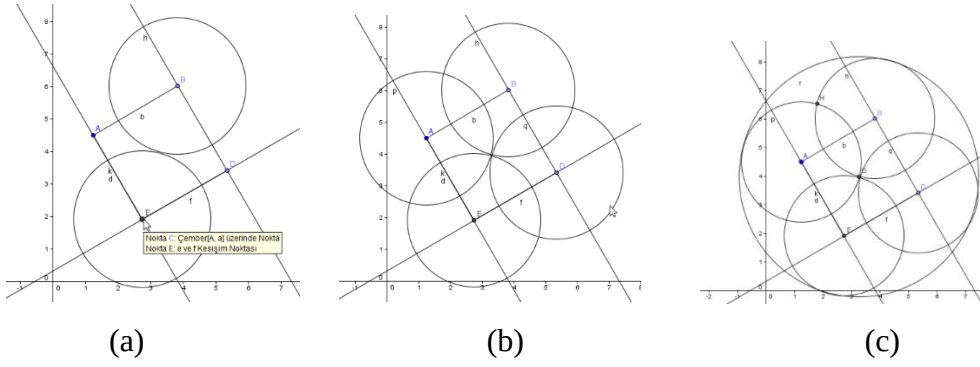
Diğer bir öğretmen adayı (Nermin) ise düzlemde aldığı bir A noktasından eşit uzaklıktaki B, C, D, E noktalarını belirlemeye çalışmıştır (Şekil 10 (a,b,c,d)). Ancak B, C, D, E noktalarının A noktasına olan uzaklıklarının birbirine eşit olmadığı yazılımın cebir penceresinde görülmektedir (B,C,D,E noktalarının A noktasına uzaklıkları sırasıyla $b=5.73br$, $c=5.8$, $d=5.98$, $d=6.21$)



Şekil 10: Nermin'in DMY kullanarak çemberin inşası için geliştirdiği model

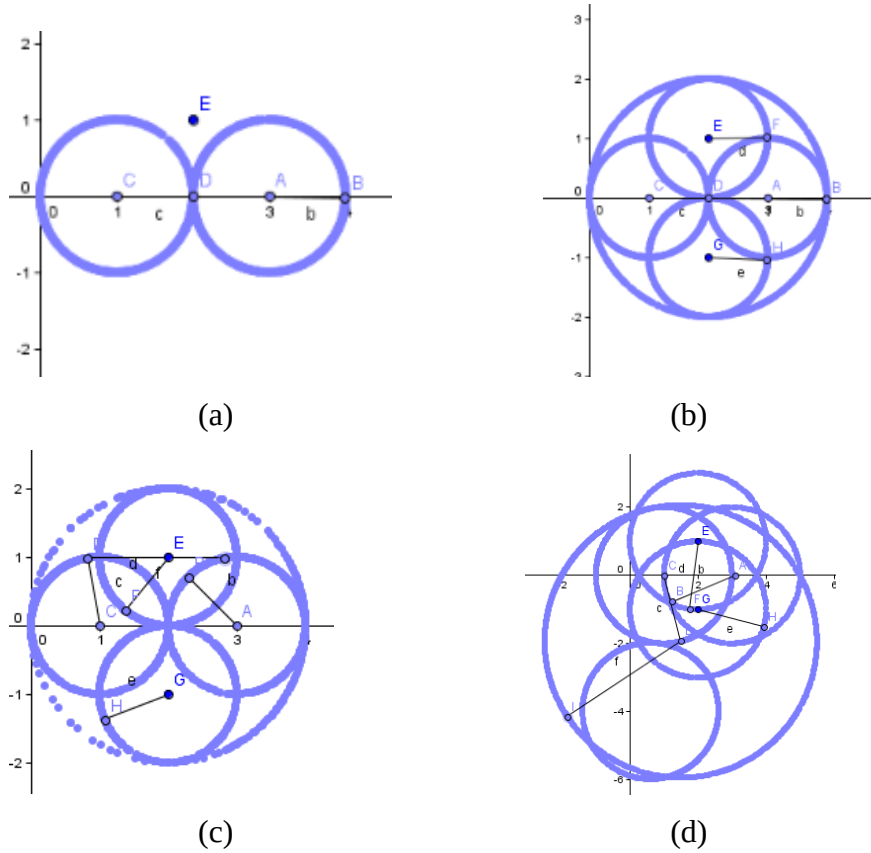
1. kazanıma yönelik gerçek hayat durumlarına ilişkin problemlerin modellenmesinde öğretmen adaylarının sıkıntı yaşadıkları görülmektedir. Öğretmen adayları problemin içerdiği kavramı çözerek uygun modeli geliştirmek yerine görsel olarak gördükleri şekilden yola çıkarak modelleri oluşturmayı amaçlamışlardır. Az sayıda öğretmen adayı birkaç deneme sonucunda problemlerin çözümü için gerekli olan kavramsal ilişkileri belirleyebilmiş ve uygun inşayı gerçekleştirerek problemleri çözebilmiştir.

Öğretmen adaylarından çemberler kullanılarak tasarlanmış bir şekle ilişkin modeli inşa etmeleri istenmiştir. Bu modelin inşasında küçük çemberler ve büyük çember birbiriyle öyle bir biçimde ilişkilendirilmelidir ki tasarımın herhangi bir elemanının büyüklüğü yada konumu değiştirildiğinde diğer elemanları da onunla uyum içerisinde hareket ederek tasarımın bütünlüğünü korumalıdır. Ancak 18 öğretmen adayından sadece 1 tanesi inşayı gerçekleştirirken çemberleri birbirleri ile ilişkilendirebilmiş, böylece oluşturduğu tasarım sürüklendiğinde dahi bütünlüğünü korumuştur (Şekil 11 (a,b,c)).



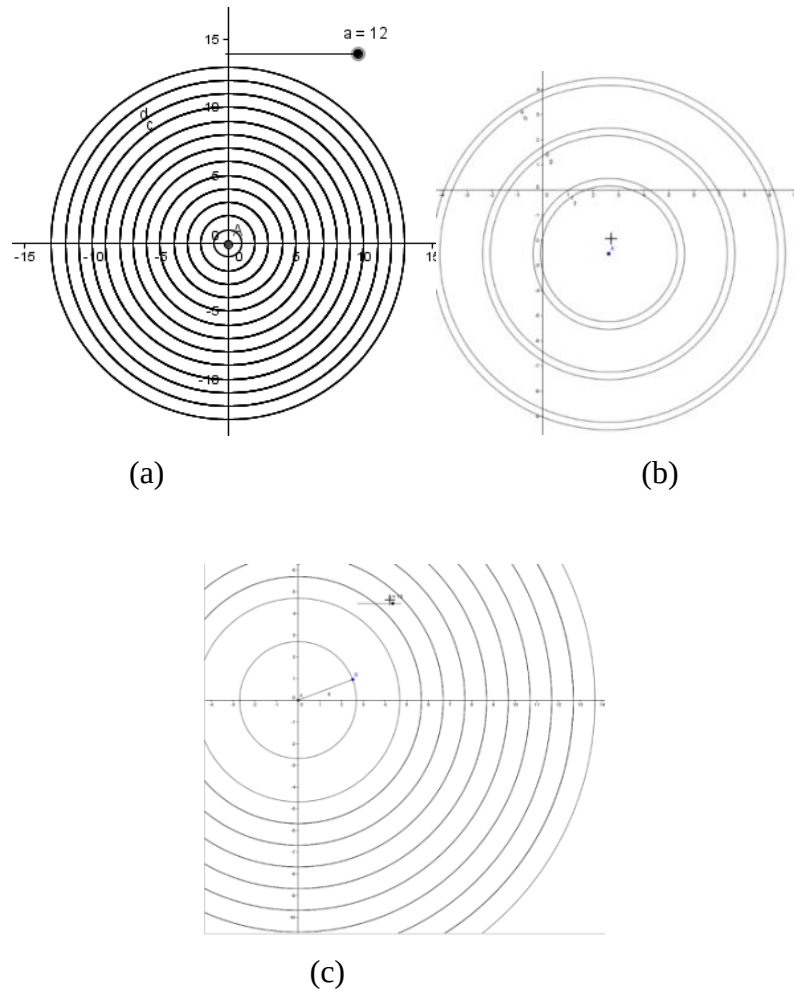
Şekil 11: Ayşe'nin DMY kullanarak gerçek yaşam durumuna ilişkin inşası

Diğer 17 öğretmen adayı ise oluşturdukları modellerde görselliğe odaklanmıştır. Birbirleriyle ilişkilendirilmemiş 5 çember oluşturarak tasarımlarını tamamlamışlardır. Ancak çemberlerden herhangi birisi yazılımın dinamik özellikleri yardımıyla değiştirildiğinde veya sürüklendiğinde tasarım bozulmuştur. Aşağıdaki örnek bu durumu betimlemektedir (Şekil 12 (a,b,c,d))



Şekil 12: Öğretmen adaylarının gerçek yaşam durumuna ilişkin çizimleri-1

1. kazanıma yönelik olarak geliştirilen 1. etkinliğin sonunda verilen gerçek yaşam durumuna (Gwennap Çukuru) ilişkin modelin inşa edilmesinde de öğretmen adaylarının sıkıntı yaşadıkları görülmektedir. Bu modeli inşa ederken soru kökünde verilen matematiksel ilişkileri göz ardı ederek, görsele odaklandıkları anlaşılmaktadır. 18 öğretmen adayından 14 öğretmen adayı kavrama yönelik ilişkilerin dikkate alınmadığı veya ilişkilerin tam olarak belirlenemediği yanlış çizimler yapmışlardır. Aşağıda öğretmen adaylarının yanlış çizimlerine ilişkin örnekler verilmiştir (Şekil 13 (a,b,c)).

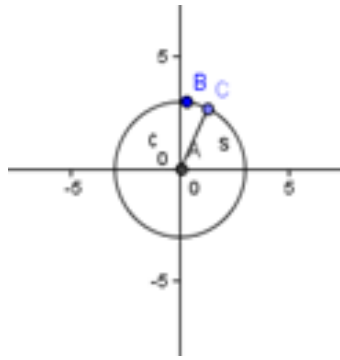


Şekil 13: Öğretmen adaylarının gerçek hayat durumuna ilişkin çizimleri-2

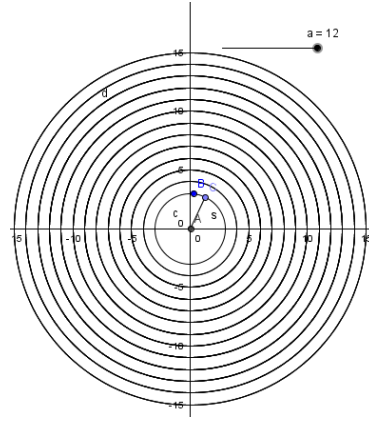
Gwennap çukuru ile ilgili gerçek yaşam durumunda öğretmen adaylarından bir amfi tiyatroya ait bir model inşa etmeleri istenmiştir. Ancak bu modelde önemli olan en içteki çemberin belirlediği sahnenin yarıçapının s birim ve 12 çembersel basamağın her birinin genişliğinin 1 birim olarak belirlenmesidir. Şekil 13’de verilen örneklerde de

görüldüğü gibi (a) şeklinde öğretmen adayı sahnenin yarıçapını belirlememiştir. Aynı merkeze sahip ve her birinin yarıçapı kendisinden bir önceki çemberin yarıçapından 1 birim daha uzun olan 13 çember inşa etmiştir. (b) şekli incelendiğinde ise öğretmen adayının inşasını yaparken hem sahnenin yarıçap uzunluğunu, hem de 12 çembersel basamağı ve bu basamakların genişlikleri ile ilgili veriyi dikkate almadığı görülmektedir. Çizim verilen gerçek yaşam durumuna görsel olarak benzerlik göstermekle birlikte hiçbir kavramsal ilişkiyi içermemektedir. (c) de verilen örnekte ise sahnenin yarıçap uzunluğunu belirlemiş ancak bu yarıçap uzunluğu ile basamakları oluşturan çemberlerin yarıçap uzunlukları arasındaki ilişkiyi belirleyerek inşayı gerçekleştirememiştir. Sahneyi oluşturan çemberi bağımsız olarak çizdikten sonra 1. basamağı oluşturan çemberi de bağımsız olarak çizmiş, diğer basamakları 1. basamağı oluşturan çemberle ilişkilendirerek çizebilmiştir. Oysa şeklin tamamının bir bütün olarak ilişkilendirilerek inşa edilmesi gerekmektedir.

Öğretmen adaylarından sadece 4'ü gerçek yaşam durumuna ilişkin modeli, soru kökünde verilen ilişkileri de göz önünde bulundurarak inşa edebilmiştir. Aşağıda bu öğretmen adaylarının inşalarına ilişkin örnekler yer almaktadır (Şekil 14 (a,b,c,d,e,f)).



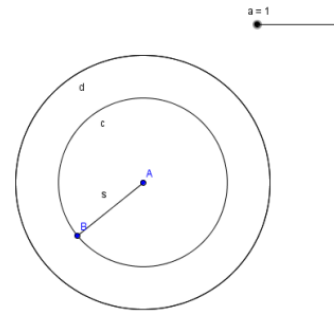
(a)



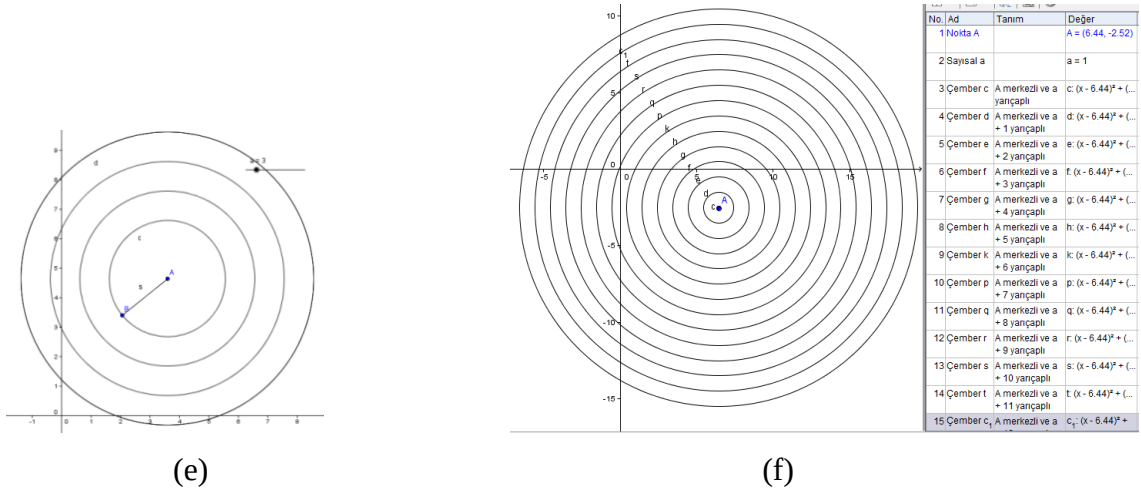
(b)

İnşa Protokolü			
No.	Ad	Tanım	Değer
1	Nokta A		$A = (3.6, 4.64)$
2	Nokta B		$B = (2.06, 3.4)$
3	Çember c	B' dan geçen ve A merkezli	$c: (x - 3.6)^2 + \dots$
4	Doğru p...	Doğru Parçası [A,B]	$s = 1.98$
5	Sayısal a		$a = 1$
6	Çember d	A merkezli ve s + a yarıçaplı	$d: (x - 3.6)^2 + \dots$

(c)



(d)



Şekil 14: Öğretmen adaylarının gerçek hayat durumuna ilişkin, matematiksel ilişkileri dikkate alarak gerçekleştirdikleri inşalar

(a), (b) ve (c) durumları Cem'in inşa sürecini yansıtmaktadır. Bu durumlar incelendiğinde Cem ilk olarak sahneye ilişkin A merkezli, s yarıçaplı çemberi inşa etmiştir (a). Ardından her birinin genişliği 1 birim olan 12 basamağı inşa etmiştir (b). Bunun için inşa adımları (c) de görülmektedir. Dikkat edilirse, inşa adımlarının 5. adımında Cem basamakların genişliğini 1 birim olarak ayarlamak için 1'er birim aralıklarla ilerleyen ve a'ya bağlı değerler alan sürgüyü kullanmıştır ($1 \leq a \leq 12$). 6. adımda ise s yarıçaplı sahneden sonraki her çemberi A merkezli ve s+a yarıçaplı olarak belirlemiştir. Bu sayede gerçek hayat durumunun soru kökünde verilen ilişkilerin belirtildiği modeli inşa etmeyi başarmıştır.

(d) ve (e) durumlarında ise diğer bir öğretmen adayının inşa süreci görülmektedir. Bu öğretmen adayı da Cem'le aynı düşünmeyi gerçekleştirerek gerçek hayat durumuna uygun modeli inşa etmiştir.

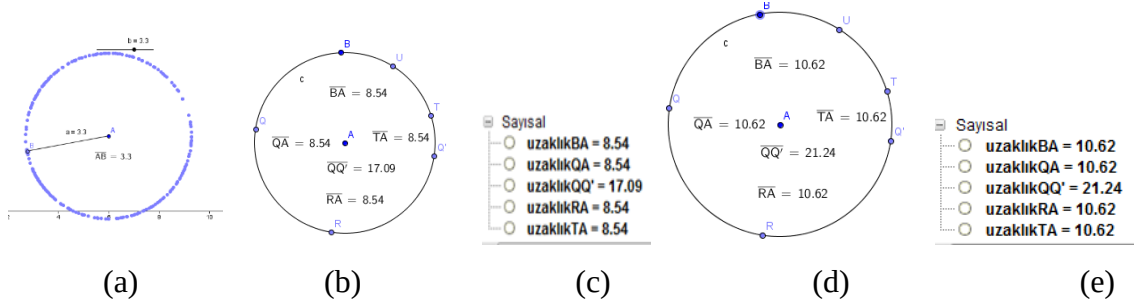
(f) durumunda ise Berrin'in inşa süreci gözlenmektedir. Berrin sahneye ilişkin A merkezli, a yarıçaplı çemberi inşa etmiştir. Ancak a=1 olarak belirlemiştir. Ardından her birinin genişliği 1 birim olan 12 basamağı inşa etmiştir. Bunun için sürgüyü kullanmak yerine basamakları belirleyen çemberleri ayrı ayrı inşa etmiş ve her bir çemberin yarıçap uzunluğunu kendisinden önceki çemberin yarıçap uzunluğuna göre 1 birim arttırmıştır. Bu durum inşa protokolünde gözlenebilmektedir.

4.3.1.2 Kazanım 1'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmen Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Öğretmen adayları çember kavramına yönelik bir model geliştirmek için taslak modellerdeki ilişkileri belirlemekte zorlanmışlardır. Bu nedenle ilk çizimleri çember kavramının bileşenlerini değil sadece görselliğini içermektedir (sabit bir noktadan belirli uzaklıktaki noktaların kümesine odaklanmak yerine yuvarlak bir şekil çizmek üzerinde odaklanmışlardır). Ancak öğretmen adaylarının büyük bir kısmı ($n=15$) taslak modelleri inceleyip çemberin kavramsal tanımını üzerinde düşünerek çember kavramına ilişkin bir model inşa etmişlerdir (örnekler modelleme yeterlikleri ile ilgili bulgulara verilmiştir). Uygun modeli inşa etmeyi başaran öğretmen adayları oluşturdukları modeller üzerinde yazılımın dinamik özelliklerini kullanarak çember kavramının elemanları arasındaki ilişkileri kolaylıkla belirleyebilmişlerdir. Çemberin merkezini belirlemişlerdir, çembere ait yarıçap uzunluğunu ve çap uzunluğunu ölçerek yarıçap ile çap arasındaki ilişkiyi cebir penceresinde gözlemlemişlerdir. Çemberin sürüklenmesiyle cebir penceresinde değişen işlemsel sonuçları, kavramsal bilgilerle ilişkilendirmişlerdir (Şekil 15c, e). Yazılımın dinamik özellikleri öğretmen adaylarının ilişkileri gözlemlemesinde büyük kolaylık sağlamıştır. Cebir penceresinde ve grafik penceresinde farklı temsil biçimleri belirlediği için bunlar arasındaki ilişkileri keşfedebilmişlerdir. Şekil 15 öğretmen adaylarının DMY kullanarak ilişkileri gözlemleme sürecinden kesitler içermektedir. (a) durumunda öğretmen adayı çemberin üzerinde alınan tüm noktaların çemberin merkezi olan A noktasına uzaklığının eşit olduğunu sürgü yardımıyla farklı yarıçap uzunluklarına sahip çemberler üzerinde B noktasını sürükleyerek gözlemlemiştir.

Başka bir öğretmen adayı ise (b) durumunda A merkezli çember üzerinde aldığı farklı noktaların A noktasına olan uzaklığını belirleyerek çemberin yarıçap uzunluğunu belirlemiş ve çember üzerindeki tüm noktaların merkeze olan uzaklığının birbirlerine eşit olduğunu gözlemlemiştir. Çember üzerindeki Q noktasının çemberin merkezi olan A noktasına göre simetriğini (Q') alarak çemberin çap uzunluğu ile yarıçap uzunluğu arasındaki ilişkileri hem grafik penceresinde inşa ettiği model üzerinde hem de cebir penceresinde (c) gözlemlemiştir. Aynı öğretmen adayı inşa ettiği A merkezli çemberi sürükleyip büyütürken ilişkilerin nasıl değiştiğini dinamik olarak gözlemleme fırsatı elde etmiştir (d) ve (e).

Ancak gerçek yaşam durumundaki ilişkileri belirlemede öğretmen adaylarının birçoğunun sıkıntıları olduğu görülmektedir. Gerçek hayat durumlarını matematikle ilişkilendirememişlerdir. Soru kökünde gizlenmiş matematiksel kavramla ilgili ilişkileri

sadece 4 öğretmen adayı belirleyebilmiştir. 1. kazanıma yönelik olarak modelleme yeterliklerinde de verildiği üzere gerçek yaşam durumunun amaçladığı kavramsal ilişkilerin belirlenmesi yerine görsel bir şeklin ortaya koyulması amaçlanmıştır.



Şekil 15: Öğretmen adaylarının ilişkilendirme örnekleri

4.3.1.3 Kazanım 1'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmen Adaylarının

İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular.

Gözlemledikleri ilişkilerin ve özelliklerin matematiksel dilde ifade edilmesinde öğretmen adayları yazılımın cebir penceresindeki ifadelerden ve değerlerden yararlanmışlardır. Etkinlik kâğıtlarında “matematiksel dili kullanarak ifade ediniz” diye belirtilen bölümler bu durumu ortaya koymaktadır (Şekil 16a, b).

matiksel dilde ifade ediniz.
A noktası merkez $A(3,76 \mid 2,24)$
b yarıçap $b=4$
 $(x-3,76)^2 + (y-2,24)^2 = (4)^2$

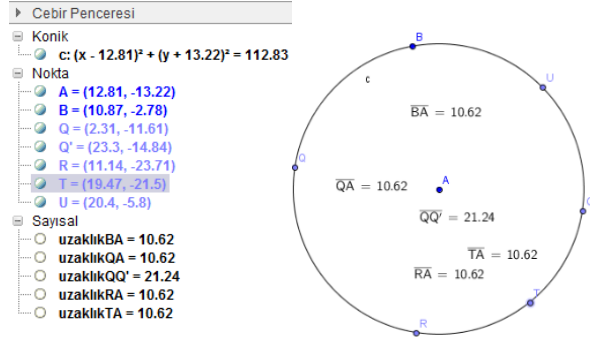
(a)

Matematiksel dil kullanarak çemberin tanımını yapınız.
 $(x-4,56)^2 + (y+2,2)^2 = 9$
Düzlemdeki sabit bir noktadan eşit uzaklıktaki noktaların geometrik yeri

(b)

Şekil 16. Öğretmen adaylarının matematiksel iletişim örnekleri

Dinamik matematik yazılımının grafik ve cebir pencereleri farklı matematiksel temsillere imkân tanımaktadır. Ayrıca uygun matematiksel ifadelerin gösterimini hazır olarak sunmaktadır (Şekil 17). Yazılımın bu özellikleri sayesinde öğretmen adayları matematiksel iletişimin gelişimini destekleyici deneyimler yaşamışlardır.



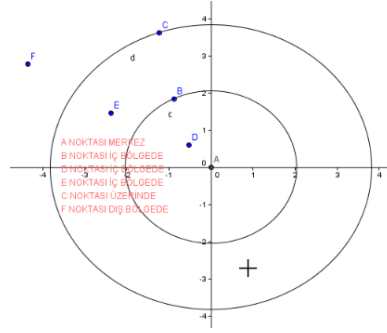
Şekil 17: Dinamik matematik yazılımında matematiksel iletişim örnekleri

4.3.2 Kazanım 2'ye Yönelik Bulgular

Kazanım 2: Çemberin düzlem bölgeleri arasında ilişki kurar

4.3.2.1 Kazanım 2'ye Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Öğretmen adaylarından dinamik matematik yazılımını kullanarak çemberin düzlem bölgelerini ifade etmek için bir model geliştirmeleri istenmiştir. Kapalı bir eğri olan çember, bulunduğu düzlemde biri kendisi olmak üzere, 3 ayrı küme oluşturmaktadır (Aydın ve Asma, 2002). Bu kümeler çember, çemberin iç bölgesi ve çemberin dış bölgesidir. Öğretmen adaylarının geliştirdikleri modellerde çemberi ve bu çemberin üzerinde bulunduğu düzlemi bir bütün olarak ele almadıkları görülmektedir. İnşa ettikleri çemberin üzerinde, iç bölgesinde ve dış bölgesinde aldıkları bir yada iki eleman yardımıyla çemberin düzlem bölgelerini açıklamayı amaçlamışlardır (Şekil 18, Şekil 19, Şekil 20). Sadece 2 öğretmen adayı geliştirdiği modelde bölgesel gösterimi kullanmıştır (Şekil 21, Şekil 22 a, b).

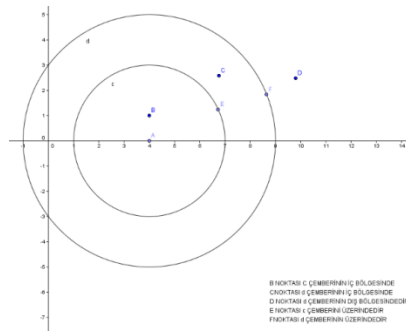
Etkinliğe katılan 18 öğretmen adayının tamamı çemberin düzlem bölgelerini belirlemeye yönelik bir model geliştirmişlerdir. Ancak geliştirilen modellerde bir takım eksikliklerin olduğu gözlenmektedir. Aşağıda öğretmen adayları tarafından geliştirilen modellere ilişkin örnekler yer almaktadır.



Şekil 18. Semra'nın çemberin düzlem bölgelerini belirlemeye yönelik geliştirdiği model

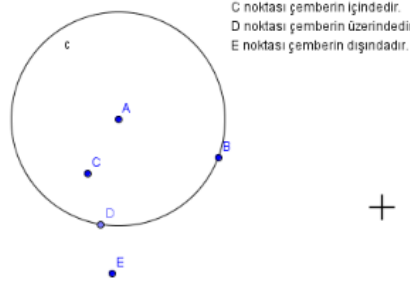
Yukarıdaki modelde Semra'nın çemberin düzlem bölgelerini belirlemek amacıyla inşa ettiği model görülmektedir. Semra'nın geliştirdiği modelde A merkezli ancak farklı yarıçap uzunluğuna sahip iki çember bulunmaktadır. Semra eklediği metinde B, D ve E noktalarının çemberin iç bölgesinde; C noktasının çemberin üzerinde, F noktasının ise çemberin dış bölgesinde olduğunu belirtmiştir. Ancak Semra'nın açıklamaları sadece A merkezli ve C noktasından geçen çember için doğru anlam ifade etmektedir. A merkezli ve B noktasından geçen çembere göre noktaların konumu değişmektedir. Bu durumda B noktası çemberin üzerinde yer alırken, E, C ve F noktaları çemberin dış bölgesinde kalmaktadır. Öğretmen adayının yaptığı çizimde çemberlerden birisine (büyük olan çembere) odaklandığı ve bu nedenle yaptığı açıklamaların yanılgıya yol açabileceği görülmektedir.

Aşağıda diğer bir öğretmen adayının geliştirdiği model verilmiştir. Elçin geliştirdiği bu modelde, çemberin farklı düzlemsel bölgelerinden seçtiği birtakım elemanlardan yararlanmıştır. Noktaların konumlarını belirlerken hangi çembere göre hangi konumda bulunduğunu dikkate almıştır. Ancak olası tüm durumları açıklamamış ve bölgesel gösterimi kullanmamıştır (Şekil 19).



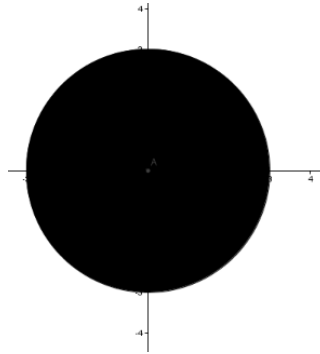
Şekil 19. Elçin'in çemberin düzlem bölgelerini belirlemeye yönelik geliştirdiği model

Öğretmen adaylarından bazıları ise çemberin düzlem bölgelerini belirlerken “bölge” ifadesini kullanmamışlardır. Belirlenen bir elemanın konumunu “çemberin içinde”, “çemberin dışında”, “çemberin üzerinde” olarak belirtmişlerdir (Şekil 20).



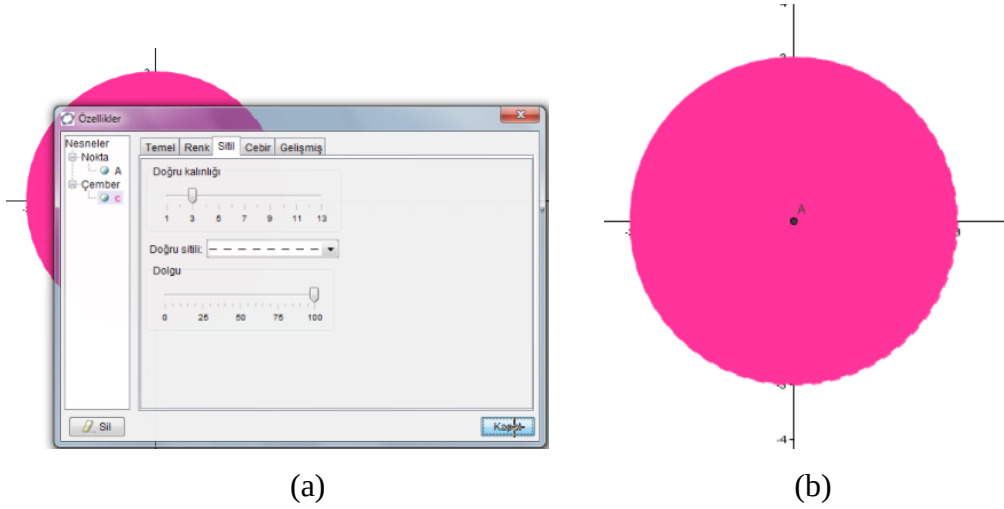
Şekil 20. Çemberin düzlem bölgelerinin belirlenmesine yönelik model örneği

Öğretmen adaylarından 2’si ise çemberin düzlemsel bölgelerine ilişkin modeli bölgesel olarak göstermişlerdir. Ancak Şekil 21’deki modellemeyi yapan öğretmen adayı bölgesel gösterimde çember ve çemberin iç bölgesini bir bütün olarak göstermiştir. Bu model çemberin üzerinde bulunduğu düzlemi iki bölge ayırdığı anlamı taşımaktadır.



Şekil 21. Çemberin düzlem bölgelerine ilişkin başka bir modelleme örneği

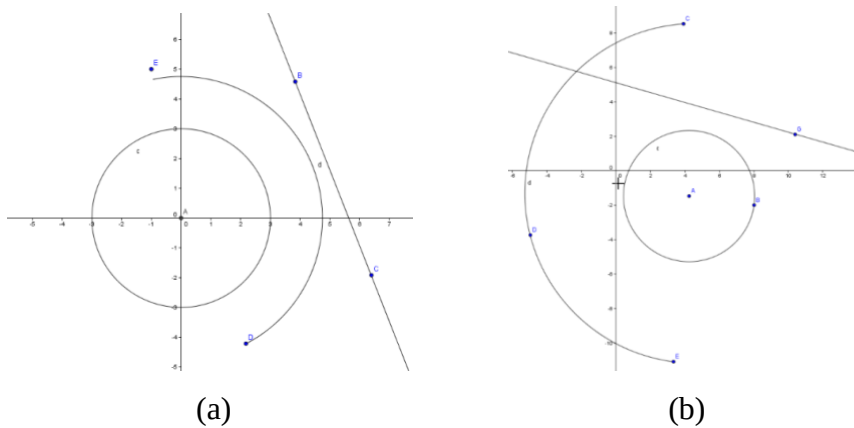
Şekil 22 a ve b’de ise öğretmen adayı çemberi, iç bölgesini ve dış bölgesini ayrı ayrı belirlemiştir. Bu amaçla çemberin iç bölgesini oluşturan noktalar kümesini pembe renkle belirlerken, çemberi oluşturan noktaların ayrı bir küme oluşturduğunu belirlemek amacıyla kesikli çizgileri kullanmıştır. Çemberin dış bölgesini ise beyaz renkle belirtmiştir.



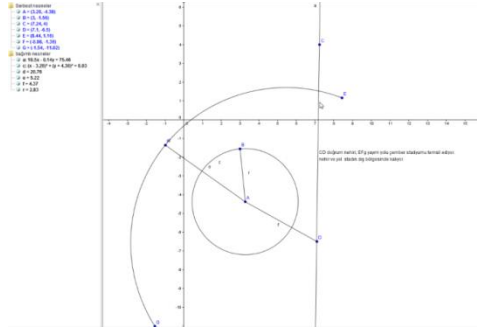
Şekil 22.Cem'in çemberin düzlem bölgelerine ilişkin geliştirdiği model

Yukarıdaki örnekler incelendiğine öğretmen adaylarının çemberin düzlemsel bölgelerini ifade etmeye yönelik modellemelerinin kavramsal eksiklikler içerdiği ve çoğunlukla kağıt-kalem süreçlerindeki çizimleri çağrıştırdığı söylenebilir.

2. kazanıma yönelik gerçek hayat durumlarına ilişkin problemin modellenmesinde öğretmen adayları kavramsal ilişkileri dikkate almadan sadece görselde gördükleri şekilden yola çıkarak modelleri oluşturmayı amaçlamışlardır (Şekil 23 a, b). Öğretmen adaylarından birisi kavramsal ilişkileri içeren modeli inşa etmiş, yazılımın dinamik özellikleri yardımıyla model üzerindeki ilişkileri gözlemlemiştir (Şekil 24). Aşağıda gerçek yaşam durumuyla ilişkili problemlere ait öğretmen adaylarının tasarladığı modeller görülmektedir.

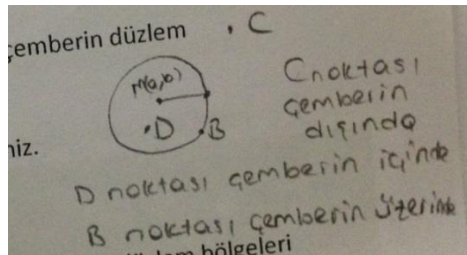


Şekil 23.Gerçek yaşam durumuna ait kavramsal ilişkileri içermeyen modelleme örneği



Şekil 24. Gerçek yaşam durumuna ait kavramsal ilişkileri içeren modelleme örneği

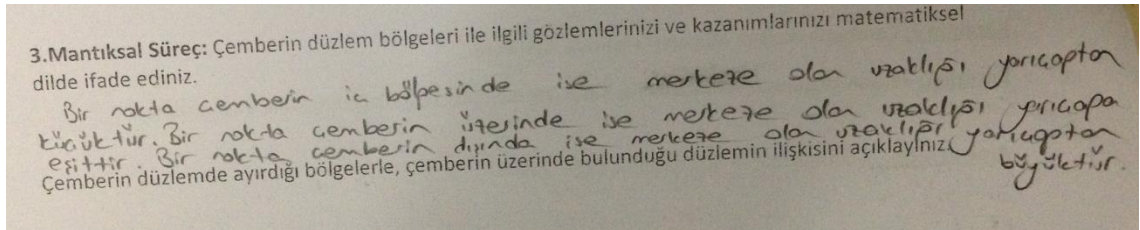
4.3.2.2 Kazanım 2'ye Yönelik Olarak Matematik Öğretmen Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Öğretmen adayları modelleri geliştirirken taslak modellerdeki ilişkileri tam olarak belirleyememişlerdir. Bu nedenle çemberin düzlem bölgelerine ilişkin geliştirdikleri modeller kavramsal eksiklikler içermektedir. Modeller herhangi bir çemberin düzlemde ayırdığı bölgelere ilişkin genellemeleri içermek yerine bir takım örnekleri ortaya koymaktadır. Geliştirilen bu örnek modellerde ise öğretmen adayları farklı düzlemsel bölgelerde seçtikleri noktaların konumlarını, çemberin yarıçapı ile ilişkilendirmemişlerdir. Sadece “çemberin içinde” veya “iç bölgesinde”, “dışında” veya “dış bölgesinde”, “üzerinde” ifadelerini kullanmışlardır. Herhangi bir A merkezli, r yarıçaplı çemberde; $[AB]=r$ olacak şekilde B noktalarının konumu çemberin üzerinde, $[AC] < r$ olacak şekilde C noktalarının konumu çemberin iç bölgesinde, $[AD] > r$ olacak şekilde D noktalarının konumu çemberin dış bölgesinde olmalıdır. Ancak bu kazanıma yönelik modellemelerde öğretmen adaylarının birçoğunun, farklı düzlemsel bölgelerdeki noktaların çemberin merkezine olan uzaklığı ile çemberin yarıçap uzunluğu arasındaki ilişkinin noktanın konumunu belirlemedeki rolünü ortaya koymadıkları görülmektedir (Şekil 25).



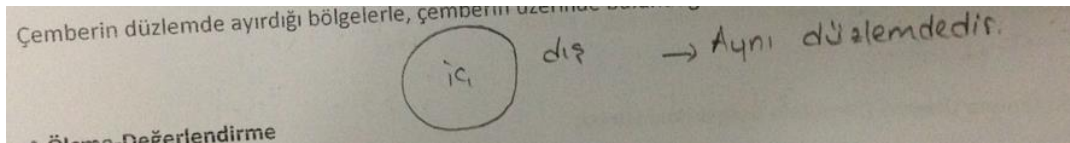
Şekil 25. Öğretmen adaylarının bir çemberin düzlem bölgeleri arasındaki ilişkileri belirlemesine örnek

Gerçek yaşam durumundaki ilişkileri belirlemede öğretmen adaylarının başarılı olamadığı görülmektedir. Soru kökünde istenilen matematiksel kavramla ilgili ilişkileri sadece 1 öğretmen adayı belirleyebilmiştir. 2. kazanıma yönelik olarak gerçek yaşam durumuna ilişkin problemi modelleme yeterliklerinde de verildiği üzere gerçek yaşam durumunun amaçladığı kavramsal ilişkilerin belirlenmesi yerine görsel bir şeklin ortaya konulması amaçlanmıştır.

