GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ HAREKETLİ MATERYAL GELİŞTİRME SÜRECİNİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Gülay KURUŞ

ANKARA

Şubat, 2011

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ HAREKETLİ MATERYAL GELİŞTİRME SÜRECİNİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Gülay KURUŞ

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ARIKAN

ANKARA

Şubat, 2011

Gülay KURUŞ'un "**MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ HAREKETLİ MATERYAL GELİŞTİRME SÜRECİNİN İNCELENMESİ"** başlıklı tezi 02.02.2011 tarihinde, jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Öğretmenliği Bilim Dalında **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı	**İmza**
Başkan: Prof. Dr. Aysun UMAY	……..
Üye: Prof. Dr. Ziya ARGÜN	……..
Üye: (Tez Danışmanı) : Prof. Dr. Ahmet ARIKAN	……..
Üye: Doç. Dr. M. Fatih TAŞAR	……..
Üye: Yrd. Doç. Dr. Selami ERCAN	……..

ÖN SÖZ

Çalışmalarım boyunca, değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışmanım Prof. Dr. Ahmet ARIKAN'a, değerli görüşleri ile araştırmama katkılar sağlayan Prof. Dr. Ziya Argün ve Doç Dr. Fatih Taşar'a teşekkür ederim.

Bilim insanının destekçisi olan TÜBİTAK'a doktora öğrenimim süresince sağladığı maddi destek için çok teşekkür ederim.

Doktora öğrenimimin her aşamasında desteklerini esirgemeyen babam Hüseyin Şen Kuruş, annem Ümran Kuruş ve kardeşlerim Yakup İlker Kuruş ve Tülay Kuruş'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

02.02.2011

Gülay Kuruş

ÖZET

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ HAREKETLİ MATERYAL GELİŞTİRME SÜRECİNİN İNCELENMESİ

KURUŞ, Gülay
Doktora, Matematik Öğretmenliği Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ahmet Arıkan
Şubat–2011, 215 sayfa

Bu çalışmada, nitel araştırma yaklaşımlarından biri olan gömülü teori (grounded theory)'nin teknikleri kullanılmıştır. Bu araştırmaya 40 matematik öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmanın başında, matematik öğretmen adaylarının "öğretim materyalleri" ve "materyal geliştirme" konularındaki bilgilerini saptamak amacıyla yazılı doküman incelemesi ve görüşmeler yapılmıştır. Adayların hareketli materyal geliştirme sürecindeki gelişimlerine ilişkin veri toplamak için yazılı dokümanlardan ders gözlemlerinden ve yarı yapılandırılmış bire bir görüşmelerden yaralanılmıştır. Gömülü teori yöntemi gereğince yapılan sürekli karşılaştırmalı analizlerle ortaya çıkan yeni sorular düzenlenmiştir. Son olarak, seçilen adaylar ile yeni soruların yönlendirdiği birer görüşme daha yapılmıştır.

Öğretmen adaylarının hareketli materyal geliştirirken bir matematik öğrenme alanı seçtikleri belirlenmiştir. Ayrıca, öğrenme alanını seçme kriterleri ortaya konmuştur. Bu kriterler adayların öğrenme alanı ile ilgili bilgi birikimleriyle, öğrenme alanındaki materyal ihtiyacıyla ve adayların öğrenme alanına ilgileriyle ilişkilidir. Öğretmen adaylarının, öğrencilerde üç boyutlu düşünmeyi geliştirebilmeyi, ileri matematiksel kavramları oluşturabilmeyi ve yanlış/eksik öğrenmelerini düzeltebilmeyi/tamamlayabilmeyi hedef aldıkları tespit edilmiştir. Hareketli materyal geliştirirken, öğretmen adaylarının yoğun bir düşünme süreci yaşadıkları belirlenmiştir. Bu düşünme sürecinin, yaratıcı düşünme sürecinin bilinen aşamalarına benzer olan "araştırma", "fikir üretme" ve "uygulama/değerlendirme" aşamalarına sahip olduğu bulunmuştur. Adayların matematiksel kavramları nasıl modelledikleri ve nelere dikkat ettikleri ortaya konmuştur. Bu araştırma sonucunda, matematik öğretmen adaylarının

hareketli materyalin öğrenme alanını hangi kriterlere göre seçtikleri, nasıl hedef belirledikleri, düşünme süreçlerinin aşamaları ve matematiksel kavramları nasıl modelledikleri ile ilişkili bütün durumlar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE MANIPULATIVE DEVELOPMENT PROCESS OF THE PRE-SERVICE SECONDARY MATHEMATICS TEACHERS

KURUŞ, Gülay

Doktora, Matematik Öğretmenliği Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ahmet Arıkan

Şubat–2011, 215 sayfa

The purpose of this research is to explore the manipulative development process of the pre-service secondary mathematics teachers.

In this study, qualitative research methodology was used. The data of the study were analyzed by grounded theory techniques. The participants of the study were forty pre-service teachers. Knowledge of the pre-service mathematics teachers about "teaching materials and material development" was determined through the written documents and interviews. In order to examine the development process, a qualitative research approaches including the written documents, classroom observations and semi-structured interviews were used. According to the method of grounded theory, constant comparative analysises were applied and emerging new questions were organized. Finally, interviews which is guided by new questions were carried out with the selected pre-service teachers.

It was demonstrated that pre-service teachers choose a mathematical learning field to develope manipulatives. In addition to this, selection criteria for learning fields have been revealed. The criteria are associated with accumulation of knowledge of pre-service teachers, the demanded materials and interest in the learning field of them. The objective of the pre-service teachers were to develope three dimensional thinking, to configure advance mathematical concepts and to correct/complete the wrong/missing learnings. In developing manipulative, pre-service teachers lived an intense process of thinking. It is obtained that this process has stages including "research", "idea generation" and "application/evaluation" similar to those of the known creative thinking stages. What pre-service teachers' attention were and how they modelled mathematical

concepts were determined. As a result of the study, it was tried to uncover all cases related to what pre-service teachers' selection criteria for learning fields, how to their goals were identified, what their stages of thinking process were and how they modelled mathemetical concepts.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI ii
ÖNSÖZ iii
ÖZET iv
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER viii
TABLOLAR LİSTESİ x
ŞEKİLLER LİSTESİ xi
KISALTMALAR LİSTESİ xiii

I. BÖLÜM
GİRİŞ 1
1.1. Problem Durumu 1
1.2. Araştırmanın Amacı. 7
1.3. Araştırmanın Önemi 8
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları 11
1.5. Araştırmanın Varsayımları 11
1.6. Tanımlar 12

II. BÖLÜM
KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR 13
2.1. Öğretim Materyalleri ve Materyal Geliştirme 13
2.2. Manipülatifler. 18
2.3. İlgili Araştırmalar 21

III. BÖLÜM

YÖNTEM 24

3.1. Araştırmanın Modeli 24

3.2. Araştırmanın Katılımcıları 31

3.3. Veri Toplama Teknikleri 32

3.4. Verilerin Analizi 39

IV. BÖLÜM

BULGULAR VE YORUM 43

4.1 Matematik Öğretmen Adaylarının "Öğretim Materyalleri ve Materyal Geliştirme" İle İlgili Bilgileri 43

4.2. Matematik Öğretmen Adaylarının Hareketli Materyal Geliştirme Süreci 73

4.2.1. Hareketli Materyalin Öğrenme Alanını Seçme Kriterleri 74

4.2.2. Hareketli Materyalin Hedefini Belirleme 82

4.2.3. Düşünme 86

4.2.4. Modelleme 138

V. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER 185

5.1. Sonuç 185

5.2. Öneriler 200

KAYNAKÇA 202

EKLER 207

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1 Gömülü Teori Oluşturma Süreci 30

Tablo 3.2 Kodlama (Öğretim Materyali Hazırlama İlkeleri).....41

Tablo 4.1 Öğretim Materyali İmajı (Yazılı dokümanlar) 44

Tablo 4.2 Öğretim Materyali İmajları (Görüşmeler).....45

Tablo 4.3 Matematik Derslerinde Kullanılabilecek Öğretim Materyalleri (Yazılı dokümanlar).....48

Tablo 4.4 Matematik Derslerinde Kullanılabilecek Öğretim Materyalleri (Görüşmeler).....49

Tablo 4.5 Matematik Derslerine Yönelik Bir Öğretim Materyali Geliştirirken Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar (Yazılı dokümanlar) 52

Tablo 4.6 Matematik Derslerine Yönelik Bir Öğretim Materyali Geliştirirken Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar (Görüşmeler) 53

Tablo 4.7 Matematiksel Model (Yazılı dokümanlar) 56

Tablo 4.8 Matematiksel Model (Görüşmeler) 57

Tablo 4.9 Ortaöğretim Matematik Derslerinde Kullanılabilecek Somut Modeller (Yazılı dokümanlar).....59

Tablo 4.10 Matematik Derslerinde Kullanılabilecek Somut Modeller (Görüşmeler) 60

Tablo 4.11 Matematik Öğretmen Adaylarının Atandıklarında Derslerinde Kullanacakları Öğretim Materyalleri 62

Tablo 4.12 Matematik Öğretiminde Hareketli Materyal Kullanımının Öğretime Etkisi (Yazılı dokümanlar) 65

Tablo 4.13 Matematik Öğretiminde Hareketli Materyal Kullanımının Öğretime Etkisi (Görüşmeler).....66

Tablo 4.14 Hareketli Materyal Geliştirmenin Matematik Öğretmen Adaylarına Katkıları (Yazılı dokümanlar) 69

Tablo 4.15 Hareketli Materyal Geliştirmenin Matematik Öğretmen Adaylarına Katkıları (Görüşmeler).....70

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Etkileşimli Bakış Açısı 5

Şekil 2.1 Dale (1969) Tarafından Oluşturulan Yaşantı Konisi 13

Şekil 2.2 Öğretim Materyali Seçmeye Veya Geliştirmeye Karar Verirken Yapılacak İşlemler 15

Şekil 3.1 Gömülü Teori Oluşturmak İçin Veri Toplama, Veri Düzenleme ve Veri Analizinin İlişkili Süreçleri 27

Şekil 3.2 Tezde İzlenen Araştırma Süreci 35

Şekil 4.1 Matematik Öğretmen Adaylarının Hareketli Materyal Geliştirme Süreci (1) 73

Şekil 4.2 Düşünme Süreci 123

Şekil 4.3 K39'un geliştirdiği Hareketli Materyal-1 126

Şekil 4.4 K39'un geliştirdiği Hareketli Materyal-2 127

Şekil 4.5 K40'ın Geliştirdiği Hareketli Materyal-1 128

Şekil 4.6 K40'ın Geliştirdiği Hareketli Materyal-2 129

Şekil 4.7 K40'ın Geliştirdiği Hareketli Materyal-3 129

Şekil 4.8 K40'ın Geliştirdiği Hareketli Materyal-4 130

Şekil 4.9 K24'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-1 131

Şekil 4.10 K24'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-2 131

Şekil 4.11 K24'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-3 132

Şekil 4.12 K24'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-4 132

Şekil 4.13 K28'in Geliştirdiği Hareketli Materyal-1 133

Şekil 4.14 K28'in Geliştirdiği Hareketli Materyal-2 134

Şekil 4.15 K28'in Geliştirdiği Hareketli Materyal-3 134

Şekil 4.16 K28'in Geliştirdiği Hareketli Materyal-4 135

Şekil 4.17 K27'nin Geliştirdiği Hareketli Materyal 136

Şekil 4.18 K29'un Geliştirdiği Hareketli Materyal-1 137

Şekil 4.19 K29'un Geliştirdiği Hareketli Materyal-2 137
Şekil 4.20 K34'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-1 143
Şekil 4.21 K34'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-2 144
Şekil 4.22 K34'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-3 144
Şekil 4.23 K34'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-4 145
Şekil 4.24 K31'in Geliştirdiği Hareketli Materyal 146
Şekil 4.25 K33'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-1 149
Şekil 4.26 K33'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-2 149
Şekil 4.27 K33'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-2 150
Şekil 4.28 K37'nin Geliştirdiği Hareketli Materyal 151
Şekil 4.29 K38'in Geliştirdiği Hareketli Materyal-2 152
Şekil 4.30 K38'in geliştirdiği Hareketli Materyal 153
Şekil 4.31 K18'in geliştirdiği Hareketli Materyal 161
Şekil 4.32. K35'in geliştirdiği Hareketli Materyal-1 171
Şekil 4.33 K35'in geliştirdiği Hareketli Materyal-2 171
Şekil 4.34 K36'nın geliştirdiği Hareketli Materyal-1 172
Şekil 4.35 K36'nın geliştirdiği Hareketli Materyal-2 173
Şekil 5.1 Matematik Öğretmen Adaylarının Hareketli Materyal Geliştirme Süreci (2) 189

KISALTMALAR:

NCTM: National Council of Teachers of Matematics- Matematik Öğretmenleri Milli Konseyi

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

OFMAE: Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi

HM: Hareketli Materyal

MÖA: Matematik öğretmen adayları

ÖTMG: Öğretim Teknolojisi ve Materyal Geliştirme

GT: Grounded Theory

I. BÖLÜM

GİRİŞ

1.1 .Problem Durumu:

1970-1980'ler boyunca, bir çok öğrenciye, onların pasif bulundukları, ezberleme, alıştırma ve pekiştirme sonucu bilgiyi kaydetme yöntemine dayalı olarak matematik öğretilmiştir. Bu yöntem kullanarak öğrenciler düşünmeye ya da matematik problemlerini kendi başlarına çözmeye teşvik edilmekten çok, önceden öğrenilen gerçek ya da teoriyi ezberden söylemeye teşvik edilmiştir. Bu gün, araştırmacılar ve eğitimciler bu yaklaşıma katılmıyorlar ve öğrencilerin çevreleriyle etkileşerek kendi bilgilerini yapılandırmaları gerektiğine inanmaktadır (Cain-Caston, 1996). Yardımcı kitaplar, alıştırmalar ve ezber kullanarak, matematik öğretmenin etkili ve günün şartlarına uygun olmadığı kanıtlanmıştır (Althouse, 1994).

Althouse (1994), çocukların sessizce oturduklarında görevlerini düşünmediklerini bu nedenle çalışma kâğıtlarının, onlara nesneleri hareket ettirerek düşünmeleri için fırsat verecek bir çevre ile yer değiştirmesi gerektiğini belirtmiştir. Cain - Caston (1996)'a göre öğrenciler, eğer matematik kavramlarını kendi deneyimleriyle ilişkilendiremezlerse tam olarak anlayamazlar. Çalışmaları için somut nesneler verildiğinde, matematik dersleri yaşamla ilişkili olur ve gerçek anlamını alır.

Matematik eğitimini en çok etkileyen biliş kuramcılarından olan Jean Piaget (1896-1980) yapısal öğrenmeyi (constructivism) savunmuştur. Piaget, kişinin kendi çevresiyle, dinamik bir denge içinde olmaya gereksinim duyduğunu ve bu dengenin ancak eskiyle çelişen yeni bilgi ile karşılaşıldığında bozulabileceğini bildirmiştir. Kişi, daha gelişmiş bir denge seviyesi sağlamak için, bilgi yapısının yeniden yapılanmasının gerçekleşebildiği bir geçiş periyodu oluşturur. Piaget kişinin yeni veriyi alması sürecini açıklamak için "özümseme (assimilation)" ve kişinin bilişsel yapısının modifiye olmak zorunda olduğu süreci açıklamak içinse "uyum (accomodation)" terimini kullanmış ve "özümseme" ve "uyum" terimlerini birbirini tamamlayıcı olarak görmüştür (Tall, 1991). Piaget, adaptasyon adını verdiği özümseme ve uyma süreçlerinin öğrenmede vazgeçilmez bir öğe olduğunu, bunun için çocuklara kavramları kendi kendilerine oluşturabilmeleri için fırsat verilmesi gerektiğini belirtmiştir (Altun, 2002).