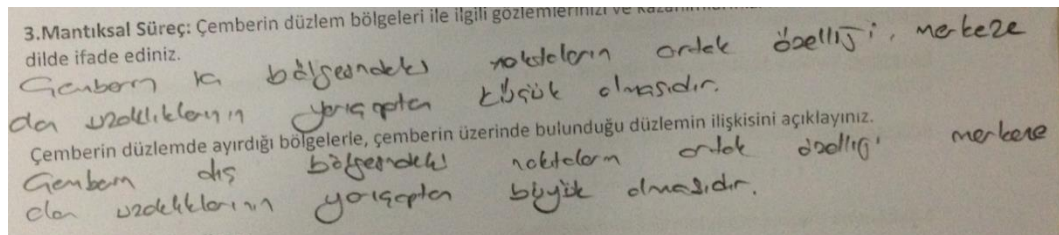
4.3.2.3 2. Kazanıma Yönelik Olarak Matematik Öğretmen Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. 2. kazanıma yönelik olarak iletişim yeterliklerinin belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarından toplanmış olan etkinlik kağıtları incelenmiştir. Verilen taslak modellerdeki ilişkileri belirlemede, modellemede ve ilişkilendirmede zorluk yaşayan öğretmen adaylarının ilişkileri ifade etmede matematiksel dili kullanmak yerine sözel ifadeler kullandıkları görülmektedir(Şekil 26, Şekil 27, Şekil 28, Şekil 29,Şekil 30).



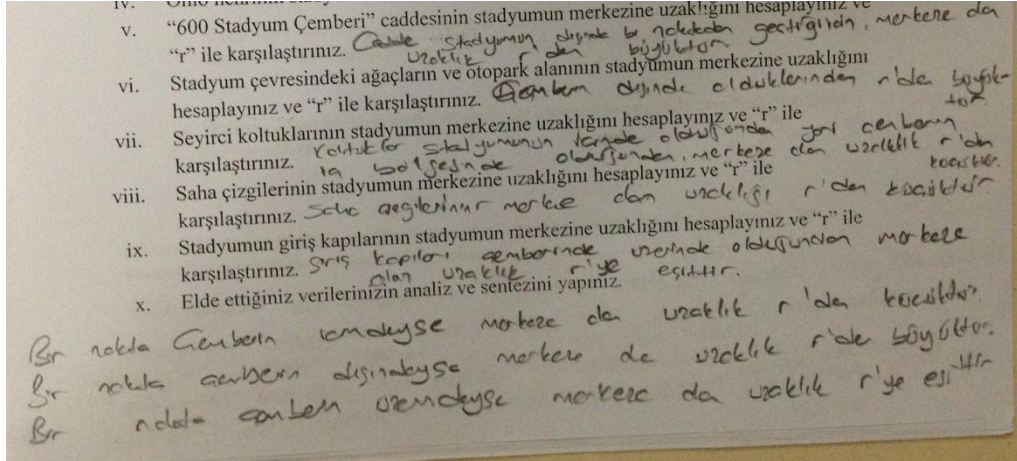
Şekil 26.Ezgi'nin matematiksel dili kullanma durumuna örnek



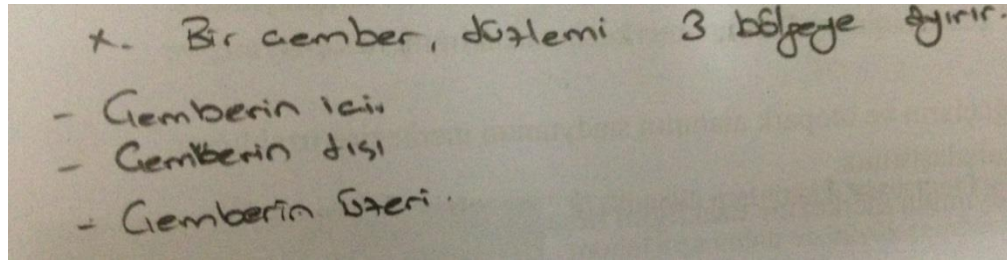
Şekil 27.Berrin'in matematiksel dili kullanma durumuna örnek



Şekil 28.Elif'in matematiksel dili kullanma durumuna örnek



Şekil 29. Cem'in matematiksel dili kullanma durumuna örnek



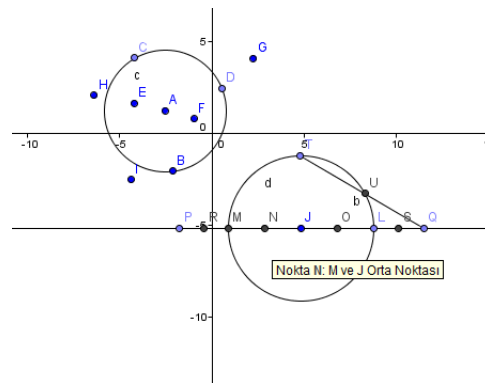
Şekil 30. Kerem'in matematiksel dili kullanma durumuna örnek

4.3.3 Kazanım 3'e Yönelik Bulgular

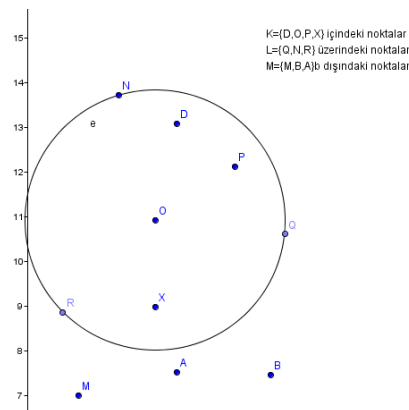
Kazanım 3: Bir nokta ile bir çemberin birbirlerine göre konumlarını inşa eder ve ilişkilendirir.

4.3.3.1 Kazanım 3'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Matematik öğretmeni adaylarından bir nokta ile bir çemberin birbirlerine göre konumlarını dinamik matematik yazılımını kullanarak modellemeleri istenmiştir. Herhangi bir çemberle aynı düzlemde bulunan bir nokta çemberin farklı düzlemsel bölgelerinde yer alabilmektedir. Bu durumda noktanın çembere göre konumunu belirleyici en temel unsur noktanın çemberin merkezine olan uzaklığıdır. Noktanın çemberin merkezine olan uzaklığı çemberin yarıçap uzunluğu ile karşılaştırılarak konumu belirlenebilir. Öğretmen adaylarının kazanıma ilişkin modellemeleri incelendiğinde çoğunlukla ($n=12$) çemberin düzlemsel bölgelerinde

belirlenen farklı noktalar ile çember ile noktanın birbirlerine göre konumlarını modelledikleri görülmektedir. Ancak bu modellemeyi gerçekleştiren öğretmen adayları nokta ile çemberin birbirlerine göre konumlarını belirleyici yardımcı elemanları modelleri üzerinde belirlememişlerdir (Şekil 31, Şekil 32).



Şekil 31. Nokta ile çemberin birbirlerine göre konumları modelleme örneği 1

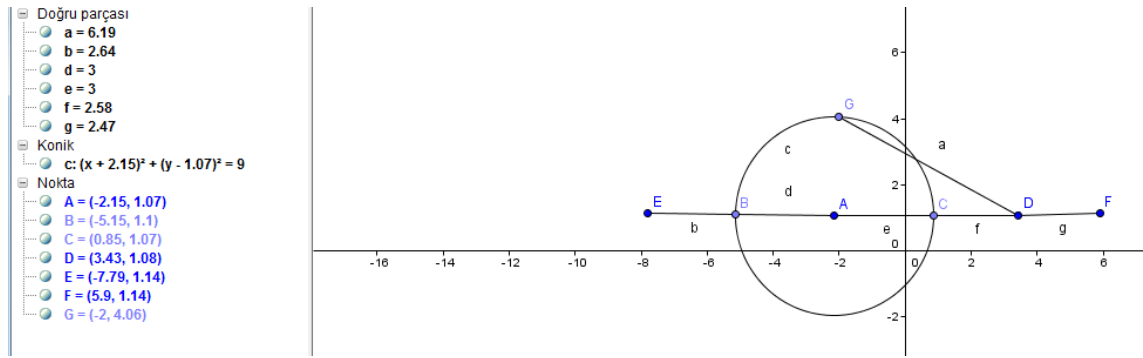


Şekil 32. Nokta ile çemberin birbirlerine göre konumları modelleme örneği 2

Yukarıda verilen modelleme örneklerinde görüleceği gibi öğretmen adaylarının bir kısmı sadece nokta ile çemberin birbirlerine göre konumlarını görsel olarak belirlemiştir. Bu modellemelerde noktaların çemberin merkezine olan uzaklıkları, yarıçap ve yarıçap uzunluğu gibi yardımcı elemanlar belirtilmemiştir.

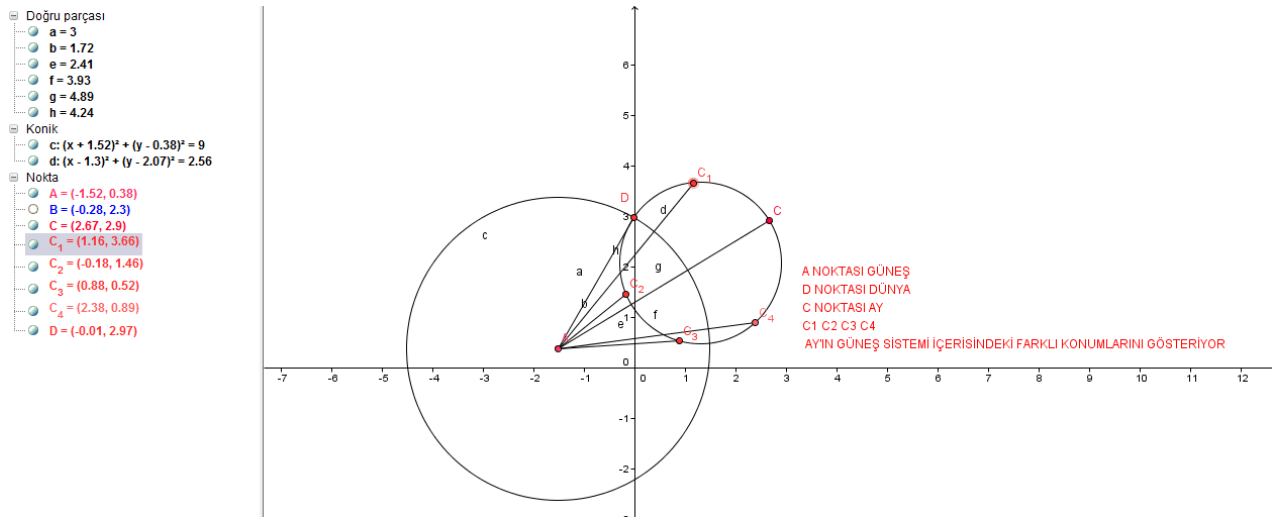
Öğretmen adaylarından bazıları ise inşa ettikleri model üzerinde gerekli temel çizimlerin yanı sıra yardımcı çizimlerin bir kısmını da göstermişlerdir (Şekil 33.). Şekil 33' de örneği verilen modeli inşa eden öğretmen adayı çemberin merkezini ve yarıçap uzunluğunu belirlemiştir. Ancak noktaların konumları ile çemberin merkezi arasındaki

ilişkiyi modeli üzerinde belirtmemiştir. Çemberin dış bölgesinde bulunan E noktasının çemberin merkezi olan A noktasına uzaklığını hesaplayarak yarıçap uzunluğu ile karşılaştırmak yerine E noktasının B noktasına olan uzaklığını hesaplamıştır. Aynı durum diğer noktalar için de geçerlidir. Öğretmen adayının modelleme sürecine ilişkin ekran kayıtlarının incelenmesi sürecinde yapılan bu hesaplamaların ve ilişkilendirmelerin modelin geliştirilmesine yönelik bir kazanım sağlamadığı gözlenmiştir.

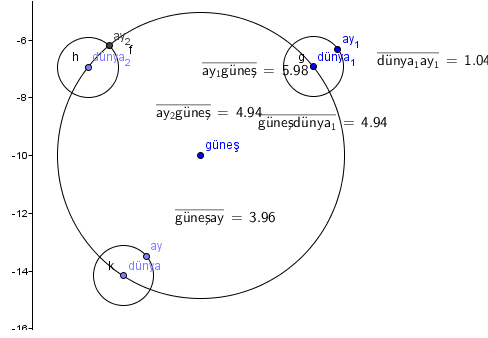


Şekil 33. Nokta ile çemberin birbirlerine göre konumları modelleme örneği 3

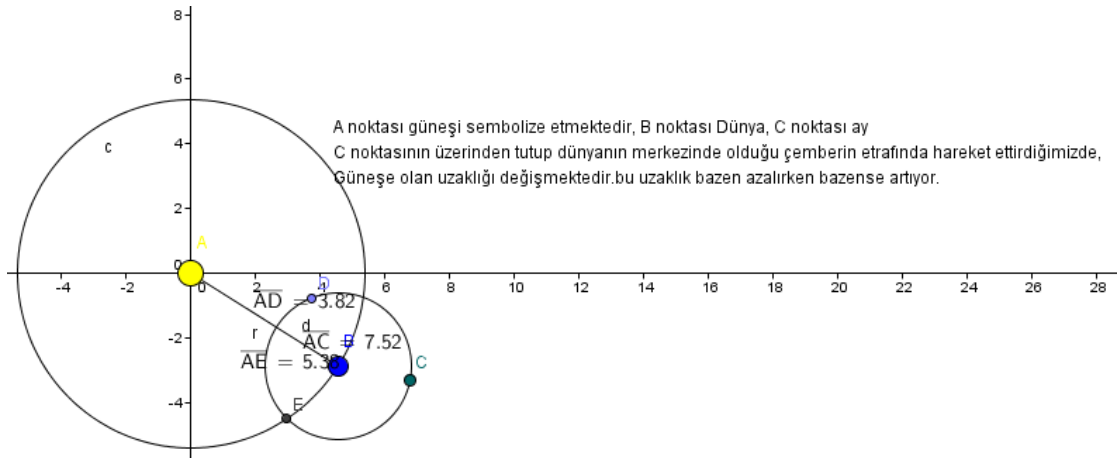
Araştırmaya katılan 6 öğretmen adayı ise temel elemanların yanı sıra kavramsal ilişkilerin ortaya koyulması açısından gerekli yardımcı çizimleri de modelleri üzerinde inşa etmişlerdir. Aşağıda bu duruma ilişkin örneklere yer verilmiştir (Şekil 34, 35, 36).



Şekil 34. Nokta ile çemberin birbirlerine göre konumları modelleme örneği 4



Şekil 35. Nokta ile çemberin birbirlerine göre konumları modelleme örneği 5

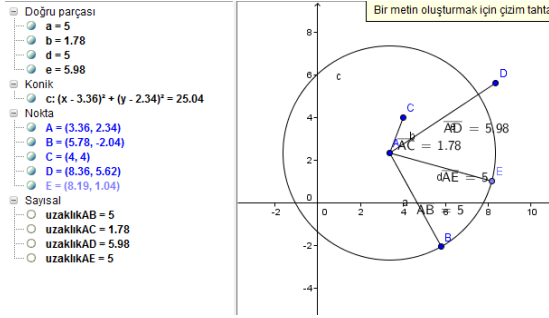


Şekil 36. Nokta ile çemberin birbirlerine göre konumları modelleme örneği 6

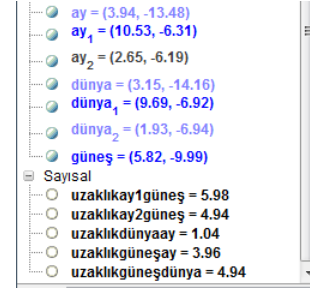
Yukarıda örneği verilen modellerde öğretmen adayları inşa ettikleri modeller üzerinde aynı düzlemde bulunan çember ile noktanın birbirlerine göre konumlarını belirlerken birtakım yardımcı çizim ve ölçümler kullanarak modellerini geliştirmişlerdir.

4.3.3.2 Kazanım 3'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmen Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Araştırmaya katılan 12 öğretmen adayı aynı düzlemde bulunan bir nokta ile çemberin birbirlerine göre konumlarını belirlerken ilişkilerin belirlenmediği modeller inşa etmişlerdir (Şekil 31, Şekil 32, Şekil 33). İnşa edilen bu modeller yardımcı ve ek çizimler içermemektedir. Öğretmen adayları yazılımın dinamik özellikleri yardımıyla sürüklemeler yaparak kavramsal anlamayı destekleyici gözlemlerde bulunmamışlardır.

İnşa ettikleri modellerde temel çizimlerin yanı sıra yardımcı ve ek çizimleri de tasarlayan öğretmen adayları ($n=6$) ise kavramsal ilişkileri yazılımın dinamik özellikleri yardımıyla grafik ve cebir penceresinde eş zamanlı olarak gözlemleyebilmişlerdir. Bu sayede öğretmen adayları aynı düzlemde bulunan bir nokta ile çemberin birbirlerine göre konumlarını matematiksel olarak ilişkilendirebilmiştir. Aşağıda matematiksel ilişkilerin belirlendiği örnekler yer almaktadır (Şekil 37, Şekil 38).



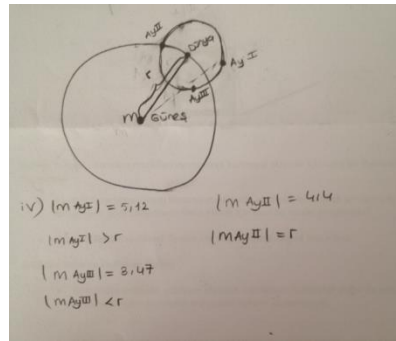
Şekil 37. Matematiksel ilişkilerin cebir penceresinde gözlenmesi-örnek 1



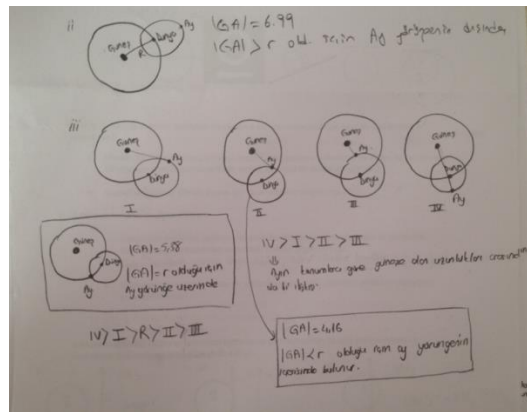
Şekil 38. Matematiksel ilişkilerin cebir penceresinde gözlenmesi-örnek 2

Yukarıda örneği verilen modellerde öğretmen adayları aynı düzlemde bulunan bir çember ile noktanın birbirlerine göre konumlarını belirlemek amacıyla, noktanın çemberin merkezine uzaklığını ve çemberin yarıçap uzunluğunu belirlemişlerdir. Yazılımın dinamik özellikleri kullanılarak grafik penceresinde yapılan sürüklemelerin, cebir penceresinde ortaya koyulan ilişkileri ne şekilde etkilediği gözlenebilmiştir.

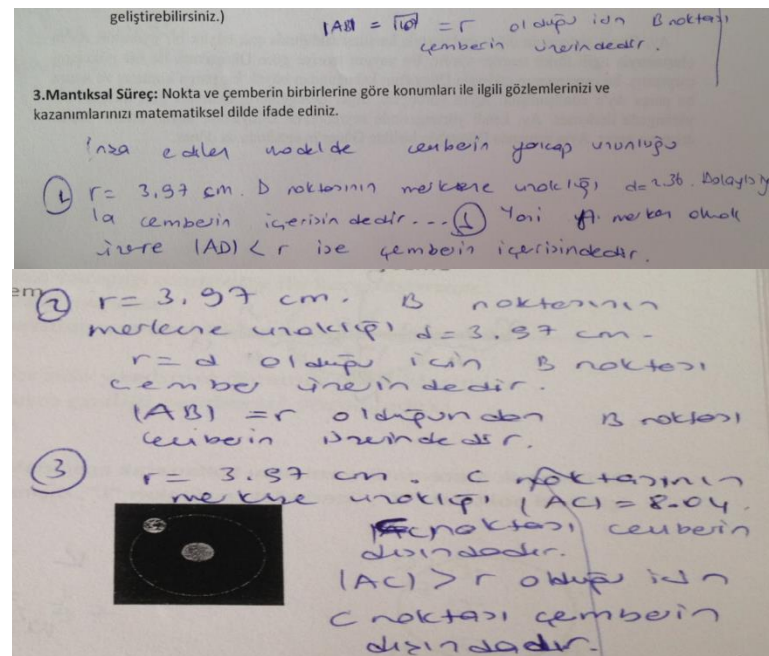
4.3.3.3 Kazanım 3'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmen Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Öğretmen adaylarının iletişim yeterliklerinin belirlenebilmesi amacıyla etkinlik kağıtlarından elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Bu kazanıma yönelik modelleme ve ilişkilendirme yeterlikleri yüksek olan 6 öğretmen adayının etkinlik kağıtlarında matematiksel dili kullanma konusunda da başarılı oldukları görülmüştür. Bu durum ilişkilerin belirlenmesi sonucu yazılımın cebir penceresinde matematiksel dile yönelik ifadelerin oluşması ile açıklanabilir. Bu öğretmen adayları kazanımlarını matematiksel dilde ifade ederken yazılımın cebir penceresindeki cebirsel ifadelerden ve değerlerden yararlanmışlardır (Şekil 39, Şekil 40, Şekil 41).



Şekil 39. Matematiksel dilin kullanımı örnek 1

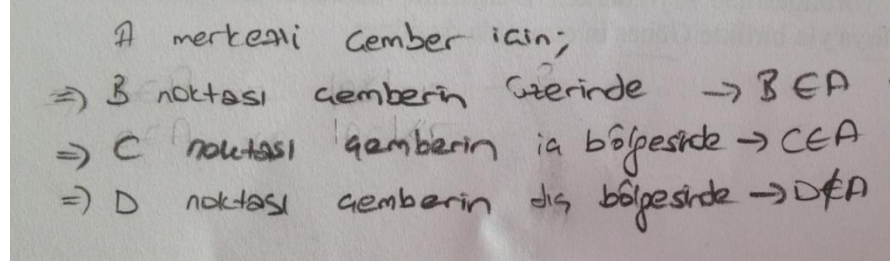


Şekil 40. Matematiksel dilin kullanımı örnek 2

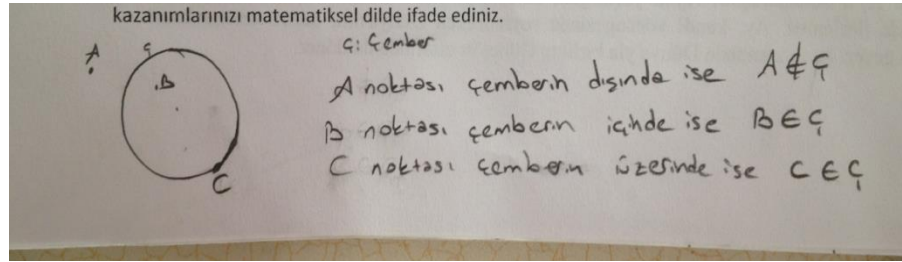


Şekil 41. Matematiksel dilin kullanımı örnek 3

Öğretmen adaylarından bazıları ise ilişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dili yeterli düzeyde kullanmamışlardır. Sözel ifadelerinin matematiksel dil kullanarak gösterimlerinde yanlışlıklar mevcuttur. Aşağıda verilen örnekte (Şekil 42) öğretmen adayı C noktasının A merkezli bir çemberin iç bölgesinde bulunduğunu belirten sözel ifadeyi matematiksel sembolleri kullanarak “C noktası A merkezli çemberin bir elemanıdır” şeklinde göstermiştir. Şekil 43’de de aynı türden yanılığa sahip farklı bir öğretmen adayının ifadeleri yer almaktadır.



Şekil 42. Matematiksel dilin kullanımında yanlış ifadelere örnek 1

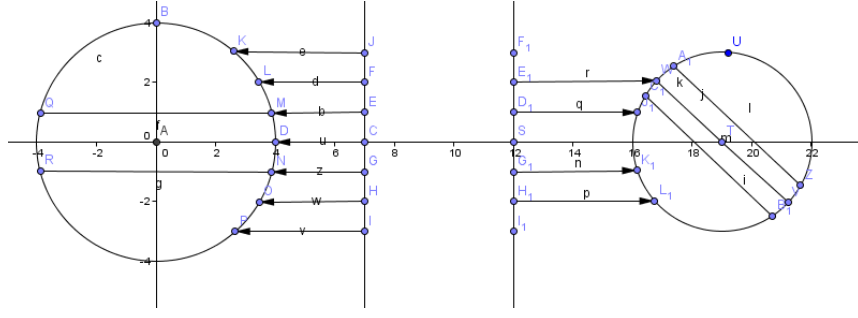


Şekil 43. Matematiksel dilin kullanımında eksik ifadelere örnek

4.3.4 Kazanım 4’e Yönelik Bulgular

Kazanım 4: Bir doğru ile bir çemberin birbirlerine göre konumlarını inşa eder ve ilişkilendirir.

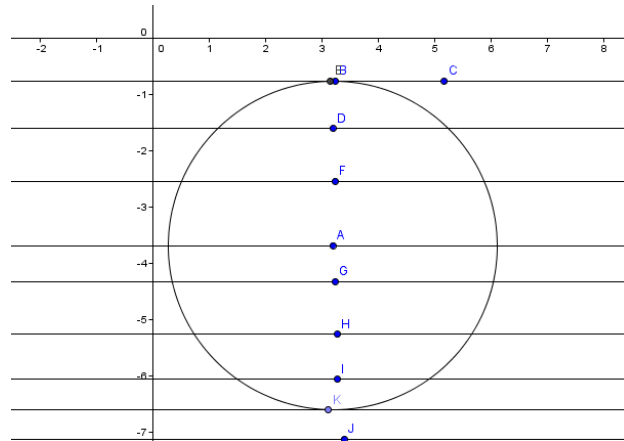
4.3.4.1 Kazanım 4’e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Öğretmen adaylarından bir doğru ile bir çemberin birbirlerine göre konumlarını dinamik matematik yazılımını kullanarak inşa etmeleri ve ilişkilendirmeleri istenmiştir. Ekran kayıtlarına ilişkin veriler incelendiğinde 2 öğretmen adayının modellemede başarılı olamadıkları gözlenmiştir. Bu öğretmen adaylarının modelleri Şekil 44’ de gösterilmiştir.



Şekil 44. Doğru ile çemberin birbirlerine göre konumlarına ilişkin modelleme örneği

Şekil 44’ de de görüldüğü gibi öğretmen adayları çember ile doğrunun birbirlerine göre konumlarını modellerken taslak modellerde verilmiş olan görselleri bilgisayar ortamına aktarmakla kalmışlardır. Bir doğru aynı düzlemde bulunduğu bir düzleme göre 3 farklı konumda bulunabilir (Aydın ve Asma, 2002). Doğru çemberi kesmez, doğru çembere teğettir yada doğru çemberi iki farklı noktada keser. Bu modellerde öğretmen adayları oluşturdukları bir doğru üzerinde belirledikleri farklı noktalardan (J,F,E,C vb.) aynı düzlemdeki bir çembere ışınlar inşa etmişlerdir. Ancak ekran kayıtları incelendiğinde öğretmen adaylarının sürüklemeler yaparak modellerini geliştirmedikleri belirlenmiştir. Bu haliyle modeller bir doğrunun çembere göre konumlarını temsil etmekten uzak kalmaktadır.

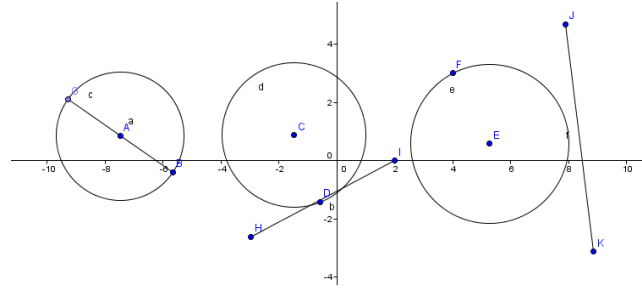
1 öğretmen adayı ise doğrunun çembere göre farklı konumlarını inşa etmekle birlikte modelini geliştirmekte kullanacağı hiçbir yardımcı çizimi kullanmamıştır (Şekil 45).



Şekil 45. Yardımcı çizimleri içermeyen model örneği

Şekil 45’deki model düzlemde doğru ile çemberin birbirlerine göre konumlarını göstermektedir. Ancak bu konumların ne tür bir ilişkilendirme sonucu ortaya çıktığını gösterecek yarıçap uzunluğu, merkeze uzaklık, çember ile doğrunun varsa ortak noktaları gibi yardımcı çizimler modelde gösterilmemiştir.

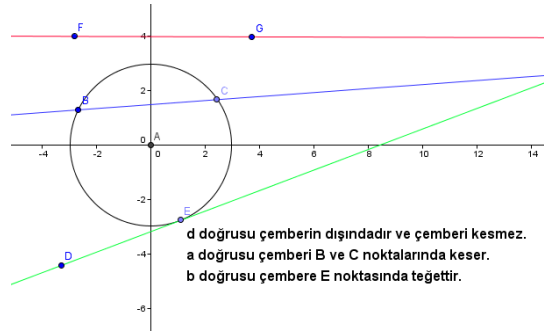
Diğer bir öğretmen adayı ise düzlemde 3 farklı çember belirlemiştir (Şekil 46).



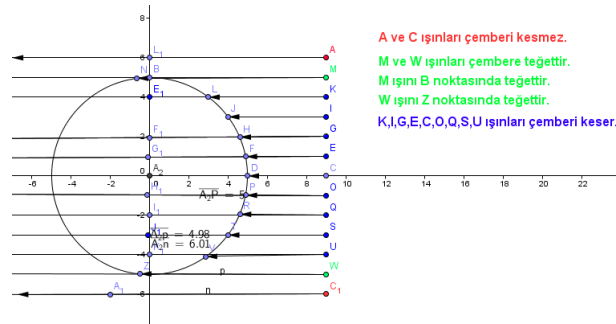
Şekil 46. Kerem’in çember ile doğrunun birbirlerine göre konumlarına ilişkin modellemesi

A merkezli çemberin çapını inşa ederek doğrunun çemberi 2 farklı noktada kesmesini, C merkezli çemberde doğrunun çembere teğet olma durumunu, E merkezli çemberde ise doğrunun çemberi kesmediğini modellemiştir. Doğru yerine doğru parçaları kullanarak modelini oluşturan öğretmen adayı C merkezli çembere teğet olan bir doğru parçası inşa etmekte de başarılı olamamıştır. [HI] doğru parçası çemberi sadece D noktasında değil farklı bir noktada daha kesmekte ve bu nedenle teğeti değil keseni oluşturmaktadır. Yazılımın araç çubuğundaki “iki nesnenin kesişimi” aracı kullanılarak çember ile doğru parçasının kesim noktaları bulunabilecek iken, öğretmen adayı “yeni nokta” aracı yardımıyla tahmini olarak teğetin değme noktasında D noktasını oluşturmuştur. Bu tür bir model yanlış anlaşılmalara sebep olabilecektir. Öğretmen adayı kağıt kalem türü bir modellemeyi bilgisayar ekranında gerçekleştirmiş, ilişkilerin bir kısmını dikkate almamıştır.

Öğretmen adaylarının 9’u ise bazı gerekli yardımcı ve ek çizimler ile hesaplamaları içermeyen birer model inşa etmeyi başarmışlardır. Aşağıda öğretmen adaylarının bu tür modellemelerine ilişkin örnekler verilmiştir (Şekil 47, Şekil 48).



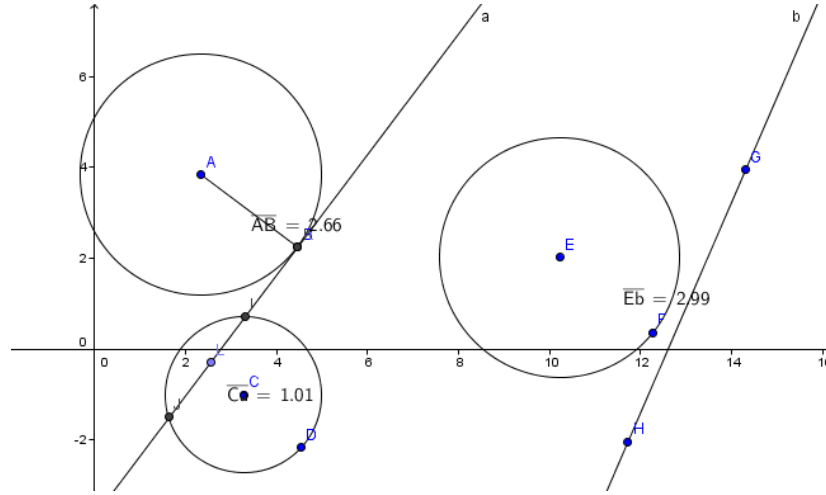
Şekil 47. Yardımcı ve ek çizimleri içermeyen model örneği 1



Şekil 48. Yardımcı ve ek çizimleri içermeyen model örneği 2

Şekil 47’de aynı düzlemde bulunan bir doğru ile çemberin birbirlerine göre konumları birer örnek ile doğru olarak modellenmiş, doğrunun teğet ve kesen olması durumunda kesim noktaları belirlenmiş ancak çemberin yarıçapı ve doğruların yarıçapa olan dik uzaklıkları model üzerinde gösterilmemiştir.

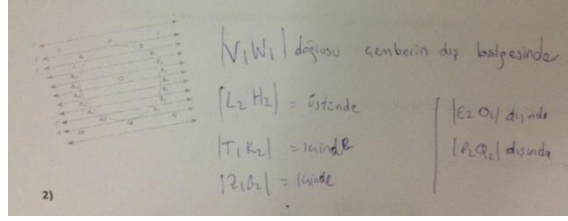
Şekil 48’de ise doğru ile çemberin birbirlerine göre konumlarına ilişkin birden fazla örnek modellenmiştir. Bu model de tüm durumlara ilişkin en az birer örnek içermekle birlikte doğru kesen olduğu durumda kesim noktaları, çemberin yarıçapı modelde belirtilmemiştir. Çemberi iki noktada kesen doğrulardan bazılarının çemberin merkezine olan uzaklıkları verilmiştir. Ancak teğet ve çemberin dışında olan doğrular için bu ölçümler model üzerinde yapılmamıştır.



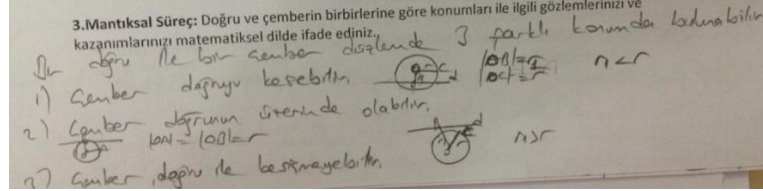
Şekil 49. Yardımcı ve ek çizimlerin kullanıldığı model örneği

5 öğretmen adayı modellemelerinde yardımcı çizimleri de dikkate almışlardır. Şekil 49 bu tür çizimlere örnek olarak verilmiştir. Bu modelde öğretmen adayı düzlemde oluşturduğu 3 çemberi kullanarak doğru ile çemberin birbirlerine göre konumlarını belirlemiştir. Çemberin yarıçap uzunluğunu, doğru ile çemberin varsa kesim noktalarını doğrunun çemberin merkezine olan uzaklığını modeli üzerinde belirlemiştir.

4.3.4.2 Kazanım 4'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmen Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun ($n=11$), aynı düzlemde bulunan bir doğru ile bir çemberin birbirlerine göre konumlarını ilişkilendirmede eksiklikleri olduğu gözlenmiştir. Bu eksiklikler çoğunlukla öğretmen adaylarının yardımcı ve ek çizimleri yapmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Çember ile doğrunun varsa kesim noktası, çemberin yarıçapı, doğruların çemberin merkezine olan dik uzaklıkları gibi gerekli çizimler yapılmadığı için ilişkiler dinamik olarak gözlenememiştir (Şekil 45, 46). Bununla birlikte modelleme konusunda başarılı olamayan 2 öğretmen adayının etkinlik kağıtları incelendiğinde aynı düzlemde bulunan çember ile doğrunun birbirlerine göre durumlarını yanlış ilişkilendirdikleri görülmektedir (Şekil 50).



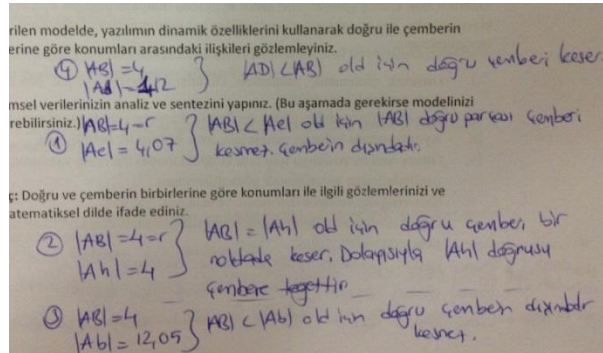
Şekil 50. Çember ile doğru arasındaki ilişkilerin yanlış belirlenmesine örnek-1



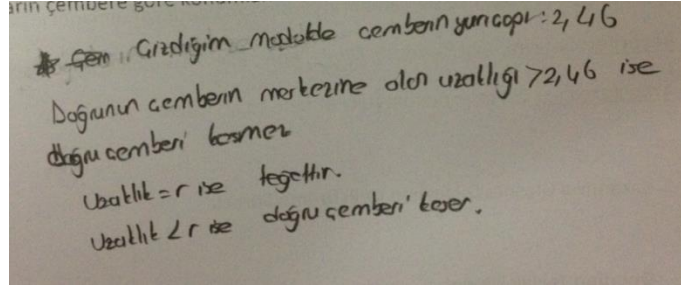
Şekil 51. Çember ile doğru arasındaki ilişkilerin yanlış belirlenmesine örnek-2

Öğretmen adaylarının Şekil 50 ve Şekil 51’ deki ifadelerinde aynı düzlemdeki bir çember ile doğrunun birbirlerine göre konumlarını yanlış ilişkilendirdikleri görülmektedir. Şekil 50’ deki örnekte doğrunun çembere teğet olma durumunun “üstünde”, doğrunun çemberi iki farklı noktada kesmesinin “içinde”, çember ile doğrunun hiçbir ortak noktasının olmadığı durumunun ise “dışında” ifadesi ile açıklandığı görülmektedir. Ancak burada kullanılan özellikle “üstünde” ve “içinde” ifadeleri kazanımı açıklamak için uygun değildir.

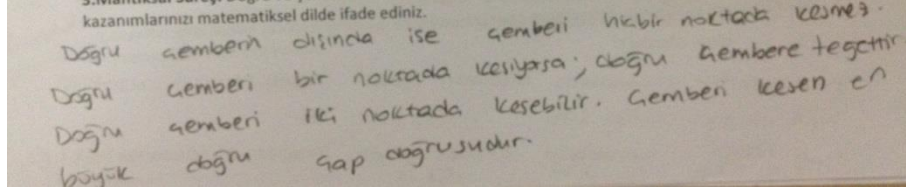
Modellerini yardımcı çizimler ile birlikte inşa eden 5 öğretmen adayının inşa süreçlerine ilişkin ekran kayıtları incelendiğinde öğretmen adaylarının sürüklemeler ile ilişkilerdeki değişimleri dinamik olarak gözlemleyebildikleri belirlenmiştir. Bu sayede çemberin yarıçap uzunluğu ile doğrunun çemberin merkezine olan uzaklığı arasındaki ilişkinin çember ile doğrunun birbirlerine göre konumlarını nasıl etkilediği kolaylıkla gözlenebilmektedir. Öğretmen adaylarının bu konudaki ilişkilendirmelerine ait etkinlik kağıdından alınan bir örnek aşağıda verilmiştir (Şekil 52).



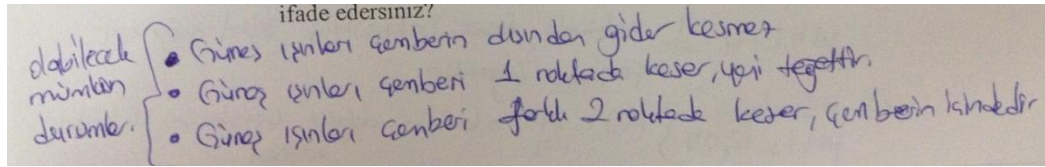
Şekil 52. Öğretmen adaylarının ilişkileri belirleme durumuna örnek



Şekil 55. Matematiksel ilişkilerin belirtilmesinde sözel ifade kullanılması örnek -1



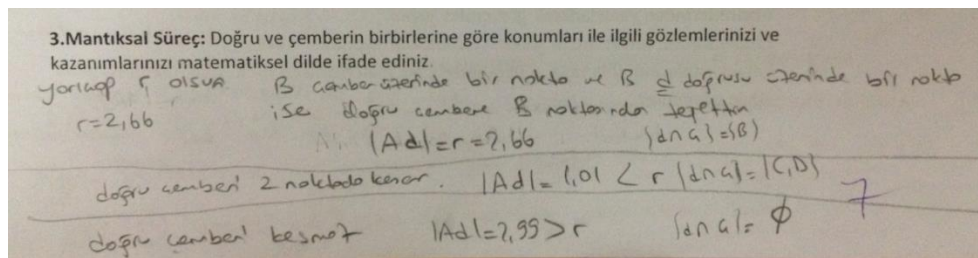
Şekil 56. Matematiksel ilişkilerin belirtilmesinde sözel ifade kullanılması örnek -2



Şekil 57. Matematiksel ilişkilerin belirtilmesinde sözel ifade kullanılması örnek -3

Öğretmen adaylarının kazanımlarını açıklamaya yönelik sözel ifadelerinde de yanlışlıklar bulunmaktadır. Şekil 56’da verilen örnekteki “çemberi kesen en büyük doğru çap doğrusudur” ifadesi kavramsal yanlışlık içermektedir. Benzer bir durum Şekil 57’de “güneş ışınları çemberi farklı 2 noktada keser, çemberin içindedir.” ifadesinde de gözlenmektedir. Bir doğrunun “çemberin içinde” olması durumu mümkün değildir.

Bazı öğretmen adayları ise ilişkileri ifade etmede matematiksel dili kullanırken yazılımın cebir penceresinde yer alan ifade ve değerlerden yararlanmışlardır (Şekil 58).

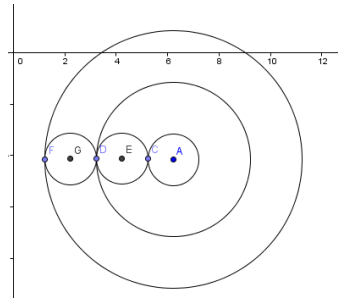


Şekil 58. Matematiksel dilin kullanımında yazılımın cebir penceresindeki ifadelerden yararlanılması

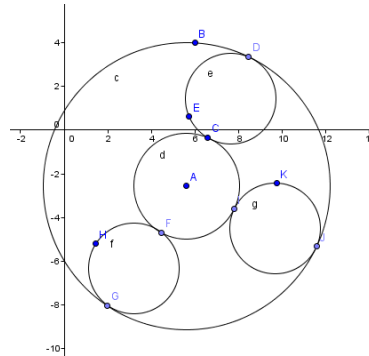
4.3.5 Kazanım 5'e Yönelik Bulgular

Kazanım 5: İki çemberin birbirlerine göre konumlarını inşa eder ve ilişkilendirir.

4.3.5.1 Kazanım 5' e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Aynı düzlem üzerinde bulunan iki çemberin birbirlerine göre konumları, merkezler arasındaki uzaklığa ve yarıçaplarına göre değişmektedir (Aydın ve Asma, 2002). Öğretmen adaylarının bu ilişkiyi gözönünde bulundurarak bir model inşa etmeleri ve modellerini geliştirmeleri istenmiştir. 3 öğretmen adayı yalnızca taslak modellerden yararlanarak kavramsal ilişkileri içermeyen modeller geliştirmişlerdir (Şekil 59, Şekil 60).



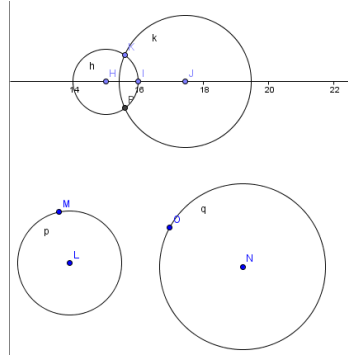
Şekil 59. Kavramsal ilişkileri içermeyen model örneği-1



Şekil 60. Kavramsal ilişkileri içermeyen model örneği-2

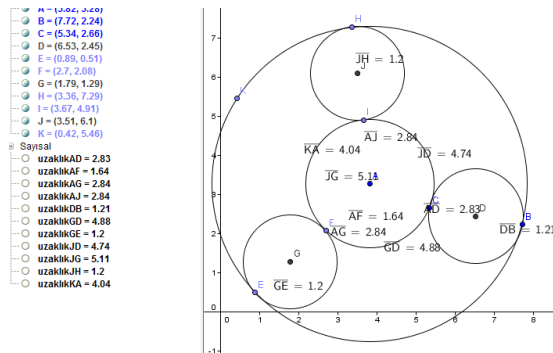
Yukarıdaki modeller iki çemberin düzlemde birbirlerine göre olası tüm durumlarını içermemektedir. Modelin içerdiği durumlarda ise ilişkiler model üzerinde belirtilmemiştir. Taslak modellerdeki görseli olduğu şekliyle yansıtmaktadır.

Diğer öğretmen adayları ise dinamik ortamda oluşturdukları iki çemberi sürüklemeler sonucu gözlemleyerek düzlemde bu iki çemberin birbirlerine göre konumlarını kısmen modelleyebilmişlerdir. Düzlemde iki çember birbirlerine göre 6 farklı konumda bulunabilmektedir; biri diğerinin dışında olan çemberler, biri diğerinin içinde olan çemberler, birbirine dıştan teğet olan çemberler, birbirine içten teğet olan çemberler, kesişen çemberler, çakışık çemberler. Bazı öğretmen adayları iki çemberin birbirlerine göre 2 farklı konumda bulunabileceğini modelleyebilmişken (Şekil 61.), bazıları 3 farklı durumu (Şekil 62.), bazıları 5 farklı durumu modellemeyi başarmıştır (Şekil 63.). İki çemberin birbirlerine göre 6 farklı konumda bulunabileceğini modelleyen 7 öğretmen adayından 4'ü modeller üzerinde ilişkileri göstermemiştir (Şekil 64). 3 öğretmen adayı ise 6 farklı durumu modelleyerek modelleri üzerinde ilişkileri göstermişlerdir (Şekil 65, Şekil 66).



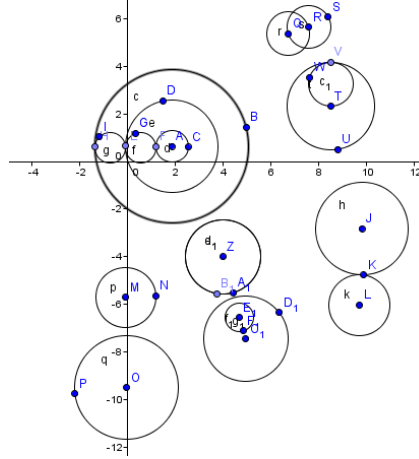
Şekil 61. Çemberlerin birbirlerine göre 2 farklı durumunu içeren model

Şekil 61'deki modelde öğretmen adayı çemberlerin birbirlerine göre kesişen çemberler ve biri diğerinin dışında olan çemberler olmak üzere iki konumda bulunabileceğini modellemiştir. Ancak model üzerinde herhangi bir yardımcı çizim veya hesaplama gerçekleştirilmemiştir.



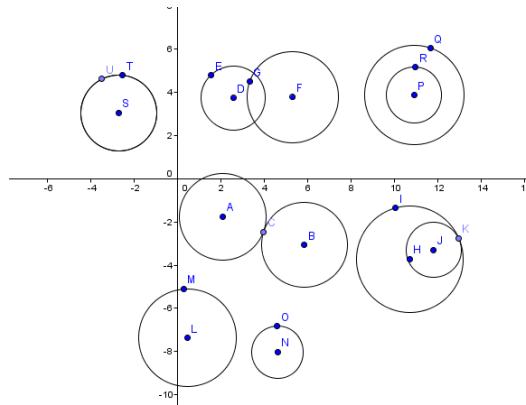
Şekil 62. Çemberlerin birbirlerine göre 3 farklı durumunu içeren model

Şekil 62'deki modelleme ise çemberlerin birbirlerine göre dıştan teğet, içten teğet, biri diğerinin içinde olan çemberler olmak üzere 3 farklı konumunu içermektedir. Bu model tüm durumları ortaya koymasa da mevcut durumlar için bir takım yardımcı hesaplamalar yapılarak model üzerinde belirtilmiştir.



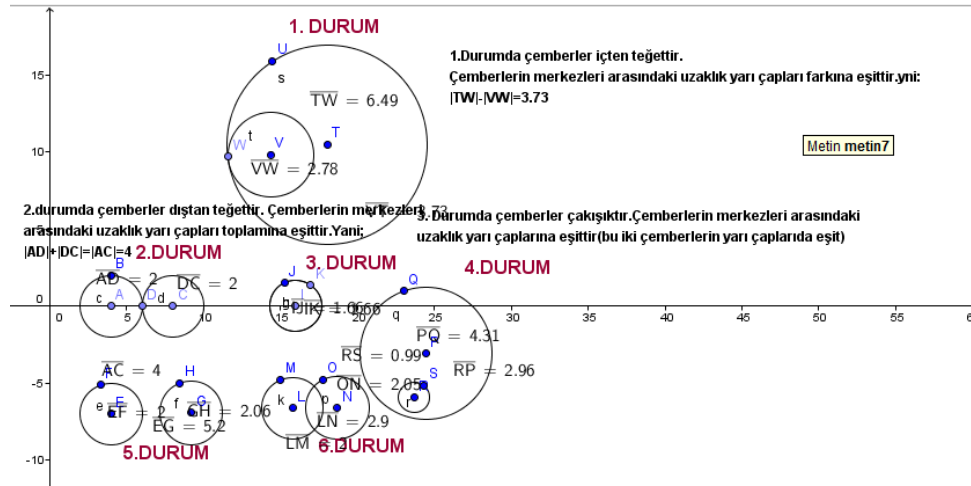
Şekil 63. Çemberlerin birbirlerine göre 5 farklı durumunu içeren model

Şekil 63'de aynı düzlemde bulunan iki çemberin birbirlerine göre 5 farklı durumu modellenmiştir; kesişen çemberler, içten teğet çemberler, dıştan teğet çemberler, biri diğerinin dışında olan çemberler ve biri diğerinin içinde olan çemberler. Bu modellemelerde öğretmen adayı çemberlerin çakışık olma durumunu belirleyememiştir. Yarıçaplar arasındaki ilişki de model üzerinde belirtilmemiştir.

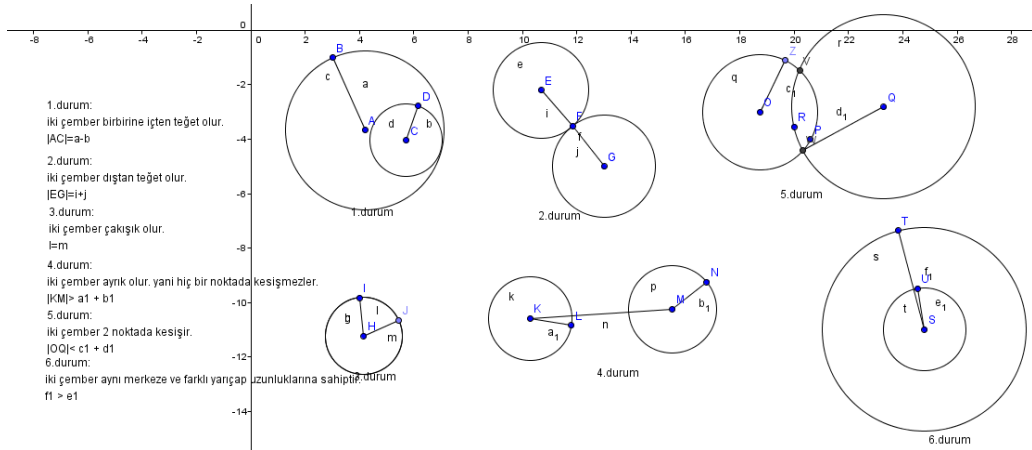


Şekil 64. Çemberlerin birbirlerine göre bütün farklı durumlarını içeren model

Şekil 64'de görülen modelde öğretmen adayı iki çemberin birbirine göre tüm konumlarını belirlemiş ve temel çizimlerle inşasını gerçekleştirmiştir. Ancak bu modelde çemberlerin yarıçap uzunlukları, merkezler arası uzaklıklar gibi dinamik gözlemlerin gerçekleştirilmesine katkı sağlayacak ek çizimler ve hesaplamalar yapılmamıştır.



Şekil 65. Çemberlerin birbirlerine göre bütün farklı durumlarını, yardımcı ve ek çizimleri içeren model-1



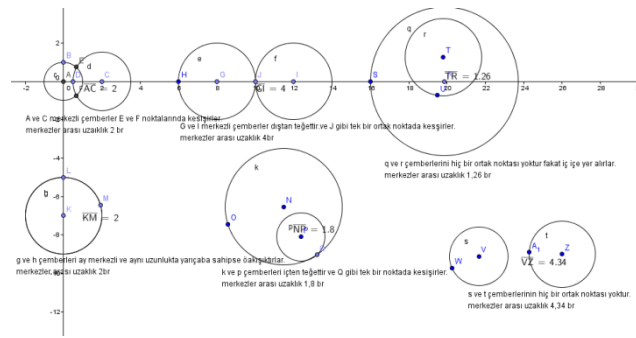
Şekil 66. Çemberlerin birbirlerine göre bütün farklı durumlarını, yardımcı ve ek çizimleri içeren model-2

Yukarıda verilen Şekil 65 ve Şekil 66'daki modellerde aynı düzlemde bulunan iki çemberin birbirlerine göre olası tüm durumları modellenmiş, yarıçap ve merkezler arası uzaklıklar gibi yardımcı çizimlere ve hesaplamalara yer verilmiştir.

4.3.5.2 Kazanım 5'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmen Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Öğretmen adaylarının kazanımlara ulaşma süreçlerinde ilişkilendirmeleri yapılabilmeleri için dinamik ortamda modelleri yardımcı çizimlerle eksiksiz olarak inşa etmeleri önemli rol oynamaktadır. 5. kazanıma yönelik olarak model geliştirme sürecinde öğretmen adaylarının çoğunluğu (n=15)

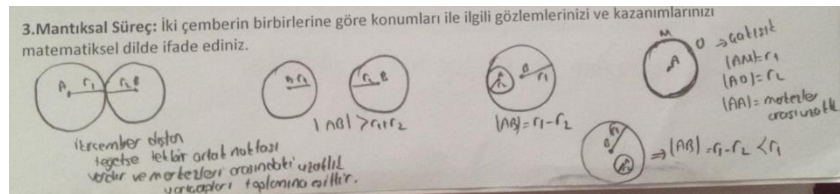
taslak modeller yardımıyla gerçekleştirdikleri inşaları sürükleyerek aynı düzlemde bulunan iki çemberin birbirlerine göre durumlarını ilişkilendirmeye çalışmışlardır. Ancak bazı öğretmen adaylarının gözlemlene sürecine yeterince vakit ayırmayarak sadece 2 yada 3 durumu belirleyebildikleri gözlenmiştir (Şekil 61 ve Şekil 62).

İki çemberin birbirlerine göre olası tüm durumlarını belirlemeyi başaran öğretmen adayı sayısı 7 iken, bu öğretmen adaylarından sadece 3'ü çemberlerin birbirlerine göre konumları ile ilgili tüm ilişkilendirmeleri yapmışlardır. Bu 3 öğretmen adayının çemberlerin yarıçap uzunluklarını belirleyerek bu uzunluğu çemberlerin merkezleri arası uzaklık ile karşılaştırarak ilişkilendirdikleri görülmektedir (Şekil 67).

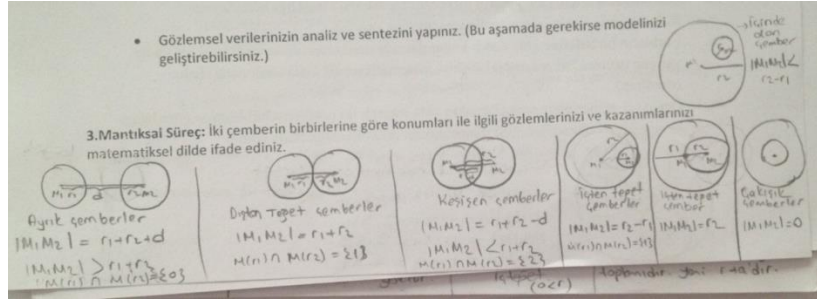


Şekil 67. Çemberlerin konumları, yarıçap uzunlukları ve merkezleri arası uzaklıklarının ilişkilendirilmesi durumuna örnek

4.3.5.3 Kazanım 5'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. 5. kazanıma yönelik olarak iletişim yeterliklerinin belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarından toplanmış olan etkinlik kağıtları incelenmiştir. Öğretmen adaylarının bir çoğu ($n=13$) belirledikleri ilişkileri matematiksel dili kullanarak ifade etmişlerdir (Şekil 68, Şekil 69).



Şekil 68. İlişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı-1

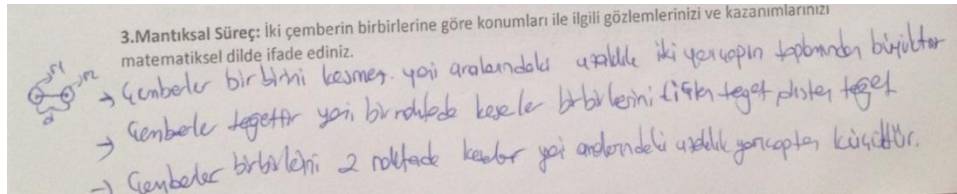


Şekil 69. İlişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı-2

Şekil 68’de verilen örnekte öğretmen adayı aynı düzlemde bulunan iki çemberin birbirlerine göre 5 farklı konumda bulunabileceğini belirlemiş ve bunu matematiksel dili kullanarak ifade etmiştir. Ancak iki çemberin dıştan teğet ve çakışık olması durumlarını belirlerken matematiksel semboller kullanmak yerine sözel ifadeler kullanmıştır.

Şekil 69’da ise öğretmen adayı aynı düzlemde bulunan iki çemberin birbirlerine göre 5 farklı konumunu belirlemiş, bu konumları ilişkilendirirken matematiksel dili kullanmıştır.

5 öğretmen adayı ise kazanımlarını sözel olarak ifade etmişlerdir. Şekil 70’de bu duruma örnek bir durum gösterilmiştir. Bu durumda öğretmen adayı çemberlerin birbirlerine göre olası tüm konumlarını belirleyememiş, belirlediği durumları da sözel olarak ifade etmiştir.

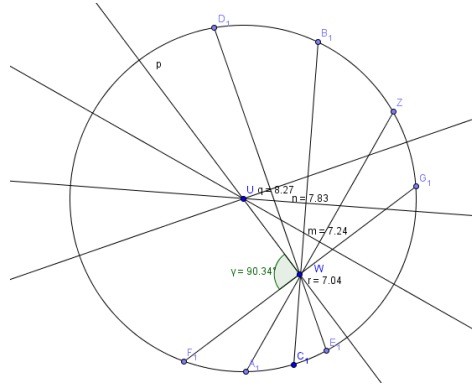


Şekil 70. İlişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dil yerine sözel ifadelerin kullanılması

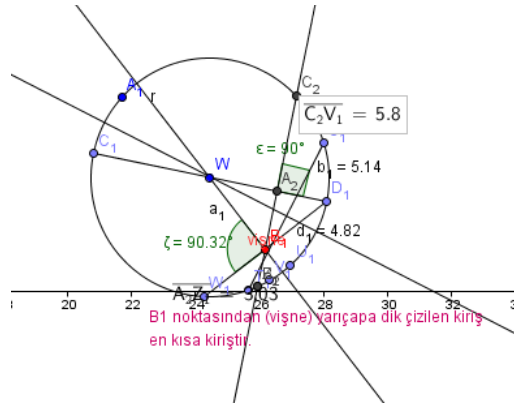
4.3.6 Kazanım 6’ya Yönelik Bulgular

Kazanım 6: Bir çemberin kirişlerini inşa eder ve çember ile kiriş arasında ilişki kurar.

Şekil 77, araştırmaya katılan bir öğretmen adayının ekran kayıtlarından elde edilen kesitleri içermektedir. Bu öğretmen adayı vişne tanesini temsil eden noktayı (V_1), P_1 merkezli çemberin iç bölgesinde belirlemiş ve bu noktadan geçen bir çok kiriş inşa etmiştir. “Uzunluk veya uzaklık” aracı ile bu kirişlerin uzunluklarını hesapladıktan sonra kirişlerin uzunlukları ile bu kirişlerin merkeze olan uzaklıkları arasında bir ilişki olabileceğini düşünmüştür. Bu düşünce neticesinde öğretmen adayının V_1 noktasının, çemberin merkezi olan P_1 noktasına uzaklığını hesaplayarak bir ilişki kurmayı denemiştir. P_1 noktasının kirişe olan uzaklığı için bu noktadan kirişlere dikme inmiştir. Ancak bu denemeleri sonucunda bir ilişki belirleyememiştir. Sürüklemeler esnasında kirişin boyu kısaldıkça, P_1 noktasından indirdiği dikmelerin ayak noktasının V_1 noktasına yaklaştığını keşfetmiştir. V_1 noktasında çemberin yarıçapına dik olan kirişin en kısa kiriş olduğunu belirlemiştir.



Şekil 78. Çemberin iç bölgesinde alınan herhangi bir noktadan geçen en kısa kirişin belirlenmesi örnek - 2

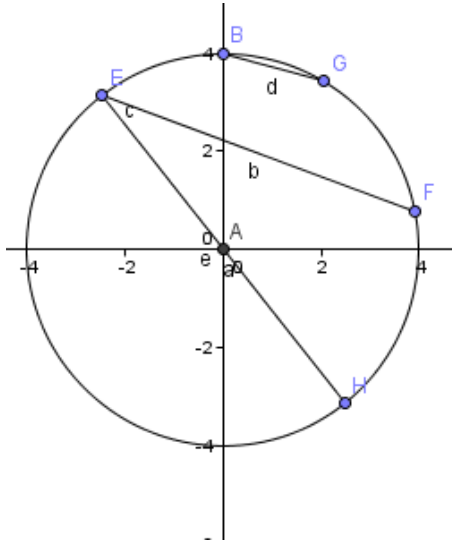


Şekil 79. Çemberin iç bölgesinde alınan herhangi bir noktadan geçen en kısa kirişin belirlenmesi örnek - 3

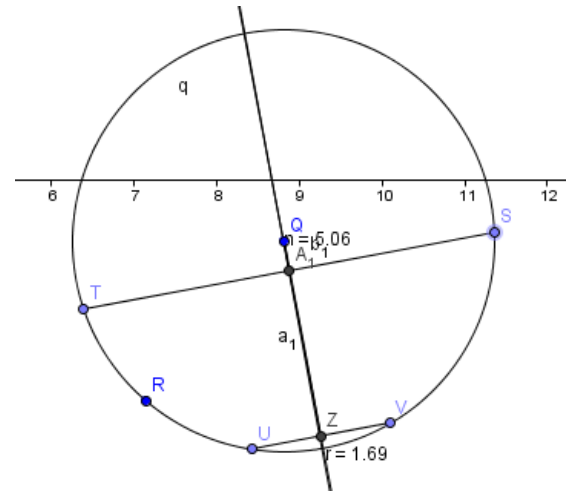
Şekil 78 ve Şekil 79’da verilen ekran kaydına ilişkin kesitlerde öğretmen adaylarının dinamik yazılımın sunduğu imkanlardan yararlanarak vişne noktasını temsil eden noktadan birkaç kiriş inşa ettikleri görülmektedir. Bu kirişlerin uzunluğu en kısa olanı belirledikten sonra çemberin yarıçapı ile ilişkilendirdikleri gözlenmiştir. Şekil 78’de verilen durumda öğretmen adayı U merkezli çemberin iç bölgesinde belirlediği bir W noktasından geçen en kısa kirişi bulabilmek amacıyla W noktasından geçen farklı kirişler inşa ederek bu kirişlerin uzunluklarını hesaplamıştır. Belirlediği en kısa kirişin W noktasında yarıçap ile oluşturduğu açığı hesaplamış ve 90.34° olarak bulmuştur. Şekil 79’daki durum da benzer bir yolla ilişkileri belirleyen başka bir öğretmen adayının çalışma kayıtlarını içermektedir.

Öğretmen adayları dinamik matematik yazılımının sağladığı sürükleme imkanı ile aynı duruma ilişkin farklı birçok durumu dinamik olarak gözlemlemişlerdir.

Araştırmaya katılan 2 öğretmen adayı ise “bir çemberin kirişi” kavramına yönelik olarak birer model inşa etmiş ancak modellerini geliştirmemişlerdir.



Şekil 80. Kiriş kavramına yönelik model-1



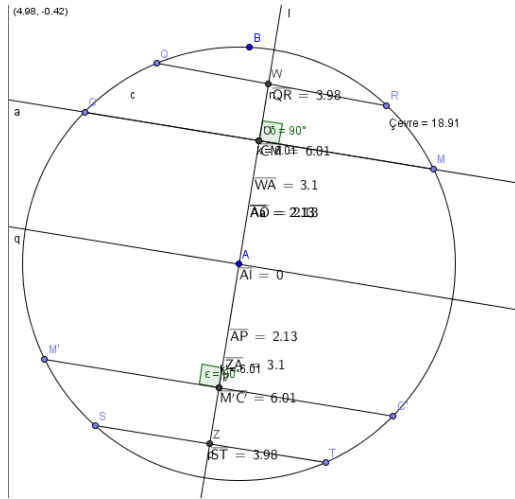
Şekil 81. Kiriş kavramına yönelik model-2

Şekil 80’da verilen örnekte merkezden geçen kiriş (çap), ve farklı uzunluklardaki iki kiriş daha modellenmiştir. Ancak ilişkileri belirleyici ek çizimlerle model geliştirilmemiştir.

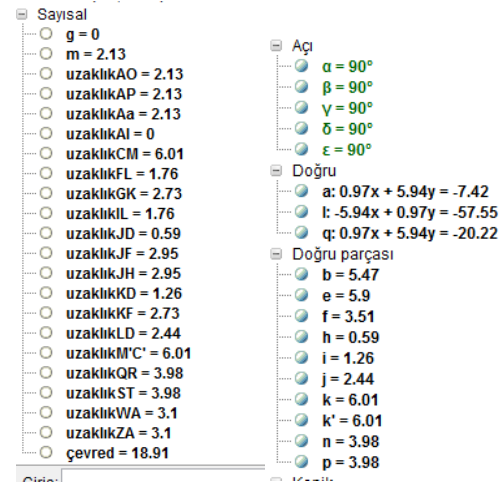
Şekil 81’de ise öğretmen adayının bir çemberin kirişini modellediği ve farklı iki kirişin uzunluklarını belirlediği görülmektedir. Ancak kirişlerin uzunluklarını merkeze

olan uzaklıkları ile ilişkilendirmeye yönelik ek hesaplamalar ve modeli geliştirmeye yönelik yardımcı çizimler model üzerinde belirlenmemiştir.

4.3.6.2 Kazanım 6'ya Yönelik Olarak Matematik Öğretmen Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Dinamik matematik yazılımı öğretmen adaylarının tasarladıkları modelleri inşa etmeleri, geliştirmeleri ve dinamik olarak gözlemleyebilmeleri için büyük bir fırsat sunmaktadır. Yapılan inşalar ve dinamik gözlemler sonucunda öğretmen adaylarının bir çember ile bu çemberin kirişlerini ilişkilendirmede başarılı oldukları görülmüştür (n=16).

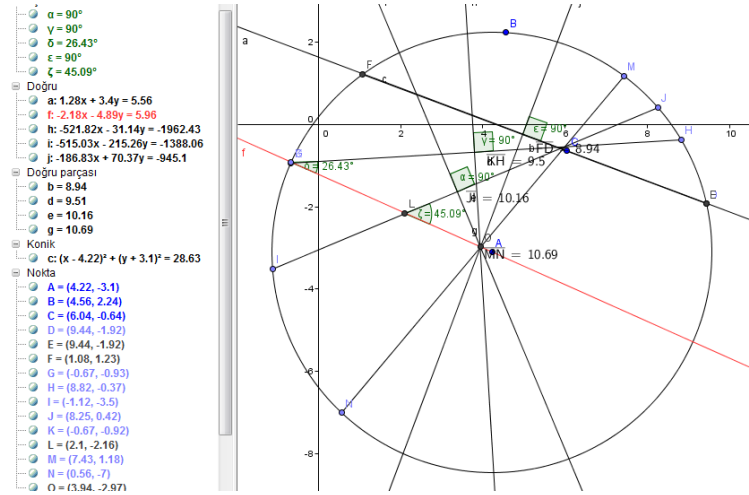


Şekil 82. Kirişe ait ilişkilerin belirlenmesi



Şekil 83. İlişkilerin cebir penceresinde gözlenmesi

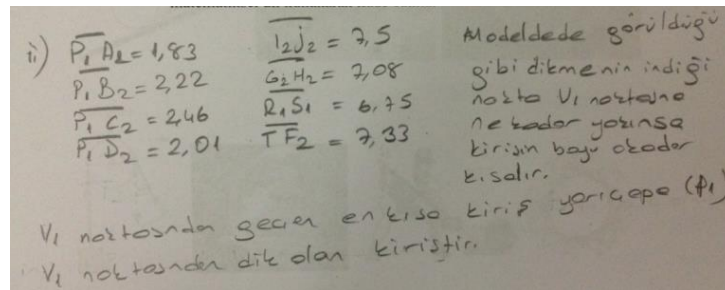
Yukarıda verilen örneklerde (Şekil 82 ve Şekil 83) öğretmen adaylarının ilişkilendirme esnasında gerçekleştirdikleri dinamik çizimler ve yazılımın cebir penceresindeki veriler görülmektedir. İlişkilerin belirlenmesinde yazılımın cebir penceresinde gözlenen değerler öğretmen adaylarına kolaylık sağlamıştır. Modelleri üzerinde bu hesaplamalar ve ölçümler yardımıyla ilişkileri belirledikleri gözlenmektedir.



Şekil 84. Kiriş kavramına ait ilişkilerin belirlenmesinde yazılımın dinamik özelliklerinin kullanılması

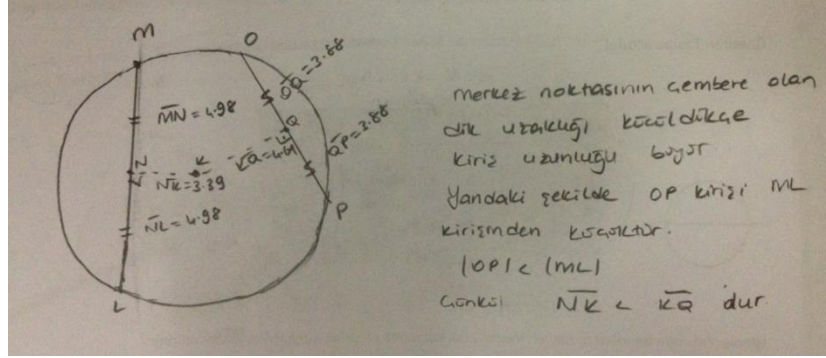
Gerçek yaşam durumuna ilişkin durumların modellenmesi ve bu modellerden kavramsal çıkarımlar yapılabilmesi için öğretmen adayları dinamik matematik yazılımının farklı birçok özelliğini bir arada kullanmışlardır. Örneğin Şekil 84’de verilen gerçek yaşam durumuna ilişkin kavramların belirlenmesinde, kağıt-kalem süreçlerinde gözlenmesi pek de mümkün olmayan birçok hesaplama, ölçüm, çizim ve sürüklemenin dinamik olarak yapıldığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının etkinlik kağıtlarının incelendiğinde ilişkilendirme sürecinde dinamik gözlemlerin önemi dikkat çekmektedir. Modelleme yeterlikleri Şekil 77’de inşa ettiği model verilen öğretmen adayının etkinlik kağıdındaki açıklaması Şekil 85’de verilmiştir.



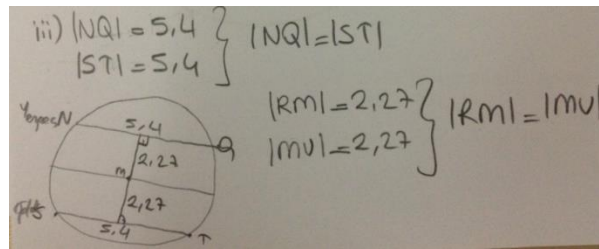
Şekil 85. Yazılımın dinamik özelliklerinden yararlanarak ilişkilerin belirlenmesi örnek 1

Diğer bir öğretmen adayı ise dinamik matematik yazılımını kullanarak inşa ettiği model üzerinde yaptığı gözlemlere ait ilişkilendirmeleri etkinlik kağıdında aşağıdaki gibi ifade etmiştir (Şekil 86.)



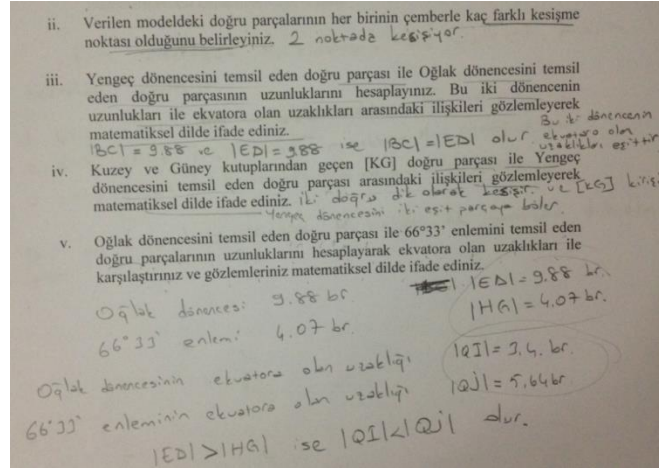
Şekil 86. Yazılımın dinamik özelliklerinden yararlanarak ilişkilerin belirlenmesi örnek 2

4.3.6.3 Kazanım 6'ya Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Etkinlik kağıtlarının incelenmesi sonucu elde edilen veriler dikkate alındığında öğretmen adaylarının matematiksel iletişimi sağlamak amacıyla dinamik matematik yazılımının sunduğu cebirsel ifadeler, değerler ve hesaplamalardan yararlandıkları belirlenmiştir (Şekil 87).



Şekil 87. Matematiksel dilin kullanımında cebir penceresindeki ifadelerden yararlanılması

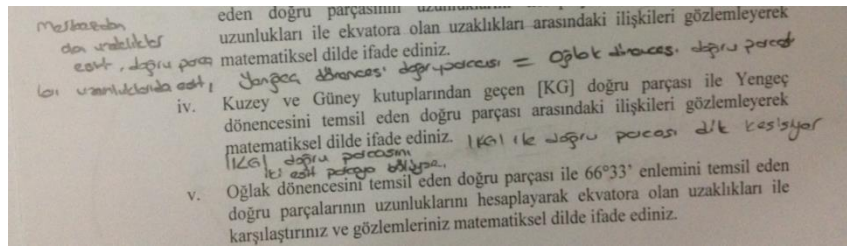
Şekil 87'de ise öğretmen adayı merkezden eşit uzaklıktaki kirişlerin uzunluklarının birbirine eşit olduğunu ifade etmek için yazılımın cebir penceresindeki değerleri kullanmıştır. Ancak bu örnekte merkeze olan uzaklıkların birbirine eşit olma durumu ile kirişlerin uzunluklarının birbirine eşit olması arasında bir ilişki belirtilmemiş, bu amaçla matematiksel semboller kullanılmamıştır.



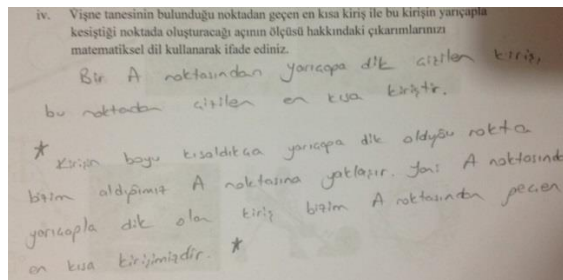
Şekil 88. Cebir penceresinden yararlanılarak matematiksel dilin kullanılması

Şekil 88’de öğretmen adayı dinamik matematik yazılımı kullanarak hesapladığı ve gözlemlediği ilişkileri yazılımın hesapladığı sayısal değerleri kullanarak ifade etmiştir. Bu değerleri göz önünde bulundurarak oluşturduğu genel kanıyı da matematiksel dili kullanarak ifade etmiştir.

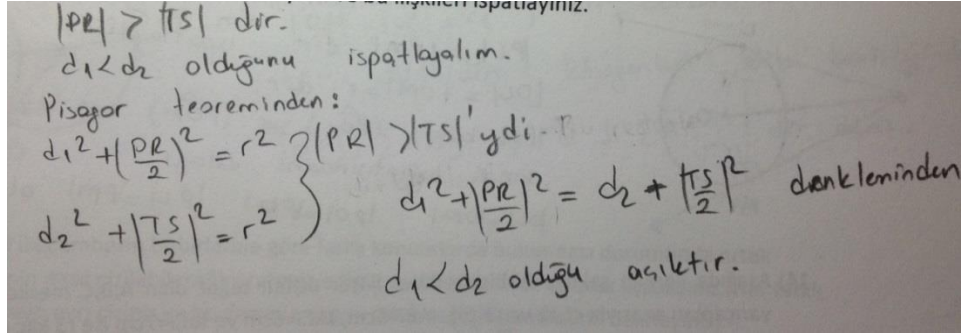
Her ne kadar dinamik matematik yazılımını kullanarak matematiksel ilişkilerin belirlenmesi öğretmen adaylarının matematiksel iletişimi kullanmasına katkı sağlamış olsa da bazı öğretmen adaylarının bu ilişkileri sözel olarak ifade ettikleri belirlenmiştir (Şekil 89, Şekil 90, Şekil 91).