Piaget (1971)'e göre, amprik soyutlamada nesnedeki bir ya da daha çok özelliğe odaklanılır ve diğerleri ihmal edilir. Oluşturmacı soyutlamada ise tersine, "iki", "farklı", "aynı" ve "daha çok" gibi zihinsel ilişki yaratılır. Altmış yıl boyunca yapılmış araştırmalar sonucunda, Piaget ve diğerlerinin doğruladığı bu teorik ayırımlarla, her bir çocuğun matematiği oluşturmacı soyutlama ile oluşturması gerektiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca yaygın olarak "düşünme" ya da "akıl yürütme" olarak isimlendirilenlerin, oluşturmacı soyutlama olduğu ortaya konmuştur (Kamii, Lewis ve Kirkland, 2001).

Tall (1991)'a göre ileri matematik öğrenen öğrencilerde gözlenen zorlukların ortak noktası, matematiksel kavramların "çok soyut" olmasıdır. Baykul (2002), matematiğin konusu olan sayısal becerilerle işlem becerilerinin geliştirilmesinin temel öğrenme ihtiyaçlarından birisi olan bilişsel beceriler arasında yer aldığını vurgulayarak, bu kadar önemli olan bir konu alanında başarının genel olarak düşük olduğunu ve okullardaki matematik dersinin pek çok öğrencinin korkulu rüyası haline geldiğini belirtmiştir. Baykul (2002), ayrıca ülkemizde pek çok öğrencinin matematiğin zor olduğunu ve matematiği başaramayacağını düşünerek kaygılandığını, matematiğe karşı olumsuz tutum geliştirdiğini ve bu durumun ilköğretimden başlayıp okul yılları ilerledikçe artarak devam ettiğini bildirmiştir. Baykul (2002), bu durumun sebepleri arasında matematik öğretiminde başvurduğumuz yöntemlerin ve öğretmen davranışlarının önemli yeri olduğunu bildirmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığı matematik dersi (9-12. sınıflar) öğretim programı (2005)'nda öğrencilerin matematik sürecinde aktif katılımcı olmaları esas alınmıştır. Bu programda geliştirilmesi hedeflenen beceriler; matematiksel model kurabilme, matematiksel düşünme, problem çözme, iletişim kurma, ilişkilendirme ve akıl yürütmedir. Programda İletişim becerisinin kazanılabilmesi için somut model, şekil, resim, grafik, tablo gibi temsil biçimlerini kullanarak matematiksel düşünceleri ifade edebilme becerisinin geliştirilmesi önerilmektedir. Program, öğrencilere somut ve soyut temsil biçimleri arasında ilişkilendirme yapabilecekleri problemler çözdürülmesini de önermektedir. Program, ilişkilendirme becerisinin kazandırılabilmesi için öğrencilerde, matematiksel kavram ve kuralları çoklu temsil biçimleri ile gösterebilme ve bu temsil biçimleri arasında ilişki kurabilme becerilerinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

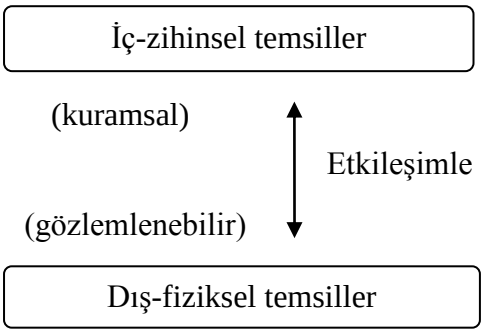
Altun (2002), matematiğin bir soyutlama bilimi olduğunu ve matematiksel kavramların soyutlama sonucu elde edilmekte olduğunu belirtmiştir. Bir geometrik şekil, çevrede rastlanan varlıklardan soyutlanan bir kavramdır. Kavramın öğretiminde, kavramı düşündürecek ve fark ettirecek materyallerin seçilmesi de bundan ötürüdür. Tall (1991), matematiksel kavramların nasıl zihinsel temsili oluşturabildiğini açıklamak için Kaput (1987)'un teorisini kullanmıştır. Bu teoriye göre, bir zihinsel temsil oluşturma davranışı, temsil sistemine dayanarak materyal olabilecek (örneğin somut, elle yapılmış) şeyler aracılığıyla gerçekleştirilir. Zihinsel temsiller zihinde, bu somut temsil sistemlerine dayanarak oluşur. Böylece birey aynı matematiksel kavram için bir tek veya rekabet eden çeşitli zihinsel temsiller oluşturur.

Tall (1991)'a göre, modelleme süreci de temsil etme süreci ile ilişkili olarak açıklanabilir. Temsil etme süreci, modelleme süreci ile benzerdir, fakat farklı düzeydedir. Zihinsel temsil matematiksel modelle ilgilidir, tıpkı matematiksel modelin fiziksel sistemle ilgili olması gibi. Her biri diğerlerine kısmen yardımcı olur. Her biri diğerinin bazı özelliklerini yansıtır ve her biri sistemi dikkatle, zihinsel olarak manipule etmede bir diğerinin kapasitesini artırır.

Tall (1991)'e göre, bir kavramın zengin temsilleri soyutlamayı güçlü olarak destekler. Temsil o kavramın bağlantılarının çoğunu kapsadıkça zenginleşir. Eğer problem çözümünde esnekliğe izin veren çok az öğe varsa, temsil zayıf olur. Kuşkusuz böyle bir görsel imaj, öğrencilerin zihinsel temsil çıkarımlarını inşa etmelerine yardım eder ve güçlendirir. Tall (1991), görsel olarak desteklenmiş soyutlamanın ayrıntılı bir incelemesini veren Kautschitsch (1988)'nin bulgusuna dikkat çekerek, dinamik görsel sıraların hareket sıralarıyla benzerliğinden dolayı, soyutlamayı güçlü olarak desteklediğini vurgulamıştır.

Zimmerman ve Cunningham (1991), matematikte görselleştirmenin bir imaj oluşturma (zihnen, ya da kağıt ve kalem ile, yada teknoloji yardımı ile), daha iyi bir matematiksel anlayış elde etmek amacıyla onları kullanma ve matematiksel keşfetme sürecini benzetme (simulating) süreci olduğuna işaret etmişlerdir. Presmeg (1986a)'e göre görsel imaj, görsel ya da uzamsal bilgileri temsil eden zihinsel bir şemadır. Presmeg (1986b), imajların (imagery) farklı tiplerini tanımlamıştır: somut resimsel imajlar (zihindeki resimler olarak bilinen net ve yoğun imajlar), örüntü imajları (bir görsel-uzamsal şema aracılığıyla temsil edilen ilişkiler), formüllerin bellek imajları (bazı insanlar zihinlerinde bir tahtada ya da bir defterde yazılı bir formül görürler), kinestetik imajlar (kas hareketleri içeren imajlar), dinamik imajlar (hareketli imajlar).

Kaput (1995), matematiksel deneyimde, zihinsel ve fiziksel olmak üzere iki yapı kaynağı arasındaki ayrımı ortaya koymuştur. Zihinsel aktivite, fiziksel aktiviteden ayrı olarak gerçekleşebilirse de, bu ikisi beraber hareket eder ve beraber gelişirler. Zihinsel yapılar sonuç olarak fiziksel materyal üzerindeki dokunsal ve devinimsel veya basitçe görsel olabilen fiziksel aktiviteye dayanmaktadır. Bazı fiziksel aktiviteler ve ilişkili zihinsel yapılar, günlük gelişimin ve yaşamın parçasıdır ve bu nedenle güçlü, otomatik ve kararlıdır.



Şekil 1.1. Etkileşimli Bakış Açısı (Kaput, 1995)

Moyer (2001)'e göre, manipülatif materyaller soyut matematiksel fikirleri somut olarak ve açıkça göstermek için planlanmış nesnelerdir. Öğrenenin bu materyalleri aktif olarak manipüle etmesi, soyut kavramların zihinsel manipülasyonunda kullanılabilen imajların bir birikimini geliştirmesinde ona destek verir.

Manipülatifler, öğrencinin sadece teorik kavramları ve matematiksel gerçekleri ezberlemeye odaklanması yerine, daha anlamlı şekilde düşünmesinde ve muhakeme yapmasında, ona yardım edecek önemli araçlar olabilirler. Öğrencilere miktarları karşılaştırmak için bloklar ve küpler gibi manipülatiflerle somut yollar göstermek, birbirine bağlı matematiksel fikirlerin gelişimine katkıda bulunabilir (Stein ve Bovalino, 2001). İster manipülatifler, ister somut nesneler, isterse fiziksel nesneler olarak adlandırılsınlar, matematik öğrenmenin gelişimi için çoğunlukla onların hayati öneme sahip olduğu düşünülür (Ball, 1992).

Moyer, Bolyard ve Spikell (2001), sanal manipülatifleri ele aldıkları çalışmalarında dinamik materyallerin öğrencilerin bilişsel soyutlamalarında avantaj sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Matematiği etkili bir şekilde öğretebilmek, eğitimcilerin sınıfta anlamlı matematik öğrenmeyi destekleyecek türden temsiller seçmesini gerektirir. Eğer öğretmenler statik olan yerine, dinamik bir temsil seçerlerse, öğrencilerin geliştirdiği bilişsel soyutlama çeşitleri belirgin şekilde farklı olabilir. Çünkü bu, matematiksel kavamların öğrencilerin kendi temsillerini özümsemeleri açısından bir avantajdır. Onlara göre, matematik deneyimleri aracılığıyla dinamik araçlarla etkileşim, öğrencilerin bu soyutlamaları özümsemelerinde çok daha güçlü olabilir.

Moyer (2001)'e göre, öğretmenler, öğrencilere kendi düşüncelerini geliştiren temsiller sağlayan matematik çevreleri yaratmada önemli bir rol oynar. Moyer (2001), öğretmenlerin genellikle manipülatifleri eğlence olarak yorumladıklarını ve öğretmenlerin matematik öğretmek için manipülatifleri kullanma sebeplerinin bu kelimenin anlamı içinde gizli olduğunu belirlemiştir.

Öğretmenlerin "temsiller bilgisi"ni inceleyen çalışmalar, onların matematiksel fikirlerin temsillere nasıl dönüştürüleceğini iyi bilmediklerini belgelemiştir (Ball, 1990; Orton, 1988; akt. Moyer, 2001). Moyer (2001)'e göre temsilleri kullanmak bilgi yapılanmasını desteklese de, fikirlerin içsel temsili öğrenenden gelir. Manipülatifler araçlar olarak, soyutlamaları öğrenenin yeni bilgiyi mevcut bir bilgiyle ilişkilendirmesinde erişebileceği bir forma dönüştürmek için öğretmene yardım edebilir. Bu durumda, öğretmenlerin matematiksel nesneler ve eylemler biçimindeki temsillerle, soyut kavramlar arasında dönüşüm yapmasında öğrencilere rehberlik etmesi gerekir. Böylece öğrenci kendi bilgisi ile yeni bilgi arasındaki ilişkiyi görebilir. Öğretmenlerin bunu yapmasının kolay bir şey olduğu iddia edilebilirse de, aslında öyle değildir. Öğretmenler,

- Öğrencilerin matematiksel düşünmelerinin temsillerini yorumlamakta,
- Matematiksel fikirler arasındaki bağlantıları ortaya çıkarmak ve açıklamakta,
- Matematik öğrenimi için uygun somut ortamlar geliştirmekte zorlanırlar.

Öğrenciler, temsillerine matematiksel fikirler için değer yansıtan ve karmaşık soyut anlayışları geliştirmelerinde onlara yardım eden öğretmenlere ihtiyaç duyarlar. (Clements, 1999). Shulman (1987)'a göre bir öğretmenin sahip olması gereken bilgi yedi başlıkta sınıflandırılabilir: (1) Alan bilgisi, (2) pedagojik alan bilgisi, (3) alan müfredat bilgisi, (4) pedagoji bilgisi, (5) öğrencilerin bilgisi, (6) eğitim ortamı bilgisi, (7) eğitim ile ilgili amaçlar bilgisi. Bunlardan "pedagojik alan bilgisi", bir alan uzmanının bilgisi ile bir pedagogun bilgisini ayırt eden en önemli başlıktır. Shulman (1986)'a göre pedagojik alan bilgisi, fikirlerin en işe yarar gösterimlerini, kavramlara ilişkin en güçlü analojileri, temsilleri, örnekleri ve açıklamaları bilmeyi içerir. Ayrıca

pedagojik alan bilgisi, belirli konuların öğrenilmesini kolaylaştıran veya zorlaştıran noktaları, öğrencilerin kavram yanılgılarını, farklı yaş ve düzeydeki öğrencilerin kavramlarla ilgili düşüncelerini, algılarını ve ön bilgilerini bilmeyi de içerir.

Eğitimciler hareketli materyal [HM] geliştiririken ya da öğrencilerinden bunu yapmalarını isterlerken, HM geliştirme sürecinin bu çalışma ile ortaya konacak modelinden yararlanabilirler. HM geliştirme sürecini bilen eğitimciler, matematiksel fikirlerin temsillere nasıl dönüştürüleceği, öğrencilerin zihinsel temsillerini yorumlama, matematiksel fikirler arasındaki ilişkileri açıklama ve öğrencilerin düşünceleri, algıları ve ön bilgileri ile ilgili konularda bilgi sahibi olabilirler. Aynı zamanda öğrencilerin kendi bilgilerini kendilerinin oluşturmasına imkan veren, uygun somut ortamlar geliştirebilirler. Bu sayede matematik eğitimcileri, ileri matematiksel bilgileri oluşturmalarında öğrencilerine daha etkili rehberlik edebilirler.

1.2. Araştırmanın Amacı :

Bu araştımanın amacı "Öğretim Teknolojisi ve Materyal Geliştirme [ÖTMG]" dersine devam eden matematik öğretmen adayları [MÖA]' nın, ortaöğretim matematik eğitimine yönelik HM geliştirme sürecindeki gelişimlerini, grounded theory (gömülü teori) [GT]'nin tekniklerini kullanarak ortaya koymaktır. Bu çalışma, aşağıdaki araştırma soruları tarafından yönlendirilmiştir:

1. Öğretmen adayları, ortaöğretim matematik öğrenme alanlarındaki matematiksel kavramları modellerken hangi matematiksel bilgiyi kullanacaklarına nasıl karar vermektedir?
2. Öğretmen adayları ortaöğretim matematik eğitimine yönelik HM geliştirirken fikir üretmeyi nasıl başarmaktadır?
3. Öğretmen adayları ortaöğretim matematik alanlarındaki matematiksel kavramı modellerken nelere dikkat etmektedirler?
4. Öğretmen adayları ortaöğretim matematik eğitimine yönelik HM'in yapımını nasıl gerçekleştirmektedirler?

1.3. Araştırmanın Önemi:

Manipülatiflerle ilgili çalışmalar daha çok temel eğitim düzeyinde yoğunlaşmıştır (Uttal, Scudder ve Deloache, 1997; Kamii, Lewis, Barbara ve Kirkland, 2001; Kelly ve Catherine, 2006). Manipülatiflerin somut doğasından dolayı küçük yaşlardaki öğrenciler için uygun olduğu genel olarak kabul görür. Örneğin Ball (1992), bu genel kabulü şöyle belirtmektedir: "somut" doğal olarak iyidir, "soyut" ise öze uygun değildir, en azından başlangıçta, en azından küçük yaştaki öğrenenler için. Ball (1992) için manipülatifler kullanılarak matematiksel gerçekler, direkt olarak görülebilir. Çünkü materyaller gerçektir, fiziksel olarak hazırdır ve çocuğun fikirlerini birbirine tutturur. Konuyu doğru bir şekilde örneklemek için gerçek materyaller hareket ettirilebilir ve çocuk tarafından görsel olarak tecrübe edilebilir. Eğitimcilere göre manipülatifler yararlıdır; çünkü somutturlar ve bu nedenle çocukların soyut şekilde ya da sembollerle muhakeme yapmaları gerekmez. Bu nesnelerle deneyim, kapsadıkları soyut kuralları keşfetmelerinde çocuklara yardım ederler (Uttal, Scudder ve Deloache, 1997).