Şekil 89. Kiriş kavramına ait matematiksel ilişkilerin sözel olarak ifade edilmesi örnek 1

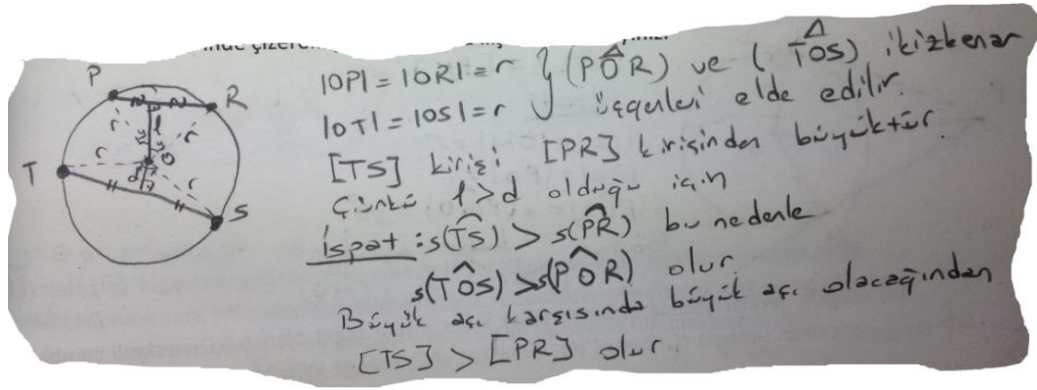


Şekil 90. Kiriş kavramına ait matematiksel ilişkilerin sözel olarak ifade edilmesi örnek 2



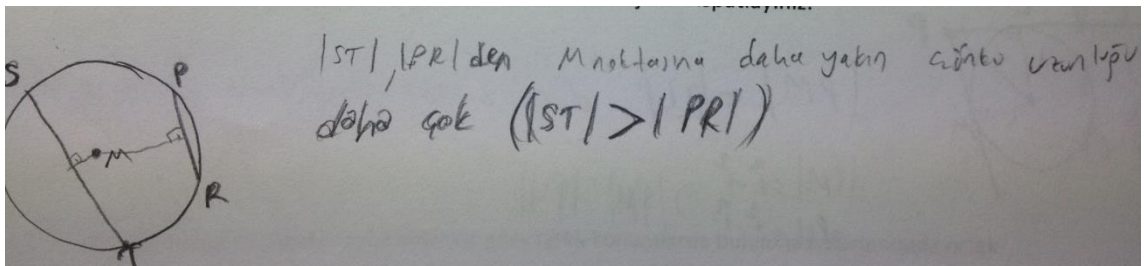
(b)

Şekil 95. Kaan'ın kiriş kavramına ait ilişkileri dinamik olarak gözlemlemesi ve Pisagor teoreminden yararlanarak ispatlaması



Şekil 96. Nihan'ın kiriş kavramına ait ilişkileri üçgenlerin benzerlik bağıntılarından yararlanarak ispatlaması

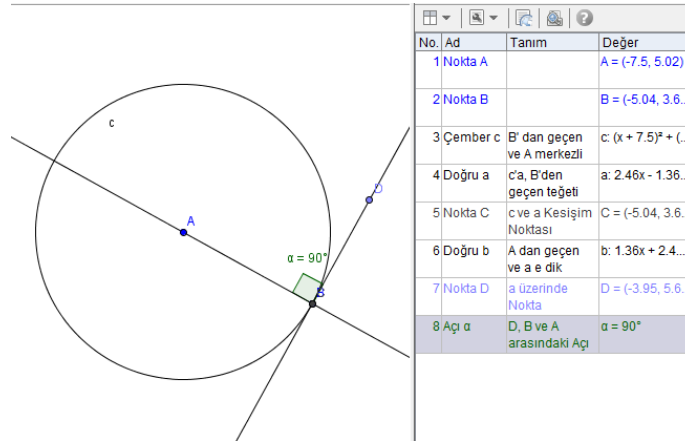
Bununla birlikte bazı öğretmen adaylarının ise ispat süreçleri gözlemlenen ilişkilerin ifade edilmesinden öteye gidememiştir ($n=8$). Aşağıda bu duruma örnekler verilmiştir (Şekil 97 ve Şekil 98).



Şekil 97. Öğretmen adayları tarafından kiriş kavramına ait ilişkilerin matematiksel olarak ispatlanamadığı durum -1

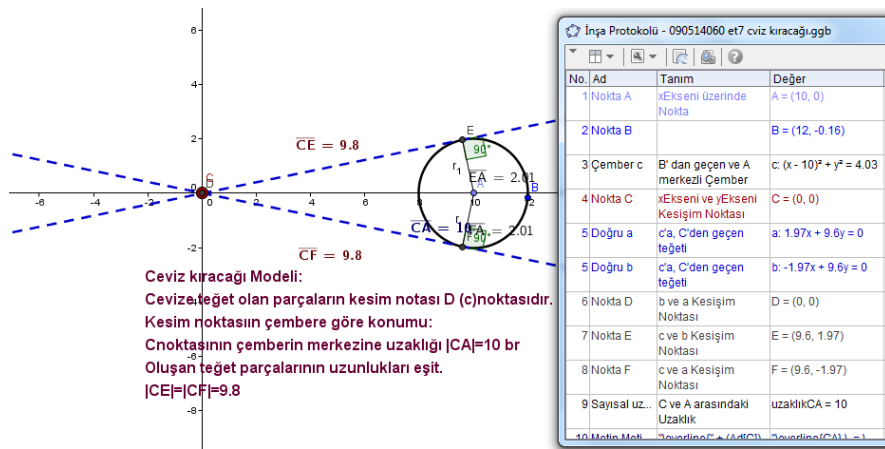
7. kazanıma yönelik olarak öğretmen adaylarının kazanımlara ulaşma düzeylerini belirleyebilmek adına modelleme süreçlerine ilişkin ekran kayıtları ve geogebra çalışma sayfası kayıtları incelenmiştir.

Bir çemberin teğet doğrularını inşa etme aşamasında öğretmen adaylarının bir çoğu (n=13) yazılımın “teğet” araç çubuğunu kullanmıştır. Aşağıda bu duruma örnekler verilmiştir (Şekil 99 ve Şekil 100).



Şekil 99. Teğet araç çubuğu kullanılarak bir çemberin teğetinin inşa edilmesi-1

Şekil 99'da GeoGebra çalışma sayfasından elde edilen model ve inşa protokolü verilmiştir. Öğretmen adayı B noktasından geçen A merkezli c çemberini oluşturduktan sonra yazılımın “teğet” aracını kullanarak c çemberine B noktasından teğet oluşturmuştur. Teğetin değme noktasında yarıçapa dik olduğunu göstermek için yarıçapı değil merkezden ve teğetin değme noktasından geçen “doğru”yu inşa etmiştir.



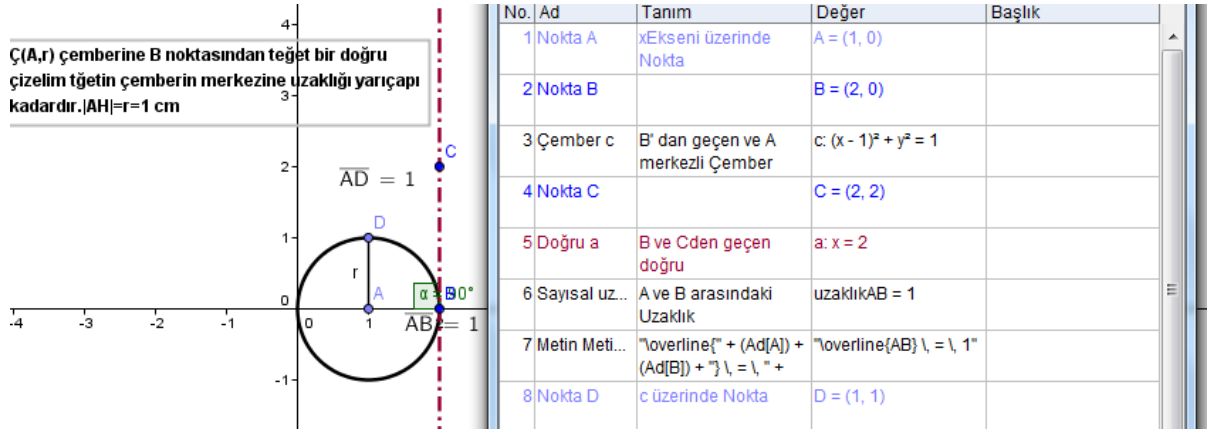
Şekil 100. Teğet araç çubuğu kullanılarak bir çemberin teğetinin inşa edilmesi-2

Şekil 100’de öğretmen adayının inşa ettiği model ve modelleme sürecine ait inşa protokolü bir arada görülmektedir. B noktasından geçen ve A merkezli c çemberini inşa eden öğretmen adayı çemberin dış bölgesinde aldığı bir C noktasından bu çembere çizilebilecek teğetleri yazılımın “teğet” aracı yardımıyla oluşturmuştur. “teğet” aracı seçildikten sonra C noktası ve c çemberi seçildiğinde yazılım otomatik olarak teğeti çizmektedir. Öğretmen adayı ise yazılım tarafından otomatik olarak çizilen bu model üzerinde ilişkileri belirlemiştir. Örneğin, teğet parçalarının uzunluklarını hesaplayarak ilişkilendirmiş, teğetin yarıçapı gibi ek çizimleri yaparak teğet doğrularının değme noktasında çemberin yarıçapına dik olduğunu göstermiştir.

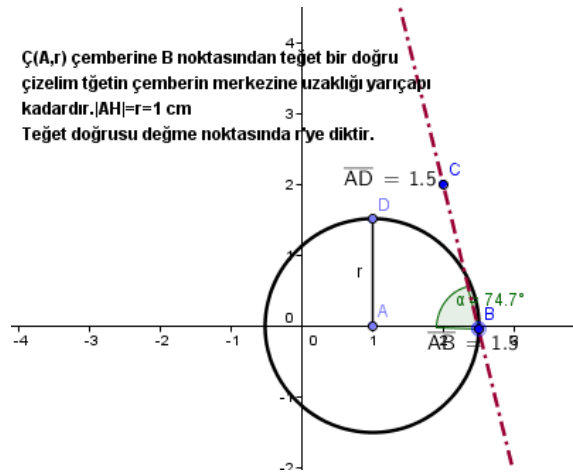
Araştırmaya katılan öğretmen adaylarından çoğu yazılımın sunduğu “teğet” aracını kullanarak bir çemberin teğetlerini inşa etmiş olsalar da Şekil 99 ve Şekil 100 ‘de de görüldüğü üzere modelin geliştirilmesine yönelik ek çizimleri bireysel olarak tasarlayıp bu sayede inşa ettikleri modelleri geliştirmişlerdir.

Bir çemberin teğetleri oluşturulup çember ile teğet doğruları arasında ilişki kurulurken sürüklemeler ve bu sürüklemelerin doğal sonucu olarak dinamik gözlemler büyük önem taşımaktadır. Yazılımın “teğet” aracı kullanılarak oluşturulan teğet kavramına yönelik modeller sürüklemeler esnasında özelliklerini korumaktadır. İnşa edilen model sürüklendiğinde bozulmadığı için farklı konumlarda benzer özelliklerin gözlenebilmesi mümkün olabilmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının genellemeler yapmasına zemin hazırlamaktadır.

Teğet kavramına yönelik bir model geliştirirken her ne kadar araştırmaya katılan öğretmen adaylarının bir çoğu “teğet” aracını kullanmış olsalar da 5 öğretmen adayı bu aracı kullanmadan kavrama yönelik modeli zihinlerindeki ilişkilerden yola çıkarak kendileri oluşturmayı denemişlerdir. 5 öğretmen adayının çalışmalarına ait kayıtlar incelendiğinde 3’ünün oluşturduğu modeller sürüklendiğinde teğet kavramına yönelik özelliklerini kaybetmektedir(Şekil 101 a, b ve Şekil 102 a, b). 1’inin inşa ettiği model dinamik değil statik özellikte olup sürüklemeler yardımıyla dinamik gözlemlere imkan vermemektedir (Şekil 103.). 1 öğretmen adayı ise modelini teğet kavramını doğru modelleyecek şekilde inşa etmiştir (Şekil 104).



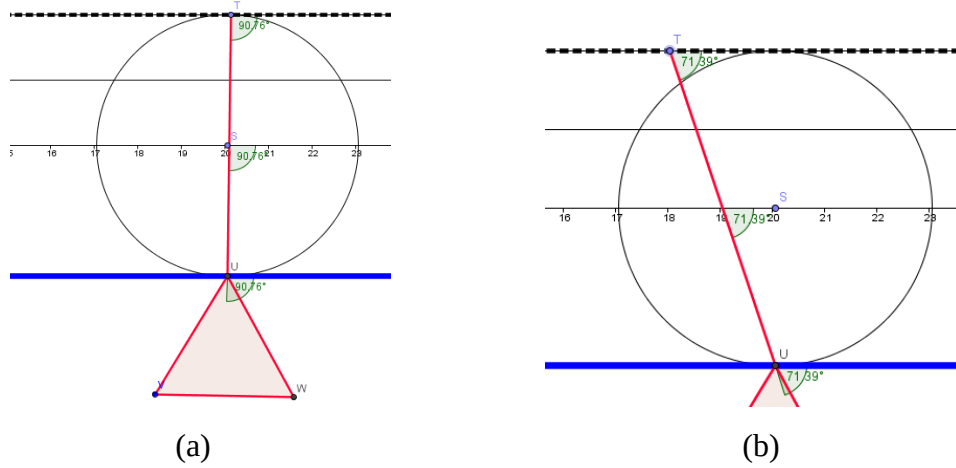
(a)



(b)

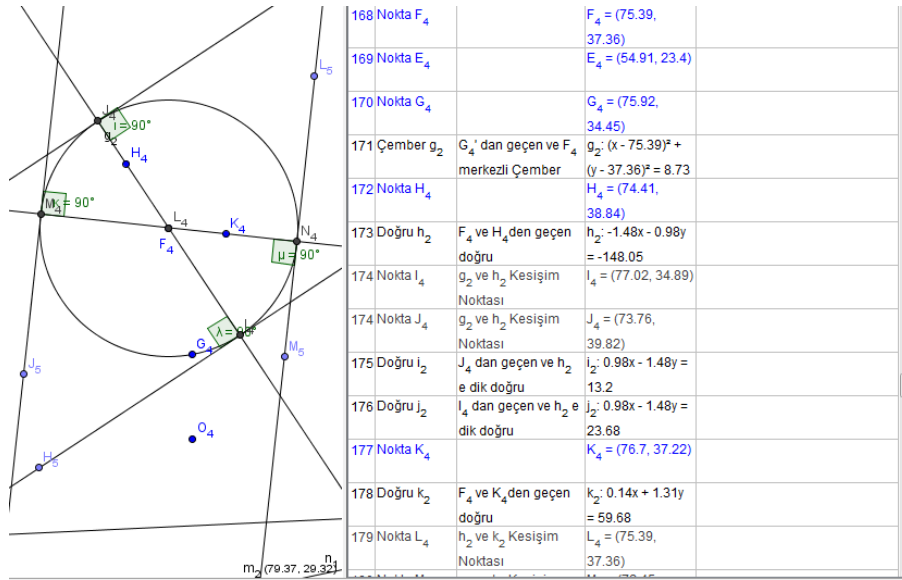
Şekil 101. Dinamik olarak sürüklendiğinde teğet özelliğini kaybeden modeller

Şekil 101 (a)'da öğretmen adayı B noktasından geçen ve A merkezli c çemberini inşa etmiştir. Çemberin dış bölgesinde belirlediği bir C noktasını kullanarak BC doğrusunu oluşturmuştur. Oluşturduğu BC doğrusunu çemberin teğeti olarak belirtmiştir. Doğrunun Şekil 101 (a)'daki konumu için ABC açısının ölçüsünü hesaplayarak 90° olarak bulmuştur. Ancak Şekil 101 (b)'de de görüleceği gibi teğetin özelliklerini dinamik olarak gözlemlemek amacıyla BC doğrusunu sürüklediğinde doğru teğet olma özelliğini kaybetmiştir. Çünkü inşayı teğetin değme noktasında yarıçapa dik olması şartını kullanarak gerçekleştirmemiştir.



Şekil 102. Teğet kavramına yönelik kavramsal ilişkilerin yanlış belirlendiği model

Şekil 102 (a) ve Şekil 102 (b) de Şekil 101 (a) ve Şekil 101 (b)'dekine benzer şekilde kavramsal ilişkilerden çok görsel durumun ortaya koyulduğu bir modeli göstermektedir. Şekil 102 (a)'daki modelde teğet doğrusu gibi görünen ancak bu halde bile değme noktasında yarıçap ile dik açı oluşturmeyen doğru, Şekil 102 (b)'de sürüklendiğinde tamamen farklı bir görünüm almaktadır.

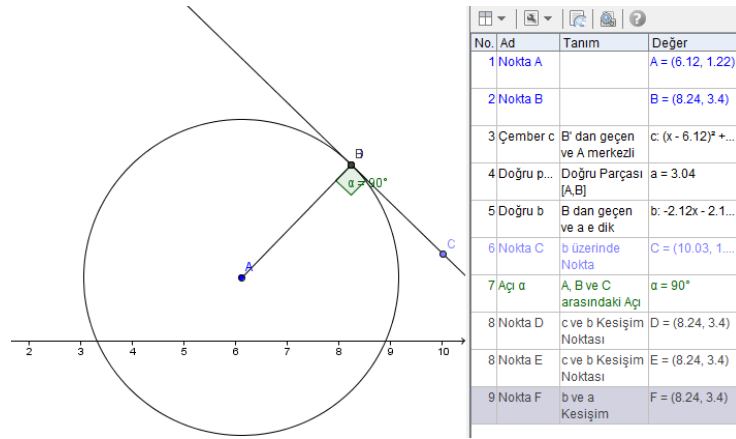


Şekil 103. Gülsüm'ün teğet kavramına yönelik doğru modeli inşa etme basamakları

Şekil 103'de verilen duruma ilişkin inşa protokolünde G_4 'den geçen ve F_4 merkezli çemberi inşa eden öğretmen adayının, çemberin iç bölgesinde belirlediği bir H_4 noktasından ve çemberin merkezi F_4 noktasından geçen h_2 doğrusunu oluşturduğu görülmektedir. Benzer şekilde F_4 ve K_4 noktalarından geçen i_2 doğrusunu da

oluşturmuştur. Yazılımının “iki nesnenin kesişimi” aracı yardımıyla bu iki doğrunun çember ile kesim noktalarını belirlemiştir (I_4, J_4, M_4, N_4 noktaları). Çember üzerindeki bu noktalardan geçen ve i_2 veya h_2 doğrularına dik olan doğruları inşa etmek koşuluyla çemberin I_4, J_4, M_4, N_4 noktalarındaki teğetlerini oluşturmuştur.

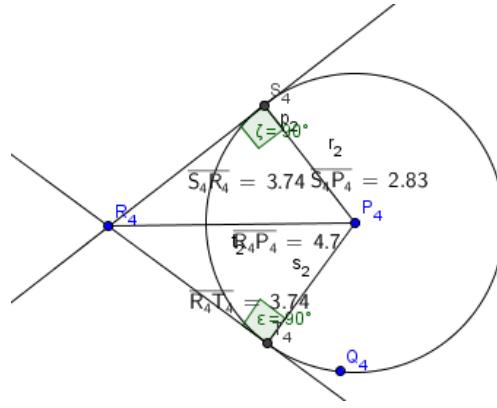
Ancak I_4, J_4, M_4, N_4 noktaları dinamik değil statik olarak belirlendiği için çemberin teğetlerine ilişkin dinamik gözlemlere imkan sunmamaktadır. Bu durumda “bir çemberin teğeti” kavramına yönelik genel bir modelden ziyade çember üzerinde belirlenen sabit 4 noktadan geçen teğetleri ifade eden bir model inşa edilmiştir.



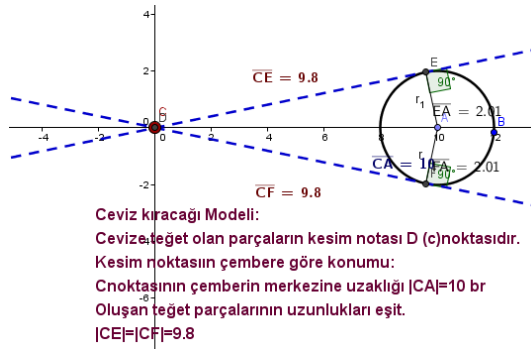
Şekil 104. Sevim'in teğet kavramına yönelik doğru modeli inşa etme basamakları

Şekil 104'de verilen model ve inşa protokolünde ise öğretmen adayının B noktasından geçen A merkezli c çemberini inşa ettiği görülmektedir. Çemberin yarıçapını belirlemek üzere [AB] doğru parçasını oluşturmuştur. Teğetin değme noktasında yarıçapa dik olması şartından hareketle B noktasından geçen ve [AB] doğru parçasına dik olan doğruyu inşa ederek çemberin teğetine ait bir model oluşturmuştur. “Açı” aracını kullanarak A, B ve C noktaları arasındaki açının ölçüsünü hesaplamış ve 90° olduğunu bulmuştur. İnşa edilen bu teğet dinamik özelliklere sahip olup sürüklendiğinde dahi çemberin her noktasında aynı özellikleri temsil etmektedir.

4.3.7.2 Kazanım 7'ye Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Öğretmen adaylarının taslak modelleri ve gerçek yaşam durumlarını inceleyerek bir çemberi bu çemberin teğetleri ile ilişkilendirmeleri istenmiştir. Dinamik matematik yazılımı kullanılarak inşa edilen



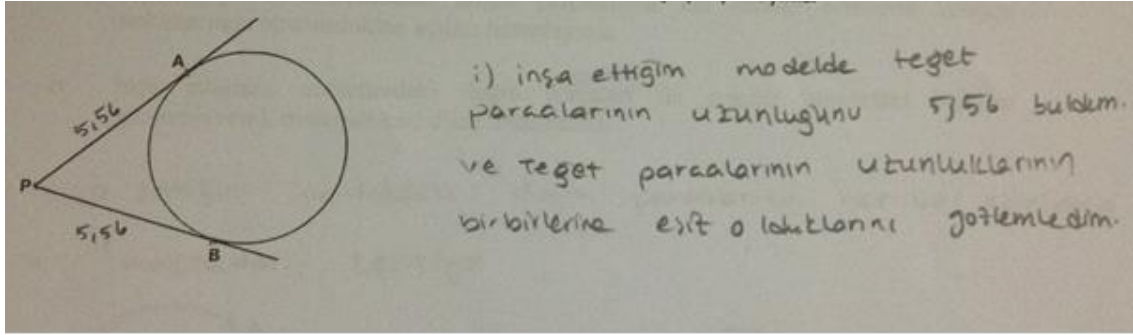
Şekil 106. Teğet kavramına ait ilişkilerin belirlenerek dinamik olarak gözlenmesi
örnek-1



Şekil 107. Teğet kavramına ait ilişkilerin belirlenerek dinamik olarak gözlenmesi
örnek-2

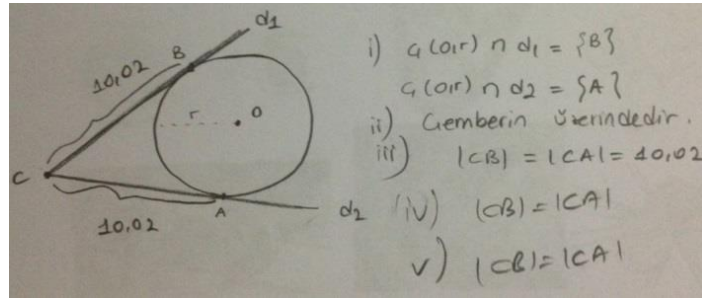
Şekil 106 ve Şekil 107 öğretmen adaylarının teğet kavramını çemberle ilişkilendirme örneklerini içermektedir. Şekil 106'daki modelde öğretmen adayı yazılımın “teğet” aracını kullanarak bir çembere dışındaki bir R_4 noktasından teğetler çizmiştir. Çizdiği teğet doğruları ile P_4 merkezli çemberi ilişkilendirmek için çemberin yarıçapları çizerek değme noktasında teğet ile yarıçapın birbirine dik olduklarını belirlemiştir. Teğet parçalarının uzunluklarını “uzunluk veya uzaklık” aracı ile hesaplamıştır. Teğeti ve çemberi sürükleyerek değişimleri dinamik olarak gözlemleyen öğretmen adayı teğetlerin değme noktasında yarıçapa dik olması ve çembere dışındaki bir noktadan teğetler çizildiğinde oluşan teğet parçalarının uzunluklarının birbirine eşit olması durumunun değişmediğini görmüştür. Şekil 107’de ise bir öğretmen adayının gerçek yaşam durumuna ilişkin inşa ettiği modelde belirlediği ilişkiler görülmektedir.

Öğretmen adayları gözlemledikleri ilişkileri etkinlik kağıtları üzerinde de belirtmişlerdir. Aşağıda bu durumun örnekleri verilmiştir (Şekil 108 ve Şekil 109).



Şekil 108. Etkinlik kağıtlarından teğet kavramına yönelik ilişkilendirme örneği - 1

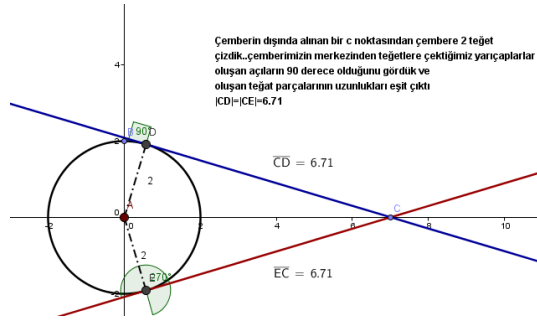
Şekil 108’ da öğretmen adayı dinamik matematik yazılımını kullanarak bir çembere dışındaki bir noktadan çizilen teğet için teğet parçalarının uzunluklarını 5,56 olarak bulduğunu ve teğet parçalarının uzunluklarının birbirine eşit olduğunu gözlemlediğini belirtmiştir.



Şekil 109. Etkinlik kağıtlarından teğet kavramına yönelik ilişkilendirme örneği – 2

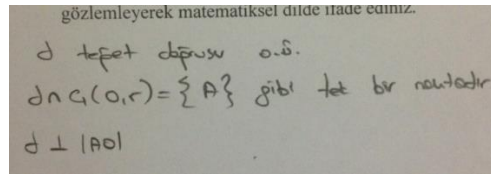
Şekil 109’de ise öğretmen adayı teğet doğruları ile çemberin kesişim noktalarını belirlemiş, oluşan teğet parçalarının uzunluklarını hesaplayarak ilişkilendirmiştir.

4.3.7.3 Kazanım 7’ye Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Etkinlik kağıtlarının incelenmesi sonucu elde edilen veriler öğretmen adaylarının matematiksel iletişimi sağlamak amacıyla dinamik matematik yazılımının sunduğu cebirsel ifadeler, değerler ve hesaplamalardan yararlandıklarını göstermektedir (Şekil 110).

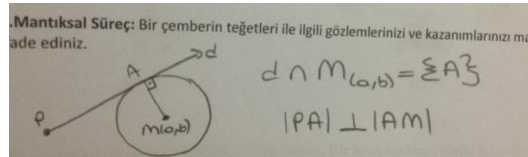


Şekil 110. Teğet kavramına ait ilişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı - 1

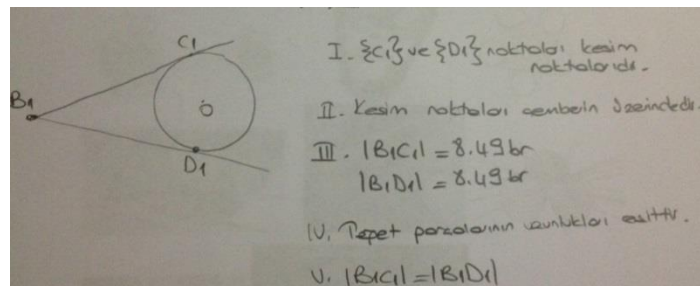
Şekil 110’da öğretmen adayı bir çembere dışındaki bir C noktasından çizilen teğet parçalarının uzunluklarının birbirine eşit olduğunu matematiksel sembollerden ve yazılımın sunduğu hesaplamalardan yararlanarak ifade etmiştir. Ancak teğetlerin değme noktasında yarıçapa dik olması durumunu sözel olarak açıklamıştır.



Şekil 111. Teğet kavramına ait ilişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı örnek - 2



Şekil 112. Teğet kavramına ait ilişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı örnek - 3

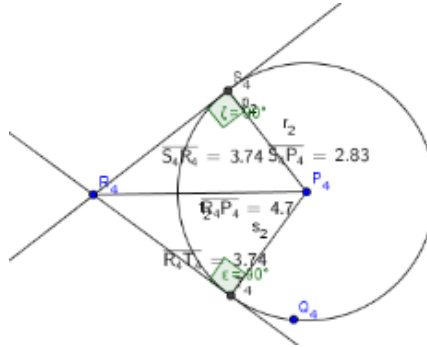


Şekil 113. Teğet kavramına ait ilişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı örnek - 4

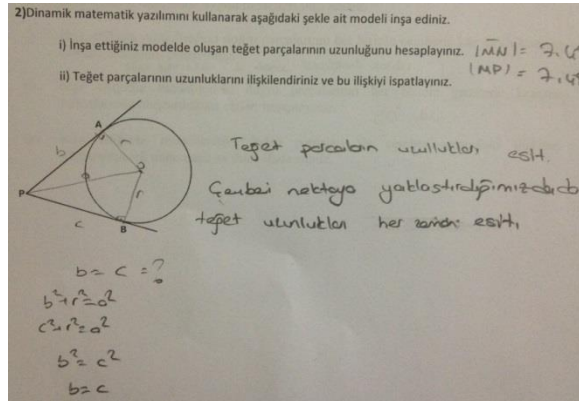
Şekil 111, Şekil 112 ve Şekil 113 incelendiğinde de öğretmen adaylarının matematiksel ilişkileri ifade etmede matematiksel iletişimi kullanırken yazılımın sunduğu verilerden yararlandıkları görülmektedir.

4.3.7.4 Kazanım 7'ye Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Akıl Yürütme-İspat Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. 7. etkinlik sonunda öğretmen adaylarından bir çembere dışındaki bir noktadan teğetler çizilmesi durumunda oluşan teğet parçalarının uzunluklarının birbirine eşit olduğunu ispatlamaları istenmiştir.

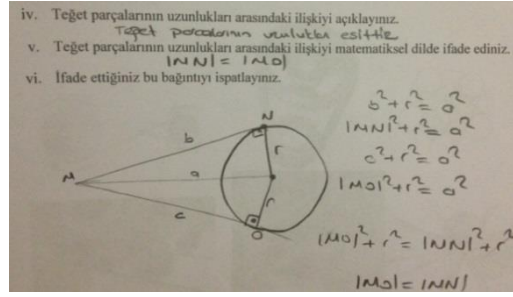
Akıl yürütme ve ispat süreçlerinde dinamik matematik yazılımından ne şekilde yararlandıklarını belirlemek amacıyla etkinlik kağıtları ile ekran kayıtları birlikte değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının teğet parçalarının uzunluklarını dinamik olarak gözlemleyip ilişkilendirmeleri akıl-yürütme ispat sürecinde de bu ilişkileri kullanmalarını sağlamıştır. Aşağıda ispat süreçlerine ait örnekler yer almaktadır.



Şekil 114. Mine'nin teğet kavramına ait ilişkilere yönelik geliştirdiği dinamik model



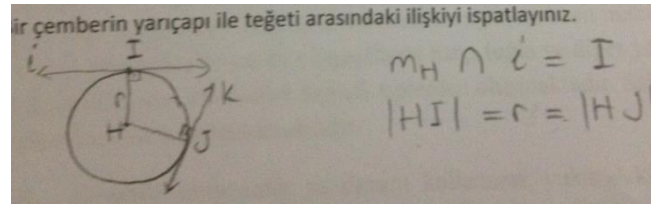
Şekil 115. Mine'nin teğet kavramına ait ilişkileri belirleyerek ifade etmesi



Şekil 116. Mine'nin belirlediği ilişkilerden yararlanarak teğet kavramına ait ilişkileri ispatlaması

Şekil 114'de görülen modelde öğretmen adayı teğet parçalarının uzunluklarını, çemberin yarıçap uzunluğunu ve çemberin merkezi ile çembere teğet çizilen nokta arasındaki uzaklığı hesaplamıştır. Hesapladığı bu uzunlukları ilişkilendiren öğretmen adayının Şekil 115 ve Şekil 116'da bu ilişkileri ispatladığı görülmektedir (n=9).

9 öğretmen adayı ise ispat sürecinde sadece belirledikleri ilişkileri matematiksel dili kullanarak ifade etmişlerdir (Şekil 117).



Şekil 117. Teğet kavramına yönelik ilişkilerin öğretmen adayları tarafından matematiksel olarak ispatlanamadığı duruma örnek

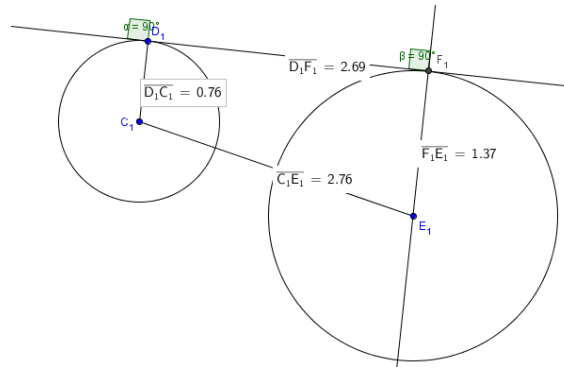
4.3.8 Kazanım 8'e Yönelik Bulgular

Kazanım 8: Çemberde ortak teğet, ortak dış teğet ve ortak iç teğet kavramlarını ilişkilendirir.

4.3.8.1 Kazanım 8'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımını kullanarak aynı düzlemde bulunan iki çembere ait ortak teğetleri ifade etmek için bir model geliştirmeleri istenmiştir.

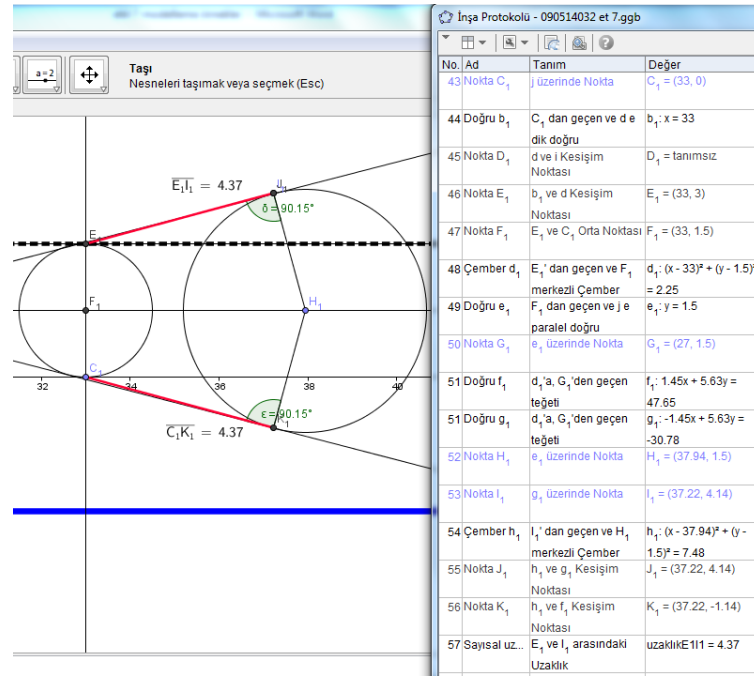
Aynı düzlemde bulunan ve iki çembere de teğet olan doğruya bu çemberlerin ortak teğeti denilmektedir. İki çemberin merkezlerini birleştiren doğru parçasını kesmeyen ortak teğetlere ortak dış teğetler, kesen ortak teğetlere ortak iç teğetler denilmektedir (Aydın ve Asma, 2002).

Ekran kayıtlarından ve GeoGebra çalışma sayfalarından elde edilen veriler incelendiğinde öğretmen adaylarının modelleme sürecinde yalnızca biri diğerinin dış bölgesinde bulunan iki çemberi kullanarak modellemelerini gerçekleştirdikleri, birbirine dıştan teğet iki çemberin ortak dış teğetlerini belirlemedikleri gözlenmiştir. Biri diğerinin dış bölgesinde bulunan iki çember kullanarak ortak teğetleri belirlemeleri durumunda ise öğretmen adaylarından çok az bir kısmının ($n=2$) aynı düzlemde biri diğerinin dış bölgesinde bulunan iki çembere ait ortak teğetlerin tümünü (ortak iç teğetler ve ortak dış teğetler) modellemeyi başardıkları gözlenmiştir. Araştırmaya katılan 18 öğretmen adayından 9'u ortak iç teğetler veya ortak dış teğetlerden sadece birisine ilişkin model oluştururken 4 öğretmen adayının herhangi bir model oluşturamadıkları belirlenmiştir. 3 öğretmen adayı ise etkinlik 8'de verilen taslak modellere görsel olarak benzerlik gösteren ancak teğet kavramına yönelik ilişkileri içermeyen modeller geliştirmişlerdir. Aşağıda bir çemberin ortak teğetlerinin modellenmesine ilişkin öğretmen adaylarının çalışmalarından örnekler verilmiştir.



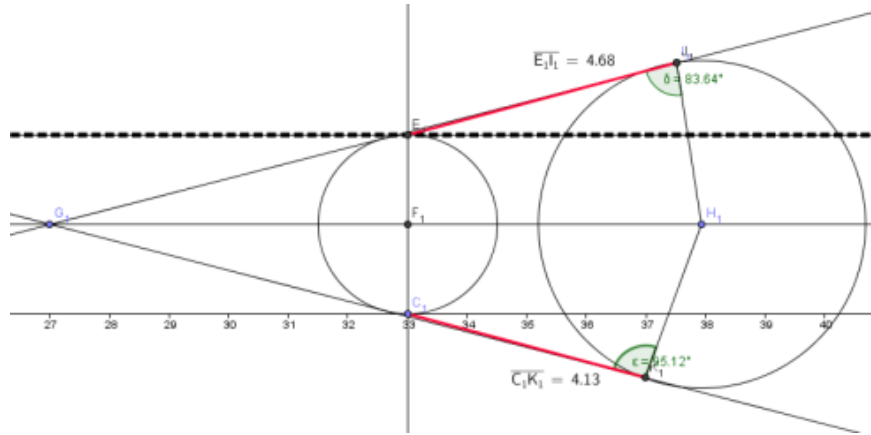
Şekil 118. Sadece ortak dış teğetlerin inşa edildiği durum

Şekil 118'de aynı düzlemde bulunan iki çemberin ortak teğetlerinden sadece ortak dış teğetler inşa edilmiştir. İnşa ettiği bu model üzerinde öğretmen adayı iki çemberin merkezleri arası uzaklığı, ortak dış teğet parçalarını ve bunların uzunluklarını belirlemiştir. Ancak ortak iç teğetler ve ortak iç teğet parçalarının uzunlukları belirlenmemiştir.