Piaget (1952), çocukların yalnızca kelimelerle ve sembollerle sunulan soyut matematik kavramları anlayacak zihinsel olgunluğa sahip olmadığını ve öğrenmenin oluşması için somut materyallerle birçok deneyime ve çizime ihtiyaçları olduğunu ileri sürmüştür. Skemp (1987)'in teorisi, öğrencilerin başlangıçta fiziksel nesnelerle deneyimlerinin ve etkileşimlerinin soyut seviyedeki sonraki öğrenmenin temelini oluşturacağını desteklemektedir (akt. Moyer, 2001).

Eisenberg ve DiBiase (1995)'e göre geleneksel olarak, "matematiksel nesneler", "çocukların nesneleri" olarak görülürler. Matematiksel nesneler elemanter düzey öğretmenlerinde daha popülerdir. Eisenberg ve DiBiase (1995), matematiksel nesne kullanımının neden lise ve üniversitede de yaygın olmadığı sorusunun (neden genel matematik öğrencileri için ya da Öklidyen olmayan geometriler, cisim teorisi, Fourier transformları için tasarlanmış hiç matematiksel nesne yoktur?) cevabının kısmen teknolojik boyutta olduğunu düşünmektedirler. Yani, ileri konular için uygun

manipülatifler oluşturmak teknolojik gelişmişlik gerektiriyor olabilir, ya da cevap duyuşsal boyutta yatıyor olabilir(manipülatifler çocukların işleriyle ilişkili olduğundan büyük çocuklar onları kullanmakta gönülsüzdürler). Onlara göre, aslında matematiksel nesneler özellikle ileri matematiksel konularda değerli olabilir.

Herhangi bir matematiksel nesne veya süreç hakkında konuşurken ya da düşünürken, zihnimizde bir şeylerle ilişkilendiririz. Bunlar o nesne ya da kavramın zihnimizdeki temsilleridir. Kavramların çok sayıda bağlantılı görüntülerini içeren zengin temsillerine sahip olmak, matematikte başarıyı artırır. Bir öğrenci matematiksel durumlardan bilinçlice soyutlamalar yapma yeteneğini geliştirirse, ileri matematiksel düşünmeyi başarmıştır. Eğer, uygun görüntüler bulunabilirse öğrencilerin soyutlama ile meşgul olmasına kesinlikle yardım eder. Böyle bir görüntü, öğrencilerin zihinsel temsil ve çıkarımlarını inşa etmelerine yardım eder ve güçlendirir (Tall, 1991).

Eisenberg ve DiBiase (1995)'e göre geleneksel olarak matematiksel manipülatifler tasarlanmış ve hazır satılan nesnelerdir (sayı blokları ve teraziler gibi). Bunlar öğrencinin kullanımına hazır şekilde önceden tasarlanmış ve yapılmıştır. Bu hareketli nesneleri kullanmaktan çok, öğrencilere bunları oluşturma araçlarının sağlanmasının bir çok yaralı sonuçları vardır. Bunlardan biri, yalnız kullanma değil de yapım aktivitesine katılma izni verilen öğrencinin, tasarlanacak matematiksel nesnenin oluşturulmasını iyice düşünme, ölçüp biçme fırsatına sahip olmasıdır. Eisenberg ve DiBiase (1995), bazı matematikçilerin (Hadamard ve Fomenko) yazılarında soyut kavramların kişselleştirilmiş görsel gösterimlerini oluşturma yeteneğinin, gösterimleri basitçe hatırlama yeteneğine göre matematiksel anlamada çok daha önemli olduğunu söylediklerinden yola çıkarak öğrencilerin matematiksel nesneleri sadece kullanmaları değil de onların ustalıkla yapılmarına da katılmalarının gerekli olabileceğini belirtmişlerdir.

Cangelosi (2003)'ye göre somut nesneler, modeller ve ölçme araçları ile çalıştıkları öğrenme aktiviteleri, ilkokul seviyesindeki matematik derslerinde yaygındır, fakat ortaokul ve lise seviyelerinde geçmişten günümüze oldukça azdır. Ona göre, bütün öğrenciler hatta üniversitedekiler bile, manipulatifler ve somut modellerle çalışma

deneyimlerine ihtiyaç duyarlar. Bu, özellikle nesnelerin bir bağlantısını keşfetmek için ders deneyim aşamaları ile tümevarımsal akıl yürütmeyi geliştirmekte önemlidir. Çoğu matematiksel kavramlar ve ilişkiler için öğrenciler somut örneklerden çalışmalıdır.

Materyaller (yani, hareketli nesneler) en zor matematiksel kavramların bile anlaşılmasını kolaylaştırır (Kennedy ve Tipps, 1994). Hareketli nesneler öğrencilerin soyut matematiksel kavramlarla gerçek nesneleri bağlamasına imkân verir (Uttal, Scudder ve Deloache, 1997).

Bu çalışmada ortaöğretim matematik öğretmen adayları [MÖA]'nın HM geliştirme süreci incelenmiştir. Yapılan literatür taraması sonucunda, manipülatiflerle ilgili ulaşılabilen araştırmaların çoğu, ilköğretim matematik derslerine ilişkindir. Ortaöğretim matematik derslerine yönelik manipülatiflerle ilgili az sayıda çalışmaya ulaşılabilmiştir. Manipülatiflerle ilgili ilköğretime yönelik pek çok çalışma olmasına rağmen, ortaöğretimdeki araştırmaların sınırlı olması çalışmayı yeni ve farklı kılmaktadır. Ayrıca, ulaşılabilen çalışmalar arasında ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının HM geliştirme sürecini inceleyen bir araştırmaya rastlanmamıştır. Çalışma, ortaöğretim düzeyindeki çalışmaların eksikliğinden doğan boşluğu kapatması açısından önem taşımaktadır. Bu çalışma benzer çalışmalar için bir basamak ve kaynak niteliği taşıyacaktır. Hazırlanan hareketli materyallerin ileride geliştirilip çoğaltılarak matematik öğretiminde kullanılması da ortaöğretim matematik eğitimine önemli katkılar sağlayacaktır. Diğer yandan, öğretmen adaylarının HM geliştirme sürecinin bilinmesi, onların "temsiller bilgisi"ni geliştirebilmeleri açısından eğitilmelerine katkı sağlayacak önemli bir adım olabilir. Bu çalışmadan elde edilecek sonuçlar, matematik eğitimcilerinin HM geliştirme konusunda bilgilerinin artmasına ve bu sayede matematik eğitimcilerine, ileri matematiksel bilgileri oluşturma ve matematiksel fikirleri matematiksel temsillere dönüştürme konularında öğrencilerini desteklemeleri ve geliştirme açısından katkı sağlayabilir. Bu tespitler ışığında, MÖA'nın ortaöğretim matematik derslerine yönelik HM geliştirme sürecinin araştırmaya değer bir problem durumu oluşturduğu düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları:

Bu araştırmanın sınırlılıkları şunlardır:

- Araştırma, farklı üniversitelerdeki MÖA ile yapılamamıştır. Bu nedenle araştırma, yapıldığı üniversite ile sınırlıdır.

- Bu araştırmada GT teknikleri kullanılmıştır. Bu nedenle araştırmada elde edilen bulgular bu tekniklerle sınırlıdır.

1.5. Araştırmanın Varsayımları:

Bu çalışmada araştırmaya katılan MÖA'nın, yapılan görüşmelerde samimi ve tarafsız cevap verdikleri varsayılmıştır.

1.6. Tanımlar:

Zihinsel temsil: Zihinsel temsil, bireyin etkilendiği dış dünyada kullanılan referansların çerçevesi ve iç şemasını gösterir. Bu, dış dünyanın belirgin parçalarını düşünürken zihinde meydana gelenlerle ilgilidir ve kişiden kişiye değişebilir. Bir kavramı "temsil etmek" demek, o kavramın örneklerini, modellerini, görüntülerini meydana getirmek demektir (Tall, 1991).

Kavram imajı (zihinsel görüntü): Bütün zihinsel resimleri ve ilişkili özellik ve işlemleri içeren kavramla ilişkili tüm bilişsel yapıyı tanımlar (Tall, 1991).

Modelleme: Modelleme, tanımlanan nesne, sistem veya sürecin asıl belirleyici özelliğini içeren matematiksel bir yapı veya teori kurma anlamına gelir. Bu yapı veya teori daha sonra modellenen süreç veya nesnenin davranışı üzerine çalışmak için kullanılabilir (Tall, 1991).

Manipülatif: Heddens'e (2005) göre, manipülatif materyaller, öğrenciler tarafından dokunulabilir ve hareket ettirilebilir, birden çok duyuya hitap edebilen, matematiksel kavramları içeren somut modellerdir.

II. BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

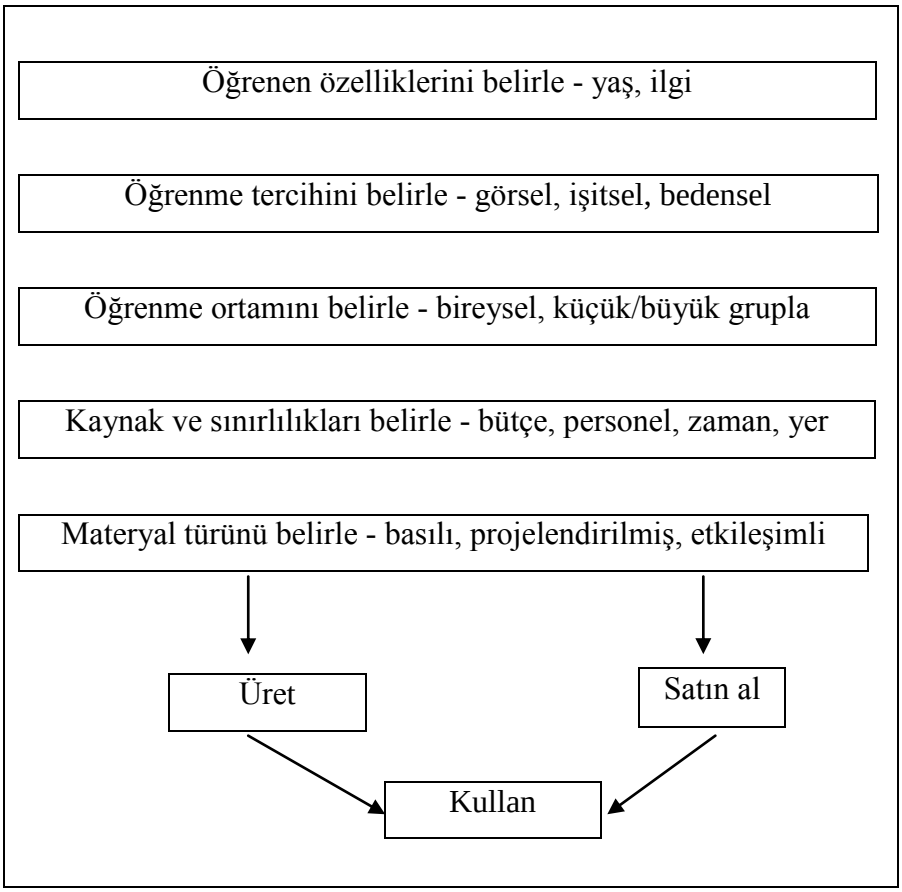
2.1. Öğretim Materyalleri ve Materyal Geliştirme

Öğretim materyalleri, öğrenme-öğretme yaşantıları içeriğinin yapı ve düzenini ifade eden genelde ucuz ve geçici nitelikte öğrenme ve öğretme yardımcılarıdır (Uşun, 2006). Farklı öğretim materyallerinin öğretim ortamlarındaki işlevleri ve önemi Edgar Dale (1969) tarafından oluşturulan yaşantı konisinde gösterilmiştir:



Şekil 2.1. Dale (1969) tarafından oluşturulan yaşantı konisi

Materyalleri seçmeye ya da geliştirmeye karar verirken şu kriterlerden yararlanılır: (1) Güdülenme sağlanmalıdır, (2) içeriğe uygun olmalıdır, (3) içerik uygun bir sıra izlemelidir, (4) uygulanabilir bir içerik taşımalıdır, (5) gerekli bilgilerin tamamı verilmiş olamlıdır, (6) uygun araştırmalarla desteklenmelidir, (7) yeterli tamamlama etkinliklerini içermelidir, (8) uygun geri bildirim verilmelidir, (9) izlenecek yönergeleri içermelidir, (10) öğrenene yeterli rehberlik ve yönlendirme sağlamalıdır, (11) bilginin transferini ve hafızayı desteklemelidir (Dick, Carey&Carey, 2001; akt. Fer, 2009).



Şekil 2.2. Öğretim Materyali Seçmeye Veya Geliştirmeye Karar Verirken Yapılacak İşlemler (Seels ve Glasgow, 1998; akt. Fer, 2009).

Araç gereçlerin öğretme-öğrenme sürecindeki en önemli rollerinden biri fikirleri somutlaştırması, anlaması güç olgu ve olayları basitleştirmesidir. Resimler, grafikler haritalar, modeller, filmler vb. ders ve tartışma sürelerinde tasarruf sağlarlar, öğrenciler daha kısa sürede daha etkili öğrenirler (Vural, 2003).

Modeller, asıl cisimden daha büyük ya da daha küçük olabildiği gibi yerini tuttuğu gerçek eşya ile tamamen aynı büyüklükte ve yapıda da olabilir. Modeller bazen gerçek olmayan ancak insanlar tarafından tasarlanan cisim yapı ya da fikirleri temsil edebilir. Yani tamamen hayali ve kuramsal olabilir. Gerçek olmayan soyut düşünce tasarı ve kavramların açıklanmasına yardım eder (Çilenti, 1991). Reynolds ve Anderson (1992)'a göre bir model sistemin gerçeki olmayan temsilidir (ya da temsil ulaşılamaz olabilir). Bir başka sistemi ya da süreci göstermek için bilgisayar destekli öğrenme sisteminin kullanımı modellemedir. Öğrenci, değerleri değiştirebilir ya da değişimin etkilerini model üzerinde görebilir. Öğretmen, daha küçük ya da kısmi bileşenleri, gerçek donanımlara göre kullanarak sistemin bir modelini kurmayı seçebilir. Örneğin, bir büyük sistemin çalışmasını simüle etmek için, bir el arabasına sarılı basınç anahtarları, ölçme aleti, depo, ve bir pompa kullanabiliriz. Bu çeşit simülasyon, bilgisayarsız, "manuel" simülasyon olarak düşünülür.

Bir modelin yapımının ve kullanımının genel amacı gerçek dünyadaki problemleri anlamak ve çözmektir (Mogens Niss, Werner Blum ve Peter Galbraith, 2007).

Matematiksel modellemeler, matematiksel düşünme becerileri kazanılmasına ve bu becerilerin geliştirilmesine katkı sağlar. Matematiksel modellemeler, öğrenme sürecinde bilişsel yapıların oluşmasını kolaylaştırıp öğrencilerin gerekli matematiksel bilgi ve becerilerini gerçek hayat problemlerine uygulayabilme davranışını kazanmalarını hızlandırır. Matematik öğrenimindeki modelleme etkinlikleri; kavramların doğrulanmasında, tanımlanmasında, genelleştrilmesindeki zorlukların ve stratejilerin gözlem ve analizinde, öğrenme ve iletişim kurma becerileri kazanma sürecinde etkin rol oynamaktadır (MEB, 2005).

Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ve uygulamalarını başarılı yollarla öğretimlerinde kullanabilmeleri için, onların eğitimleri boyunca ve mesleki gelişimdeki hizmet içi faliyetler yolu ile kapasitelerini geliştirecek fırsatlara ihtiyaçları vardır (Mogens Niss, Werner Blum ve Peter Galbraith, 2007).

Eğitim Fakültelerinin yeniden yapılandırılması çerçevesinde tüm bölümlere zorunlu ders olarak konulan ÖTMG dersinin içeriği Yüksek Öğretim Kurumu başkanlığı (1999)'ında şu şekilde belirtilmiştir: Çeşitli öğretim teknolojilerinin özellikleri, öğretim sürecindeki yeri ve kullanımı, öğretim teknolojileri yoluyla öğretim materyallerinin (çalışma yaprakları, saydamlar, slaytlar, video, bilgisayar temelli ders materyali, vb.) geliştirilmesi ve çeşitli nitelikteki materyallerin değerlendirilmesi (Uşun, 2006). Bu araştırma, ÖTMG dersinin materyal geliştirme ile ilgili kısmına yöneliktir.

YÖK tarafından hazırlanan ÖTMG dersinin içeriği incelendiğinde, öğretmen adaylarının bu dersi tamamladıktan sonra çeşitli öğretim teknolojilerinin özelliklerini (bunların birbirine göre yararlılıkları ve sınırlılıkları, kullanım alanları vb.) bilme ve bunları kullanabilme becerileri kazanmış olmaları gerekir. Bununla birlikte, öğretmen adaylarının derslerinde kullanmak üzere yeni öğretim materyalleri geliştirebilmeleri ya da var olan materyallerin niteliklerini değerlendirebilmeleri yeterliliklerini de kazanmış olmaları gerekir (Uşun, 2006).

En geleneksel öğretim sistemlerinde, öğretmenler kendi öğretim materyallerini tasarlamazlar ya da geliştirmezler. Bunun yerine, ders planlarına entegre edecekleri bu materyaller, verilmiştir (ya da seçilmiştir). Aksine, öğretim sistemi tasarımı, materyallerin geliştirilmesinin ve seçiminin, tasarım çabasının önemli bir parçası olarak altını çizer (Gagné, Briggs ve Wager, 1992).

Öğretmenler, planlanan hedefler kısmı için kullanılabilir, gerçekten uygun materyaller olmadığı zaman, öğretimi düzenlemekte sıkıntı duyabilirler. Genellikle, yapabildikleri kadar uyarlarlar. Çoğunlukla öğretmenler uygun materyali bulurlar. Tehlike şudur ki, öğretmenler bazen kolaylık için var olan materyalleri seçerler. Aslında, bu durumda, onların kullanılabilir materyallerine uyacak şekilde, öğretim amaçları değişmektedir. Bu durumda, öğrenciler öğretimsel hedeflerle ilgisiz bilgi ya da öğrenme becerileri alabilirler (Gagné, Briggs ve Wager, 1992).

Gagné, Briggs ve Wager (1992) çalışmalarında, ortaya çıkan bir kaç genel prensipten söz etmişlerdir. Birincisi, hedefler ne kadar çok yenilikçi olursa, materyallerin büyük bir kısmının geliştirilmesi o kadar mümkün olur çünkü bunların ticari olarak hazır olması muhtemel değildir. İkincisi, belirli bir dağıtım sistemi için materyaller geliştirmek, mevcut olanalardan bir seçim yapmaya göre, hemen hemen her zaman daha pahalıdır. Üçüncüsü, mevcut materyalleri seçerek ve onları öğretimin tüm istenen hedeflerinin kapsamını sağlayan bir modüle entegre ederek, geliştirme giderlerini kurtarmak mümkündür. Dördüncüsü, öğretmenin rolü dağıtım sisteminin seçiminden ve materyallerin tamlığından etkilenmektedir çünkü öğretmen, öğrenenlerin ihtiyaç duyabileceği her hangi eksik durumları, sağlamak zorunda kalacaktır.

2.2. Manipülatifler

Manipülatifler, matematiksel işlemleri ve kavramları temsil etmek veya modellemek için kullanılan somut materyallerdir. Çocuklar, uçakların veya yelkenli gemilerin modelini yapar, onları çalışır ve öğrenirler. Benzer şekilde öğrenciler, iki basamaklı sayıları veya bölünmenin modelini yapabilir ve ondan öğrenebilir. Bu iki durum arasındaki fark, uçak ve bot modelleri, asıl somut şeylerin daha küçük versiyonu iken sayı ve bölme modellerinin soyut kavramların somut modelleri olmasıdır (Long ve DeTemple, 2003).

Somut modelin her özelliği matematiksel olarak önemli değildir. Örneğin, bir çok öğretmen "5" sayısını temsil etmek için bir sarı tahta çubuk kullanır fakat "sarılık"ın "beşlik" ile kesinlikle hiç bir ilgisi yoktur. Çocuğun, matematiksel fikrin özellikleri olarak modelin uygunsuz özelliklerini soyutlamasını önlemek için, önemli kavramlarda çoklu modeller kullanılmalıdır. Öğrenci, aynı fikirlerin algısal olarak biri diğerinden oldukça farklı olan çoklu modellerinden, yalnızca matematiksel kavramda ortak olanları soyutlar. Bu soyutlama anlamlı matematik öğrenimine götürmektedir (Long ve DeTemple, 2003).

Manipülatifler ve somut modeller elemanter matematik müfredatında hemen hemen her yerde kullanılabilir ve bütün öğrencilere kullanılmalıdır. Yeni konular sunulurken somut materyallerin kullanımı, anlayışlarını sembolik olarak göstermeye çalışmadan önce öğrencilerin gerekli temel deneyimleri kazanmasına izin verir. Fakat manipulatiflerin akıllıca kullanımı, ayrıca en etkili şekilde iyileşme sağlayabilir. Öğrencileri, matematikle ilişkili somut aktivitelerle meşgul etmek, sürecin hangi kısmının karışıklığa neden olduğunu tam olarak tanımlamalarında sık sık onlara yardım eder (Long ve DeTemple, 2003).

İyi manipülatifler, matematiksel fikirlerin çeşitli temsillerini oluşturmada, güçlendirmede ve bağlamada öğrencilere yardım edenlerdir. Küçük çocuklar çoğunlukla sahip oldukları bilginin bir zihinsel temsilini etkili bir şekilde yaratamazlar (Greeno ve Riley, 1987; akt. Celements, 1999). Celements (1999)'e göre bu, iyi manipülatiflerin nerede önemli rol oynayabileceğini gösterir. Manipülatif kullanımı sadece küçük çocuklar için önemli değildir, daha büyük çocuklar da uygun somut aktiviteden çok yarar sağlayabilir (Long ve DeTemple, 2003).

Çocuklar buzlu şeker çubukları demetini ve tek çubuk kullandıklarında onlukları, birlikleri temsil ederler veya geometri tahtası üzerinde kareleri, üçgenleri göstermek için kauçuk şeritleri çiviler etrafında gererek matematiksel fikirleri modellemek için manipülatifler kullanırlar. Bazı sık kullanılan manipüle edilebilir materyaller, manipülatiflerin bu tanımına uymaz. Okuma fişleri, örneğin, kesinlikle

manipüle edilebilir olmalarına rağmen asla matematiksel fikirleri modellemek için kullanılmazlar. İyi öğretmenler, eşyaların büyük bir çeşitliliğini manipülatifler olarak kullanır. Buzlu şeker çubukları, kuru fasülyeler, düz taşlar, yumurta kartonları ve poker fişlerinin hepsi pahalı olmayan ve etkili materyallerdir. Ayrıca daha özel modelleme amaçları için hizmet veren ticari materyaller vardır. Bunlardan bazıları, onluk taban blokları, geometri tahtası, kesir şeritleri ve cebir tahtalarıdır (Long ve DeTemple, 2003).

Manipülatiflerle ilgili yapılmış arştırmalarda genel olarak matematik öğretimleri süresince manipülatifler kullanılan öğrencilerin kullanılmayanlara göre daha iyi performans gösterdikleri bulunmuştur (Driscoll, 1983; Raphael ve Wahlsrom, 1989; Sowell 1989; Suydam, 1986). Ne var ki, bazı çalışmalar öğrencilerin başarı seviyelerinin öğretmenlerin manipülatifler kullanma tecrübeleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir (Sowell, 1989; Raphael ve Wahlsrom, 1989). Diğer bazı araştırmalar manipülatifleri kullanmanın farklı yetenek seviyesindeki öğrenciler (Prigge, 1978; Threadgill-Sowder ve Juilfs, 1980), sözel etkileşimlerin sıklığı (Baranes, 1988) ve öğrencilerin matematiğe karşı tutumları (Sowell, 1989) üzerindeki etkilerine odaklanmışlardır. Ayrıca, bir kaç çalışma, (e.g Gilbert and Bush, 1988; Scott, 1983; Weiss, 1994) öğretmenlerin seçilmiş inançları kadar, öğretmenlerin manipülatifleri kullanma pratiklerine de odaklandı, ve manipülatif kullanma sıklığını belgeledi (akt.Moyer, 2001).

Son yirmi yıldaki araştırma, temel matematik öğretiminde manipülatif kullanımının düzenli olarak büyüdüğünü göstermektedir. 1977' de Suydam ve Higgins öğretimde manipülatif materyallerin etkinliğini ele alan araştırmalarla, manipülatif materyallerle yapılan öğretimde manipülatifsiz öğretime göre, daha büyük matematik başarısı elde etmenin mümkün olduğu sonucuna ulaştılar. Sowell, Suydam ve Higgins'den çok daha güçlü bir sonuç önermiştir: manipülatif materyaller başarı üzerinde önemli ölçüde pozitif etkiye sahiptir, özellikle uzun zaman periyotlarında kullanıldığında. Ayrıca Sowell, somut materyallerin öğretimde kullanımının öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarının gelişiminde etkili olduğunu buldu (Long ve DeTemple, 2003).

Çalışmalar, öğretimin somut şekilde başlamasını önermesine rağmen ayrıca manipülatiflerin anlamlı öğrenmeyi garanti etmek için yeterli olmadıkları konusunda uyarmaktadır (Celements, 1999). Ball (1992), bu materyallerin büyü olmadığını belirtir ve "kinestetik deneyimler, düşünmeyi ve algıyı artırsa da, anlama parmak uçlarından yukarı kollara yolculuk yapmaz" diyerek matematik öğrenme için etkili araçlar yaratmanın bu kadar basit olmadığını anlatır. Ona göre, matematiksel bilginin bu materyallerin kullanımıyla otomatik olarak ortaya çıkacağını düşünmekle yanılırız. Buna ek olarak, herhangi bir aracın kullanımının, o aracın kendisi kadar önemli olduğunu da söyler ve öğrencilerin amaca doğru bu materyallerle çalışırken hangi çeşit konuşma ve iletişim yolu bulanacağının önemli olduğunu da vurgular.

2.3. İlgili Araştırmalar

Manipülatiflerle ilgili çalışmalar daha çok temel eğitim düzeyinde yoğunlaşmıştır. Ortaöğretim veya daha ileri seviyede çalışmalar ise sınırlıdır. Aşağıda bu çalışmalara yer verilmektedir.

Deloache, Uttal ve Scudder (1997), çalışmalarında matematik öğretiminde somut nesnlerin kullanımı üzerine yeni bir bakış önermişlerdir. Bu çalışmada matematiksel açıklamaların somut ve soyut formları arasındaki keskin farkın doğrulanamayabileceğini tartışırlar. Bunun yerine hareketli nesnelerin de ayrıca birer sembol olduklarına inanılmıştır. Çalışma, küçük çocukların sembolik bağlantıları nasıl anladıkları ile manipülatifleri anlayışlarının ilgili olması üzerinedir. Çocukların hareketli nesneler kullanırken karşılaştırkları bir çok problem diğer sembol sisitemlerini kullanırken karşılaştıklarına bezerdir. Manipülatiflerin kullanımın başarısı onları sembollerin yerini tutan şeyler yerine semboller gibi görmeye bağlıdır.

Kamii, Lewis, Barbara ve Kirkland (2001), çalışmalarında Piaget'nin çocukların mantıksal matematiksel bilgileri nasıl elde ettiğini açıklayan teorisi ışığında manipülatiflerin yararlılığını incelemişlerdir. Çocuklar kendi düşünceleri ile mantıksal

matematiksel bilgilerini oluştururken onları problem çözmede düşünmeye yüreklendirmek için hareketli nesneler arzu edilir. Belli bir nesne eğer belli bir yolla kullanılırsa yararlı olabilir fakat başka bir yolla olmayabilir. Aynı nesne belli bir zamanda kullanışlı olabilir fakat başka bir zamanda olmayabilir. Sonuç olarak araştırmalarında matematiksel ilişkilerin nesnelerde mevcut olmadığını ve çocukların da bu ilişkileri nesnelerden deneysel soyutlamalarla elde etmediklerini gösterirler. Bu nesnelerin çocukları düşünmeye, uzamsal bağlantılar yapmaya ve nümerik düşünmeye teşvik ettikleri, düşünmeye sevk etme kalitelerine göre yararlı ya da yararsız oldukları sonucuna ulaşırlar.

Kelly (2006), çalışmasında çocukların matematik konuları üzerinde çalışırken manipülatifleri nasıl kullandıkları üzerine yoğunlaşarak temel öğretim sınıflarında problem çözmeyi incelerler. Bu çalışma, öğretmenlerin çocuklara matematiksel bilgileri öğretmek ve değerlendirmek için gerçekten ne anladıklarını göstermelerine izin verecek yollara ihtiyaç duymaları ve çocukların düşünmelerindeki doğru ve yanlışları açıkça görebilmeleriyle ilgilidir.

Moyer (2001), çalışmasında bir akademik yıl boyunca süren derste matematik öğretiminde manipülatifler kullanan 10 ortaokul öğretmeni incelenmiş ve sınıfta manipülatifler kullanmanın eğlenceden çok fazla bir şey olmadığı, öğretmenlerin matematiksel kavramları gösteremediği ortaya konulmuştur. Öğretmenler manipülatiflerin bir eğlence olduğunu ama matematik öğrenmek ve öğretmek için gerekli olmadığını iletmişlerdir.

Ehi Aburime (2007), çalışmasını matematik başarıları çok zayıf olan Nijerya'daki lise öğrencileri üzerinde gerçekleştirmiştir. Çalışmada kartondan 18 adet geometrik somut materyal örneği yapılmış ve bu materyaller deney grubu öğrencilerinin öğretiminde kullanılmıştır. Çalışmada bir de bu materyallerle hiç çalışmayan kontrol grubu bulunmaktadır. Hem kontrol hem de deney grubundaki öğrencilerin matematik test sonuçları toplanmıştır. İstatistiksel sonuçlar hareketli somut matryallerle öğretim yapılan deney grubu öğrencilerinin kontrol grubundakilerden açıkça daha iyi olduğunu göstermiştir.