Şekil 119. Ortak teğetlere ait yanlış modelleme örneği durum - 1

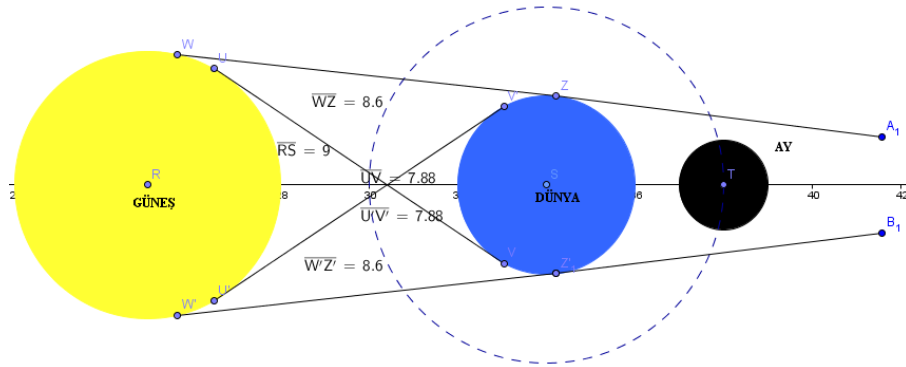
Şekil 119’da verilen durumda ise öğretmen adayı E_1 ‘den geçen ve F_1 merkezli d_1 çemberini inşa etmiştir. d_1 çemberine dışındaki G_1 noktasından çizilen teğeti yazılımın “teğet” aracını kullanarak oluşturmuştur (bkz. inşa protokolü 51. adım). Öğretmen adayı modeli üzerinde teğet parçalarını belirlemiş ve uzunluklarını hesaplamıştır. Ancak inşa edilen model iki çemberin ortak teğetlerini ve bunlar arasındaki ilişkileri modellememektedir. Oluşturulan teğetler yalnızca F_1 merkezli çemberin teğetleridir. Bu teğetler aynı zamanda H_1 merkezli çemberin de teğetleriymiş gibi görünmekle birlikte değme noktalarında yarıçapa dik değildirler. Bu nedenle aynı düzlemde bulunan iki çemberin ortak teğetleri olarak modellenmeleri yanlıştır. Bununla birlikte modeli inşa eden öğretmen adayı modeli yazılımın dinamik özelliklerinden yararlanarak gözlemlediğinde oluşan teğet parçalarının uzunlukları ile ilgili olarak yanlış ilişkiler ortaya çıkmıştır (Şekil 120).



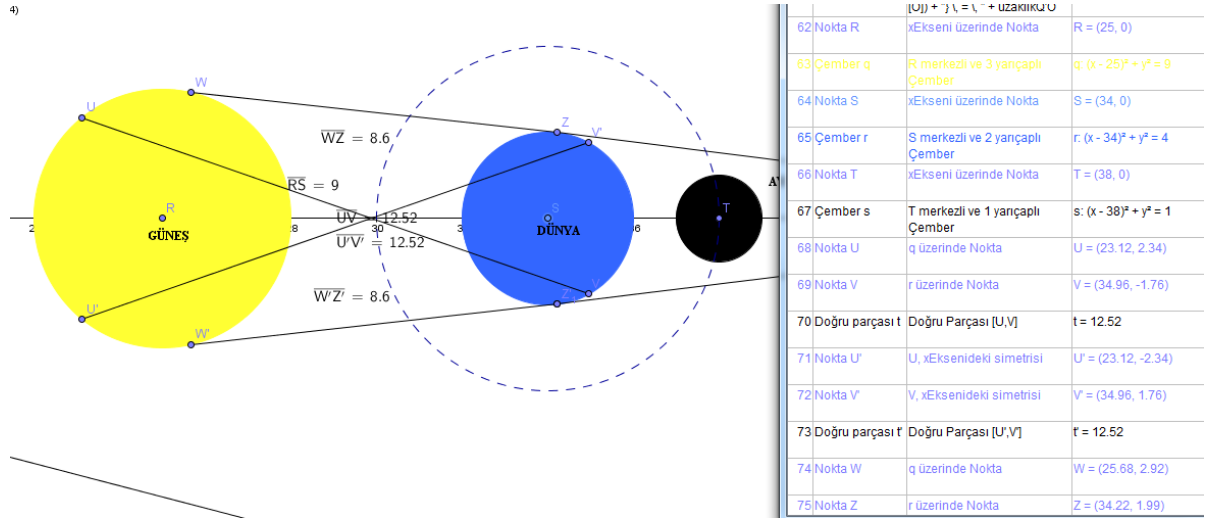
Şekil 120. Ortak teğetlere ait yanlış modelleme örneği durum - 2

Şekil 119'daki model sürüklendiğinde Şekil 120'deki görünüm oluşmuştur. Bu durumda oluşan teğet parçalarının uzunlukları birbirine eşit değildir. Oysa ki iki çemberin ortak dış teğet parçalarının uzunluklarının her durumda birbirine eşit olarak gözlenmesi gerekir.

Bir başka öğretmen adayı ise hem iç hem dış teğetlere ilişkin kavramsal ilişkileri içermeyen görsel bir model oluşturmuştur (Şekil 121).

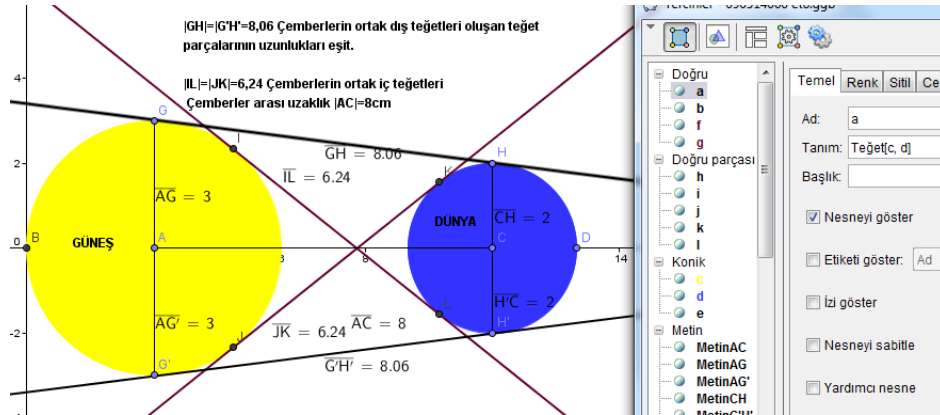


Şekil 121. Ortak iç ve dış teğete ait kavramsal ilişkileri içermeyen model durum-1



Şekil 122. Ortak iç ve dış teğete ait kavramsal ilişkileri içermeyen model durum-2

Oluşturulan model dinamik olarak sürüklendiğinde doğru parçaları teğet olma özelliğini kaybetmektedir. Bu durumun sebeplerini belirlemek amacıyla inşa protokolüne göz attığımızda öğretmen adayının çember üzerinde aldığı noktaları birleştirerek ortak teğetleri oluşturduğu gözlenmiştir (bkz inşa protokolü 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75. adımlar).



Şekil 123. İki Çemberin ortak teğetlerine ilişkin inşa edilen doğru model

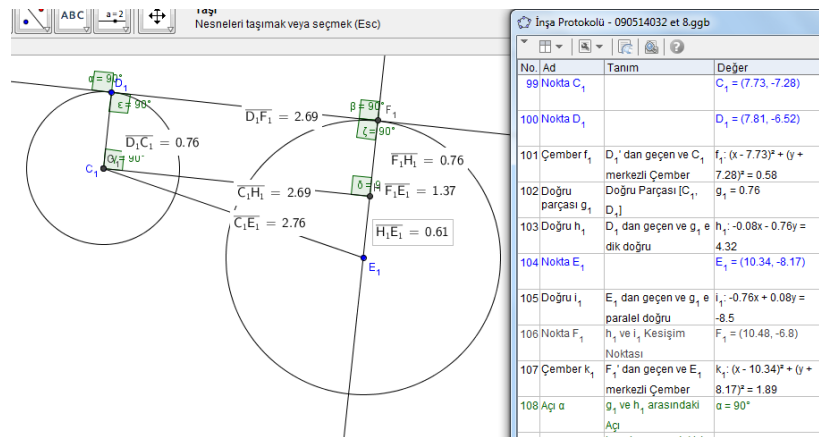
Araştırmaya katılan öğretmen adaylarından sadece 2'si aynı düzlemde biri diğerinin dış bölgesinde bulunan iki çemberin ortak teğetlerini inşa edebilmişlerdir (Şekil 123). Ekran kayıtları kullanılarak inşa süreçleri incelendiğinde iki öğretmen adayının da etkinlik kağıtlarında verilen gerçek yaşam durumunu modellemek amacıyla aynı düzlemde iki çember inşa ettikleri görülmektedir (c çemberi ve d çemberi). Yazılımın cebirsel ifadelerin girilmesi için kullanılan “giriş” penceresini kullanarak

“Teğet[c, d]” komutunu oluşturmuşlardır. Bu komutun girilmesiyle birlikte yazılım c ve d çemberleri için ortak teğetlerin tümünü oluşturmuştur. Öğretmen adaylarının çemberlerin merkezleri arası uzaklıkları, çemberlerin yarıçap uzunluklarını, ortak iç teğet ve dış teğet parçalarının uzunluklarını hesaplayarak dinamik olarak gözlemledikleri belirlenmiştir.

4.3.8.2 Kazanım 8’e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. 8. kazanım kapsamında öğretmen adaylarının ilişkilendirme süreçlerinde;

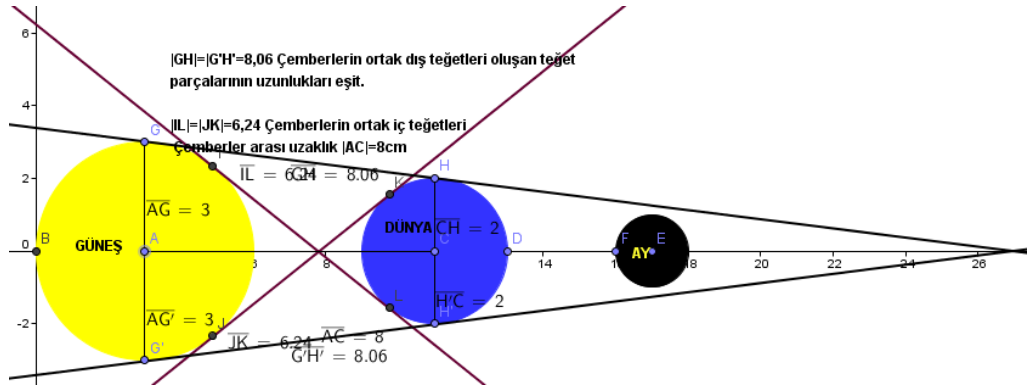
- İki çemberin ortak dış teğet parçalarının uzunluklarını ilişkilendirmeleri,
- İki çemberin merkezleri arası uzaklık, dış teğet parçalarının uzunluğu ve yarıçap uzunluğu arasında bağlantı kurmaları,
- Ortak iç teğetlerin kesim noktasının çemberlerin merkezinden geçen doğrunun üzerinde olduğunu belirlemeleri,
- Ortak iç teğet parçasının uzunluğunu; merkezler arasındaki uzaklık ve yarıçap uzunluğu ile ilişkilendirmeleri beklenmektedir.

Araştırmadan elde edilen veriler incelendiğinde öğretmen adaylarının ilişkileri belirlemede zorlandıkları görülmektedir. 7 öğretmen adayı iki çemberin ortak teğetlerine ait ilişkileri belirleyememişlerdir. 11 öğretmen adayı ise ilişkileri kısmen belirleyebilmişlerdir. 8’i sadece çemberin dış teğetleri ile ilgili ilişkileri, 1’i sadece çemberin iç teğetleri ile ilgili ilişkileri, 2’si ise hem dış teğetlerle ilgili hem de iç teğetlerle ilgili ilişkileri belirleyebilmiştir. Aşağıda bu durumlara ilişkin örnekler yer almaktadır.



Şekil 124.Yalnızca ortak dış teğetlere ait ilişkilerin dinamik ortamda belirlenmesi

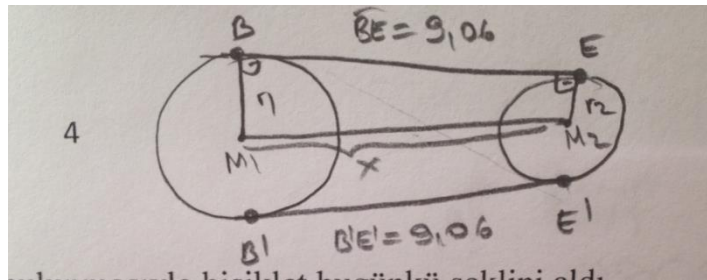
Şekil 124’de verilen örnekte öğretmen adayı aynı düzlemde biri diğerinin dış bölgesinde bulunan iki çemberi oluşturmuştur. Bu iki çemberin yalnızca ortak dış teğetlerini inşa ettikten sonra ortak dış teğet parçalarının uzunluklarını hesaplayarak ilişkilendirmiştir. İnşa protokolünde C_1 merkezli çemberin ve bu çemberin D_1 noktasındaki teğetinin inşa süreçleri 100-103. adımlarda görülmektedir. Teğetin ortak olması durumunda her iki çemberin de değme noktalarında teğete dik olan yarıçaplarının birbirine paralel olması düşüncesiyle E_1 merkezli çemberin inşa edildiği ekran kayıtlarında belirlenmiştir (bkz. inşa basamakları 104-107). Ayrıca model üzerinde öğretmen adayının ilişkileri belirlemek amacıyla ek çizimler ve hesaplamalar yaptığı görülmektedir.



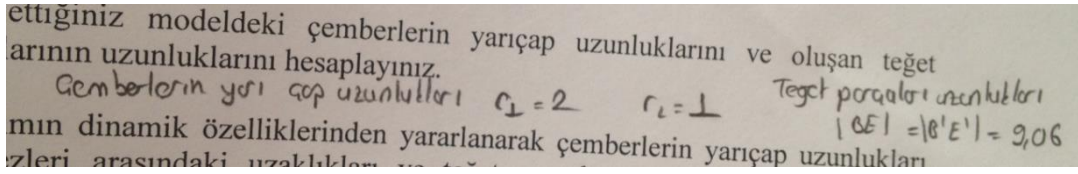
Şekil 125. Ortak dış ve iç teğetlere ait ilişkilerin dinamik ortamda belirlenmesi

Şekil 125’de ise iki çemberin dış teğetleri ve iç teğetleri modellenerek dış teğet parçalarının birbirine eşit, iç teğet parçalarının birbirine eşit oldukları belirtilmiştir.

Öğretmen adaylarının ilişkilendirme yeterliklerinin belirlenmesi amacıyla etkinlik kağıtları da incelenmiştir. Etkinlik kağıtlarında da en sık belirtilen ilişki dış teğet parçalarının uzunluklarının birbirine eşit olması ve iç teğet parçalarının uzunluklarının birbirine eşit olmasıdır. Aşağıda bu duruma ait örnekler verilmiştir.



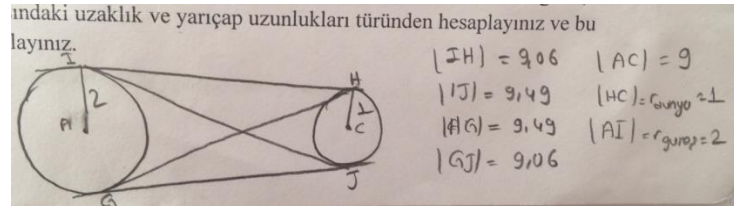
Şekil 126. Ortak dış teğetlere ait ilişkilerin belirlenmesi - 1



Şekil 127. Ortak dış teğetlere ait ilişkilerin belirlenmesi - 2

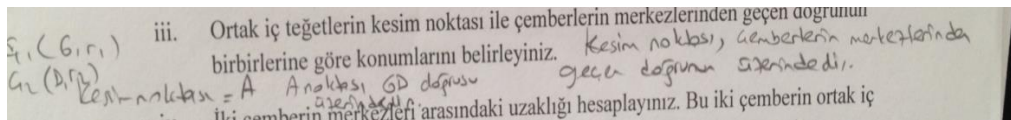
Şekil 126 ve Şekil 127 'de öğretmen adayı biri diğerinin dış bölgesinde bulunan 2 çemberin yalnızca dış teğet parçalarının uzunluklarının birbirine eşit olduğunu belirlemiştir. Yarıçap uzunlukları ile ortak dış teğet parçasının uzunluğu arasındaki ilişkiyi belirleyememiştir.

Şekil 128'de ise öğretmen adayı iki çemberin hem ortak dış teğet parçalarının uzunluklarını, hem de ortak iç teğet parçalarının uzunluklarını ilişkilendirmiştir. Ancak çemberlerin yarıçap uzunlukları ile ortak dış teğet parçasının uzunluğu ve ortak iç teğet parçasının uzunluğu arasındaki ilişkiyi belirtmemiştir.



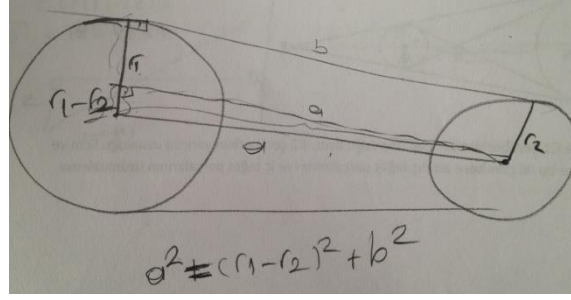
Şekil 128. Ortak dış ve iç teğet parçalarının uzunluklarına ait ilişkilerin belirlenmesine örnek

Ortak iç teğetleri ilişkilendiren 1 öğretmen adayı ile hem ortak dış teğetleri hem ortak iç teğetleri ilişkilendiren 2 öğretmen adayı ortak iç teğetlerin kesim noktalarının çemberlerin merkezlerini birleştiren doğru parçası üzerinde olduğunu gözlemlemiş ve ifade etmişlerdir (Şekil 129).



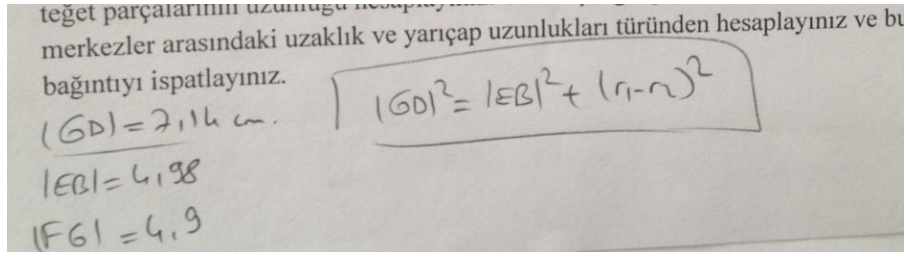
Şekil 129. Ortak iç teğetlerin kesim noktalarına ait ilişkinin belirlenmesi

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarından sadece dördü iki çemberin ortak dış teğet parçasının uzunluğu ile çemberlerin yarıçap uzunlukları ve merkezleri arasındaki uzaklık arasında ilişki kurmuşlardır (Şekil 130, Şekil 131, Şekil 132).



Şekil 130. Ortak dış teğet parçasının uzunluğu, yarıçap uzunlukları ve merkezler arasındaki uzaklık arasındaki ilişki

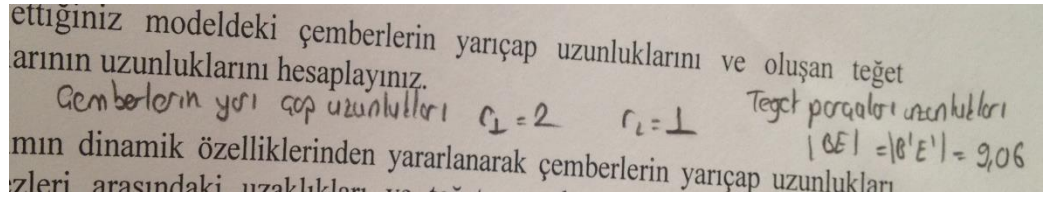
Şekil 130'da öğretmen adayı aynı düzlemde biri diğerinin dış bölgesinde bulunan iki çemberin ortak dış teğet parçalarının uzunluğunu çemberlerin yarıçap uzunlukları ve merkezleri arası uzaklık ile ilişkilendirmiştir. Çemberlerin yarıçap uzunluklarının farkının karesi ile ortak dış teğet parçasının uzunluğunun karesi toplamının çemberlerin merkezleri arası uzaklığın karesine eşit olduğunu belirlemiştir.



Şekil 131. Cebir penceresindeki sayısal değerler yardımıyla ilişkilerin belirlenmesine örnek

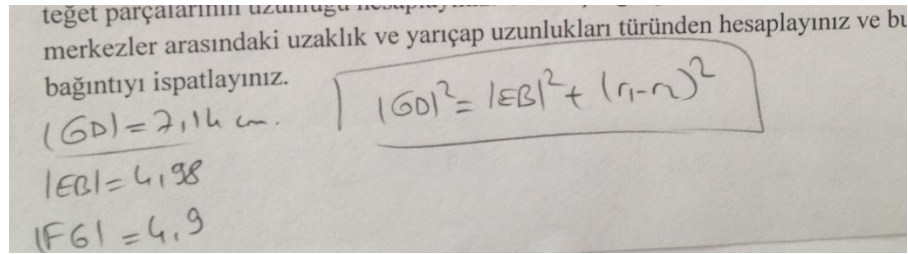
Şekil 131'de öğretmen adayı cebir penceresindeki sayısal değerlerden yararlanarak çemberlerin yarıçap uzunluklarının farkının karesi ile ortak dış teğet parçasının uzunluğunun karesinin toplamının çemberlerin merkezleri arası uzaklığın karesine eşit olduğunu hesaplamıştır.

Şekil 132 (a) ve (b)'de ise öğretmen adayı iki çemberin ortak dış teğet parçasının uzunluğunu, çemberlerin yarıçap uzunluğunu, çemberlerin merkezleri arasındaki uzaklığı dinamik matematik yazılımı yardımıyla hesaplamıştır. Etkinlik kağıdına çizdiği model üzerinde ölçtüğü uzunlukları göstererek ilişkilendirmiştir.



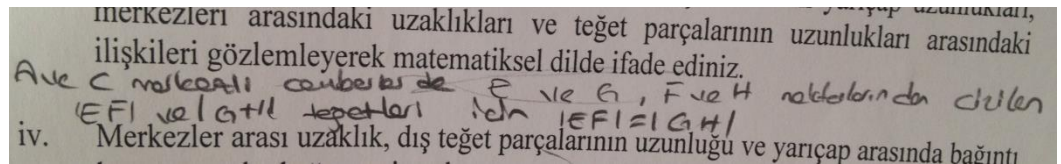
Şekil 133. İlişkilerin matematiksel dilde ifade edilmesinde cebir penceresinden yararlanılması örnek - 1

Şekil 133'te öğretmen adayı iki çemberin dış teğet parçalarının uzunluklarının birbirine eşit olduğunu dinamik matematik yazılımının hesapladığı değerlerden yararlanarak göstermiştir. Bu gösterimde matematiksel dil kullandığı da görülmektedir.

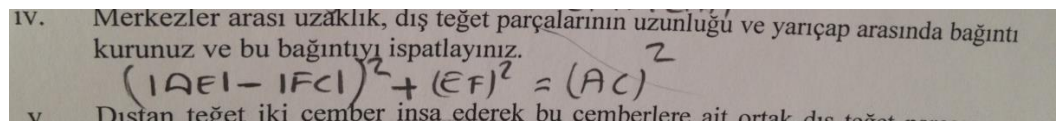


Şekil 134. İlişkilerin matematiksel dilde ifade edilmesinde cebir penceresinden yararlanılması örnek - 2

Şekil 134'de ise öğretmen adayı öncelikle çemberlerin yarıçap uzunluklarını ve merkezleri arası uzaklığı dinamik matematik yazılımında hesapladığı değerleri kullanarak matematiksel sembollerle göstermiştir. Bu takiben iki çemberin ortak teğet parçalarının uzunluğunun çemberlerin yarıçap uzunlukları ve merkezleri arası uzaklık cinsinden nasıl hesaplanabileceğini matematiksel dilde ifade etmiştir.



(a)



(b)

Şekil 135. İlişkilerin ifade edilmesinde matematiksel dilin kullanımı

Şekil 135 (a) ve (b) 'de başka bir öğretmen adayının iki çemberin ortak teğetlerinin uzunlukları ile çemberlerin yarıçap uzunlukları ve merkezleri arası uzaklıkları arasındaki ilişkileri matematiksel dilde ifade ettiği görülmektedir.

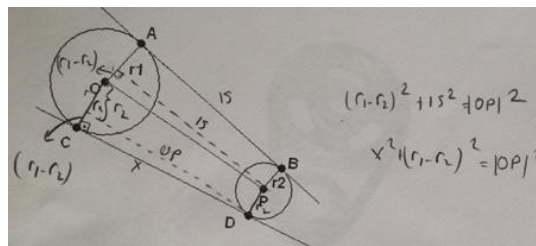
4.3.8.4 Kazanım 8'e Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Akıl Yürütme-İspat Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. 8. etkinlik sonunda öğretmen adaylarından,

- i) Çemberlerin merkezleri arasındaki uzaklık ile ortak dış teğet parçasının uzunluğu arasında ilişki kurmaları ve bu ilişkiyi ispatlamaları,
- ii) Ortak iç teğet parçasının uzunluğunu; merkezler arasındaki uzaklık ve yarıçap uzunlukları türünden hesaplamaları ve bu bağıntıyı ispatlamaları istenmiştir.

Öğretmen adaylarının akıl yürütme ve ispat süreçlerinde dinamik matematik yazılımından ne şekilde yararlandıklarını belirlemek amacıyla etkinlik kağıtları ile ekran kayıtları birlikte değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının yazılımın dinamik özellikleri yardımıyla çemberlerin yarıçap uzunlukları ile ortak dış teğet parçasının uzunluğu arasında ilişki kurmaları akıl-yürütme ispat sürecinde de bu ilişkileri kullanmalarını sağlamıştır.

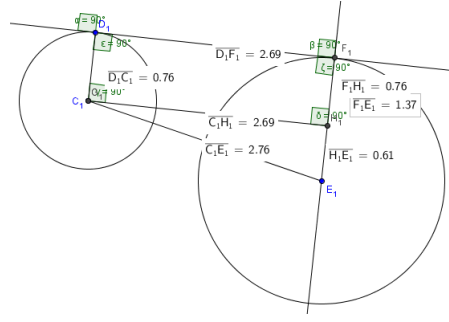
Ancak ortak iç teğet parçasının uzunluğunu; merkezler arasındaki uzaklık ve yarıçap uzunlukları türünden hesaplama konusunda öğretmen adaylarından hiç birisi başarılı olamamıştır.

Aşağıda ispat süreçlerine ait örnekler yer almaktadır (Şekil 136, Şekil 137, Şekil 138).



Şekil 136. Ayşe'nin ortak dış teğet parçasının uzunluğuna ait ispatı

Şekil 136'da ortak dış teğet parçasının uzunluğu, çemberlerin yarıçap uzunlukları ve merkezleri arası uzaklık arasında bir ilişki kurabilmek amacıyla öğretmen adayının ek çizimler yaptığı görülmektedir. Bu ek çizimler yardımıyla ilişkileri gözlemleyebilmiş ve ispatlamıştır.



Şekil 137. Mine'nin ilişkileri dinamik ortamda gözlemleyerek ispata hazırlanması

Şekil 137'de ise öğretmen adayı ilişkileri dinamik matematik yazılımını kullanarak geliştirdiği model üzerinde belirlemiştir. Dinamik gözlemler sayesinde ilişkilerin ispatlanması kolaylaşmıştır. Şekil 138'de öğretmen adayının etkinlik kağıdında uzunlukları birbirleriyle pisagor teoreminden yararlanarak ilişkilendirdiği görülmektedir.

$$D_1F_1^2 + (F_1H_1^2 - I_1J_1^2) = I_1C_1^2$$

Şekil 138. Mine'nin gözlemlediği ilişkileri Pisagor teoreminden yararlanarak doğrulaması

4.3.9 Kazanım 9'a Yönelik Bulgular

Kazanım 9: Bir çemberde yay, merkez aç, çevre aç, teğet-kiriş aç, iç aç ve dış aç kavramlarını inşa eder ve bu kavramlar arasında ilişki kurar.

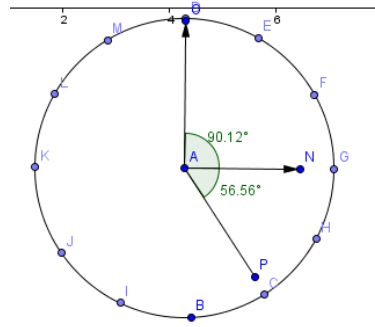
4.3.9.1 Kazanım 9'a Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımını kullanarak bir çemberde yay, merkez aç, çevre aç, teğet - kiriş aç, iç aç ve dış aç kavramlarını ifade etmek için birer model geliştirmeleri istenmiştir.

Aydın ve Asma (2002) bu kavramları şu şekilde tanımlamaktadır:

Merkez aç köşesi çemberin merkezi olan ve kenarları çemberden yay ayıran açıdır. Çevre aç ise köşesi çember üzerinde olan ve kenarları çemberi kesen açıya denir. Bir

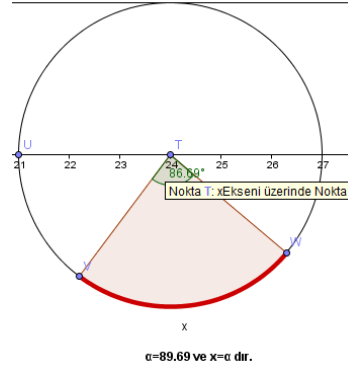
merkez açının ölçüsü aynı yayı gören çevre açının ölçüsünün yarısına eşittir. Teğet-kiriş açısı köşesi çember üzerinde bulunan ve kenarlarından biri çemberin teğeti, diğeri çemberin kirişi olan açıya denir. Bir çemberde iç açı, çemberin içindeki bir noktada kesişen iki kirişin oluşturduğu açılardan her birisidir. Bir çemberde dış açı ise köşesi çemberin dış bölgesinde, kenarları çembere teğet veya çemberin keseni olan açılardır.

Ekran kayıtlarından ve GeoGebra çalışma sayfalarından elde edilen veriler incelendiğinde öğretmen adaylarının tamamının modelleme sürecinde, çemberde merkez açı kavramına yönelik model geliştirmede başarılı oldukları gözlenmiştir. Öğretmen adayları geliştirdikleri merkez açı kavramına yönelik model üzerinde yazılımın dinamik özelliklerinden yararlanarak gözlemler yoluyla merkez açının özelliklerini belirlemişlerdir. Öğretmen adaylarının bir çemberde merkez açı kavramına yönelik olarak geliştirdikleri modellere örnekler aşağıda verilmiştir (Şekil 139, Şekil 140, Şekil 141).



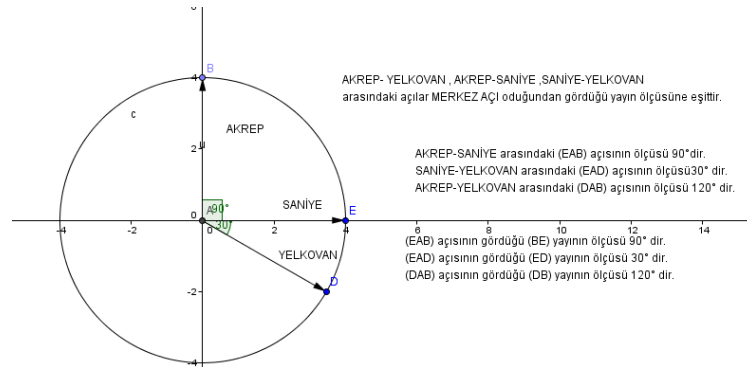
Şekil 139. Çemberde merkez açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği - 1

Şekil 139'da bir öğretmen adayının merkez açı kavramına yönelik modellemesi görülmektedir. Bu modelde öğretmen adayının köşesi çemberin merkezi olan ve kenarları çemberden yay ayıran açıyı belirlemek yoluyla merkez açı kavramını ortaya koyduğu görülmektedir. A merkezli çemberde köşesi A noktası olan ve çemberden sırasıyla DFG ile GHC yaylarını ayıran merkez açıları oluşturmuştur. Öğretmen adayı geliştirdiği bu modelde yazılımın dinamik özelliklerinden yararlanarak merkez açı kavramına yönelik gözlemlerde de bulunmuştur. Merkez açının ölçüsü ile bu açının gördüğü yayın ölçüsü arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla çember yayının tamamını her biri 30° 'yi temsil eden 12 eşit parçaya ayırmıştır. Merkez açının ölçüsünün ile bu açının gördüğü yayın ölçüsünün eşit olmasını ilişkilendirmiştir. Öğretmen adayının ekran kayıtlarına ait bulgular dinamik gözlemlerin bu ilişkilendirmeyi desteklediğini göstermektedir.



Şekil 140. Çemberde merkez açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği - 2

Şekil 140'taki modellemeyi gerçekleştiren öğretmen adayı ise yaklaşık olarak çember yayının $\frac{1}{4}$ 'ini gören bir merkez açı inşa etmiştir. Çember yayının tamamının ölçüsünün 360° olmasından yola çıkarak $\frac{1}{4}$ 'lik yay parçasının ölçüsünün 90° olacağı ilişkisini belirlemiştir. Bu yay parçasını gören merkez açının ölçüsünü de 89.69° olarak hesaplamış ve merkez açının ölçüsünün gördüğü yayın ölçüsüne eşit olacağını belirlemiştir.

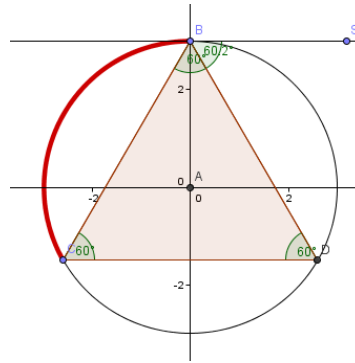


Şekil 141. Çemberde merkez açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği - 3

Şekil 141'deki gerçek yaşam durumuna ait modeli geliştiren öğretmen adayı ise koordinat eksenlerinden yararlanarak köşesi A noktası (çemberin merkezi) olan ve çemberden sırasıyla BE, ED ve BED yaylarını ayıran merkez açıları oluturmuştur. Yazılımın sunduğu araç çubukları çember yayının ölçüsünü hesaplamamaktadır. Bu nedenle bu modelde de öğretmen adayı çember yayının tamamının ölçüsünün 360° olmasından yola çıktığı görülmektedir. Koordinat eksenleri yardımıyla 4 eşit parçaya ayırdığı çember yayında $\frac{1}{4}$ 'lik çember yayını gören merkez açının ölçüsünün 90° olduğunu açı ölçme aracıyla hesaplamıştır. $\frac{1}{12}$ 'lik yayı gören merkez açının

ölçüsünün ise 30° olduğunu belirlemiştir. Gerçekleştirdiği ilişkilendirmeler ve dinamik gözlemler sayesinde bir çemberde merkez açının ölçüsünün bu açının çemberde ayırdığı yayın ölçüsüne eşit olma durumunu ortaya koymuştur.

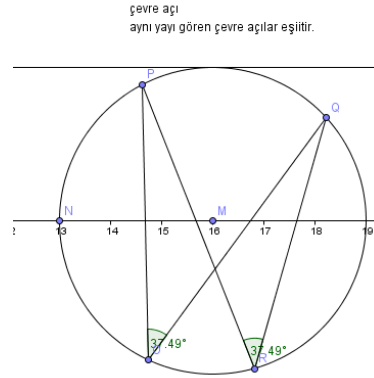
Öğretmen adaylarının öğretim sürecinde gerçekleştirdikleri çalışmalarından elde edilen veriler öğretmen adaylarının tamamının modelleme sürecinde, çemberde çevre açısı kavramına yönelik model geliştirmede başarılı oldukları göstermektedir. Öğretmen adaylarının tamamının taslak modelleri inceleyerek, taslak modellerdeki görsellere benzer nitelikte köşesi çemberin üzerinde olan ve kolları çemberi kesen bir açı oluşturarak bu çevre açısı diye adlandırdıkları görülmektedir. Öğretmen adayları geliştirdikleri çevre açısı modeli üzerinde yazılımın dinamik özelliklerinden yararlanarak gözlemler yoluyla çevre açısının özelliklerini belirlemişlerdir. Öğretmen adaylarının bir çemberde çevre açısı kavramına yönelik olarak geliştirdikleri modellere örnekler aşağıda verilmiştir (Şekil 142, Şekil 143).



Şekil 142. Çemberde çevre açısı kavramına yönelik geliştirilen model örneği – 1

Şekil 142’de bir öğretmen adayının çevre açısı kavramına yönelik geliştirdiği model verilmiştir. Bu modelde öğretmen adayının, köşesi çember üzerinde olan ve kenarları çemberi kesen açıyı belirlemek yoluyla, çevre açısı kavramını ortaya koyduğu görülmektedir. Öğretmen adayı koordinat eksenleri üzerine inşa ettiği çemberin içine köşeleri çemberin üzerinde olacak şekilde bir eşkenar üçgen inşa etmiştir. Eşkenar üçgenin iç açılarının ölçülerini yazılımın açı ölçme aracı yardımıyla hesaplamıştır. Çemberin içine inşa edilen bu eşkenar üçgenin iç açılarından herbirisi aynı zamanda çemberin bir çevre açısı olmaktadır. Bu eşkenar üçgenin çember yayını üç eşit parçaya ayırmasından yola çıkan öğretmen adayı 60° ’lik çevre açısının karşısında $1/3$ ’lük yani 120° ’lik çember yayının bulunduğunu belirlemiştir. Araştırmaya katılan

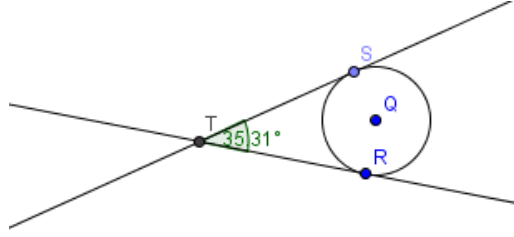
öğretmen adaylarından bir çoğu ($n=13$) çemberin çevre açısını inşa ederken köşeleri çemberin üzerinde olan üçgenlerden yararlanmışlardır.