Eisenberg ve DiBiase (1995), öğrencilerin matematik manpülatifler tasarladıkları iki proje düzenlemişlerdir. Birinci proje fonksiyonel programlama ve ileri matematikteki önemli kavramları örneklemek için manipülatiflerin kullanımına merkezlenirken ikinci proje öğrencilerin bir bilgisayayar programının kullanımı ile özelleştirilmiş çok yüzlü modelleri tasarlama ve yaratmalarına izin vermek üzerine odaklanmıştır. Birinci proje, yüksek dereceden fonksiyonları iyice öğrenmelerinde öğrenci yetenekleri çalışmasına yöneliktir ve yaşları 10 ile 21 arasında değişen 18 gönüllü öğrenci yer almıştır. Öğrenciler ortalama 10 hafta süren kursta bir bilgisayar uygulaması (scheme paint) kullanmışlardır. Temel fikir, foksiyonel veri nesneleriyle uğraşırken, öğrencilerin sergileme eğiliminde olduğu belirli zorluklara ve yanlış anlayışlara cevap bulmaktır. Yani, çok karşılaşılan-ortak yanlış anlayışlara tezat oluştururken aynı zamanda fonksiyonel verinin geçerli özelliklerini somutlaştırmak için fiziksel gösterimler gerekliydi. İkinci proje, öğrencilere uzay geometrisi alanını sunmak için HyperGami isimli bir programın kullanımını içermekteydi. 16 ilk ve ortaokul öğrencisi 3 dönem boyunca çalıştı. HyperGami deki merkezi fikir, öğrencilere çokyüzlü şekiller yaratma, onları bilgisayar ekranında üç boyutlu formda görüntüleme imkanı vermektir. Sonra bu şekiller iki boyutlu desenler üreten sistemle açılabilir ve son olarak da renkli çıktısı alınıp kağıttan çokyüzlü model kesilip katlanabilirdi. Araştırmacıların tartışmaları, manipülatif tasarlamayla ilişkili üç boyutta odaklanmıştır: bilişsel, teknolojik ve duyuşsal boyut. Projelerden edinilen deneyimler doğrultusunda çalışmalarında manipülatiflerin ileri matematik konularında tasarlanabileceğini, öğrenciler için yaratıcı fırsatlar sunabileceğini (ki bu duyuşsal anlamda önemli) ve bilişimsel ortamların eşliğinde veya dahilinde tasarlanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmalar incelendiğinde, çoğunun çocuklara yönelik olduğu görülmektedir. Ayrıca, manipülatiflerle ilgili çalışmaların çoğu manipülatif tasarımından çok manipülatiflerin kullanımı, derslerdeki yeri ve öğrencilerin anlayışlarına etkileri üzerine odaklanmışlardır. Bu çalışmalardan, Eisenberg ve DiBiase (1995)'in çalışması ileri matematik düzeyinde olması ve manipülatif tasarımını içermesi bakımından farklılık göstermekte ve bu çalışmayla daha çok ilgili görünmektedir.

III. BÖLÜM

YÖNTEM

Bu kısımda "araştırma modeli", "araştırmanın katılımcıları", "veri toplama teknikleri" ve "verilerin analizi" hakkında bilgiler verilecektir.

3.1. Araştırma Modeli:

Bu araştırma nitel araştırma yaklaşımlarından biri olan GT yaklaşımının teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. GT yaklaşımının başlıca veri toplama metotları olan gözlem, görüşme ve yazılı dokümanlardan yararlanılmıştır. ÖTMG ders ortamında yapılan gözlemler, MÖA'nın HM geliştirme sürecine odaklı, yapılandırılmamış gözlemlerdir. MÖA ile yapılan görüşmeler ise yarı yapılandırılmış görüşmelerdir.

Gömülü Teori:

Bu yaklaşım Glaser ve Strauss'un, sağlık alanında çalışan uzmanların son günlerini yaşayan hastalarla olan etkileşimleri konusundaki çalışmalarından ortaya çıkmıştır. Temel özelliği, bir fenomene ilişkin veri toplama ve analiz ile yeni teori geliştirmektir. Bu yaklaşım, fenomenolojinin ötesine geçer çünkü ortaya çıkan açıklamalar gerçekten yeni bilgidir ve bir fenomen hakkında yeni teoriler geliştirmek için kullanılır (Hancock, 1998).

GT geliştirmek için çeşitli veri toplama teknikleri kullanılır. Özellikle görüşmeler ve gözlemler olmak üzere literatür taraması ve ilgili doküman analizi de önemli katkılar yapar. GT'nin temel özelliği, "sürekli karşılaştırmalı analiz" olarak bilinen bir süreç kullanılarak veriyi eş zamanlı olarak toplama ve analiz etmedir. Bu süreçte, veri toplamanın ardından, veri yazılır ve içerik yönünden hemen kontrol edilir. Araştırmacı sonraki çalışma alanına girdiğinde, analizden ortaya çıkan fikirler veri toplamanın içine dahil edilir. Bu nedenle, yarı yapılandırılmış görüşmelerle veri toplayan araştırmacı, bir araştırma projesinin sonraki aşamasında dereceli olarak ilk görüşmede kullandığı orjinal programından çok farklı görünen bir görüşme programı geliştirebilir (Hancock, 1998).

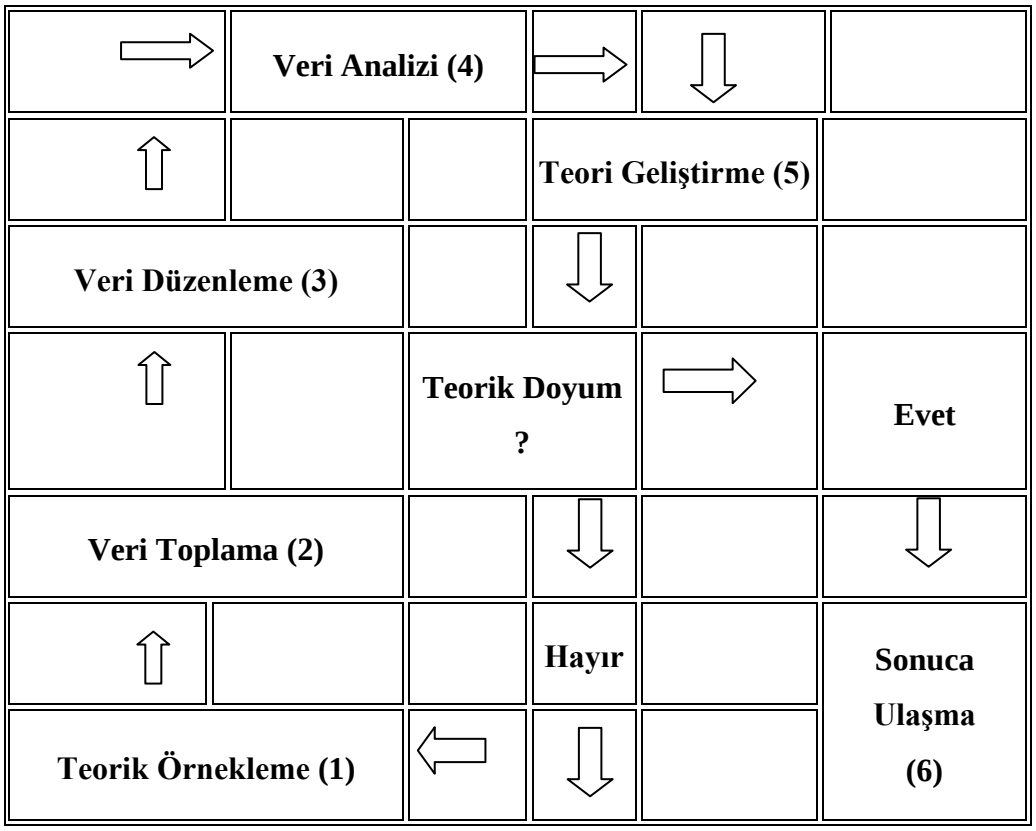
Nitel araştırma yaklaşımlardan biri olan GT yaklaşımı, araştırma süreci boyunca sistematik olarak toplanan ve analiz edilen verilerden çıkarılan teori demektir. Bu yöntemde veri toplama, analiz ve nihai teori birbirleriyle yakından ilişkilidir. Bir araştırmacı bir projeye önceden düşünülmüş bir teori ile başlamaz (eğer amacı var olan bir teoriyi ayrıntılandırmak ve genişletmek değilse). Bunun yerine araştırmacı bir çalışma alanı ile başlar ve teorinin verilerden ortaya çıkmasına imkan verir. Veriden üretilmiş teorinin, deneyimlere dayanan bir dizi kavramı bir araya getirmekle üretilmiş teoriye göre gerçeğe benzemesi daha muhtemeldir (Strauss ve Corbin, 1998).

Önceden hiç düşünülmemiş soruların araştırma sürecinde ortaya çıkması ve araştırmaya dahil edilmesi hem mümkün hem de gereklidir. Bu nedenle veri toplama ve kuram oluşturma aynı zamanda gerçekleşir. Yani araştırmacı veri toplama sürecinde belli aralıklarla toplanan verilere bir açıklama getirmeye çalışır ve varsa eksik verilere yönelir ya da açıklanan temayı teyit etmeye yarayacak verileri toplamaya devam eder (2006, Yıldırım).

Teori oluşturmadaki ilk adım kavramsallaştırmadır. Bir kavram, etiketlenmiş bir fenomendir. Bu, bir araştırmacının veride önemli olarak belirlediği bir olay, nesne veya eylem/etkileşimin bir soyut temsilidir. Fenomeni adlandırmanın amacı; araştırmacılara benzer durumları, olayları ve nesneleri, ortak bir başlık veya sınıflandırma altında gruplama imkanı vermektir. Durumlar ve olaylar ayrık elemanlar olsa da; onların ortak özellikleri paylaştığı veya anlamca ilişkili oldukları gerçeği, onların gruplandırılmasına imkan sağlar. Kavramsallaştırırken soyutlarız. Veri ayrık olaylara, olgulara, fikirlere ve eylemlere parçalanır, ve sonra bunların yerine geçecek veya bunları temsil edecek bir isim verilir (Strauss ve Corbin, 1998).

Kategoriler fenomeni temsil eden, veriden üretilen kavramlardır. Analiz yapma sürecinde analist düzinelerce kavram üretmiş olabilir. Sonunda, belli kavramların neler olduğunu açıklama yeterliğine dayalı olarak, daha soyut yüksek mertebeden kavramlar altında gruplanabileceğini fark eder. Alt kategoriler, bir fenomenin ne zaman, nerede, neden ve nasıl meydana çıkmasının olası olduğu gibi bilgileri gösteren bir kategori belirtir. Alt kategoriler de kategoriler gibi özellik ve boyutlara sahiptir (Strauss ve Corbin, 1998).

Bir projenin başında, başlangıç kategorilerini üretmek ve kavramlar arasındaki ilişkileri keşfetmek için detaylı bir analiz gereklidir. Mikro analiz olarak adlandırılan bu incelemede veri satır satır detaylı bir şekilde analiz edilir. Bu süreç bazen bir kelime, cümle ya da bir paragrafa uygulanabilir. Mikro analiz, açık ve eksensel kodlamayı içerir ve soru sorma karşılaştırma yapma gibi birçok analitik teknikten yararlanır. Mikro analiz analizcilerin kodlama tipleri, analitik araçlar ile yöntemlerin kullanımı arasında serbestçe ileri geri gitmelerini sağlayan yaratıcı bir süreçtir (Strauss ve Corbin, 1998).



Şekil 3.1. Gömülü Teori Oluşturmak İçin Veri Toplama, Veri Düzenleme Ve Veri Analizinin İlişkili Süreçleri (Naresh R. Pandit, 1996)

Strauss ve Corbin (1998), kodlama sürecini kolaylaştırmak için kullanılabilecek bazı araç ve teknikler önermişlerdir. Analitik araçlar olarak adlandırılan bu araç ve tekniklerin metotun asıl işlemleri olduğunu ve analiz sırasında tutarlı ve sistematik bir şekilde kullanılmasının gerekliliğini ifade ederler. Analitik araçların amacı, hisleri kuvvetlendirilmek, belli düzeye kadar "ön yargıları" fark ettirmek ve "analitik engellerin" üstesinden gelmeye yardım etmektir.

Analitik araçlardan biri soru sormanın kullanımıdır. Soru sorma çeşitleri, "kim?", "ne zaman?", "nerede?", "ne?", "nasıl?", "ne kadar?", "hangi sonuçlarla?" gibi soruları içermektedir. Bu sorular özellikle analistler analizlerinde tıkandıklarında ve fenomeni açıklamayı standart yollarla yapmanın dışında hiç bir şey görülemeyecek gibi geldiğinde kullanışlıdır (Strauss ve Corbin, 1998).

Kelime, deyim veya cümlenin analizi analitik araçlardan bir diğeridir. Kelimenin, deyimin veya cümlenin analizini yapmak; dokümanın veya hiç olmazsa birkaç sayfasının gözden geçirilmesinden ve sonrasında analiste önemli ve analitik olarak ilginç gelen yani analistin dikkatini çeken kelime veya kelime gruplarına geri dönmesinden oluşur. Daha sonra analist, kelimenin aklına gelen bütün olası anlamlarını listelemeye başlar. Aklındaki bu listeyle analist dokümana geri dönebilir ve anlamı çağrıştıracak olayları veya kelimeleri arayabilir (Strauss ve Corbin, 1998).

Bir başka analitik araç da karşılaştırmalar yapmaktır. Kategorilerin belirlenmesinde ve bu kategorilerin geliştirilmesinde karşılaştırma yapmak oldukça önemlidir. İki çeşit karşılaştırma vardır. Bunlardan ilki olayların veya nesnelerin özellikleri arasındaki benzerliklerine ve farklılıklarına bakarak sınıflandırma yapmaktır. Diğeri de teorik karşılaştırmalar yapmaktır. Teorik karşılaştırma da iki şekilde yapılabilir. Bunlardan biri olay, nesne ve hareket/etkileşim için farklı bir bakış açısı elde etmek amacıyla bir kavramı "tersyüz" etmeyi yani, kayda değer özellikleri ortaya çıkarmak için karşıt durumlara ya da uç değerlere bakmayı içerir. Diğeri, verideki bir olayı, yine bu olayın hatırlattığı geçmişteki bir deneyimle ya da literatürle karşılaştırmaktır. Bu karşılaştırmanın amacı; araştırmacıyı, veride gözden kaçırabileceği özellik ve boyutlara karşı daha duyarlı hale getirmektir. Teorik karşılaştırmalar yapılırken kişiler veya olaylar değil kavramlar karşılaştırılır. Kavramı kaç kişinin gösterdiğiyle değil aksine bu kavramın hangi sıklıkla meydana çıkmakta olduğu ile veya değişen şartlar altında bu kavramın neye benzediği ile ilgilenilir (Strauss ve Corbin, 1998).

GT araştırma modelinde açık, eksensel ve seçici kodlama olmak üzere üç kodlama türü vardır:

1. Açık kodlama: Verideki kavramların tanımlandığı ve onların özellikleriyle boyutlarının keşfedildiği analitik yöntemdir. Açık kodlama boyunca veriler bağımsız kısımlara ayrılır, yakından incelenerek benzerlikler ve farklılıklar açısından karşılaştırılır. Yapı içinde kavramsal olarak benzer veya anlamca ilişkili olarak bulunan olaylar, nesneler ve eylemler/etkileşimler "kategoriler" olarak adlandırılan daha soyut

kavramlar altında gruplandırılır. Veriyi hem farklılık hem de benzerlikler için yakından incelemek kategorileri iyi ayırt etmeye imkân sağlar (Strauss ve Corbin, 1998).

2. Eksensel kodlama: Kategorileri alt kategorileri ile ilişkilendirme süreci "eksensel" olarak adlandırılır çünkü kodlama, kategorilerle özellikler ve boyutlar seviyesinde ilişkili bir kategorinin ekseni çerçevesinde gerçekleşir. Eksensel kodlamanın amacı, açık kodlama sırasında kırılmış veriyi yeniden toplama sürecine başlamaktır. Eksensel kodlamada, fenomen hakkında daha kesin ve tam açıklamalar oluşturmak için kategoriler alt kategorileri ile ilişkilendirilir. Eksensel kodlama, analistin bazı kategorilere sahip olmasını gerekli kılar fakat çoğu kez kategorilerin birbirleri ile nasıl ilişkili olduğu hissi, açık kodlama boyunca ortaya çıkar (Strauss ve Corbin, 1998).