Şekil 143. Çemberde çevre açısı kavramına yönelik geliştirilen model örneği – 2

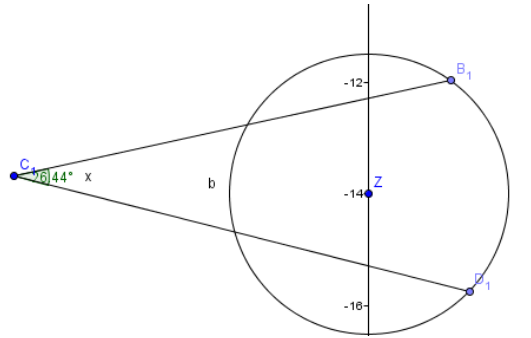
Başka bir öğretmen adayı ise çevre açısı kavramına yönelik modeli inşa ederken aynı çember yayını gören iki çevre açısı kullanmıştır. Şekil 143'te görülen bu durumda öğretmen adayı çevre açısının ölçüsü ile bu açının gördüğü çember yayının ölçüsü arasındaki ilişkiyi ifade etmemiş ancak aynı çember yayını gören çevre açıların ölçülerini yazılımın açı ölçme aracı yardımıyla hesaplayarak karşılaştırmıştır. Yazılımın dinamik özellikleri bu süreçte öğretmen adayının sürüklemeler yardımıyla farklı durumları gözlemlemesine yardımcı olmuştur. Araştırmaya katılan 5 öğretmen adayı çevre açısı kavramını açıklarken Şekil 143'te görülen modeldeki gibi aynı yayı gören çevre açılardan yararlanmışlardır.

Çalışmadan elde edilen veriler öğretmen adaylarının tamamının modelleme sürecinde, çemberde dış açı kavramına yönelik bir model geliştirebildiklerini göstermektedir. Öğretmen adaylarından bazıları ($n=11$) çemberde dış açı kavramını ifade etmek amacıyla sadece köşesi çemberin dış bölgesinde, kenarları ise çembere teğet olan açıyı modellemişlerdir. Bazı öğretmen adaylarının ise ($n=7$) dış açı olarak sadece köşesi çemberin dış bölgesinde, kenarları ise çemberin keseni olan açıyı modellemişler. Dış açı olarak her iki durumu da modelleyen öğretmen adayı bulunmamaktadır. Aşağıda öğretmen adaylarının dış açı kavramına yönelik modellemelerinden örnekler yer almaktadır. (Şekil 144, Şekil 145).



Şekil 144. Çemberde dış açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği – 1

Şekil 144'te öğretmen adayı köşesi çemberin dış bölgesinde, kenarları ise çembere teğet olan dış açıyı modellemiştir. Bunun için Q merkezli çemberin dış bölgesinde belirlediği bir T noktasından bu çemberin teğet doğrularını oluşturmuştur. Oluşan teğet doğrular arasında kalan STR açısını dış olarak belirleyerek modelini tamamlamıştır. Ancak bu modelde öğretmen adayının dış açının kollarının çember üzerinde ayırdığı yay parçalarını belirlemediği görülmektedir.



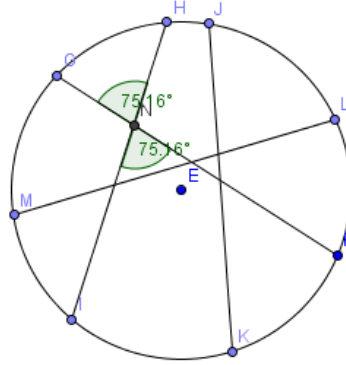
Şekil 145. Çemberde dış açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği – 2

Şekil 145'teki modelde ise öğretmen adayı köşesi çemberin dış bölgesinde, kenarları ise çemberin keseni olan dış açıyı modellemiştir. Oluşturduğu modelde dış açının kollarının çemberde ayırdığı yay parçalarını belirleyerek isimlendirmiştir.

Araştırmaya katılan diğer öğretmen adaylarının modellemeleri de çemberde dış açı kavramına yönelik tek bir durumu yansıtmaktadır. Bu açıdan ele alındığında öğretmen adaylarının dış açı kavramı ile ilgili olarak aynı kavramın farklı durumlarını sergileyen farklı modeller oluşturmada yeterli olmadıkları görülmektedir.

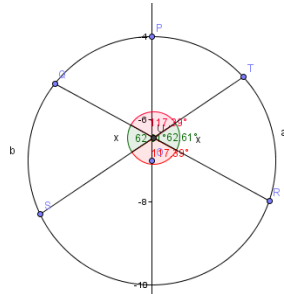
Ekran kayıtlarından ve geogebra çalışma sayfalarından elde edilen veriler öğretmen adaylarının tamamının çemberde iç açı kavramına yönelik model geliştirmede başarılı olduklarını göstermektedir. Öğretmen adayları geliştirdikleri iç açı kavramına yönelik model üzerinde yazılımın dinamik özelliklerinden yararlanarak bir çemberde iç

açının farklı durumlarını gözlemlemişlerdir. Öğretmen adaylarının bir çemberde iç açı kavramına yönelik olarak geliştirdikleri modellere örnekler aşağıda verilmiştir (Şekil 146, Şekil 147).



Şekil 146. Çemberde iç açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği – 1

Şekil 146'daki modelde bir öğretmen adayının iç açı kavramına yönelik modellemesi görülmektedir. Bu modelde öğretmen adayının çemberin iç bölgesinde kesişen iki kirişi kullanarak iç açı kavramını inşa ettiği görülmektedir. Öğretmen adayı yazılımın açı ölçme aracını kullanarak iç açılardan birisinin ölçüsünü hesaplamıştır.



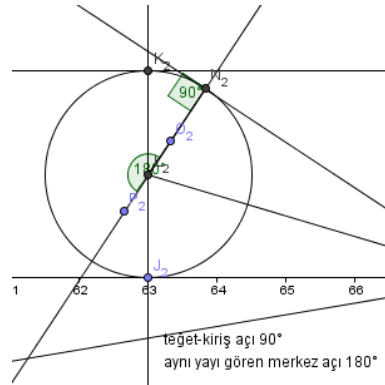
İç açı: çemberin için de kesişen doğru parçaları arasında ki açıya denir.

Şekil 147. Çemberde iç açı kavramına yönelik geliştirilen model örneği – 2

Şekil 147'de ise başka bir öğretmen adayı çemberin iç bölgesinde bir noktada kesişen 3 doğru parçası kullanarak iç açıları inşa etmiştir. Yazılımın araç çubukları yardımıyla oluşan iç açıların ölçülerini hesaplamıştır.

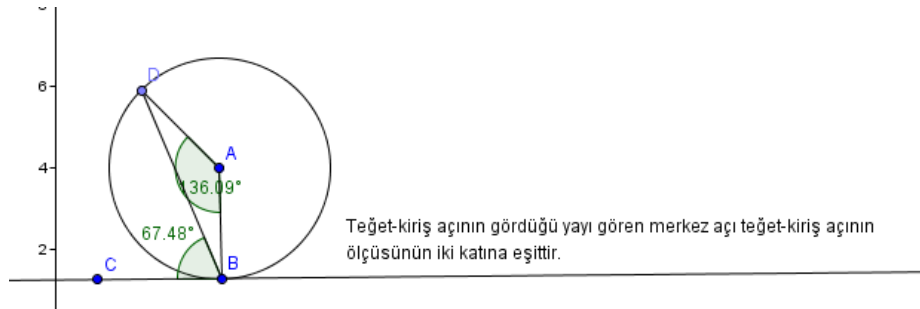
Öğretmen adaylarından teğet – kiriş açı kavramına yönelik bir model geliştirmeleri istendiğinde bir kısmı ($n=6$), herhangi bir çemberde teğetin değme noktasında yarıçap ile oluşturduğu açıyı modellemişlerdir (Şekil 148). Ancak inşa ettikleri bu modeller dinamik olarak sürüklendiğinde oluşan teğet – kiriş açı her zaman 90° olarak kalmaktadır. Bu durum teğet – kiriş açının ölçüsünün her zaman 90° olabileceği algısına yol açabilmektedir. İnşa edilen model teğet – kiriş açı kavramını

genel olarak temsil etmeyip yalnızca özel bir durumunu tasvir etmektedir. Bu nedenle model dinamik gözlemler yoluyla geliştirilmeye elverişli değildir.



Şekil 148. Çemberde teğet - kiriş açısının özel bir durumunu temsil eden modelleme

Araştırmaya katılan 12 öğretmen adayı ise teğet – kiriş açısını, köşesi çember üzerinde bulunan, kenarlarından birisi çemberin teğeti, diğeri ise çemberin kirişi olacak şekilde modellemişlerdir (Şekil 149). İnşa edilen model teğet – kiriş aç kavramını genel olarak kapsamaktadır. Dinamik sürüklemelere imkan tanıyan bu modellerde öğretmen adaylarının modellerini geliştirerek ilişkileri belirlemesi mümkün olmuştur.

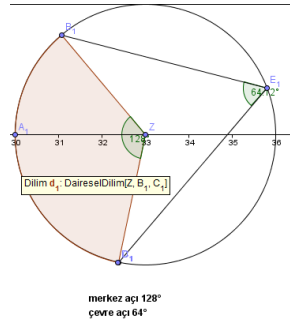


Şekil 149. Çemberde teğet - kiriş aç kavramını genel olarak temsil eden modelleme

4.3.9.2 Kazanım 9'a Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İlişkilendirme Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. Bu yeterlik alanı kapsamında öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımını kullanarak gerçekleştirdikleri inşalar ve dinamik gözlemler yardımıyla bir çemberde yay, merkez aç, çevre aç, iç aç, dış aç ve teğet - kiriş aç kavramları ile ilgili ilişkileri belirlemeleri beklenmiştir.

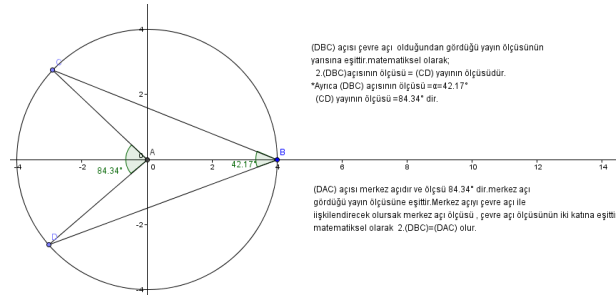
Araştırmaya katılan öğretmen adayları bir çemberde merkez açı kavramını inşa ettikten sonra merkez açının ölçüsü ile bu açının gördüğü çember yayının ölçüsü arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışmışlardır. Araştırma kapsamında kullanılan dinamik matematik yazılımı çember yayının ölçüsünün hesaplayan bir araç çubuğu içermemektedir. Bu nedenle öğretmem adaylarının çember yayının tamamının ölçüsünün 360° olmasından yola çıkarak çember yayını eşit parçalara ayırdıkları görülmektedir. Bu suretle çemberin merkez açısının ölçüsü ile bu açının gördüğü yay ölçüsü arasındaki ilişkiyi belirlemişlerdir (Şekil 139, Şekil 140, Şekil 141).

Merkez açının ölçüsü ile ilgili ilişkileri belirleyen öğretmen adaylarının çevre açının ölçüsünü belirlerken merkez açı ile ilişkilendirdikleri gözlenmiştir. Aşağıda bu duruma örnekler verilmiştir.



Şekil 150. Merkez açının ölçüsü ile çevre açının ölçüsünü ilişkilendirme

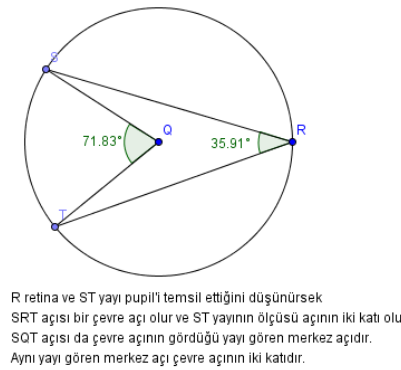
Şekil 150’de verilen örnekte bir öğretmen adayının Z merkezli çemberde merkez açıyı oluşturduktan sonra bu açının ölçüsünü hesapladığı görülmektedir. Yazılımın açı ölçme aracını kullanarak merkez açının ölçüsünü 128° olarak belirlemiştir. Merkez açının gördüğü yayı belirleyen öğretmen adayı aynı yayı gören bir çevre açı inşa etmiş ve ölçüsünü 64° olarak hesaplamıştır. Dinamik sürüklemeler ile merkez açının ölçüsündeki ve bu açının gördüğü çember yayının ölçüsündeki değişikliklerin çevre açının ölçüsünü nasıl etkilediğini gözlemleme fırsatı elde etmiştir. Öğretmen adayı bu süreç sonucunda her durumda çevre açının ölçüsünün bu çevre açı ile aynı yayı gören merkez açının ölçüsünün yarısı olduğunu gözlemlemiştir. Bir çemberde herhangi bir çevre açının ölçüsünün bu çevre açının gördüğü çember yayının ölçüsünün yarısına eşit olduğunu hesaplamalar ve gözlemler sonucu test etmiştir.



Şekil 151. Merkez açının ölçüsü ile çevre açının ölçüsünü ilişkilendirme

Şekil 151’de de başka bir öğretmen adayının çevre açının ölçüsünü aynı yayı gören merkez açı ile ilişkilendirerek belirlediği görülmektedir. Yazılımın sunduğu gerçek hesaplamalar ve dinamik gözlemler öğretmen adaylarının ilişkileri belirlemesinde kağıt – kalem süreçlerinde elde edilemeyecek fırsatlar sunmuştur.

Öğretmen adayları etkinlik kağıtlarındaki gerçek yaşam durumlarının temsil ettiği matematiksel ilişkileri de yazılımı kullanarak modellemiş ve ilişkilendirmişlerdir. Aşağıda bir öğretmen adayının etkinlik kağıdında verilen gözle ilgili gerçek yaşam durumunu modellediği ve bu model üzerinde ilişkileri belirlediği görülmektedir (Şekil 152).



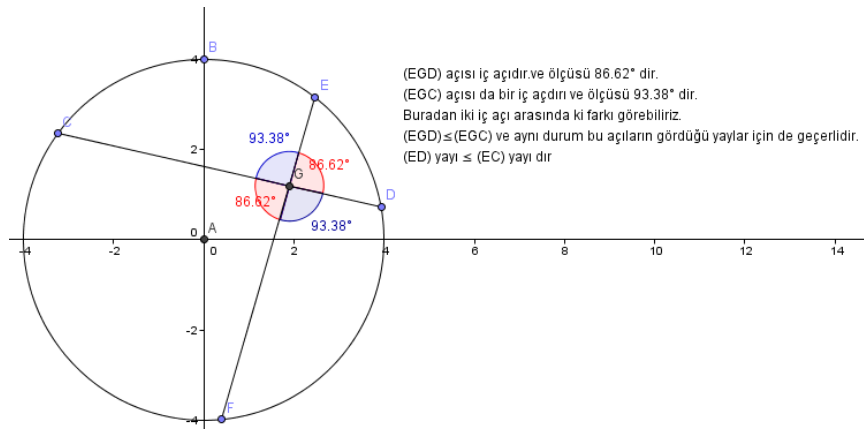
Şekil 152. Gerçek yaşam durumuna ait ilişkilendirme ve modelleme

Şekil 152’deki modeli inşa ederek ilişkilendiren öğretmen adayı gerçek yaşam durumundaki ilişkileri matematiksel kavramlara dönüştürmüştür. Gözümüzün görme açısını çemberdeki çevre açı ve merkez açı kavramları ile ilişkilendirmiş ve buradan merkez açı ile çevre açı arasındaki ilişkiyi ifade etmiştir.

Çemberde dış açı kavramı ile ilgili model geliştirirken bu kavramı tek bir bakış açısıyla ele alan öğretmen adaylarının dış açının ölçüsü ile çember yayının ölçüsü arasındaki ilişkiyi belirleyemedikleri görülmektedir. Aynı durum çemberde iç açı

kavramında da söz konusudur. Öğretmen adayları çemberde iç açı kavramına yönelik bir model geliştirmede başarılı olmuş ancak iç açının ölçüsü ile çember yaylarının ölçüsü arasındaki ilişkiyi belirleyememişlerdir. Öğretmen adaylarının ekran kayıtları ve dinamik çalışma yaprakları incelendiğinde bu ilişkilerin belirlenemeyişinde modellerin inşa edildikten sonra geliştirilmemiş olmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Öğretmen adaylarını iç açı ve dış açıların ölçüsünü belirledikleri görülmektedir. Yazılım otomatik olarak yay ölçüsü hesaplamadığı için bu iki kavrama ait ilişkileri belirlemede gerekli olan yay ölçülerini öğretmen adayları merkez açı ve çevre açının ölçüsünden yararlanarak hesaplamamışlardır. Modelleri üzerinde yardımcı çizimleri yapmadıkları için ilişkileri de belirleyememişlerdir. Şekil 153'te bir öğretmen adayının çemberde iç açı kavramı ile ilgili ilişkilendirmesi görülmektedir.



Şekil 153. Çemberde iç açı kavramına ait ilişkilendirme

Şekil 153'teki modeli geliştiren öğretmen adayı çemberin iç açısı ile ilgili olarak şu ilişkilendirmeyi yapmıştır:

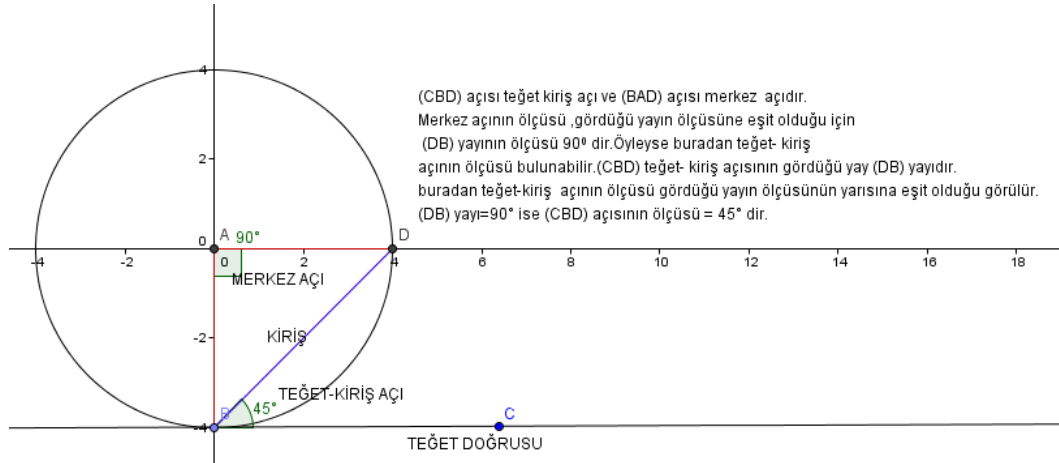
“EGD açısı iç açıdır ve ölçüsü 86,62°’dir. EGC açısı da bir iç açıdır ve ölçüsü 93,38°’dir. Buradan iki açı arasındaki farkı görebiliriz. (EGD)≤(EGC) ve aynı durum bu açılarda görüldüğü yaylar için de geçerlidir. (ED) yayı≤(EC) yayıdır”

Öğretmen adayının yukarıdaki ifadesinden bir çemberde iç açının ölçüsünün bu açının gördüğü yayın ölçüsü ile alakalı olduğu anlamı çıkmaktadır. Bu durum bir çemberdeki bir iç açının gördüğü yayın ölçüsü daha büyük ise bu iç açının ölçüsü de daha büyüktür anlamı taşır. Ancak öğretmen adayı tarafından geliştirilen Şekil 153'teki modelde EGC açısının ölçüsü 93,38° iken CGF açısının ölçüsü 86,62°’dir. Öğretmen adayının ilişkilendirmesinden yola çıkıldığında EGC açısının gördüğü yayın ölçüsünün

CGF açısının gördüğü yayın ölçüsünden büyük olması gerekmektedir. Oysa modelde bunun tam tersi bir durum mevcuttur.

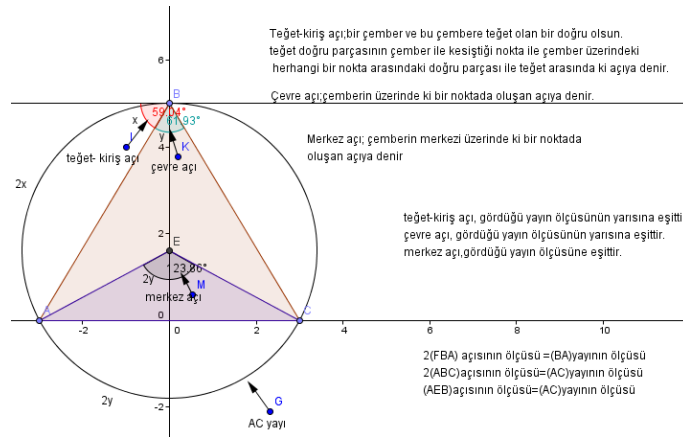
Teğet – kiriş açısı kavramına ait ilişkilerin belirlenmesinde ise Şekil 148’de verilen modelleme ile çemberin bir teğetinin değme noktasında yarıçapa dik olduğu durumu modelleyen 6 öğretmen adayı teğet – kiriş açının ölçüsünün 90° olacağı sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca bu öğretmen adayları teğet – kiriş açının her zaman yarım çember yayını yani 180° ’lik bir yayı göreceğini belirtmişlerdir. Bu durumda da teğet- kiriş açının ölçüsü gördüğü yayın ölçüsünün yarısına eşit olmaktadır. Ancak buradaki ilişkilendirme sadece özel bir durumu kapsamaktadır. Oysaki teğet – kiriş açının ölçüsü gördüğü yayın ölçüsünün yarısına eşit olmakla birlikte her zaman 90° olmak durumunda değildir.

Araştırmaya katılan diğer 12 öğretmen adaylarının modellemelerinden örnekler aşağıda verilmiştir (Şekil 154, Şekil 155).



Şekil 154. Çemberde teğet - kiriş açısı kavramına ait ilişkilendirme örneği - 1

Şekil 154’te verilen modelde bir öğretmen adayı $\frac{1}{4}$ ’lik çember yayını gören merkez açığı inşa etmiş ve ölçüsünü 90° olarak hesaplamıştır. Ardından köşesi çember üzerinde olan, bir kolu çemberin teğet doğrusu diğer kolu ise çemberin kirişi olan ve $\frac{1}{4}$ ’lik çember yayını gören teğet – kiriş açığı inşa etmiştir. Yazılımın açı ölçme aracını kullanarak teğet – kiriş açının ölçüsünü 45° olarak hesaplamıştır. Buradan bir çemberde teğet - kiriş açının ölçüsünün gördüğü yayın ölçüsünün yarısına eşit olduğu sonucuna ulaşmıştır.



Şekil 155. Çemberde teğet - kiriş aç kavramına ait ilişkilendirme örneği - 2

Şekil 155’’te ise başka bir öğretmen adayının teğet – kiriş açısı, merkez açısı, çevre açısı kavramlarına ait ilişkilendirmesi verilmiştir. Öğretmen adayı teğet – kiriş açısı modelini inşa ederken teğet ve kiriş kavramlarından yola çıkmıştır. Teğet – kiriş açısı kavramına ait tanımlaması şu şekildedir:

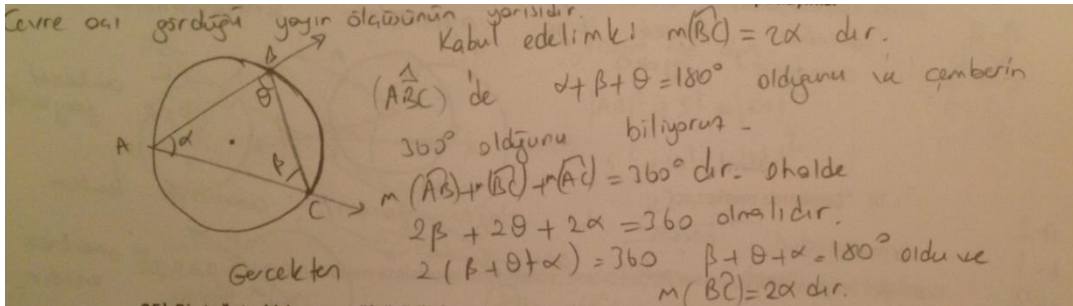
“Bir çember ve bu çembere teğet olan bir doğru olsun. Teğet doğru parçasının çember ile kesiştiği nokta ile çember üzerindeki herhangi bir nokta arasındaki doğru parçası ile teğet arasındaki açıya denir.”

Öğretmen adayı merkez açının ölçüsünden yararlanarak yay ölçülerini hesaplamış ve teğet – kiriş açının ölçüsünün gördüğü yayın ölçüsünün yarısına eşit olduğunu belirlemiştir.

4.3.9.3 Kazanım 9'a Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının İletişim Yeterlikleri ile İlgili Bulgular.

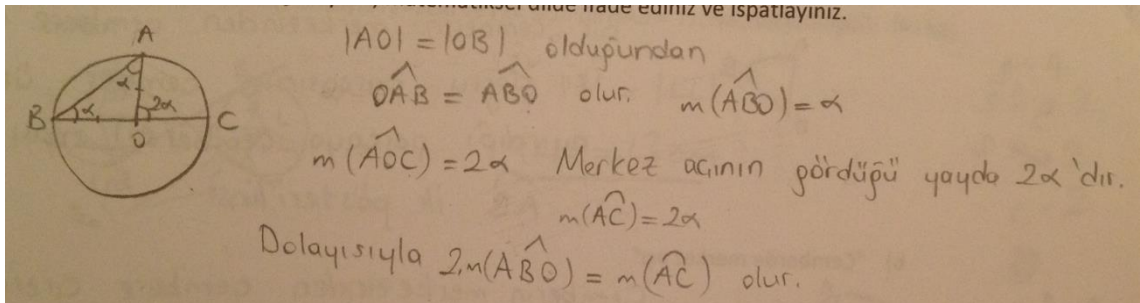
yeterliklerinin belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarından toplanmış olan etkinlik kağıtları incelenmiştir. Öğretmen adayları çemberde çevre açının, merkez açının, teğet giriş açının ölçülerini ve bu ölçüler arasındaki ilişkileri ifade etmede sözel ifadelerden yararlanmışlardır. Şekil 152, Şekil 153 ve Şekil 155’te bu duruma örnek olan durumlar görülmektedir. Bu örneklerde öğretmen adayları açıların ölçülerini, açıların ölçüleri arasındaki ilişkileri sözel ifadeler kullanarak belirtmişlerdir. Ancak matematiksel ilişkileri ispatlarken öğretmen adaylarının bir çoğu ($n=15$) matematiksel dili kullanmış, matematiksel sembol ve gösterimlerden yararlanmışlardır. Bu duruma ilişkin örnekler Bölüm 4.3.9.4’te akıl yürütme – ispat yeterlikleri ile ilgili bulgularda görülmektedir (Şekil 156, Şekil 157, Şekil 158, Şekil 159).

4.3.9.4 Kazanım 9'a Yönelik Olarak Matematik Öğretmeni Adaylarının Akıl Yürütme-İspat Yeterlikleri ile İlgili Bulgular. 9. etkinlik sınıf ortamında tamamlandıktan sonra araştırmacı, öğretmen adaylarından bir çemberde çevre açının ölçüsünün gördüğü yayın ölçüsünün yarısına eşit olduğunu; teğet – kiriş açının ölçüsünün gördüğü yayın ölçüsünün yarısına eşit olduğunu ispatlamalarını istemiştir. Öğretmen adaylarının akıl yürütme ve ispat süreçlerinde dinamik matematik yazılımından ne şekilde yararlandıklarını belirlemek amacıyla etkinlik kağıtları ile ekran kayıtları birlikte değerlendirilmiştir. İspat sürecinde başarılı olan öğretmen adaylarının (n=14), ilişkileri keşfederek genellemelere ulaşmasında dinamik gözlemlerin katkı sağladığı görülmüştür. Aşağıda ispat süreçlerine ait örnekler yer almaktadır.



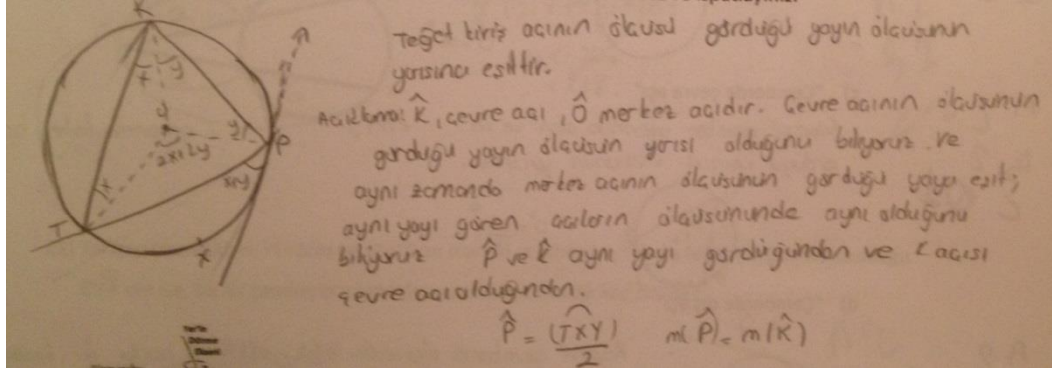
Şekil 156. Çevre açının ölçüsüne ait ilişkilerin ispatı- 1

Şekil 156'daki ispatta öğretmen adayının köşeleri çemberin üzerinde olacak şekilde çemberin iç bölgesinde inşa ettiği çember yardımıyla çevre açının ölçüsüne ait ilişkileri ispatlamıştır. Öğretmen adaylarının modelleme süreçlerinde çevre açısına ilişkin inşa ederek geliştirdikleri modellerin ispat sürecini desteklediği düşünülmektedir.



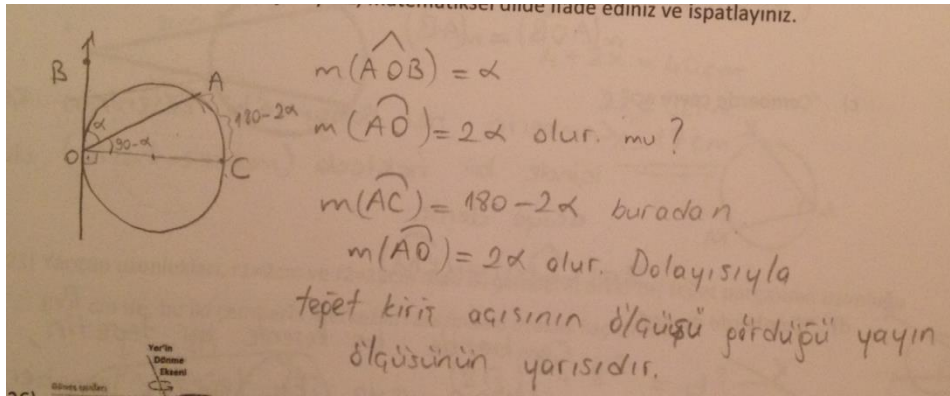
Şekil 157. Çevre açının ölçüsüne ait ilişkilerin ispatı- 2

Şekil 157'deki ispatta ise öğretmen adayı aynı yayı gören merkez açı ve çevre açının ölçüleri arasındaki ilişkilere ait geliştirdiği modelden yararlanarak ispatı gerçekleştirmiştir.



Şekil 158. Teğet – kiriş açının ölçüsüne ait ilişkilerin ispatı- 1

Şekil 158'de ise bir öğretmen adayının teğet-kiriş açının ölçüsüne ilişkin ispatı görülmektedir. Öğretmen adayı bu ispatı gerçekleştirirken çevre açı ve merkez açığa ilişkin özellikleri kullanmış ve teğet-kiriş açısı ile ilişkilendirmiştir.



Şekil 159. Teğet – kiriş açının ölçüsüne ait ilişkilerin ispatı- 1

Şekil 159'daki ispatta ise öğretmen adayı çevre açının ölçüsünün gördüğü yayın ölçüsünün yarısı olmasından yola çıkarak teğet-kiriş açının ölçüsünün de gördüğü yayın ölçüsünün yarısı olduğunu ispatlayacak ilişkileri belirtmiştir.

4.4 Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı ile Öğretilmesine Yönelik Öğretmen Adaylarının Görüşlerine İlişkin Bulgular

Araştırmanın “Geometride Seçme Konular dersinde geometri konularının öğretiminde dinamik matematik yazılımı kullanımı konusunda öğretmen adaylarının görüşleri nelerdir?” alt problemi 9 öğretmen adayı ile görüşme formu yaklaşımıyla gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen nitel veriler doğrultusunda değerlendirilmiştir. Kodlanan nitel veriler için oluşturulan temalar Ek- 7’de verilmiştir.

Görüşmelerden elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğretmen adaylarının geometride seçme konular dersi kapsamında dinamik matematik yazılımı kullanımına yönelik çoğunlukla olumlu düşüncelere sahip oldukları belirlenmiştir. Gerçekleştirilen görüşmeler doğrudan alıntılara yer verilerek incelenmiştir. Öğretmen adayları geometride seçme konular dersi kapsamında dinamik matematik yazılımı kullanılmasının görselliği arttırdığını, kavramların somutlaşmasını sağlayarak anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirdiğini ve öğrenilen bilgileri kalıcı hale getirdiğini belirtmişlerdir (Tema 1, Tema 4, Tema 10).

ÖA1: Görsel daha rahat öğrendim, görerek kendim yaparak...önceden ezber olduğu için bilgime güvenemiyordum. Şimdi en azından ona güveniyorum, çünkü ben onu gördüm orda, öyle olduğunu kendim de ispatlamış oldum.

ÖA2: kirişle merkez arasındaki ilişkiyi, hani orada taşı butonuyla beraber noktayı tutup taşıdığımız zaman kiriş merkeze göre nasıl oluyor? Görsel açıdan inceleme açısından daha iyi...Çekiyoruz, uzatıyoruz, görsel açıdan her türlü görebiliyoruz, birçok örneğini görebiliyoruz.

... Mesela bizim el becerimiz yok, çizemiyoruz, çizemediğimiz şekliyle çocuklar görmüş oluyor. Onların bilinç altında yanlış bir şekil olmuş olabiliyor. Ama bu yazılımı kullanarak bu durumu önleyebiliriz.

ÖA3: aslında tahtada anlatılarak zaman daha etkili kullanılıyor ama öğrencilerin onu ezberleyip geçmesi var bi de anlayarak öğrenmesi var. Hani DMY de öğrenci görerek öğreniyor ve anlıyor. Kendisi inşa ediyor kendisi yapıyor... Mesela çemberde iç açı, dış açı ezberlediğim için unutmuşum. 4 senedir görmüyoruz geometriyi çoğu kavramı unutmuşum. Ezberleyerek öğrendiğimiz için... Ben hep soyut olarak görmüştüm geometriyi. Günlük yaşamla bağdaştırdığımız ölçüde yani somutlaştırabildiğimiz ölçüde anlaşılabilirlik artıyor bence.

ÖA5: Tanımların hiçbirini bilmiyormuşum. İlk sınavda şey, daha önce çözdüğüm sorulardan çıkarmaya çalıştım, hiç bilmiyormuşum. mesela teğetin, kirişin ne demek olduğunu hiç düşünmemiştim... Ezber yerine kavramları öğrendim işte.

ÖA6: Formülleri ezberlememe gerek kalmadan kendim çıkartabiliyorum artık. Düşünüyorum şu şöyleydi şu böyleydi diye...En azından bilgiye nasıl ulaşacağımı öğrendim. Mesela nasıl deneyebileceğimi, bir ikizkenar üçgenin kenarları birbirine eşittir falan diyorsun ya...Eskiden öğretmen tahtaya bir üçgen çizerdi bu şekilde tepesi yukarıda (eliyle tarif ediyor).Bu yazılım sayesinde farklı üçgen şekillerini görebildik... Bilmek değil de teoriyle ilişkiyi kurmak, ilişkiyi açıklamak gerekiyor.

Geometriyi artık daha çok seviyorum. Mesela çembere tıkladığında 3 noktadan geçen çember, merkez ve yarıçapla çember. merkez ve bir noktadan geçen çember. Ama ben kendim çizsem tek boyutlu düşünürdüm.

ÖA7: Kirişle ilgili merkezden uzaklaştıkça kirişin kısaldığını, merkezden inen dikmenin ortaladığını bunları hani ispatlayarak çizerek kendimiz görerek öğrendik. Bunları kendim inşa ederek görebildim. Kağıt üzerinde de yapıyorduk ama genelde şimdiye kadar gördüğümüz formülseldi, genelde ezber yönünü gördük...Hoca anlatıyor, ezberci bir eğitim oluyor. Aslında eğitim derslerinde anlatılıyor ama öğrencinin kendi kendine bulmasına imkan verilmiyor. Üniversitede böyle bir eğitimle karşı karşıya değiliz. Başka bir derste programı kendimiz öğrenip gelip anlatmıştık. Ama burda biz programı öğrendik ama aynı zamanda matematiği öğrendik içinde de.

Bununla birlikte öğretmen adayları geometri öğretiminde teknoloji kullanımının öğrencilerin öğrenmeye aktif olarak katılmalarını sağladığını, hesaplamaların ve ölçümlerin gerçeğe uygun olarak kolaylıkla yapılabildiğini, yazılımın dinamik özellikleri sayesinde farklı durumların keşfedilebildiğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu konuyla ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir (Tema 2, Tema 3).

ÖA1: Mesela diyordum ki ezberden, merkez açı gördüğü yayla birbirine eşittir. Ama bu sadece tanım olarak ezberdi. Şimdi kendim çemberi çizdim, açıların denk olduğunu görebildim. Gözümde yaptıklarım canlanıyor. Yayın ölçüsünü hesaplıyorum, açının ölçüsünü hesaplıyorum.Görerek kendim yaparak daha rahat öğrendim.

...Tam olarak açıyı hesaplayabiliyorsun, 40 derece ise tam 40 derecelik. Gerçek değerler olduğu için görsel olarak da beynimizde o algıyı yaratıyor.

ÖA3: Öğrencinin kendi yapması, önünde bilgisayar o programı indirip kendi yaparak kendisinin öğrenmesi çizimden çok daha iyi. Çizimin zorluğuyla uğraşmıyoruz, hesaplamaları bile kendisi yapıyor aslında sadece bizim orada yapmaya çalıştığımız şey özelliklerini keşfetmek için zaman harcamak... Kendi çabamızla deneyerek kendimiz öğrendik... Mesela ben teğet-kiriş açığı bilmiyormuşum, teğet nasıldır, kiriş nasıldır birleştirdim ve teğet-kiriş açığı keşfettim.

Bir çemberin teğetinin ne olabileceğini, nasıl özelliklere sahip olabileceğini düşündüm. Taslak modellerle nasıl bağdaştırabileceğimi düşündüm. Sonra inşa yaptım. Sürekli baktım, çemberi sürükleyince teğeti izledim. Teğetin değme noktasında 90 derece. Ama çemberi büyütüp küçülttüm, teğeti gezdirdim. 90 derece hiç değişmedi.