3. Seçici kodlama: Seçici kodlama, kategorileri inceltme ve bütünleştirme sürecidir. Bütünleştirmedeki ilk adım, ana kategoriye karar vermektir. Ana kategori araştırmadan çıkarılsa da; aslında bir soyutlamadır. Bütünleştirmede, kategoriler bir merkezi açıklayıcı kavram çevresinde örgütlenir. Bütünleştirme zamanla olur, analizin ilk adımlarıyla başlar ve çoğu kez son yazıma kadar bitmez. Bütünleştirme sürecini kolaylaştırmak için bir kaç teknik kullanılabilir. Bunlar, olaylar dizisi anlatmak veya yazmak, şemalar kullanmak, notları sınıflandırmak ve gözden geçirmek ve bilgisayar programları kullanmaktır. Araştırmacı, kapsamlı teorik şemayı özetlediğinde teoriyi inceltme zamanıdır. Teoriyi inceltme, iç tutarlılık ve mantıksal boşluklar için şemayı gözden geçirmeyi, az gelişmiş kategorilerin içini doldurmayı, fazla olanları düzeltmeyi ve şemayı onaylamayı içerir (Strauss ve Corbin, 1998).

Tablo 3.1. Gömülü Teori Oluşturma Süreci (Naresh R. Pandit, 1996)

AŞAMA		AKTİVİTE	GEREKÇE
Araştırma planı			
Adım 1	Teknik literatürü inceleme	Araştırma sorusunu tanımlama Önsel yapıları tanımlama	Odaklanır Çabalar İlgisiz değişimleri kısıtlar ve dış gerçekliği keskinleştirir
Adım 2	Durumları seçme	Teorik, rastlantısal olmayan örnekleme	Teorik olarak yararlı durumlara odaklanır çabalar (örneğin, o teste ve/veya genişletme teorisine)
Veri Toplama			
Adım 3	Titiz veri toplama planı geliştirme	Durum çalışması veri tabanı oluştur Çoklu veri toplama yöntemleri uygula Nitel ve nicel veri	Güvenirliği ve yapı geçerliliğini artırır Kanıt üçlemesi ile gömülü teoriyi güçlendirir. İç geçerliği geliştirir. Sinerjik görünümün kanıtı
Adım 4	Alana Girme	Üst üste veri toplama ve analizi Esnek ve fırsatçı veri toplama yöntemleri	Analizi hızlandırır ve veri toplama için yardımcı ayarlamaları ortaya çıkarır Araştırmacının beliren temalardan ve benzersiz durum özelliklerinden yararlanmasına izin verir
Veri Düzenleme			
Adım 5	Veri Düzenleme	Olayları kronolojik olarak düzenle	Kolay veri analizine olanak sağlar Süreçleri incelemeye izin verir
Veri Analizi			
Adım 6	İlk durumla ilişkili verileri analiz etme	Açık kodlamayı kullan Eksensel kodlamayı kullan Seçici kodlamayı kullan	Kavramları, kategorileri ve özellikleri geliştirir Kategoriler ve alt kategorileri arasındaki ilişkileri geliştirir Teorik çerçeve oluşturmak için kategorileri bütünleştirir Bütün kodlamanın iç geçerliğini geliştirir
Adım 7	Teorik Örnekleme	Olgular karşısında kelimesi kelimesine veya teorik yineleme (teori doyana kadar Adım 2'ye git)	Teorik çerçeveyi pekiştirir, genişletir ve kesinleştirir
Adım 8	Sonuca Ulaşma	Mümkün olduğu zaman teorik doyum	Marjinal ilerlemeler küçüldüğünde süreci sonlandırır
Literatürle Karşılaştırma			
Adım 9	Ortaya çıkan teoriyi mevcut teori ile karşılaştır	Çelişkili çerçeveler ile karşılaştırmalar Benzer çerçeveler ile karşılaştırmalar	Tanımları ve böylece iç geçerliği geliştirir. Ayrıca çalışmanın genelleştiren bulguları için alan meydana getirerek dış geçerliği geliştirir

Araştırmanın yürütüldüğü üniversitede verilen ÖTMG dersi, eğitim yılının birinci döneminde açılan tek dönemlik bir derstir. Araştırmada ilk olarak 2007-2008 yılı 1. dönemindeki ÖTMG dersine katılan MÖA izlenmiştir. 2008-2009 2.döneminde derse katılacak öğretmen adaylarından 14'ü dersi veren öğretim üyesinin de desteği ile ait oldukları dönemden önce materyal hazırlamaya gönüllü olmuşlardır. Böylece araştırma ara verilmeksizin devam etmiş, 2007-2008 yılı 1.ve 2. döneminde ve 2008-2009 yılı 1. döneminde olmak üzere üç ardışık dönem ÖTMG dersine katılan öğretmen adaylarının takip edilmesi mümkün olmuştur. Sonraki dönem bu üç dönemde elde edilen ve sürekli analiz edilen veriler birleştirilmeye ve teori ortaya konulmaya çalışılmıştır. Daha sonra ortaya çıkan teoride eksik kalan yerler olup olmadığının belirlenmesi ve teorinin doyurulması için bir sonraki dönem dersin tekrar açılmasından yaralanılarak 6 MÖA seçilmiş ve onlarla görüşme yapılmıştır. Bu son verilerin de eklenmesiyle teori doyurulmuş ve tezin yazımına geçilmiştir.

3.2. Araştırmanın Katılımcıları:

Araştırmaya Ankara'da bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi, OFMAE Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı'nda "ÖTMG" dersi öğrencisi olan 40 öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcılar, araştırmacının dönem boyunca derslerdeki gözlemlerine dayalı olarak seçilmiştir. Katılımcı olarak zengin, sağlıklı ve nitelikli veri sağlayacağı düşünülen ve kolay ulaşılabilecek adaylar tercih edilmiştir.

Katılımcı öğretmen adaylarının ÖTMG dersi dışında fakültede almış oldukları Bilgisayar Cebiri, Bilgisayar Programlama-I ve II, Özel Öğretim Yöntemleri-I ve II derslerinin içerikleri materyal geliştirmeyle ve modellemeyle ilgilidir. Bu derslerde öğretmen adayları, genel öğretim yöntemlerini öğrenme alanı öğretimine uygulama, ders kitaplarını inceleyerek özel öğretim yöntem ve stratejileri ile ilişkilendirme, ders planlama ve değerlendirme, bir kavramın öğretimi ile ilgili animasyon yapma, bilgisayar destekli hareketli modellemeler hazırlama gibi etkinliklerde bulunmaktadırlar.

3.3. Veri Toplama Teknikleri:

Bu araştırmada nitel araştırma yaklaşımlarından biri olan GT yöntemi kullanılmıştır. Konu hakkında "derinlemesine bilgi" edinilmek amacıyla yazılı doküman incelemesi, ders içi gözlemler, MÖA ile görüşmeler olmak üzere üç farklı veri toplama metodu kullanılmıştır.

Yazılı Doküman İncelemesi:

Araştırma "ÖTMG" ile ilgili literatür taraması ile başlamıştır. İlköğretim ve ortaöğretime yönelik manipülatiflerle ilgili çalışmalar incelenmiştir. Bu ders içinde yurt içindeki ve yurt dışındaki üniversitelerde benzer çalışmaların yapılıp yapılmadığı araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda araştırmanın amacı belirlenmiş ve öğretmen adaylarına uygulanacak görüşme soruları hazırlanmıştır. MÖA'nın "öğretim materyalleri ve materyal geliştirme" ile ilgili ön bilgilerini belirlemek amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan bir doküman hazırlanmıştır. HM geliştirme süreci öncesinde onlardan bu dokümandaki soruları yazılı olarak cevaplamaları istenmiştir. 50 adet yazılı doküman toplanmıştır. Yazılı cevaplar elde edildikçe incelenerek analiz edilmiştir. Bu analizler doğrultusunda sorular gözden geçirilerek yeniden düzenlenmiştir. Elde edilen sorular çerçevesinde bu 50 adaydan 19'u ile bire bir görüşmeler (1. Görüşme soruları) yapılmış ve bu adayların HM geliştirme süreçleri izlenmiştir.

Gözlemler:

2007-2008 öğretim yılı 1. ve 2. döneminde ve 2008-2009 yılı 1. döneminde olmak üzere ardışık üç dönem ÖTMG dersine katılan öğretmen adaylarından seçilen MÖA'nın HM geliştirme süreçleri gözlenmiş, bu süreçte neler olup bittiğine ilişkin veriler toplanmıştır. MÖA'nın HM geliştirme süreci, her hafta yapılan dersler boyunca izlenmiştir. Derslerde, MÖA saatleri değişen beşer kişilik gruplara ayrılmakta ve adaylar gruplar halinde kendilerine ayrılan zaman diliminde sınıfa alınmaktaydı. Bu zaman dilimi içinde, beş adaydan her birine haftalık çalışmalarını açıklamak için beşer dakika zaman verilmekteydi. MÖA, dersi veren öğretim üyesi ve araştırmacının da yer aldığı yuvarlak bir masa etrafında oturarak haftalık çalışmalarını paylaşmaktaydılar. Bu paylaşım sırasında grup içindeki adaylar fikir alışverişinde bulunabildiler. Derslerde MÖA'nın önemli görülen diyalogları araştırmacı tarafından not alınmıştır.

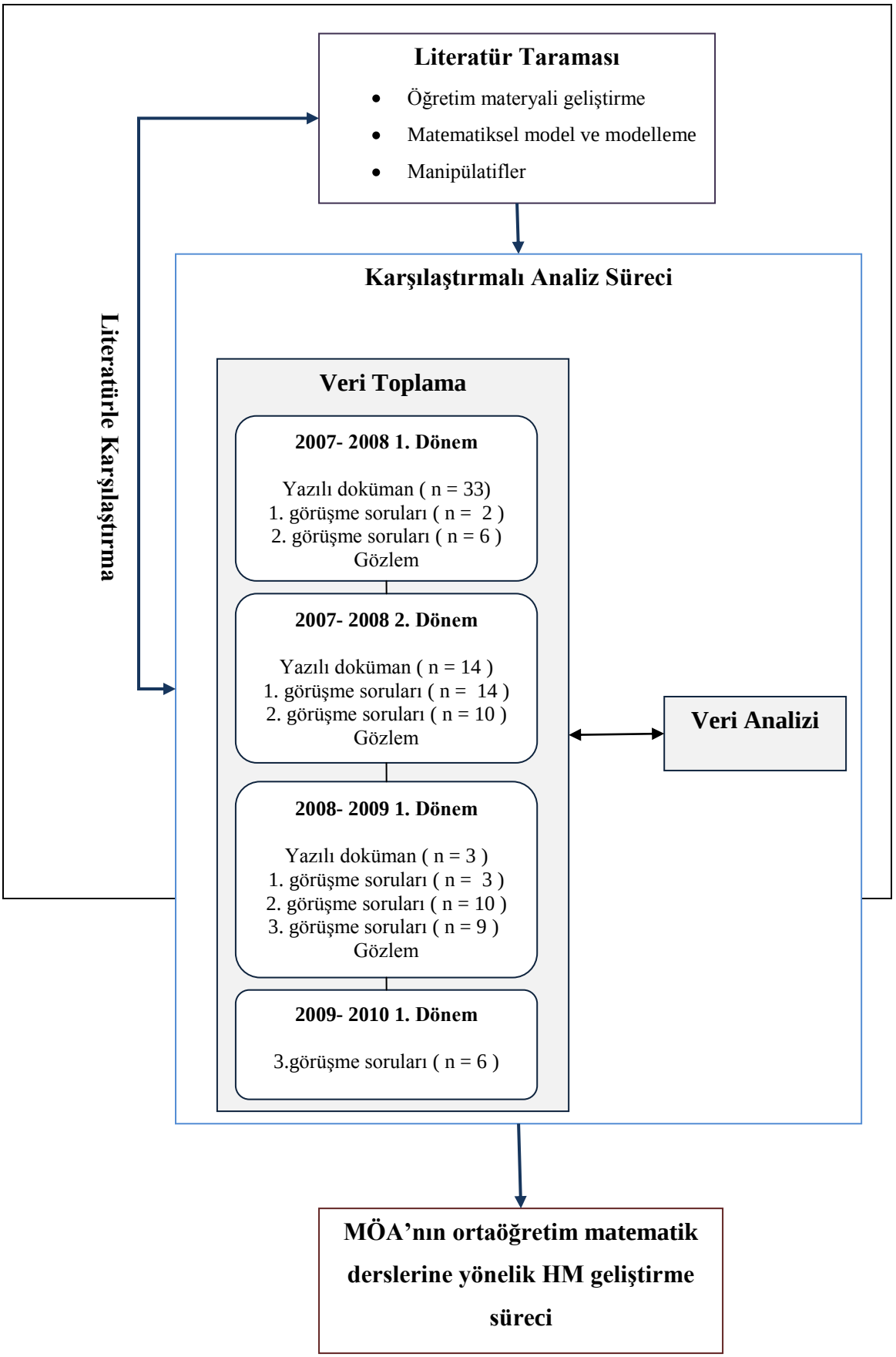
Görüşmeler:

Görüşme yapılacak adaylar, derslerdeki gözlemlere dayanılarak zengin, sağlıklı ve nitelikli veri alınabilecek ayrıca kolay ulaşılabilecek olanlar arasından seçilmiştir. Sürece yönelik hazırlanan sorular doğrultusunda araştırma grubuna dâhil olan MÖA'nın "öğretim materyalleri ve materyal geliştirme" ile ilgili ön bilgilerini ve bu süreç hakkındaki düşüncelerini derinlemesine belirlemek amacıyla bire bir görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerin ses kayıtları alınmış ve bu ses kayıtları yazılı hale getirilmiştir. Görüşmeler adayların bu dersi aldıkları matematik laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın temel veri toplama tekniği yarı-yapılandırılmış derinlemesine görüşmelerdir. Yarı-yapılandırılmış görüşmelerde sorulacak sorular önceden belirlenmiş olmasına karşın, görüşmenin akışı içinde yeni soruların açığa çıkmasına da olanak sağlanmıştır. Görüşmede sorulan sorular, araştırma problemine yanıt arayabilecek sorulardan oluşmaktadır ve doktora öğrencisi başka bir analistin de görüşü alınarak hazırlanmıştır. Görüşmelerin ses kayıtları alınmış ve bunlar bire bir

yazıya geçirilmiştir. Ses kayıtlarının bilgisayarda çözümlenmesi sırasında bilgisayar yazılımlarından yararlanılmıştır.

Görüşmelerin başında, öğretmen adaylarına ses kaydı alınacağını hatırlatarak onay aldıktan sonra cihaz açılmıştır. Görüşmeler öğretmen adaylarının kolay ulaşacakları ve zaman kaybı yaşamayacakları düşünülerek Eğitim Fakültesi'nin matematik laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. MÖA'nın uygun oldukları tarih ve saatler kendilerine sorularak görüşme zamanları ayarlanmış, bir gün öncesinde katılımcılar telefonla aranarak veya mesaj gönderilerek görüşme saati hatırlatılmıştır. MÖA'nın derslerini takip etmek için Fakülte'de olacakları bir gün ve ders saatleri dışındaki boş bir saat dilimi görüşme günü ve saati olarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Böylece adaylar ekstra zaman harcamamış oldular ve görüşmeden önce veya sonra derslerine girebildiler. Her bir görüşme yaklaşık 30 dakika sürmüştür. Öğretmen adaylarının daha rahat yanıt vermeleri için görüşmeler sohbet tarzında gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler sırasında MÖA'nın yanıtlamakta zorlandıkları veya kısa yanıtladıkları sorular tekrar ve farklı söyleyiş şekilleriyle sorulmuş ve MÖA'nın daha ayrıntılı yanıt vermeleri teşvik edilmiştir.

Toplanan verilerin GT yöntemine göre analiz edilmesi, veri toplama sırasında analizlerin de devam etmesini gerektirmiştir. Veriler elde edildikçe analizleri de yapılmış, elde edilen bulgular tekrar veri toplamak için kullanılmıştır. Bu sebeple, verilerin analiziyle ilgili açıklamalar detaylı olarak "verilerin analizi" kısmında ele alınacak ancak gerekli oldukça "veri toplama teknikleri" kısmında da yer alacaktır.



Şekil 3.2. Tezde İzlenen Araştırma Süreci

Cevapları yazılı olarak da toplanan ve MÖA'nın "öğretim materyalleri ve materyal geliştirme" ile ilgili bilgilerini yoklamaya yönelik 1. görüşme soruları ile yapılan bire bir görüşmelerin toplam sayısı 19'dur. MÖA'nın HM geliştirme süreçlerini ortaya çıkarmaya yönelik 2. görüşme soruları ile yapılan toplam görüşme sayısı ise 26'dır. 2. görüşme sorularıyla yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerin analizleri sırasında ortaya çıkan yeni sorular, 3. görüşme soruları olarak düzenlenmiştir. Örneğin, 2. görüşme sorularının birincisi olan,

"*Hangi matematiksel kavramı modelleyeceğinize nasıl karar verdiniz?*"

sorusuna verilen cevapların analizinden, MÖA'nın "bir öğrenme alanı seçtikleri", "hedef belirledikleri" ve "araştırma yaptıkları" belirlenmiştir. Aşağıdaki sorular, adayların "öğrenme alanı belirleme" işini nasıl yaptıklarını, seçtikleri alanla ilgili nasıl bir teorik alt yapılarının olduğunu ve araştırma yapıp yapmadıklarını araştıracak yeni sorular olarak ortaya çıkmıştır:

"*HM'nin öğrenme alanını nasıl seçtiniz? (HM'nin öğrenme alanını seçerken neleri dikkate aldınız?)"*

"Bu öğrenme alanıyla ilgili bilgi birikiminiz nasıldır? (Konuyla ilgili nasıl bir teorik alt yapınız var? Konuya ilişkin kavramları, ilişkileri, örnekleri ve teoremleri derinlemesine biliyor musunuz?)"

"Matematiksel kavramları modellerken hangi matematiksel bilgiyi kullanacağınıza nasıl karar verdiniz? (Bir kavramı mı anlatıyor, bir problemi mi çözüyor, bir yanılgıyı mı gideriyor bir eksikliği mi tamamlıyor?)"

"Araştırma yaptınız mı? (Neleri araştırdınız? Neler buldunuz?Araştırma sonuçlarından nasıl yararlandınız?)"

2. görüşme sorularından 6.sı olan

"Genel olarak materyalin tasarımını nasıl gerçekleştirdiniz?"

sorusuna verilen cevapların analizinden, MÖA'nın modelleme sürecinde materyalin öğrencideki imajına nasıl bir etki yapmaya çalıştıkları, bunun için neleri göz önünde bulundurduklarını öğrenmek amacıyla,

"*Matematiksel bilgiyi modellerken öğrencide nasıl bir imaj oluşturmayı amaçladınız?"*

"Matematiksel bilgiyi modellerken amaçladığınız imajı oluşturmak açısından neleri dikkate aldınız?"

sorularının yöneltilmesi uygun görülmüştür. Hazırlanan yeni sorular, seçilen adaylarla ikinci kez görüşülerek kendilerine yöneltilmiştir. Böylece analize derinlik kazandırılarak elde edilen kategorilerin özellik ve boyutları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. 3. görüşme soruları ile yapılan toplam görüşme sayısı da 15'tir.

Yazılan görüşmeler okunarak toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmak için analizler yapılmıştır. GT yaklaşımı gereğince, analiz işlemi sürekli geriye dönerek devam etmiştir. GT yaklaşımına uygun olarak gerçekleştirilen analizlerdeki açık kodlama esnasında verilerden yola çıkarak kodlar oluştrulmuştur. Çalışma boyunca her katılımcı ile yapılan görüşmeden toplanan veriler görüşmeden hemen sonra analiz edilmeye çalışılmıştır. İlk katılımcılardan toplanan verilerin çözümlenmesi aşamasında hem yeni bir takım sorular hem de hangi noktalara daha çok ağırlık verilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Aynı amaca hizmet eden sorular birleştirilmiş, anlaşılmayanlar için yeni bir söyleyiş ya da açıklama getirilmiştir. Örneğin, ilk görüşmelerde ayrı ayrı yöneltilen,

"*Aklınıza gelen başka fikirler de var mıydı? Nelerdi?"* ve

"Neden bu fikirde karar kıldınız?"

sorularına verilen yanıtların benzerlik gösterdiği tespit edilerek

"Aklınıza gelen başka fikirler de var mıydı? (Varsa bunlardan neden vazgeçtiniz?)"

şeklinde bir soru haline getirilmiştir.

Ayrıca sorular ve analizler doktora öğrencisi ve öğretim görevlisi başka bir analist ile paylaşılarak görüşleri alınmıştır. Uzman görüşü, genel olarak ifadelerin daha anlaşılabilir olmasına odaklanmıştır. Örneğin,

"Tasarladığınız materyali yaptırabildiniz mi? Memnun musunuz?"

sorusu uzman görüşü doğrultusunda,

"Yapımını tamamladığınız HM'de eksik gördüğünüz noktalar var mı? (Varsa nelerdir? Bu eksiklerin neden kaynaklandığını düşünüyorsunuz?)"

şeklinde değiştirilmiştir. Ayrıca,

"HM geliştirirken genel olarak nasıl bir süreç geçirdiniz?"

sorusunun yapılan analizler sonucunda anlaşılır olmadığı tespit edilerek soru

"HM'yi nasıl geliştirdiniz? (HM'yi geliştirirken nelere dikkate ettiniz?)"

şeklinde değiştirilmiştir.

3.4. Verilerin Analizi:

Yazılı dokümanlar incelenerek MÖA'nın her bir soru için bildirdikleri görüşler, bir tabloda listelenmiştir. Daha sonra verilen cevaplar analiz edilerek ana kategorilere ayrılmıştır. Açık uçlu sorular çerçevesinde yapılan görüşmelerin ses kayıtları çözümlenerek bilgisayar ile yazılmıştır. Yazılan görüşme metinlerindeki görüşler de listelenerek analiz edilmiştir. Görüşmelerin analizleri yazılı dokümanlardaki cevapların analizleri ile birleştirilerek MÖA'nın "öğretim materyalleri ve materyali geliştirme"ye ilişkin bilgileri ortaya konmuştur.

GT yaklaşımı gereğince veri toplama ve analizi eş zamanlı olarak yürütülmüştür. Yapılan görüşmelerden elde edilen verilerin analizi yapılırken, görüşmelere ait ses kayıtlarının tamamının yazıya geçirilmesine çalışılmıştır. Ses kayıtları bilgisayarla yazılı hale getirilmiştir. Görüşme metinleri kelime bazında incelenerek analiz edilmiş ve ortaya çıkan fikirler veri toplamaya dahil edilmiştir. Analizler ilerledikçe ve temel fikirler belirmeye başladıkça, görüşmelerin analizinde zaman zaman bant analizi (tape analysis) de kullanılmıştır. Bunun için, ses kayıtları dinlenerek özellikle yararlı olabilecek bilgileri içeren bölümler not edilmiş ve analiz için bu bölümlere tekrar dönülmüştür. Sürekli karşılaştırmalı analiz gereğince, ilk görüşmenin ses kayıtlarının bir sonraki görüşme planının yapılandırılmasında kullanılabilmesi, bunun içinse birinci görüşmeye ait ses kaydının olabildiğince çabuk yazılarak analiz edilmesi gerekmekteydi. Bunun mümkün olmadığı sınırlı zamanlarda sürekli karşılaştırmalı analiz sürecinde bant analizi kullanmak yarar sağlamıştır. Ancak, bu çeşit analiz yapılırken bazı bilgiler gözden kaçırılabilir ve analiz derinlik ve kapsam bakımından kaliteli olmayabilir, bu ise verinin doğruluğunu ve bu nedenle de geçerliği ve güvenirliği bozabilir (Hancock, 1998). Bu endişelerden dolayı mümkün olduğunca bant analizi kullanmaktan kaçınılmış, görüşme ses kayıtlarının tamamı yazılarak analiz edilmeye çalışılmıştır.

Ayrıca, daha önce de değinildiği gibi görüşme ses kayıtlarının olabildiğince çabuk yazıya geçirilmesi araştırma yaklaşımımız gereğince oldukça büyük önem taşıdığından verilerin yazılması, araştırmacının kendisi tarafından gerçekleştirilmiştir. Eğer yazıcı görüşmelerde içerilen terminoloji ve dile alışık değilse bu durum hatalara yol açabilir veya yazım süresini uzatabilir (Hancock, 1998). Araştırmacı, ses kayıtlarının yazılı hale getirilmesi sırasında, katılımcıların konuşmalarındaki anlamların tam olarak yazıya aktarılmasını sağlayabilmek için, noktalama işaretlerini kullanmış (tamamlanmamış cümleler sonunda üç nokta kullanma veya soru cümlelerinin sonuna soru işereti koyma, vb.), büyük harflerle yazma, alt çizgi ekleme, koyulaştırma, renklendirme gibi tekniklerden faydalanmıştır. Ayrıca MÖA'nın konuşurken çıkardıkları düşünme sesleri ile susma yerleri de görüşme metinlerine yansıtılmaya çalışılmıştır.

GT yaklaşımı gereğince sistematik olarak toplanmış olan verilerin analizi yapılırken, yazılan görüşme metinleri okunarak MÖA'nın kullanmış oldukları gerçek kelimeler kavramsallaştırılmıştır. Aşağıda 2.görüşme soruları ile yapılan ve 1. katılımcıya [K1] ait olan görüşmenin yazılmış metninden bir alıntı yer almaktadır. Bu alıntı MÖA'nın yanıtlarının nasıl kodlandığını göstermek için seçilmiş bir örnektir:

K1. Şöyle söyleyim, langırt üzerine yaptım bunu, zaten normalde futbolu kızlar sevmez ama benim ilgim var ve öğrenciler açısından ilgi çekeceğini düşünüyordum ***(ilgi çekici),*** günlük hayatta en fazla kullanılan şey futbol konusu ve langırtta hepimizin oynadığı bir oyun ***(günlük hayatla ilişkili),*** fonksiyonun bileşkesi konusu biraz karışık, genellikle hep çizimle veya kümelerde gösterdiğimizden soyut kalıyor, bunu somuta aktarmak zordu ***(somutlaştırma zorluğu)*** ama ben bu materyali, düşündükçe üzerinde, mesela sadece fonksiyonun bileşkesi değil, fonksiyonun tanımı, fonksiyon çeşitleri, ters fonksiyon gibi şeyleri de bunun üzerinde gösterebileceğimi gördüm ***(geliştirilebilir)*** ve bir şey gösterirken birden fazla konu gösterebiliyordun, bu benim çok hoşuma gitti ***(çok amaçlı)***.

Bilgisayarda yazılan görüşme metinleri önce okunarak kelime bazında analiz edilmiş ve yukarıdaki örnekte olduğu gibi kodlanmıştır. Elde edilen kodlar kes-yapıştır tekniğiyle bir kod listesine yazılmıştır. Daha sonra bu kod listesi okunarak listedeki parçalar kategorilere yerleştirilmiştir. Aynı kategori içinde yer alacağı düşünülen kodlar bu kategoriler altına yazılırken hiçbir kategori altında düşünülemeyen kodlar için yeni bir kategori tanımlanmıştır. Bu şekilde devam edilerek kodlar kategorize edilmiştir. Bulunan kategoriler tablolar ile ifade edilmiştir. Aşağıdaki tabloda, 1. dönem 2. görüşme soruları ile yapılan görüşme verilerinin analiz sürecinde hazırlanmış ve "öğretim materyali hazırlama ilkeleri" olarak tanımlanmış kategori ve altında yer alan kodlar gösterilmiştir:

Tablo 3.2. Kodlama (Öğretim Materyali Hazırlama İlkeleri)

Kategori	Öğretim materyali hazırlama ilkeleri
Kodlar	▪ İlgi çekici ▪ Güncel hayatla ilişkili ▪ Geliştirilebilir ▪ Çok örnek barındıran ▪ Özgün-yeni

(2/2/2008 tarihinde düzenlenmiştir)

Görüşmeler devam ettikçe yeni verilerin de analiziyle "öğretim materyali hazırlama ilkeleri" kategorisinin varlığı pekişmiş ve kategori doygunluğa ulaşmaya başlamıştır. Var olan görüşme metinleri tekrar tekrar incelendiğinde veya yeni görüşme metinleri incelendiğinde genellikle var olan kategorilerin içinde yer alabilecek kavramlar bulunmasına rağmen, yeni kategoriler de bulunmaya devam etmiştir. İlerleyen analiz aşamalarında, yukarıdaki tablodakilerden farklı olarak kategori içine şu kavramlar eklenmiştir: "öğrenci özelliklerine uygun olma", "düşünceyi tam olarak

yansıtabilir olma "uygun boyutta ve kullanışlı olma", "matematiksel hatasız olma", "yapımı kolay olma", "yapımı ekonomik olma". En sonunda yeni kategoriler bulma sona ermiş ve yeni verilerde daha önce fark edilmeyen yeni kategoriler kalmamıştır. "Öğretim materyali hazırlama ilkeleri" kategorisinin birer alt kategorisi olan bu veri parçaları eksensel kodlama ile, daha üst düzey bir kategori olan "modelleme" kategorisinin özelliği haline getirilmiştir.

Seçici kodlamada ise, üst düzey bir soyutlamada bu ilişkileri kavramsallaştırmak ve açıklamak için kategoriler ve onların birbirleriyle ilişkileri bütünleştirilmeye çalışılmıştır. Bütün kategorileri altında toplayabilecek daha soyut, merkezi terimler ana kategoriler olarak belirlenmiştir. Son olarak teorinin inceltilmesine çalışılmıştır.

"HM'nin öğrenme alanını seçme kriterleri" verilerden gelen bir ana kategoridir ve "öğrenme alanı ile ilgili bilgi birikimi", "öğrenme alanı ilgisi", "öğrenme alanında materyal eksikliği" alt kategorilerini içermektedir. Bu kategoriler, MÖA'nın HM'nin öğrenme alanını seçerken kullandığı kriterleri ifade etmektedir. Bu nedenle ana kategoriye "HM'nin öğrenme alanını seçme kriterleri" ismi verilmesi uygun görülmüştür.

IV. BÖLÜM

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde, verilerin analizleri sonucunda ulaşılan bulgulara ve bunlara ilişkin yorumlara yer verilecektir. İlk olarak, MÖA'nın "öğretim materyali ve materyal geliştirme" ile ilgili bilgilerini ortaya çıkarmak için sorulan sorulara verilen yanıtların ve yapılan bire bir görüşmelerin analizleri, alıntılarla desteklenerek sunulacaktır. Daha sonra, MÖA'nın HM geliştirme sürecine ait ana kategoriler başlıklar olarak, alt kategorileri ise bunların alt başlıkları olarak sunulacaktır. Katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntılar yapılarak deliller sağlanacak ve bulgular desteklenecektir. Veri analizinde nitel ve nicel tekniklerin bir arada kullanılması analizi güçlendireceğinden (Hancock, 1998) veri içinde sık görülen fikirlerin ne sıklıkta görüldüğünü ortaya koymak için bazı nitel veriler, nicel biçimlerde de sunulacaktır. Böylece bu fikirlerin hangisinin daha çok öne çıkmış olduğu da görülebilecektir. Bu kısımda, ana kategoriler ile alt kategorilerini gösteren bir şemaya da yer verilmektedir.