ÖA5: Sürekli bu kavramları soru üzerinde görüyorduk, bu sefer de biz kendimiz yaptık. Daha somutlaşmış oldu, kendimiz inşa ettiğimiz için temelleri daha iyi oturdu... Kavramlar yerleşti.

ÖA6: Çemberde merkezden kirişe indirilen dikme iki eşit parçaya böler kirişi, hani çiziyorsun, bir dikme indiriyorsun kirişe, GeoGebrada uzunluklarını ölçüyoruz eşit çıkıyor, böyle daha iyi oluyor. Cetvelle pergelle uğraşsam hata yapabilirdim.

ÖA8: Tahtaya çıkıp da 2 üçgen çizip 2 de çember çizerim, açısını kirişini gösteririm, bunu defterinize yazın, bitti bu kadar, bu geometri değildir. Bize eskiden bu şekilde gösterdiler, belki de bu yüzden bizde bu kavram yanlışları var. Öğrencilere daha çok yaparak yaşayarak, kendilerinin çizmelerini sağlayarak göstermenin daha kalıcı olabileceğini düşünüyorum.

Geogebra bunları çizmek için uğraştığım için hani nerede hata yapıyorum, ne eksikim var, bi tane daha ne olabilir ki bu iki çemberin birbirine göre durumu diye düşündükçe bu benim düşünme yeteneğimi geliştirdi. Hani böylece kavramlar daha iyi oturdu. Orada hareket ettirdikçe, büyütüp küçülttükçe yerlerini değiştirdikçe daha iyi gözlemliyoruz, değerleri de görebiliyoruz.

ÖA9: Geometride bazı şeyleri değiştirmemiz gerekiyor, doğruyu tutup başka bir yere götürmemiz gerekiyor, çemberi değiştirmemiz gerekiyor. Bunların değişiminde nelerin olduğunu gözlemlememiz gerekiyor, bunlar çok önemli şeyler aralarındaki ilişkileri görmemiz açısından. O yüzden ben artık geometrinin tahtaya yazılıp da anlatılacak bir ders olduğuna inanmıyorum.

GeoGebrada ölçümler yapıyorsunuz. Merkezden kirişe inilen dikmenin ortalağını görüyorsunuz. Kağıda kaleme dökmeye çalışıyorsunuz. Kağıtta bir kiriş görebilirken, burda birçok örnek görebiliyorsunuz. Bir de o kirişin yerini

değiştiriyorsunuz tekrar bir dikme indiğinizde yine o uzunlukların eşit olduğunu farkediyorsunuz. Kağıda birkaç tane çizebilirsiniz belki ama burda aynı çizdiğiniz şeyin yerini bile değiştirebiliyorsunuz. Aynı olduğunu görmeniz sizi kamçılıyor, ispatlayabiliyorsunuz.

Araştırmada öğretmen adayları dinamik matematik yazılımı kullanarak geometri konularını öğrenmelerinin matematiksel dili kullanmalarını kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu konuyla ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir (Tema 7).

ÖA1: Matematiksel dilde ifade etmekte sıkıntı çekmiştim ben. Şimdi biraz daha anlatabiliyorum. Şu şundan dolayı böyle oluyor diyorum. Gördüğüm için kendi gözümle, daha iyi anlatıyorum. Görerek yaptığım için ifade etmesi de kolay oluyor.

ÖA6:Şekil olarak teğetin kirişin ne demek olduğunu biliyordum ama bunları matematiksel dilde ifade edemiyordum. İşte bunu matematiksel dilde ifade etmeyi öğrendim. Cebir penceresindeki ifadelerden yararlanarak matematiksel dili kullanabildim.

Öğretmen adayları dinamik matematik yazılımı kullanarak geometri konularını öğrenmelerinin pedagojik bilgilerinin gelişimine katkı sağladığını ve geometri öğretiminde dinamik matematik yazılımlarının kullanılmasına yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu konuyla ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir. (Tema 5, Tema 8)

ÖA1: Önceden öğrencilerimle bilgisayar destekli öğretim yapacağımı düşünmezdim, çünkü programlardan (yazılımı kastediyor) başta ben kendim zaten korkuyordum. Onla birşey yapamam gibi düşünüyordum. Ama bu programda kendimi alıştırdım. Faydalı olduğunu gördüm. GeoGebra değil de başka bir program da olsa hemen bişeyler yapmayı deneyebilirim. İmkanım olursa öğrencilerimle de yapmayı isterim.

ÖA2: 2. sınıfta bir derste biz arkadaşlarımızla GeoGebra ve benzer programları görmüş, etkinlik hazırlamıştık. Hani böyle derinlemesine kullanıp incelememiştik. 6 kişilik gruplar olmuştuk. Herkes bir araç çubuğunu tanıtmıştı, ben sadece kendi görevim olan çubuğu kullandım GeoGebrada. Diğerlerine hiç inmedim. Ozaman yapabilirmiyim diye bir şüphe vardı. Derinlemesine bilmiyorum, nasıl nerede

kullanacağımı bilmiyorum. Şimdi dersimiz GeoGebrayla işlendiği için bütün ayrıntılarıyla öğrenmiş oldum. Öğrencilerimle de uygulayacağım.

ÖA3: Bu zamana kadar geometriyi hep tahtada gördüm. Bu derste aslında geometriyle günlük yaşamda hep içiçe olduğumuzu gördüm. Bilgisayar kullanmayı az çok biliyoruz. Ders amacı dışında herşeyde kullanıyoruz. Bilgisayarı geometri öğretmek için nasıl kullanabilirdim. Öyle bir programın varlığını bile bilmiyordum. Matematik öğretmeni olacağım seneye ama haberim bile yoktu...Ben bilgisayarı matematik öğretmek için kullanacağımı hiç düşünmüyordum açıkçası. Bilgisayar destekli matematik dersinde powerpoint gördük sanırım. Matematikle ilgili bişeyler görmedik. Bu derste teknolojinin matematikte kullanımını gördük. Öğrencilerime ileride bu programı kullandırmayı düşünüyorum.

ÖA4: Uygulama noktasında soruyu okuyunca yapamayacakmışım gibi gelmişti ama sonra sizin rehberliğinizde yapmaya başlayınca kendime güvenim geldi. Başarabileceğime inandım. Eğer böyle bir dersi hiç almasaydım ileride sınıfımda teknolojiyi kullanmaktan kesinlikle çekinirdim. Çünkü ne kadar daha önceden ggb konusunda bişeyler yapmış olsam da konuya hakim olamazdım. Bu derste nasıl kullanabileceğim konusunda birşeyler öğrendim. Cesaretlendirdi beni.

ÖA8: Kendi açımdan yapabileceğimi gördüm. Yapamayacağım için kullanılmayacağını düşünüyordum. Programı çok iyi bilsem de bu tarz bir etkinlik hazırlayamazdım. Programı kendim kullanabilirdim belki ama ordaki gibi etkinlik hazırlayamazdım. Günlük yaşam durumları filan aklıma gelmezdi. O görseller aklıma gelmezdi.

ÖA9: Şu konuda güven hissediyorum, ben bir matematik öğretmeni olacağım, bildiğim ve kullanabileceğim matematik üzerine bir yazılım var. Bilgisayar günümüzde herşeyin içine girmiş ya neden matematiğin içinde olmaz ki diye düşünüyordum. Ama bilgisayarla matematiği nasıl ilişkilendirebiliriz, nasıl matematiğin içine sokarız diye düşünüyordum. Bunu bilmiyordum ama geometrideki konular için bunun yapılabildiğini bu derste gördüm. Şimdi diğer konularla da yapılabilir mi diye düşünüyorum. Ama sanki ilişkilendirilemiyor gibi geliyor. Ama daha önceden de geometriyle de ilişkilendirilemez gibi geliyordu. Demek ki ilişkilendiriliyormuş. Yani biraz düşünmek gerekiyor.

Öğretmen adayları dinamik matematik yazılımını kullanırken karşılaştıkları güçlükleri ise “modelleri tasarlama” ve “araç çubuğundaki nesnelerin yerlerini unutma”

olarak belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu konuyla ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir. (Tema 9)

ÖA2: *O tasarlama sürecinde ne yapmam gerekiyor. Nasıl bir yol izlemem gerektiğiyle alakalı biraz zorluk yaşadım. Evde gidip tekrar etmediğim için derse geldiğimde geogebra da neyin nerde olduğunu unuttuğum için zorlandım.*

ÖA4: *Yaparken uygulamada biraz zorlandım, düşündüğüm şeyi nasıl uygulayabilirim diye.*

ÖA7: *İnşa edeceğim şeyin çiziminin ne şekilde olacağını yapamıyordum. Görselleştirmeyi yapamıyordum kafamda. Tahtaya çizebilirdim ama orda çizemedim. Bir de bazen araç çubuklarını bulmakta zorlandım.*

ÖA9: *En başta yukarıdaki menüde neyin nerde olduğunu bilmiyordum, hepsini teker teker deneyip bulmak zorunda kalıyordum, sonra alıştım, çünkü ilk defa görmüştük ya.*

Öğretmen adayları geometri konularının öğretiminde dinamik matematik yazılımı kullanılmasının olumsuz yönlerini ise “daha fazla zaman gerektirmesi”, “dinamik matematik yazılımlarının öğretimde kullanımına yönelik etkinlik geliştirmenin zor olması”, “soru çözmekten çok kavramların öğretimine yönelik olması”, “öğretmenlerin yazılımları etkili kullanamaması” olarak sıralamışlardır. Öğretmen adaylarının bu konuyla ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir (Tema 6).

ÖA1: *Vakit kaybı oluyor biraz, uzun sürüyor. Bir yerden sonra gözlerimiz yoruluyor bilgisayara dayalı olduğu için.*

ÖA3: *Geometrinin her alanında farklı konular için, farklı günlük yaşam problemi gibi örneklerin arttırılması; sadece çember değil mesela kare için de örnekler olmalı. Öğretmenlerin bu konuda geliştirilmesi için seminer verilse diyeceğim ama seminerde sadece teorik bilgi veriliyor bir yararı olmuyor. Üniversitede öğretmen olmadan önce bu tarz uygulamaya yönelik derslerin olması lazım. Ama öğretmen olmadan önce. Çünkü öğretmen olduktan sonra pek yararı olmuyor.*

ÖA4: *Sınıf kalabalıkta öğretmenin herkesle ilgilenmesi zor olabilir. Uygulamanın tam anlaşılabilmesi için ders saatinin uzun olması lazım.*

ÖA5: *Yazılımlarla pek ilgilenmem, bilgisayarla da aram pek iyi değil. Çok vaktimi aldı. Uygulanması normal öğretime göre daha zor, hem zaman çok olmalı, hem de öğretmenin programı iyi bilmesi lazım. Sınav sistemi daha çok soru çözmeye yönelik,*

ama burada sadece temel kavramları öğreniyorsun. Soru çözmeye yönelik çok az uygulama yapılır geogebra da.

ÖA6: Öğretmenin programın nasıl kullanılacağını iyi bilmesi lazım. Bilse bile eğer öğretmen plan yapıp hazırlanıp gelemese geogebra'yı kullanmak zor ve zaman alıcı olabilir.

ÖA8: Programı çok iyi bilseniz de bu tarz etkinlik hazırlamak çok zor. Kendim kullanabilirim ama oradaki gibi etkinlik hazırlayamam.

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Elde edilen veriler “Bulgular ve Yorumlar” bölümünde ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Bu bölümde ise araştırma bulgularına dayalı olarak varılan sonuçlar, ilgili literatürle tartışılmıştır. Benzer konularda yapılacak araştırmalara yönelik öneriler geliştirilmeye çalışılmıştır. Sonuçlar alt problemler bazında verilmiştir.

5.1 SONUÇLAR

5.1.1 Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı İle Öğretilmesinin Matematik Öğretmeni Adaylarının Başarıları Üzerindeki Etkisine İlişkin Sonuçlar

Araştırmaya katılan matematik öğretmeni adaylarının geometri başarılarına Geometride Seçme Konular dersi kapsamında gerçekleştirilen dinamik matematik yazılımı ile tasarlanan etkinlik uygulamalarının olumlu etkisinin olduğu gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının modelleme, ilişkilendirme, iletişim ve akıl yürütme-ispat kategorilerindeki puanları ön testten son teste anlamlı olarak son test lehine gelişim göstermiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar Güven ve Karataş (2009a), Lavy and Shriki (2010), Mohr (2008) ve Yousef (1997)’un yaptığı çalışmalar ile uyumludur. Mohr (2008) öğretmen adaylarının değişken kavramını anlamalarında LOGO ile tasarlanan etkinliklerin olumlu etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Güven ve Karataş (2009a) da dinamik geometri yazılımlarının genel anlamda öğrenci başarısını artırdığını ortaya koymuşlardır. Yousef (1997) öğrencilerin bilişsel gelişimine katkı sağladığına vurgu yapmıştır. Lavy and Shriki (2010) öğretmen adaylarının geometrik kavramlar ve şekiller hakkındaki bilgilerinin dinamik geometri ortamlarında arttığını belirlemişlerdir.

5.1.2 Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı İle Öğretilmesinin Matematik Öğretmeni Adaylarının Geometrik Düşünme Düzeyleri Üzerindeki Etkisine İlişkin Sonuçlar

Dinamik matematik yazılımı kullanılarak tasarlanan Geometride Seçme Konular dersi araştırmaya katılan öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin gelişimine katkı sağlamıştır. Öğretmen adaylarının VHL geometrik düşünme düzeyleri ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir. Ön test ve son test ortalamaları dikkate alındığında bu farklılığın son test lehine olduğu görülmektedir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının VHL geometrik düşünme düzeyleri testindeki doğru cevap sayıları bakımından da ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Ön testteki ve son testteki doğru cevap ortalamaları karşılaştırıldığında bu farkın son test lehine olduğu söylenebilir. Araştırmadan elde edilen bulgular Kılıç (2013), Breen (1999) ve Choi-Koh (1999)'un bulguları ile tutarlılık göstermektedir. Kılıç (2013), öğrencilerin geometrik düşüncelerinin dinamik geometri yazılımları kullanılan öğrenme ortamlarında anlamlı artış gösterdiğini belirtmiştir. Breen (1999) yaptığı çalışmada dinamik geometri yazılımları ile tasarlanan geometri derslerinin Van Hiele düzeylerinin gelişimine katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Choi-Koh (1999), dinamik matematik yazılımı ile öğretimi gerçekleştirdiği örnek olay çalışması sonucunda araştırmaya katılan öğrencinin Van Hiele geometrik düşünme düzeyinin ilerlediğini belirtmiştir.

5.1.3 Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı İle Öğretildiği “Geometride Seçme Konular” Dersinde Matematik Öğretmeni Adaylarının Kazanımlara Ulaşma Düzeylerine İlişkin Sonuçlar

Araştırmaya katılan matematik öğretmeni adaylarının kazanımlara ulaşma düzeyleri ders sürecinde gelişim göstermiştir. Öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımını kullanarak gerçekleştirdikleri etkinlikler onların modelleme, ilişkilendirme, iletişim ve akıl yürütme – ispat yeterliklerinde ilerleme sağlamıştır. Bununla birlikte görüşmelerden elde edilen veriler de öğretmen adaylarının DMY kullanarak geometri konularını öğrenmelerinin modelleme, ilişkilendirme, iletişim ve akıl-yürütme ispat becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Öğretmen adayları DMY kullanılmasının kavramsal anlamayı gerçekleştirmelerine katkı sağlayarak kalıcılığı artırdığını belirtmişlerdir.

Elde edilen bulgular Hazzan ve Goldenberg (1997), Güven ve Karataş (2009b), Cha ve Moss (2004), Ubuz ve ark. (2009), Baki (1996) ve Wiest (2000)'in yaptığı çalışmalar ile uyumludur. Hazzan ve Goldenberg (1997) dinamik geometri yazılımlarının öğrencilere, kâğıt-kalem çalışmalarına göre daha fazla soyut yapılar üzerinde yoğunlaşma fırsatı verdiğini ifade etmektedir. Güven ve Karataş (2009a) yaptıkları çalışmada dinamik matematik yazılımı kullanılan geometri sınıfının öğrencilerin ilişkileri keşfedip, tahminler yaptığı bir laboratuvara dönüştüğü sonucuna varmışlardır. DGY'nin tümevarımsal özelliği sayesinde öğrencilerin Öklidyen geometriyi keşfederek öğrenebileceklerini belirtmektedirler. Cha ve Moss (2004) dinamik yazılımlar kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada öğrencilerin bir geometrik yapıya bütüncül bakışlarında ilerleme olduğunu bu sayede öğrencilerin geometrik yapıları oluşturabildiğini göstermiştir. Ubuz ve ark. (2009), dinamik yazılımların keşfetme yoluyla öğrenmeyi teşvik ettiğini ifade etmektedirler. Baki (1996)'ye göre yazılımlar sayesinde ekrana taşınan matematiksel formüller, ilişkiler ve süreçler analitik anlamayı kolaylaştıran sembolik ve grafiksel geçişleri olanaklı hale getirmiştir. Bu sayede görselleşen matematiksel çözümler ve analizler kolaylaşmıştır. Wiest(2000)'e göre matematik eğitiminde bilgisayar teknolojisinin kullanılması akıl yürütme, hipotez kurma ve genellemeler yapma gibi üst düzey bilişsel becerilerin gelişimine katkı sağlamaktadır.

5.1.4. Çember Kavramının Dinamik Matematik Yazılımı ile Öğretilmesine Yönelik Öğretmen Adaylarının Görüşlerine İlişkin Sonuçlar

Araştırmada görüşmeler aracılığıyla öğretmen adaylarının öğretim sürecinde dinamik matematik yazılımı kullanımı konusundaki düşünceleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular öğretmen adaylarının öğretim sürecinde dinamik matematik yazılımı kullanımına yönelik daha çok olumlu görüşlere sahip olduklarını göstermiştir.

Öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımının kullanımına yönelik belirttikleri olumlu düşünceler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Görselliği artırarak kavramların somutlaşmasını sağlar (Healy ve Hoyles, 2001), (Lin, 2007)
- Anlamlı öğrenmeyi sağlayarak bilgileri kalıcı hale getirir (Sadi ve ark., 2008),
- Öğrencilerin öğrenmeye aktif olarak katılmalarını sağlar,
- Hesaplamalar ve ölçümler gerçeğe uygun olarak kolaylıkla yapıp gözlenebilir (Healy ve Hoyles, 2001),

- Yazılımın dinamik özellikleri sayesinde farklı durumlar keşfedilebilir (Gurevich, 2012),
- Matematiksel dili kullanmaya katkı sağlar
- Pedagojik bilgilerinin gelişimine katkı sağlar(Lin, 2007)
- Geometri öğretiminde dinamik matematik yazılımlarının kullanılmasına yönelik tutumları olumlu yönde etkiler (Lin, 2007), (Mohr, 2008)

Öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımını kullanırken karşılaştıkları güçlükler ise aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Modelleri tasarlamada güçlük,
- Araç çubuğundaki nesnelerin yerlerini unutma,

Öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımının kullanımına yönelik belirttikleri olumsuz düşünceler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Daha fazla zaman gerektirmesi,
- Dinamik matematik yazılımlarının öğretimde kullanımına yönelik etkinlik geliştirmenin zor olması,
- Soru çözmekten çok kavramların öğretimine yönelik olması,
- Öğretmenlerin yazılımları etkili kullanamaması.

5.2 ÖNERİLER

Araştırma sonucunda elde edilen bulgu ve sonuçlara dayalı olarak aşağıdaki öneriler getirilmiştir.

- İlköğretim matematik öğretmenliği lisans programında okutulan alan bilgisi derslerinin öğretiminde halen kullanılmakta olan geleneksel yaklaşımlar yerine öğrenci merkezli öğrenme ortamlarında alana özgü yazılımların kullanılması önerilmektedir.
- Araştırma ilköğretim matematik öğretmenliği lisans düzeyinde geometride seçme konular dersi kapsamındaki çember konusu doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının farklı geometri konularındaki kazanımlara ulaşma düzeyleri ile ilgili çalışmalar yapılabilir.

- İlköğretim matematik öğretmenliği lisans ders içeriğindeki farklı alan bilgisi dersleri için de dinamik matematik yazılımlarının öğrenci merkezli öğrenme ortamlarında kullanıldığı çalışmalar yapılabilir.
- Öğretmen adaylarının alan derslerini dinamik yazılımları kullanarak öğrenmeleri onların mesleğe atıldıklarında teknolojiyi derslerine entegre etmelerine katkı sağlamaktadır. Bu nedenle dinamik yazılımlar ile alan derslerini öğrenen öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleklerinde teknolojiyi derslerine entegre etme süreçleri ve becerileri ile ilgili çalışmalar yapılabilir.
- Bu çalışma kapsamında orta öğretim matematik öğretim programlarında yer alan süreç yeterliklerinden uyarlanan modelleme, ilişkilendirme, iletişim, akıl yürütme-ispat süreçleri değerlendirilmiş olup problem çözme süreci değerlendirilmemiştir. Dinamik matematik yazılımlarının kullanıldığı öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerinin değerlendirildiği çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

Airasian, P.W. (2001). *Classroom assesment*. Mc Graw Hill: Boston College

Aksoy, H. H. (2003). Eğitim kurumlarında teknoloji kullanımı ve etkilerine ilişkin bir çözümleme. *Eğitim Bilim ve Toplum*. 1(4). 4-23.

Aktümen, M., Horzum, T., Yıldız, A. ve Ceylan, T. (2009). *Bir dinamik matematik yazılımı: Geogebra ve ilköğreitm 6-8. sınıf matematik dersleri için örnek etkinlikler*. Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi: Kırşehir. ankarageogebra.org//cms/aktumen adresinden 21 kasım 2013 tarihinde erişilmiştir.

Alaçacı, C., Çetinkaya, B. ve Erbaş, K. (2008). Milli Eğitim Bakanlığı Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü. *Özel alan yeterlikleri*. Matematik komisyonu 1. dönem raporu. <http://otmg.meb.gov.tr/belgeler/raporlar/matematik%20rapor%201.pdf> adresinden 15 Nisan 2013 tarihinde erişilmiştir.

Arara M. S. and Rogerson A. (1991). *Future trends in mathematical modelling and applications, in teaching of mathematical modelling and applications*. Ellis Horwood: New york. 111-116.

Assaf, S. A. (1986). The effects of using Logo turtle graphics in teaching geometry on eight grade students' level of thought, attitudes toward geometry and knowledge of geometry. *Dissertation Abstract Index*, 46, 10.

Aydın, N. ve Asma, N. (2002). *Lise Geometri* . Ankara: Aydın Yayınları.

Baki, A. (1996). Matematik öğretiminde bilgisayar herşey midir? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*.12. 135-143.

Baki, A. (2001). Bilişim teknolojisi ışığı altında matematik eğitiminin değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*. 149.

Baki, A. (2002). *Bilgisayar Destekli Matematik*. İstanbul:Ceren Yayınları.

Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik öğretimi*. Harf Eğitim Yayıncılığı: Ankara.

Baki, A.; Güven, B.; Karataş, İ. (2002, Eylül). *Dinamik geometri yazılımı CABRİ ile keşfederek matematiköğrenme*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTU.

Baki, A.; Kösa, T. ve Berigel, M. (2007, Mayıs). *Bilgisayar destekli materyal kullanımının öğrencilerin matematik tutumlarına etkisi*. The Proceedings of 7th International Educational Technology Conference, Near East University, North Cyprus.

Baki, A. ve Özpınar, İ. (2007). *Geometri öğretiminde Logo programının öğrencilerin tutum ve akademik başarılarına etkileri*. The Proceedings of 7th International Educational Technology Conference, Near East University –NorthCyprus.

Bedir, D. (2005). *Bilgisayar destekli matematik öğretiminin ilköğretimde geometri öğretiminde yeri ve öğrenci başarısı üzerindeki etkisi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Bekdemir, M. (2012). Öğretmen adaylarının çember ve daire konularında kavram ve işlem bilgilerinin değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43, 83-95.

Birrer, D.; Di Lorenzo, S. and Krech, B. (2008). *Reteaching math: Geometry and measurement: mini-lessons, games and activities to review and reinforce essential math concepts and skills*. New York : Scholastic.

Bogdan, R. and Biklen , S. (1992). *Qualitative research in education* (2nd Ed.) Boston: Allyn and Bacon.

Breen, J. J. (1999). *Achievement of Van Hiele level two in geometry thinking by eight grade students through the use of geometry computer-based guided instruction*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, University of South Dakota, Dakota.

Brenner , M. E. (1998). Development of mathematical communication in problem solving groups by language minority students. *Bilingual Research Journal: The Journal of the National Association for Bilingual Education*. 22 (2-4). 149-174.

Büyüköztürk, Ş.; Kılıç Çakmak, E.; Erkan Akgün,Ö.; Karadeniz, Ş. ve Demirel F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi: Ankara.

Büyüköztürk, Ş.; Kılıç Çakmak, E.; Erkan Akgün,Ö.; Karadeniz, Ş. ve Demirel F. (2011) . *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi: Ankara.

Cai, J.; Jakabcsin, M.S. and Lane, S.(1996). Assessing students' mathematical communication. *School Science and Mathematics*. 96(5).

Campell, D. T. and Stanley, J. C. (1963). Experinmental and quasi-Experimental designs for research on teaching. In N. L. Gage, Rand McNally (Eds). *Handbook of Research on Teaching*. College Publishing Company: Chicago.

Cha, S. and Noss, R. (2001, November). *Investigating students understanding of locus with dynamic geometry*. Proceedings of British Society for Research into Learning Mathematics, Southampton. pp. 84-89. 6 Ağustos 2013 tarihinde <http://www.bsrlm.org.uk/IPs/ip21-3/BSRLM-IP-21-3-Full.pdf> adresinden alınmıştır.

Cheng, A. K. (2001).Teaching mathematical modelling in singapore schools.*The Mathematics Educator*.6(1).

Choi-Koh, S.S. (1999). A student's learning of geometry using the computer. *Journal of Educational Research*. (92). 301-311

Clements, D. H. (2000). From exercises and tasks to problems and projects: Unique contributions of computers to innovative mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*. 19. 9-47.

Clements, D. H. and Battista, M. T. (1992). Geometry and Spatial Understanding.

In Douglas A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research Mathematics Teaching and Learning*. McMillan Publishing Company: New York.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum: New Jersey.

Conference Board of Mathematical Sciences (CBMS) (2001). *The Mathematical Education of Teachers*. CBMS: Washington DC.

Corder, G. W. and Foreman, D. I. (2009). *Nonparametric statistics for non statisticians: A step- by- step approach*. Wiley: New Jersey

Davenport, J.H., Siret, Y., Tournier, E., (1993), *Computer Algebra, Systems and Algorithms for Algebraic Computation*, Academic pres.

De Villiers, M. (1996, October). *The future of secondary school geometry*. Paper presented at the SOSI Geometry Imperfect Conference (pp. 2-4). South Africa.

De Villiers, M. (1998). An alternative approach to proof in dynamic geometry. in R. Lehrer and D. Chazan (eds). *Designing learning environments for developing understanding of geometry and space*. Lawrence Erlbaum Associates: Hill side, NJ. 369-393.

Doğan, M. (2012). Prospective Turkish primary teachers' views about the use of computers in mathematics education. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 15(4). 329-341.

Duatepe, A. (2000). *An investigation of the relationship between Van Hiele geometric level of thinking and demographic variables for preservice elementary school teachers*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Ankara.

Duatepe Paksu, A. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının geometri hazırbulunuşlukları, düşünme düzeyleri, geometriye karşı özyeterlikleri ve tutumları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 203-218.

Eğitim Araştırma Geliştirme Dairesi Başkanlığı (EARGED) (1999). *TIMSS 1999 ulusal rapor*. 20 Ağustos 2013 tarihinde http://timss.meb.gov.tr/?page_id=25 adresinden erişilmiştir.

EARGED (2007). *TIMSS 2007 ulusal rapor*. 20 Ağustos 2013 tarihinde http://timss.meb.gov.tr/?page_id=25 adresinden erişilmiştir.

Edwards, L.D.(1998). Exploring the territory before proof: student's generalizations in a computer microworld for transformation geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 2(3). 187-215.

Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (EGİTEK). (2011). Fatih projesi: Yarınımızı bugünden fethetmeye. *Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Elektronik Dergisi*. 2-40. E-Dergi: 4 Ağustos 2013 tarihinde <http://egitek.meb.gov.tr/elektronikdergi/2011/ocak/> adresinden erişilmiştir.

Ekiz, D. (2009). *Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş*. Anı Yayıncılık: Ankara

Fraenkel, J. R. and Wallen, N. E. (2006). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York: McGraw Hill.

Frerking, B. G. (1994). Conjecturing and proof writing in dynamic geometry. *Dissertation Abstracts International*, 55, 12.

Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Kluwer Academic Publishers: Netherlands.

Fuys, D., Geddes, D., and Tischler, R. (1988). *The Van Hiele model of thinking in geometry among adolescents*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics, Inc.

George, D. and Mallery, P. (2003). *SPSS for windows step by step: A sample Guide & reference*. Boston: Allyn & Bacon.

Goetz, J.P. and Le Compte, M. D. (1984). *Ethnography and qualitative design in educational research*. New York: Academic Press

Goldenberg, E. P. (1996). 'Habits of mind' as an organizer for the curriculum. *Journal of Education*, 178 (1):13-34.

Goldenberg, E.P. and Couco, A. (1998). What is Dynamic Geometry? In Lehrer, R., Chazan, D. (Eds). *Designing Learning Environments for Developing Understanding of Geometry and Space*. Lawrence Erlbaum Associates. 352-367.

Gurevich, I. (2012, July). *Students' attitudes about integrating dynamic geometry software in teaching constructions in geometry*. Paper presented at the International Conference on Communication Technologies in Education. Greece.

Gülkılık, H. (2008). *Öğretmen adaylarının bazı geometrik kavramlarla ilgili sahip oldukları kavram imajlarının ve imaj gelişiminin incelenmesi üzerine Fenomenografik bir çalışma*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Güner, N.; Sezer, R. ve Akkuş İspir, O. (2013). İlköğretim ikinci kademe öğretmenlerinin TIMSS hakkındaki görüşleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1). 11-29.

Güven, B. (2002). *Dinamik geometri yazılımı Cabri ile keşfederek geometri öğrenme*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Güven, B. ve Karataş, İ. (2003). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile geometri öğrenme: öğrenci görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 2 (2).

Güven, B. ve 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> adresinden 24.05.2010 tarihinde alınmıştır.

Güven, B. ve Karataş, İ. (2008, May). Bilgisayar donanımlı ortamlarda matematik öğrenme: öğretmen adaylarının kazanımları. Paper presented at the 8th International Educational Technology Conference. Eskişehir. <http://ietc2008.home.anadolu.edu.tr/ietc2008/98.doc> adresinden 13.02.2010 tarihinde edinilmiştir.

Güven, B. ve Karataş, İ. (2009a). Students discovering spherical geometry using dynamic geometry software. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 40(3), 331-340.

Güven, B. ve Karataş, İ. (2009b). The effect of dynamic geometry software (CABRI) on pre-service elementary mathematics teachers' achievement about locus problems. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences*, 42 (1), 1-31.

Hacısalıhoğlu, H.H.; Mirasyedioğlu, Ş. ve Akpınar, A. (2003). *İlköğretim 1-5 matematik öğretimi*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.

Hazzan, O. and Goldenberg, E. P. (1997). Students' understanding of the notion of function in dynamic geometry environments. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 1. 263-291.

Healy, L. and Hoyles, C. (2001). Software tools for geometrical problem solving: Potentials and pitfalls. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(3), 235-256.

Hohenwarter, M. and Jones, K. (2007, November). *Ways of linking geometry and algebra: The case of GeoGebra*. Proceedings of British Society for Research into Learning Mathematics, 27(3), United Kingdom.

International Society for Technology in Education (ISTE). (2008). *Standards for teachers*. 3 Mayıs 2011 tarihinde <https://www.iste.org/standards/standards-for-teachers> adresinden erişilmiştir.

Johnston-Wilder, S. and Mason, J. (2005). *Developing thinking in geometry*. London; Thousand Oaks, CA: Open University in association with Paul Chapman Pub.

Juersivich, N., Garofalo, J. and Fraser, V. (2009). Student teachers' use of technology-generated representations: Exemplars and rationales. *Journal of Technology and Teacher Education*, 17(2), 149-173.

Kağızmanlı, T. B. ve Tatar, E. (2012). Matematik öğretmeni adaylarının bilgisayar destekli öğretim hakkındaki görüşleri: Türevin uygulamaları örneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 20(3), 897-912.

Kaptan, S. (1998). *Bilimsel araştırma ve istatistik teknikleri* (11. baskı). Ankara: Tekışık Web Ofset Tesisleri.

Karataş, İ. ve Güven, B. (2008, May). Bilgisayar donanımlı ortamlarda matematik öğrenme: öğretmen adaylarının kazanımları, Presented at the International Educational Technology Conference, Eskişehir.

21 Kasım 2013 tarihinde www.ietc2008.anadolu.edu.tr/online.php adresinden erişilmiştir.

Keating, T. and Evans, E. (2001). Three computers in the back of the classroom: Preservice teachers' conceptions of technology integration. In J. Price, D. A. Willis, N. Davis, & J. Willis (Eds.). *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference (SITE)* (pp. 1671-1676). Seattle, WA: Chesapeake, VA: AACE.

Kersaint, G.; Horton, B.; Stohl, H. and Garofalo, J. (2003). Technology beliefs and practices of mathematics education faculty. *Journal of Technology and Teacher Education*, 11(4), 549-577.

Kılıç, H. (2013, February). *The effects of dynamic geometry software on learning geometry*. Presented at the 8th Congress of European Research in Mathematics Education. Manavgat, Antalya.

King, J. and Schattschneider, D. (1997). *Geometry turned on: Dynamic software in learning, teaching and research*. The Mathematical Association of America.

Köklü, N.; Büyüköztürk, Ş. ve Bökeoğlu, Ç. Ö. (2006). *Sosyal bilimler için istatistik*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.

- Lavy, I. and Shriki, A. (2010). Engaging in problem posing activities in a dynamic geometry setting and the development of prospective teachers' mathematical knowledge. *Journal of Mathematical Behavior*. 29. 11–24.
- Leinbach, C.; Pountney, D. C. and Etchells, T. (2002). Appropriate use of a CAS in the teaching and learning of mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 33(1). 1-14.
- Lial, M. L.; Brown, B. A.; Steffenson, A.R. and Johnson, L.M. (2004). *Essentials of geometry for college students* (2nd ed.). Pearson/Addison-Wesley.
- Lin, C. Y. (2008). Beliefs about using technology in the mathematics classroom: Interviews with pre-service elementary teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 4(2). 135-142.
- Mammana, C. and Villiani, V. (1998). Geometry and geometry-teaching through ages. In Carmelo Mammana and Vinicio Villiani (Eds.) *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century*. Kluwer Academic Publishers: London.
- Mayberry, J. W. (1981). An investigation of the Van Hiele levels of geometric thought in undergraduate preservice teachers. *Dissertation Abstract Index*, 42 (5). 2008A.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı). (2006). *İlköğretim matematik program kitapçığı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB (2013). *Matematik Dersi 5-8. Öğretim Programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. 10 Haziran 2013 tarihinde <http://ttkb.meb.gov.tr/www/ogretim-programlari/icerik/72> adresinden erişilmiştir.
- MEB (2013). *Matematik Dersi 9-12. Sınıflar Öğretim Programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Merriam, S.B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey -Bass Publishers.

Miles, M. B. and Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. London: Sage Publication.

Mishra, P., ve Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.

Mitchelmore, M. C. (1997). Children's informal knowledge of physical angle situations. *Cognition and Instruction*, 7 (1) 1-19.

Mohr, D. J. (2008). Pre-service elementary teachers make connections between geometry and algebra through the use of technology. *Issues In the Undergraduate Mathematics Preparation of School Teachers*. 3.

Mousley, J.; Lambdin, D. and Koc, Y. (2003). Mathematics teacher education and technology. In A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick and F. K.S. Leung(Eds.), *Second international handbook of mathematics education: Part one*. 395-432. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Mullis, I. V.; Martin, M. O.; Gonzalez, E. J.; Gregory, K. D.; Garden, R. A.; O'Connor, K. M. and Smith, T. A. (2000). *TIMSS 1999 International Mathematics Report: Findings from IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eighth Grade*. Chestnut Hill, MA: International Study Center Lynch School of Education Boston College. 20 Ağustos 2013 tarihinde http://timss.bc.edu/timss1999i/pdf/T99i_Math_All.pdf adresinden erişilmiştir.

Mullis, I. V. S.; M. O. Martin and P. Foy. (with J. F. Olson, C. Preuschoff, E. Erberber, A. Arora, and J. Galia. (2008). *TIMSS 2007 International Mathematics Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Chestnut Hill, Mass.: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Author.

Olkun, S. ve Aydoğdu, T. (2003) Üçüncü uluslararası matematik ve fen bilimleri (TIMSS) araştırması nedir? Neyi Sorgular? Örnek Geometri Soruları ve Etkinlikler. *İlköğretim Online*, 2(1), 28-35

Olkun, S, Toluk Uçar, Z. (2007) *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Ankara: Maya akademi.

Ören, F.Ş. (2005, Eylül). *Fen eğitiminde portfolyo ve rubrik değerlendirme üzerine bir çalışma*. XIV.Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresinde sunulmuştur. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi. Denizli.

ÖYEGM (Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü) (2008). *Öğretmenlik Mesleği Genel ve Özel Alan Yeterlikleri*. Ankara. 21 Eylül 2013 tarihinde http://otmg.meb.gov.tr/belgeler/ogretmen_yeterlikleri_kitabi/ adresinden erişilmiştir.

Özmantar, M., F.; Bingölbali, E. ve Akkoç, H. (2008). *Matematiksel kavram yanlışları ve çözüm önerileri*. Ankara: Pegem Akademi.

Patton, M. Q. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation*. Newbury Park, CA: Sage

Real, F.L. and Leung,A. (2006). Dragings as a conceptual tool in dynamic geometry environments. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 37(6). 665-679.

Saads, S and Davis, G. (1997) Spatial abilities, van Hiele levels, and language use in three dimensional geometry. In: Pehkonen, E. (Ed). *Proceedings of the 21st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. University of Helsinki, Finland. 4. 104-111.

Sadi, S.; Şekerci, A. R.; Kurban, B.; Topu, F. B.; Demirel, T.; Tosun, C.; Demirci, T. and Göktaş, Y. (2008). Öğretmen eğitiminde teknolojinin etkin kullanımı: Öğretim

elemanları ve öğretmen adaylarının görüşleri. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*. 1(3). 43-49.

Sally, P. S. (1991). The impact of experience in a Logo learning environment on adolescents' understanding of angle: A Van Hiele based clinical assessment. *Dissertation Abstract Index*. 52 (3). 372 A.

Senk, S.L. (1983). Proof writing achievement and van hiele levels among secondary geometry students. *Dissertation Abstract Index*. 44(2).

Senk, S. L. (1989). Van Hiele Levels and Achievement in Writing Geometry Proofs. *Journal for Research in Mathematics Education*. 20 (3). 309-21.

Sezer, S. (2006). Öğrencinin akademik başarısının belirlenmesinde tamamlayıcı değerlendirme aracı olarak rubrik kullanımı üzerinde bir araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 18.

Sherard, W. H. (1981). Why is geometry a basic skill? *The Mathematics Teacher*. 74 (1)

Shaughnessy, J. M. and Burger, W. F. (1985). Spadework prior to deduction in geometry. *Mathematics Teacher*. 78 (1). 419-28.

Stewart, C.J. and Cash, W.B. (1985). *Interviewing*. Dubuque: Brown Publishers.

Stover, N. F. (1990). An exploration of students' reasoning ability and Van Hiele levels as correlates of proof-writing achievement in geometry. *Dissertation Abstract Index*. 51 (03) 776A.

Strauss, A. and Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc

Suharwoto, G. (2006). *Secondary mathematics preservice teachers' development of technology pedagogical content knowledge in subject-specific, technology integrated teacher preparation program*. Unpublished Doctoral Dissertation, Oregon State University, Oregon.

Tabuk, M. (2003). *İlköğretim 7. sınıflarda “Çember, Daire ve Silindir” konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin başarıya etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Terzi, M. (2010). *Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre tasarlanan öğretim durumlarının öğrencilerin geometrik başarı ve geometrik düşünme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara.

Thistlethwaite, D. L. and Campell, D. T.(1969). Regression-discontinuity analysis: An alternative to the Ex-Post facto Experiment. *Journal of Educational Psychology*. 51. 309-317.

TIMSS (1999). *International Mathematics Report*. 20 Ağustos 2013 tarihinde http://timssandpirls.bc.edu/timss1999i/math_achievement_report.html adresinden erişilmiştir.

TIMSS (2007). *International Mathematics Report*. 20 Ağustos 2013 tarihinde <http://timss.bc.edu/TIMSS2007/mathreport.html> adresinden erişilmiştir.

TIMSS (2011). *International Results in Mathematics*. 20 Ağustos 2013 tarihinde <http://timss.bc.edu/timss2011/international-results-mathematics.html> adresinden erişilmiştir.

Toluk, Z.; Olkun, S. ve Durmuş, S. (2002). *Problem merkezli ve görsel modellerle destekli geometri öğretiminin sınıf öğretmenliği öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin gelişimine etkisi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Ankara. Bildiri Kitabı. 1118–1123.

Ubuz, B.; Üstün, I. ve Erbaş, A. K. (2009). Effect of dynamic geometry environment on immediate and retention level achievements of seventh grade students. *Eurasian Journal of Educational Research*. 35. 147-164.

Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry*. Chicago: University of Chicago.

Usiskin, Z. and Senk, S. (1990). Evaluating a test of van Hiele levels: A response to Crowley and Wilson. *Journal for Research in Mathematics Education*. 21(3). 242-245.

Wakwinji, J. (2011). Exploring how a workshop approach helps mathematics teachers start to develop technological pedagogical content knowledge. Unpublished master's thesis. Faculty of Science Universiteit van Amsterdam The Netherlands

Walter, G. and Marks, S. (1981). *Experiential learning and change*. New York: John Wiley and Sons.

Wertheimer, R. (1990). The geometry proof tutor: An intelligent computer-based tutor in the classroom. *Mathematics Teacher*. April. 308-317.

Wiest, L.R. (2000). The role of computers in mathematics teaching and learning. In Took, J and Handerson N. (Eds.) *Using Information Technology in Mathematics Education*. The Howarth Press.

Van Hiele, P. (1986). *Structure and Insight*. Orlando: Academic Press

Yen, W.M. and Ferrara, S. (1997). The Maryland school performance assessment program: Performance assessment with psychometric quality suitable for high stakes usage. *Educational and Psychological Measurement*. 57. 60-84.

Yıldırım, C. (2000). *Matematiksel Düşünme*. İstanbul: Remzi Kitabevi.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (5. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011) *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (8. Baskı.) Ankara: Seçkin Yayınevi

Yousef, A. (1997). *The effect of the Geometers' Sketchpad on the attitude toward geometry of high school students*. Unpublished Doctoral Thesis. Ohio University.

YÖK (2006). İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı Ders İçerikleri.

10 Haziran 2013 tarihinde

http://www.yok.gov.tr/documents/10279/49665/ilkogretim_matematik/cca48fad-63d7-4b70-898c-dd2eb7afbaf5 adresinden erişilmiştir.

Yücel, C.; Karadağ, E. ve Turan, S. (2013, Şubat). *TIMSS 2011 ulusal ön değerlendirme raporu*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitimde Politika Analizi Raporlar Serisi I, Eskişehir. 20 Ağustos 2013 tarihinde

http://www.egitim.ogu.edu.tr/upload/Dokumanlar/TIMSS_2011.pdf adresinden erişilmiştir.

EK-1:

Geometride Seçme Konular Dersi Kapsamında Ele Alınan Kazanımlar

Kazanım 1: Çember kavramını inşa eder, modellerle açıklar ve çemberin temel elemanları arasında ilişki kurar.

Kazanım 2: Çemberin düzlem bölgeleri arasında ilişki kurar

Kazanım 3: Bir nokta ile bir çemberin birbirlerine göre konumlarını inşa eder ve ilişkilendirir.

Kazanım 4: Bir doğru ile çemberin birbirlerine göre konumlarını inşa eder ve ilişkilendirir

Kazanım 5: İki çemberin birbirine göre konumlarını inşa eder ve ilişkilendirir.

Kazanım 6: Çemberde kirişi inşa eder ve çember ile kiriş arasında ilişki kurar.

Kazanım 7: Bir çemberin teğetlerini inşa eder ve çember ile teğet doğruları arasında ilişki kurar.

Kazanım 8: Çemberde ortak teğet, ortak dış teğet ve ortak iç teğet kavramlarını ilişkilendirir.

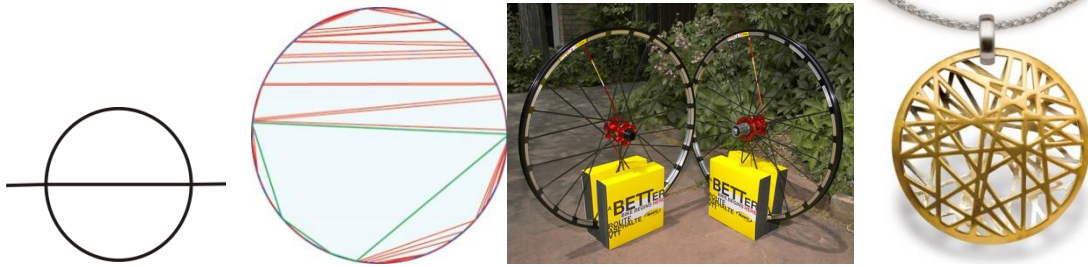
Kazanım 9: Bir çemberde yay, merkez açı, çevre açı, teğet-kiriş açı, iç açı ve dış açı kavramlarını inşa eder ve bu kavramlar arasında ilişki kurar.

EK-2:**ETKİNLİK 6:** Bir çemberin kirişleri

Kazanım 6: Bir çemberin kirişlerini inşa eder ve çember ile kiriş arasında ilişki kurar.

Beceriler: İletişim, Akıl Yürütme, Modelleme, Bilgi Teknolojilerini Kullanma, Problem Çözme

Araç-gereçler: Dinamik matematik yazılımı, kâğıt, kalem

1. Kazanıma Ulaşma Düzeyinin Geliştirilme Süreci:**Önerilen Taslak Model**

İşleniş: Yukarıda önerilen modelleri inceleyerek kazanıma ulaşmak için nasıl bir ilişkilendirme planlarsın?

- **Modeli Tasarlama Süreci:** Dinamik matematik yazılımını kullanarak bir çembere ait kirişleri ifade etmek nasıl bir model geliştirirsin?
- **Modeli Geliştirme Süreci:** Bunun için tasarladığınız modeli inşa ediniz.

2.Gözlemlleme ve Keşfetme Süreci:

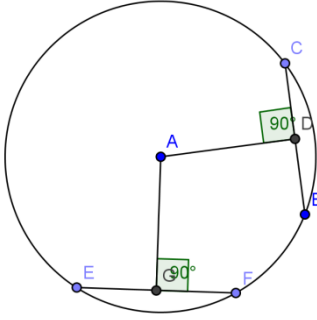
- Geliştirilen modelde, yazılımın dinamik özelliklerini kullanarak bir çemberin kirişleri ile çember arasındaki ilişkileri gözlemleyiniz.
- Gözlemsel verilerinizin analiz ve sentezini yapınız. (Bu aşamada gerekirse modelinizi geliştirebilirsiniz.)

3. Mantıksal Süreç: Bir çemberin kirişleri ile ilgili gözlemlerinizi ve kazanımlarınızı matematiksel dilde ifade ediniz.

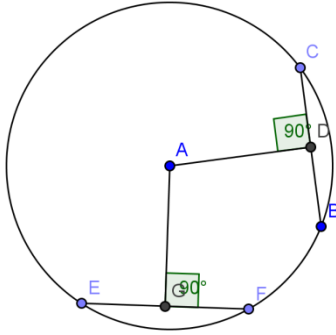
4.Ölçme-Değerlendirme

Kazanıma Ulaşma Düzeyinin Belirlenme Süreci

1)Aşağıda verilen şekilde $EG=5\text{cm}$, $AD=7\text{cm}$ ve $CB=10\text{cm}$ ise AG uzunluğunu bulunuz.

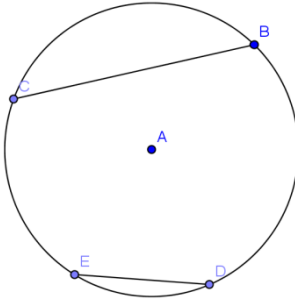


2)



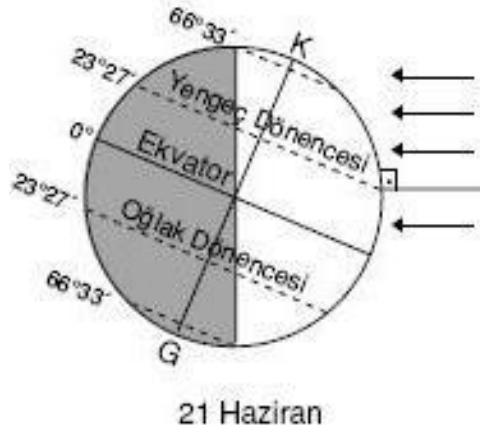
$AD=7\text{cm}$ ve $AG=7\text{cm}$ ise DB uzunluğunu hesaplayınız.

3)



Verilen şekilde CB ve ED uzunluklarını kirişin özelliklerinden yararlanarak karşılaştırınız.

4)



Dönence yeryüzü üzerinde, güneş ışınlarının yılda iki kez dik açı ile geldiği, sıcak kuşağın kuzey ve güney sınırlarını oluşturan ve Ekvator'un $23^{\circ} 27'$ kuzey ve güneyinden geçtiği varsayılan iki enlemden her biridir. Bu iki enlem arasındaki bölgeye tropikal kuşak denir. Bu enlemlerden yeryüzünün kuzey yarısında olanına Yengeç Dönencesi, güney yarısındakine de Oğlak Dönencesi adı verilir.

- i. Dinamik matematik yazılımını kullanarak verilen gerçek hayat durumuna uygun modeli inşa ediniz.
- ii. Verilen modeldeki doğru parçalarının her birinin çemberle kaç farklı kesişme noktası olduğunu belirleyiniz.
- iii. Yengeç dönencesini temsil eden doğru parçası ile Oğlak dönencesini temsil eden doğru parçasının uzunluklarını hesaplayınız. Bu iki dönencenin uzunlukları ile ekvatora olan uzaklıkları arasındaki ilişkileri gözlemleyerek matematiksel dilde ifade ediniz.
- iv. Kuzey ve Güney kutuplarından geçen [KG] doğru parçası ile Yengeç dönencesini temsil eden doğru parçası arasındaki ilişkileri gözlemleyerek matematiksel dilde ifade ediniz.
- v. Oğlak dönencesini temsil eden doğru parçası ile $66^{\circ}33'$ enlemini temsil eden doğru parçalarının uzunluklarını hesaplayarak ekvatora olan uzaklıkları ile karşılaştırınız ve gözlemlerinizi matematiksel dilde ifade ediniz.

5) Dinamik matematik yazılımını kullanarak aşağıda verilen pastaya ait 2 boyutlu bir model inşa ediniz.



- i. Vişne tanesinin bulunduğu noktadan geçen farklı birçok kirişi inşa ediniz.
- ii. İnşa ettiğiniz kirişlerin yarıçapla kesiştikleri noktada oluşturdukları açı ölçülerini belirleyiniz.
- iii. Vişne tanesinin bulunduğu noktadan geçen kirişlerin uzunlukları ile bu kirişlerin yarıçapla kesişme noktasında oluşturdukları açı ölçüleri arasındaki ilişkileri gözlemleyiniz.
- iv. Vişne tanesinin bulunduğu noktadan geçen en kısa kiriş ile bu kirişin yarıçapla kesiştiği noktada oluşturacağı açının ölçüsü hakkındaki çıkarımlarınızı matematiksel dil kullanarak ifade ediniz.

EK-3:

BELİRTKE TABLOSU

ÖĞRENME ALANI	ALT ÖĞRENME ALANI	KAZANIMLAR	Başarı testi soru numaraları
GEOMETRİ	ÇEMBER	Kazanım 1: Çember kavramını inşa eder, modellerle açıklar ve çemberin temel elemanları arasında ilişki kurar.	1, 2, 3, 4
		Kazanım 2: Çemberin düzlem bölgeleri arasında ilişki kurar	5, 6a, 6b, 6c
		Kazanım 3: Bir nokta ile bir çemberin birbirlerine göre konumlarını inşa eder ve ilişkilendirir.	7a, 7b, 28, 29
		Kazanım 4: Bir doğru ile çemberin birbirlerine göre konumlarını inşa eder ve ilişkilendirir	8a, 8b
		Kazanım 5: İki çemberin birbirine göre konumlarını inşa eder ve ilişkilendirir.	9a, 9b, 10, 19
		Kazanım 6: Çemberde kirişi inşa eder ve çember ile kiriş arasında ilişki kurar	11, 12, 13, 14, 20
		Kazanım 7: Bir çemberin teğetlerini inşa eder ve çember ile teğet doğruları arasında ilişki kurar	15a,15b,15c,16,17, 18
		Kazanım 8: Çemberde ortak teğet, ortak dış teğet ve ortak iç teğet kavramlarını ilişkilendirir.	21a,21b,22,23,24,25,26, 27,30,31,32,33
		Kazanım 9: Bir çemberde yay, merkez açı, çevre açı kavramlarını inşa eder ve bu kavramlar arasında ilişki kurar.	34a, 34b, 34c, 34d, 34e, 34f, 35,36

EK-4:

ÖN-SON ÇEMBER BAŞARI TESTİ YÖNERGE

İlköğretim Matematik Öğretmenliği

İM431A GEOMETRİDE SEÇME KONULAR DERSİ FİNAL SINAVI

Adı Soyadı:

Öğrenci Numarası:

Sevgili Öğretmen adayı;

Bu test “çember” alt öğrenme alanı ile ilgili 26 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Bazı sorular bir ya da birkaç alt soru içermektedir. Soruların çözümü için çizim ve açıklama yapmanız istenmektedir. Soruları cevaplarken yapacağınız çizimlere, açıklamalara ve ispatlara karşılık gelen puan değerleri bulunmaktadır. Lütfen tüm soruları cevaplamaya çalışınız.

“Model üzerinde açıklamanızı isteyen sorulara uygun çizimi yapmanız ve bu çizim üzerinde ilişkileri açıklamanız beklenmektedir.”

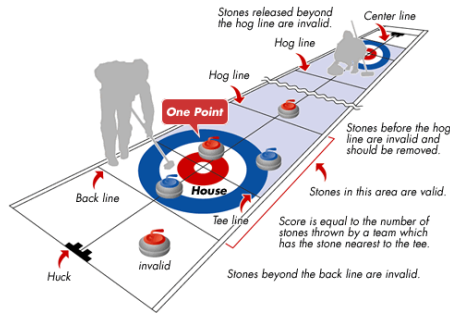
Sınav süresi 120 dakikadır.

Başarılar Dilerim.
Arş. Gör. Neslihan BULUT

EK-5:

ÖN-SON ÇEMBER BAŞARI TESTİ SORULAR

- 1) Çember kavramını tanımlayınız, model çizerek açıklayınız, temel elemanlarını belirleyiniz ve bu temel elemanlar arasındaki ilişkileri matematiksel dilde ifade ediniz.
- 2) Aşağıda buz üzerinde oynanan "Curling(buz üzerinde satranç)" oyununa ilişkin şema verilmiştir. Buz pist üzerindeki çembersel bölge "ev" olarak kabul edilmektedir. Oyuna ilişkin bir model çiziniz. Oyun taşının çemberin (yani evin) hangi düzlem bölgelerinde bulunabileceğini tahmin ediniz. Oyun taşının çemberin farklı düzlem bölgelerindeki konumlarında çemberin merkezine olan uzaklığını yarıçapla karşılaştırınız. Matematiksel dilde ifade ediniz.



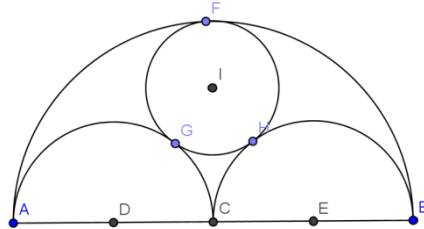
- 3) Bir çember ile bir noktanın birbirlerine göre hangi konumlarda bulunabileceğini tahmin ediniz, model çizerek açıklayınız ve matematiksel olarak ifade ediniz.

- 4) Bir çember ile bir doğrunun birbirlerine göre hangi konumlarda bulunabileceğini tahmin ediniz, model çizerek açıklayınız ve matematiksel olarak ifade ediniz.

- 5) a) İki çemberin birbirlerine göre hangi konumlarda bulunabileceğini tahmin ediniz, model çizerek açıklayınız ve matematiksel olarak ifade ediniz.

- b) Birbirlerine göre farklı konumlarda bulunan iki çemberin merkezleri arasındaki uzaklık ile bu çemberlerin yarıçap uzunlukları arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade ediniz.

- 6) Yandaki şekilde I merkezli çember D, E ve C merkezli çemberlere teğettir. $IAB=16\text{cm}$ ise I merkezli çemberin yarıçapı kaç cm'dir?

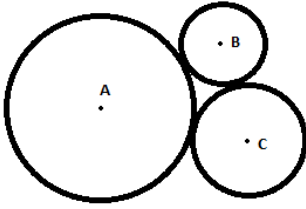


- 7) Bir çemberde kiriş kavramını tanımlayınız ve model çizerek açıklayınız.
- 8) Bir çemberin merkezinden herhangi bir kirişine indirilen dikme ile bu kiriş arasındaki ilişkiyi model çizerek açıklayınız ve bu ilişkiyi ispatlayınız.
- 9) M merkezli bir çemberin üzerinde rastgele seçilen P,R,S ve T noktalarının belirlediği PR ve ST kirişlerinin uzunlukları ile bu kirişlerin M noktasına olan uzaklıkları arasındaki ilişkileri tahmin ediniz? Model üzerinde çizerek açıklayınız ve bu ilişkileri ispatlayınız.
- 10) Bir çember içinde rastgele seçilen bir A noktasından geçen kirişlerden en kısa olanın nasıl belirlenebileceğini tahmin ediniz ve çizim yaparak açıklayınız.
- 11) Bir çemberde teğet kavramını tanımlayınız ve herhangi bir çembere ne tür teğetler çizilebileceğini model üzerinde açıklayınız.

12) Merkezi K olan çemberin üzerindeki bir T noktasından bu çembere teğet çizilmiştir. Teğet doğrusu ile [KT] doğru parçası arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade ediniz ve ispatlayınız.

13) Bir çembere dışındaki bir P noktasından teğetler çizilmiştir. Çizilen bu teğetler çemberi L ve M noktalarında kesmektedir.[PM] ve [PL] teğet parçalarının uzunlukları arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade ediniz ve ispatlayınız.

14) Aşağıda verilen şekilde birbirine ikişer ikişer dıştan teğet olan A,B,C merkezli çemberlerin yarıçapları sırasıyla r_1, r_2 ve r_3 'tür. $IAB I = 5\text{cm}$, $IAC I = 6\text{cm}$ ve $IBC I = 7\text{cm}$ ise r_3 kaç cm'dir?

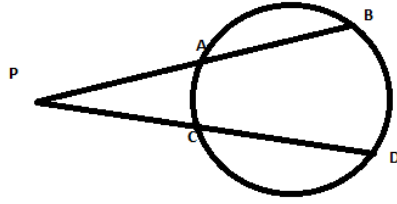


15) a) K ve M merkezli iki çemberin bir birlerine dıştan teğet olduğu bilinmektedir. Bu iki çemberin ortak teğetlerinin değme noktası P olduğuna göre M, K, P noktalarının geometrik yeri ne belirtir? Çizim yaparak açıklayınız.

b) K ve M merkezli iki çemberin bir birlerine içten teğet olduğu bilinmektedir. Bu iki çemberin ortak teğetlerinin değme noktası P olduğuna göre M, K, P noktalarının geometrik yeri ne belirtir? Çizim yaparak açıklayınız.

- 16) O ve P merkezli çemberler A ve B gibi iki farklı noktada kesişmektedirler. Bu çemberlerin merkezlerinden geçen doğru ile $[AB]$ doğru parçası arasındaki ilişkiyi tahmin ediniz, model çizerek açıklayınız ve ispatlayınız.
- 17) Herhangi iki çemberin birbirlerine göre farklı konumlarda bulunması durumunda ortak teğetlerinin nasıl çizilebileceğini tahmin ediniz, model üzerinde çizerek açıklayınız. (Her farklı konumu ayrı ayrı çizin ve bu duruma uygun ortak teğetlerin tümünü belirleyiniz).
- 18) M ve N merkezli iki çember verilmiştir. M merkezli çemberin yarıçap uzunluğunun a br, N merkezli çemberin yarıçap uzunluğunun b br olduğu bilinmektedir. $IMNI=d$ olduğuna göre bu iki çemberin ortak dış teğet parçasının uzunluğunu veren bağıntıyı gerekli çizimleri yaparak tahmin ediniz, matematiksel dilde ifade ediniz ve ispatlayınız.
- 19) Birbirine teğet olmayan K ve L merkezli iki çemberin ortak iç teğet parçası $[AB]$ 'dir. Çemberlerin yarıçapları sırasıyla $r_1=2\text{cm}$ ve $r_2=3\text{cm}$ 'dir. $IABI=12\text{cm}$ olduğuna göre $IKLI$ kaç cm'dir?

- 20) P,A,B ve P,C,D noktaları aralarında doğrusaldır. $IPAI=2\text{cm}$, $IPCI=4\text{cm}$ ve $ICDI=6\text{cm}$ ise $IABI$ kaç cm'dir?



- 21) Yarıçap uzunlukları, $r_1=2\text{cm}$ ve $r_2=10\text{cm}$ olan iki çemberin ortak dış teğet parçasının uzunluğu $8\sqrt{3}\text{ cm}$ ise, bu iki çemberin merkezleri arasındaki uzaklık kaç cm'dir?

- 22) P ve R merkezli iki çember birbirlerinin dış bölgesindedir ve kesişmemektedir. P merkezli çemberin yarıçap uzunluğunun a br, R merkezli çemberin yarıçap uzunluğunun b br olduğu bilinmektedir. $IPRI=d$ olduğuna göre bu iki çemberin ortak iç teğet parçasının uzunluğunu veren bağıntıyı gerekli çizimleri yaparak tahmin ediniz, matematiksel dilde ifade ediniz ve ispatlayınız.

- 23) Aşağıda verilen kavramları tanımlayınız. Tanımlarınızı model çizerek açıklayınız. Matematiksel dilde ifade ediniz.

a) “Çembersel yay”

b) “Çemberde merkez açı”

c) “Çemberde çevre açı”

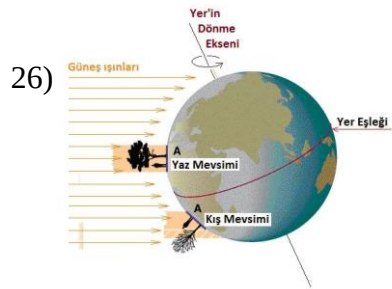
d) “Çemberde dış açı”

e) “Çemberde teğet giriş açısı”

f) “Çemberde iç açı”

24) Bir çevre açının ölçüsü ile bu çevre açının gördüğü yayın ölçüsü arasındaki bağıntıyı tahmin ediniz, model çizerek açıklayınız, matematiksel dilde ifade ediniz ve ispatlayınız.

25) Bir teğet - giriş açının ölçüsü ile bu açının gördüğü yayın ölçüsü arasındaki bağıntıyı tahmin ediniz, model çizerek açıklayınız, matematiksel dilde ifade ediniz ve ispatlayınız.



Yanda güneş ışınlarının dünyaya ne şekilde ulaştığını gösteren bir şekil verilmiştir. Bu şekle ilişkin modeli inşa ediniz, güneş ışınları ile dünyanın birbirlerine göre konumları arasındaki ilişkileri belirleyiniz ve güneş ışınlarının dünyaya göre konumlarını matematiksel dil kullanarak ifade ediniz.

EK-6:

GÖRÜŞME SORULARI

- 1) Geometride Seçme Konular dersinde uyguladığımız etkinlikleri gerçekleştirirken en çok nerelerde zorlandın? Sence bu zorluklar neden kaynaklanmış olabilir?
- 2) Kullandığımız dinamik matematik yazılımı ile tasarlanan etkinliklerin senin öğrenmen üzerindeki etkisi nedir?
- 3) Dinamik matematik yazılımı ile tasarlanan öğrenme etkinliklerinin senin öğrenmen üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi oldu mu, olduysa nasıl?
- 4) Bu dersin;
 - Bir öğrenci olarak geometri alan bilgisi konusunda sana kattıkları nelerdir?
 - Bir öğretmen adayı olarak öğretmenlik meslek bilgisi açısından kattıkları nelerdir?
- 5) Dinamik matematik yazılımı ile tasarlanan etkinliklerin uygulandığı öğretimin genel olarak olumlu yönleri sence nelerdir?
- 6) Dinamik matematik yazılımı ile tasarlanan etkinliklerin uygulandığı öğretimin genel olarak olumsuz yönleri sence nelerdir?
- 7) Geometride Seçme Konular dersi esnasındaki öğrenci ve öğretmen rolleri hakkındaki görüşlerin nelerdir?
- 8) Bu derste uygulanan etkinlikler sonucunda bilgisayar destekli matematik öğretimine yönelik görüşlerin değişti mi? Nasıl?

EK-7:

**Öğretmen Adaylarından Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler Aracılığıyla Elde
Edilen Verilere Ait Temalar**

Tema	Kısaltması	Açıklaması
Tema 1	T1	Görsellik
Tema 2	T2	Öğrenmeye Aktif Katılım
Tema 3	T3	Dinamik Gözlem ve Gerçeğe Uygun Hesaplamalar
Tema 4	T4	Kavramların Somutlaşması
Tema 5	T5	Pedagojik Bilgilerin Gelişimine Katkı
Tema 6	T6	DMY kullanmanın ortaya çıkarabileceği olumsuz durumlar
Tema 7	T7	Matematiksel Dilin Kullanımı
Tema 8	T8	Tutum
Tema 9	T9	Karşılaşılan Güçlükler
Tema 10	T10	Öğrenilen Bilgilerin Kalıcılığı

EK-8:**KAZANIMLARA ULAŞMA DÜZEYLERİNİ BELİRLEYİCİ KISTASLAR****Kazanım 2: Çemberin düzlem bölgeleri arasında ilişki kurar**

- a) Çemberin düzlemde ayırdığı bölgeleri belirler
- b) Çemberin iç bölgesini oluşturan noktaları inşa eder
- c) Çemberin iç bölgesindeki noktaların çember ile ilişkisini belirler (noktaların çemberin merkezine uzaklığı $< r$)
- e) Çemberin üzerindeki noktaların çember ile ilişkisini belirler (noktaların çemberin merkezine uzaklığı $= r$)
- f) Çemberin dış bölgesini oluşturan noktaları inşa eder
- g) Çemberin dış bölgesindeki noktaların çember ile ilişkisini belirler (noktaların çemberin merkezine uzaklığı $> r$)
- h) Çemberin üzeri, iç bölgesi ve dış bölgesi arasındaki ilişkiyi açıklar

Kazanım 3: Bir nokta ile bir çemberin birbirlerine göre konumlarını inşa eder ve ilişkilendirir.

- b) Çemberin iç bölgesinde bir nokta inşa eder
- c) Çemberin iç bölgesindeki bir noktanın çember ile ilişkisini belirler (noktanın çemberin merkezine uzaklığı $< r$)
- d) Çemberin üzerinde bir nokta inşa eder
- e) Çemberin üzerindeki bir noktanın çember ile ilişkisini belirler (noktanın çemberin merkezine uzaklığı $= r$)
- f) Çemberin dış bölgesinde bir nokta inşa eder
- g) Çemberin dış bölgesindeki bir noktanın çember ile ilişkisini belirler (noktanın çemberin merkezine uzaklığı $> r$)

Kazanım 4: Bir doğru ile çemberin birbirlerine göre konumlarını inşa eder ve ilişkilendirir

- a) Bir doğrunun çember ile tek bir noktada kesişerek teğet olma durumunu inşa eder
- b) Doğrunun çemberin merkezine uzaklığını hesaplayarak çemberin yarıçap uzunluğu ile ilişkilendirir.
- c) Çemberi tek bir noktada kesen doğru ile bu doğrunun merkeze olan uzaklığı arasındaki ilişkiyi açıklar.
- d) Tüm noktaları çemberin dış bölgesinde kalan bir doğru inşa eder
- e) Doğrunun çemberin merkezine uzaklığını hesaplayarak çemberin yarıçap uzunluğu ile ilişkilendirir.
- f) Çemberin dış bölgesindeki bir doğru ile bu doğrunun merkeze olan uzaklığı arasındaki ilişkiyi açıklar.
- g) Çemberi iki noktada kesen bir doğru inşa eder
- h) Doğrunun çemberin merkezine uzaklığını hesaplayarak çemberin yarıçap uzunluğu ile ilişkilendirir.
- ı) Çemberi iki noktada kesen bir doğru ile bu doğrunun merkeze olan uzaklığı arasındaki ilişkiyi açıklar.

Kazanım 5: İki çemberin birbirine göre konumlarını inşa eder ve ilişkilendirir.

- a) Biri diğerinin dışında olan ve kesişmeyen iki çember inşa eder ve bu iki çemberin merkezleri arasındaki uzaklığı hesaplar. Çemberlerin yarıçap uzunlukları ile iki çember arasındaki uzaklık arasında ilişki kurar
- b) Biri diğerinin içinde olan ve kesişmeyen iki çember inşa eder ve bu iki çemberin merkezleri arasındaki uzaklığı hesaplar. Çemberlerin yarıçap uzunlukları ile iki çember arasındaki uzaklık arasında ilişki kurar
- c) Birbirine dıştan teğet olan iki çember inşa eder ve bu iki çemberin merkezleri arasındaki uzaklığı hesaplar. Çemberlerin yarıçap uzunlukları ile iki çember arasındaki uzaklık arasında ilişki kurar
- d) Birbirine içten teğet olan iki çember inşa eder ve bu iki çemberin merkezleri arasındaki uzaklığı hesaplar. Çemberlerin yarıçap uzunlukları ile iki çember arasındaki uzaklık arasında ilişki kurar
- e) Birbirleri ile iki farklı noktada kesişen çemberleri inşa eder ve bu iki çemberin merkezleri arasındaki uzaklığı hesaplar. Çemberlerin yarıçap uzunlukları ile iki çember arasındaki uzaklık arasında ilişki kurar
- f) Yarıçapları çemberlerin kesim noktasında birbirine dik olan, kesişen iki çemberi inşa eder ve bu iki çemberin merkezleri arasındaki uzaklık ile çemberlerin yarıçapları arasında ilişki kurar.

Kazanım 6: Çemberde kirişi inşa eder ve çember ile kiriş arasında ilişki kurar

- a) Çemberi iki noktada kesen bir doğru inşa eder
- b) İnşa edilen doğrunun çemberin içinde kalan parçasını belirler.
- c) Çemberin içinde kalan doğru parçasının kiriş olarak adlandırıldığını söyler
- d) Bir çemberin merkezinden herhangi bir kirişine bir dikme inşa eder
- e) Dikmenin kirişte ayırdığı parçaların uzunluklarını hesaplayıp ilişkilendirerek, dikmenin kirişi ortaladığını gösterir.
- f) Bir çemberin merkezinden herhangi bir kirişine indirilen dikmenin kirişi ortaladığını ispatlar.
- g) Bir çemberde, merkezden eşit uzaklıkta iki kiriş inşa eder
- h) Merkezden eşit uzaklıktaki bu kirişlerin uzunluklarını hesaplar ve merkeze olan uzaklıkları ilişkilendirir.
- ı) Merkezden eşit uzaklıktaki kirişlerin uzunluklarının eşit olduğunu ispatlar
- i) Bir çemberde merkezden farklı uzaklıkta iki kiriş inşa eder
- j) Merkezden farklı uzaklıktaki bu kirişlerin uzunluklarını hesaplar ve merkeze olan uzaklıkları ile ilişkilendirir.
- k) Bir çember içinde bir A noktası inşa eder
- l) A noktasından geçen farklı kirişleri inşa eder ve bu kirişler içinde en kısa olanı belirler
- m) En kısa kiriş ile yarıçap arasındaki ilişkiyi açıklar (en kısa kiriş A noktasında yarıçapa diktir)

Kazanım 7: Bir çemberin teğetlerini inşa eder ve çember ile teğet doğruları arasında ilişki kurar

- a) Bir çembere çizilebilecek teğetleri inşa eder.
- b) İnşa edilen teğetlerin, çemberin yarıçapı ile kesişim noktasını belirler.
- c) Çemberin yarıçapı ile teğetin değme noktasında oluşturduğu açılar ölçülerini hesaplayarak yarıçap ile teğet arasında ilişki kurar.
- d) Yarıçap ile teğet arasındaki ilişkiyi ispatlar.
- e) Bir çembere dışındaki bir noktadan çizilen teğetleri inşa eder
- f) Bir çembere dışındaki bir noktadan çizilen teğet parçalarının uzunluklarını hesaplar ve ilişkilendirir. Bu ilişkiyi ispatlar.

Kazanım 8: Çemberde ortak teğet, ortak dış teğet ve ortak iç teğet kavramlarını ilişkilendirir.

- a) Aynı düzlemde bulunan iki çember inşa eder. Bu iki çemberin birbirlerine göre konumlarını belirler. Her farklı konum için bu iki çemberin ortak teğetlerini inşa eder. Ortak dış teğetleri ve ortak iç teğetleri belirler.
- b) İki çemberin ortak dış teğet parçalarını belirler.
- c) İki çemberin ortak dış teğet parçalarının uzunluklarını hesaplar ve bu uzunlukları ilişkilendirir.
- d) İki çemberin merkezleri arasındaki uzaklığı hesaplar, bu iki çemberin ortak dış teğet parçasının uzunluklarını hesaplar.
- e) Merkezler arası uzaklık, dış teğet parçalarının uzunluğu ve yarıçap arasında bağlantı kurar ve bu bağlantıyı ispatlar. [r_1 ve r_2 yarıçaplı iki çemberin merkezleri arasındaki uzaklık d , ortak dış teğet parçasının uzunluğu IAB ise, $IAB = \sqrt{d^2 - (r_1 - r_2)^2}$ olduğunu ispatlar].
- f) Dıştan teğet iki çemberin ortak dış teğet parçasının uzunluğunu hesaplar. Bu çemberlerin yarıçap uzunlukları ile ortak dış teğet parçasının uzunluğu arasında ilişki kurar ve bu ilişkiyi ispatlar. [Yarıçapları r_1 ve r_2 olan dıştan teğet iki çemberin ortak dış teğet parçasının uzunluğu IAB ise $IAB = 2\sqrt{r_1 \cdot r_2}$ olduğunu ispatlar]
- g) İki çemberin ortak iç teğetlerini belirler. Ortak iç teğetlerin kesim noktasını belirler. Bu iki çemberin merkezlerinden geçen doğruyu inşa eder. Ortak iç teğetlerin kesim noktası ile çemberlerin merkezinden geçen doğrunun birbirlerine göre konumlarını açıklar.
- h) İki çemberin merkezleri arasındaki uzaklığı hesaplar. Bu iki çemberin ortak iç teğet parçasının uzunluğu hesaplar. Ortak iç teğet parçasının uzunluğunu; merkezler arasındaki uzaklık ve yarıçap uzunlukları türünden hesaplar. [r_1 ve r_2 yarıçaplı iki çemberin merkezleri arasındaki uzaklık d , ortak dış teğet parçasının uzunluğu IAB ise, $IAB = \sqrt{d^2 - (r_1 + r_2)^2}$ olduğunu ispatlar].

Kazanım 9: Bir çemberde yay, merkez aç, çevre aç kavramlarını inşa eder ve bu kavramlar arasında ilişki kurar.

- a) Çemberin herhangi iki noktası arasında kalan parça ile çember arasındaki ilişkiyi açıklar.

- b) Köşesi çemberin merkezi olan ve kenarları çemberden yay ayıran açığı inşa eder, yayın ölçüsü ile merkez açının ölçüsü arasında ilişki kurar.
- c) Köşesi çember üzerinde olan ve kenarları çemberi kesen açığı inşa eder, kenarların çemberden ayırdığı yayın ölçüsü ile çevre açının ölçüsü arasında ilişki kurar.
- d) Aynı yayı gören merkez açıları inşa eder ve ilişkilendirir.
- e) Aynı yayı gören çevre açıları inşa eder ve ilişkilendirir.
- f) Aynı yayı gören bir merkez açı ile bir çevre açı inşa eder, bu açıları birbirleriyle ilişkilendirir ve bu ilişkiyi ispatlar.
- g) Köşesi çember üzerinde bulunan, kenarlarından biri çemberin teğeti, diğeri çemberin kirişi olan açığı inşa eder (teğet-kiriş açısı), bu açının ölçüsü ile aynı yayı gören merkez açının ölçüsü arasında ilişki kurar ve bu ilişkiyi ispatlar.
- h) Bir çemberde, çemberin içindeki bir noktada kesişen iki kiriş inşa eder. Kesişen bu iki kirişin oluşturduğu açılar ile bu açıların gördüğü yayların ölçülerini ilişkilendirir.(çemberde iç açı)
- ı) Köşesi çemberin dış bölgesinde, kenarları çembere teğet veya çemberin keseni olan açığı inşa eder(çemberde dış açı). Dış açının ölçüsü ile gördüğü yayların ölçüleri arasında ilişki kurar.