4.1. MÖA'nın "Öğretim Materyalleri Ve Materyal Geliştirme" İle İlgili Bilgileri

Birinci soruda MÖA'ndan "öğretim materyali" kavramının kendilerinde nasıl bir imajı oluştuğunu açıklamaları istenmiştir. Adayların verdikleri cevaplar aşağıda tabloda gösterilen 6 ana kategori altında toplanabilmiştir:

Tablo 4.1. Öğretim Materyali İmajı (Yazılı dokümanlar) (N=50)

Kategoriler	MÖA sayısı	Yüzde
1. Somut	21	42%
2. Görsel	17	34%
3. Anlamayı kolaylaştıran	11	22%
4. Matematiksel bir kavrama model olan	6	12%
5. Zihinde canlandıran	4	8%
6. Dikkat çekici	3	6%

Birinci kategoriye giren cevaplar öğretim materyalinin "somut" özelliği üzerine yoğunlaşmıştır ve bu özellik MÖA'nın cevaplarında en sık yer alan özellik olmuştur. İkinci kategori öğretim materyalinin "görsel" özelliği üzerine yoğunlaşmıştır. Tablo 4.1'den görüldüğü gibi MÖA'nın yüzde 42'si "öğretim materyali imajı"nı açıklarken öğretim materyalinin, matematiğin soyut kavramlarını somutlaştırma özelliğini, yüde 34'ü ise matematiksel kavramları görselleştirme özelliğini vurgulamıştır. Adayların üçüncü kategoride yer alan görüşleri MÖA'nın öğretim materyalini anlamayı kolaylaştırcı olarak gördüklerine işaret etmektedir. 4. kategoride yer alan görüşler öğretim materyalini matematiksel kavramın bir modeli olarak düşünmeye yöneliktir. 5. kategori altında yer alan görüşler, öğretim materyalinin matematiksel kavramları zihinde canlandırma özelliği ile ilgilidir. 6. ve son kategoride ise MÖA, öğretim materyalinin öğrencinin dikkatini çekme özelliğini vurgulamışlardır.

MÖA ile yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular, yazılı doküman bulgularını desteklemektedir ve farklı fikirleri de ortaya çıkarmıştır. Aşağıda MÖA'nın görüşmelerde ifade ettikleri görüşlerinden alıntılara ve görüşmelerden elde edilen fikirlerin yer aldığı bir tabloya yer verilmektedir.

Tablo 4.2. Öğretim Materyali İmajları (Görüşmeler)

Somut
Hareket ettirilebilir
Pratik
Gerçek hayatla ilişkili
Öğretmene yardımcı
Kalıcılığı artırıcı
Üç boyutlu
Görsel
Kolay anlaşılır
Zihinde canlandıran
Sistematik

MÖA ile görüşmelerden ortaya çıkan, "sistematik", "hareket ettirilebilir", "güncel hayatla ilişkili", "üç boyutlu", "öğretmene yardımcı", "pratik", onların "öğretim materyali imaj"larına ilişkin yeni fikirlerdir.

Örneğin, K17 öğretim materyali dendiğinde, soyut kavramları öğrencinin zihninde şekillendirecek somut araçları anlamaktadır:

K17. *Kavratmaya çalıştığımız konu soyut bir konuysa eğer, onun öğrencinin kafasında şekillenmesini sağlayacak somut bir araç diyebilirim.*

K7, öğretim materyali kavramının kendisinde oluştuğunu düşündüğü imajını anlatırken, öğretim materyalinin somut ve hareket ettirilebilir özelliklerinden bahsetmiştir. K7, öğretim materyalini elle tutulur, dokunulabilir ve hareket ettirilebilir özelliklerine sahip olarak algılamaktadır:

K7. *Üç boyutlu, öğrencilerin gözle görebileceği, elle tutabileceği ve onu anlayabileceği tarzda bir materyal düşünüyorum, özellikle öğrencinin kendisi hareket ettireceği tarzda, kendisi yönlendireceği tarzda, böyle bir şey aklıma geliyor.*

K7'nin tarifi ÖTMG derslerinde MÖA'nın geliştirdiği HM'lerin özellikleri ile benzerlik göstermektedir. Buradan hareketle MÖA'nın, derslerde yapılmış HM örneklerinden etkilendiği düşünülebilir. Buna başka destekler K22, K23 ve K24'ün ifadeleri olabilir. Bu adaylar, ÖTMG derslerinde daha önce geliştirilen hareketli materyallerden etkilendiklerini ve öğretim materyali dendiğinde bu tür materyalleri düşündüklerini ifade etmişlerdir:

K24. *Önceleri lisede kullanılan pergeldi, cetveldi bunlar aklıma geliyordu, şimdi burada yapılan materyaller aklıma geliyor.*

K23. *Matematikle ilgili materyaller aklıma geliyor, güncel hayatla ilgili şeyler, daha çok burada yapılan materyaller.*

K22. *Önce böyle karton gibi bir şey olarak düşünmüştüm, hani ilköğretimdeki gibi şeyler, bu derste yapılanları gördükten sonra elle tutulur bir şey, hareketli bir şey, ondan sonra belli bir sistematiği olacak, burada gözlemlediğimiz sistemler geliyor aklıma daha çok.*

Bu bulgular altında, anketlerde yazılan cevaplarda en sık görülen ve öğretim materyali imajının "somut" özelliğini vurgulayan MÖA'nın görüşlerinden bir kısmının, derslerde yapılan HM'lerden etkilenen MÖA'nın yanıtlarını yansıttığı düşünülebilir.

K14 öğretim materyalini öğrencilerin anlamasını kolaylaştırcak görsel veya elle tutulur model veya araç gereçler olarak düşünmektedir:

K14. *Matematikte öğretmenlerin sözel olarak anlattığı konuları, daha çok öğrencilerin anlamasını kolaylaştıracak görsel olarak bir şey yapmak, anlamasını kolaylaştırmak için model tasarlamak, alet, bir şeyler yapmak yani.*

K18 ise öğretim materyali kavramının, kendisinde oluşan imajının bir çok özelliğini birden sıralamıştır. Temel fikri kısa sürede anlatabilmesi, güncel hayatla ilişkili olması, anlamayı kolaylaştırması, görsel olarak canlandırabilmesi özelliklerini vurgulamıştır. K18, öğretim materyalini düzenek, cisim, alet gibi şeyler olarak ifade ettiğinden onu somut, elle tutulabilen, dokunulabilir şekilde algıladığı düşünülebilir:

K18. *Öğrencilere o konunun temel noktalarını anlatabilecek, yani o konuyu saatlerce anlatmak yerine birkaç dakika içinde anlatmaya yarayan materyaller, mesela bir öğrenci bir konuya karşı ön yargılıdır, sevmiyordur, dinlemek istemiyordur, derste de anlamamıştır, onun o konuyu anlayabilmesi için de gözünde bir şey canlanması gerekir, hayatla ilişkili bir şeyin gözünün önüne gelmesi gerekir, o materyal ona o konuyu kavratabilir, mesela gördüğü zaman, hani konuyu anlamayı kolaylaştıracak bir şey, düzenek olabilir, cisim, alet bu tür şeyler.*

K10, öğretim materyalinin, K18'in belirtmiş olduğu "en kısa sürede temel fikri verebilen" özelliğine pratiklik açısından benzer bir özelliğini dile getirmiştir. Öğretim materyali imajının az müdahale ile çok şey anlatabilme özelliğini vurgulamıştır:

K10. *Bir konuyu en kısa yoldan anlatmak, bana mesela çok karışık şeyleri anlatan materyal değil de, bence bir iki kelimelik müdahaleyle çocuk onu görerek anlasın, yani az şeyle çok şey anlatmak.*

K11 ise matematik kavramları somutlaştırma özelliğini dile getirmiştir:

K11. *Soyut olan bir şeyleri hani gözümüzde canlandırabilme, somut hale getirebilme, daha kolay anlaşılabilmesi, yani ilk olarak bunlar geliyor aklıma.*

K16, öğretim materyali imajının anlamayı kolaylaştıran, kalıcılığı artırıcı ve öğretmene yardımcı özelliklerini vurgulamıştır, K25 de konuyu anlatmakta öğretmene yararlı olma özelliğini dile getirmiştir:

K16*. Yani bizim anlatacağımız öğreteceğimiz şeylerin daha kolay anlaşılması, öğretilenin daha çok aklında kalması amacıyla, işimizi kolaylaştıracak şeyler.*

Sonuç olarak, MÖA'nın öğretim materyali imajlarını açıklayan yanıtlarının özellikle "somut, "görsel" ve "anlamayı kolaylaştıran" özelliklerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Ortaya çıkan, "üç boyutlu", "hareket ettirilebilir", "zihinde canlandıran", "sistematik", "güncel hayatla ilişkili" özellileri MÖA'nın öğretim materyali kavramına ilişkin imajlarının üniversitedeki ÖTMG ve diğer eğitim derslerinden olumlu yönde etkilendiklerini göstermektedir. Buna rağmen, MÖA'nın öğretim materyali kavramına ilişkin imajlarının geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

İkinci soruda MÖA'ndan matematik derslerinde kullanılabilecek öğretim materyallerinin neler olabileceğini açıklamaları istenmiştir. Adayların verdikleri cevaplar aşağıda tabloda gösterilen 4 ana kategori altında toplanabilmiştir. On bir aday bu soruyu yanıtlayamamış, üç aday ilgisiz bir yanıt vermiştir. Ayrıca bulunan kategorilerden hiç birine girmeyen altı adaya ait cevaplar öğretim materyalinin genel özellikleriyle ilgili bulunmuştur.

Tablo 4.3. Matematik Derslerinde Kullanılabilecek Öğretim Materyalleri (Yazılı dokümanlar) (N=50)

Kategoriler	MÖA sayısı	Yüzde
1. Bilgisayar animasyonları veya somut olarak hazırlanmış modeller ile çevreden model olarak kullanılabilecek eşyalar	17	34%
2. Tepegöz, bilgisayar ve projeksiyon makinesi	13	26%
4. Cetvel, pergel, iletki, gönye gibi çizim araç gereçleri	4	8%

Tabloda ortaya çıkan ana kategoriler ve bunların cevaplarda görülme sıklığı incelendiğinde, yüzde 34'lük sıklıkla MÖA'nın cevaplarında görülen somut veya sanal modellerle ilgili açıklamaların, daha önceki dönemlerde üniversitede verilen alan

eğitimi derslerinde, animasyonlar ve gerçek hayat problemleri ile ilgili etkinlikler hazırlarken edinmiş oldukları deneyimlerden veya materyal geliştirme ile ilgili duyumlardan geldiği düşünülebilir. Çizim araç ve gerçleri MÖA'nın cevaplarında daha az sıklıkta yer almıştır. Burada önemli olabilecek nokta, MÖA'nın dile getirmiş olduğu öğretim materyallerinin, öğrencilik yılları boyunca öğretmenleri tarafından çok yaygın olarak kullanılan öğretim materyalleri veya üniversitedeki derslerde gödükleri öğretim materyalleri olmasıdır.

MÖA ile yapılan birebir görüşmelerden kategorileri destekleyen bulgular elde edilmiştir:

Tablo 4.4. Matematik Derslerinde Kullanılabilecek Öğretim Materyalleri (Görüşmeler)

Bilgisayar/ matematik programları
Projeksiyon makinesi
Tepegöz
Slayt
Animasyon
Bilgisayar için matematik programları
Hesap makinesi
Tahta
Testler/bulmaca
Cetvel, pergel
Çevreden eşyalar
Somut model

Katılımcıların ifadeleri derinlemesine incelendiğinde, öğrencilik yılları boyunca eğitimciler tarafından kullanıldığını gördükleri veya üniversitedeki derslerde hazırlamış oldukları öğretim materyallerini dile getirdikleri görülmektedir. Örneğin K7 nin ifadesi:

K7. *Yani bu işte sınıfta kullandığımız, projeksiyon olabilir mesela, evet artık tepegöz fazla kullanılmıyor gerçi, tepegöz olabilir, projeksiyon olabilir, işte slaytlarla bir şeyler*

gösterebiliriz, ondan sonra işte geometride matematik programları yine hani bilgisayar olarak düşündüğümüzde bunlar aklıma geliyor, ama normal kendi çağımı düşündüğümde, kendi lise öğrenciliğimi düşündüğümde, hiçbir şey gelmiyor, çünkü hiçbir materyal kullanmadık, çok sınırlı şeyler aklıma geliyor, mesela bizim kendi yaptığımız materyaller, mesela geçen yıllardan kalma benim çok dikkatimi çeken bir şey vardı, fonksiyon makinesi ya da şey bileşke fonksiyon, düğmeye basıyorsunuz, A kümesini falan işte bire bir olan noktaları falan gösteren bir makine.

K7 öğretim materyalleri olarak belirttiği tepegöz ve projeksiyon makinesi yardımıyla bilgisayarda hazırlanan gösterileri sınıfta kullandıklarını da ifade etmektedir. K7'nin lise öğrencilik yıllarından aklına gelen sınırlı şeyler olarak değerlendirip dile getirmedikleri, katı cisim modelleri veya çizim araç gereçleri olabilir. K7 soruyu cevaplamak için bunların dışında öğretim materyali olabilecek yanıtlar arama gereği duymuştur ve ÖTMG derslerinde MÖA tarafından geliştirilen (fonksiyon makinesi) bir HM'den bahsetmiştir. K17'nin ifadeleri de bu saptamaları destekler niteliktedir:

K17. *Aslında böyle çok yani okul hayatım boyunca materyal görmediğim için çok fazla, kafamda canlanmıyor, hatta sadece cetvel, pergel, iletki gibi şeyler canlanıyor materyal deyince, evet bir de işte benim babam ilkokul öğretmeni, onun yaptığı materyaller vardı, o yapıyordu, çarpım tablosunu falan, çocuklara anlatmak için, öğrencilere anlatmak için.*

Yukarıdaki ifdesinde K17, öğrenim hayatı boyunca görmüş olduğu çizim araç-gereçleri ile ilkokul öğretmeni olan babasının geliştirdiği bir öğretim materyalini örneklemiştir.

K21, öğretim materyalleri içinde animasyonları ve ÖTMG derslerinde geliştirilen ve sergilenen HM'leri dile getirmiştir. Bölümde MÖA'nın animasyon hazırlamalarını gerektiren dersler bulunduğu göz önüne alınırsa, K21'in ifadelerinin de önceki saptamaları desteklediği görülebilir:

K21. *Bilgisayar destekli öğretimi de bunun içine alırsak, bilgisayardaki animasyonlar olabilir, görsel, bizim yaptığımız şeyler de olabilir.*

K10, çevreden bulunabilecek günlük eşyaların öğretim materyalleri olarak kullanılabileceğini bildirmiştir:

K10. *Bence her şey olabilir yani, kağıt parçası, bir herhangi bir levha, bir çember getirmek, her şey olabilir, günlük hayattan bulabildiğimiz her şey materyal olabilir.*

K11. *Her şey kullanılabilir, hiç insanın aklına gelmeyen bir şey materyal olarak kullanılabiliyor.*

Bu MÖA, çevreden bulabilecekleri sıradan eşyalarla basit modellemeler yapılabileceğini anlatmaya çalışmaktadır. Bu modellemeler, MÖA'nın öğrencilik yıllarında zaman zaman karşılaştıkları modellemeler olabilir. K9 ve K20 açıklamalarında matematik öğretmenlerinin sınıflarında sıkça kullandıkları modellemelerden örnekler vererek biraz daha dar ifadeler kullanmışlardır:

K20. *Kişinin kendi tasarladığı aletler olabilir ya da çevremizde doğadan da eşyalar kullanılabilir, sandalyeler ve sınıftaki öğrenciler fonksiyonlarda bire birliği anlatmak için kullanılabilir.*

K9. *Normal bir şekil yapmadan da her hangi bir şeyle de bir şeyler gösterebilirim, bir toplam formülü göstermek için elimdeki kalemlerle de bir şeyler gösterilebilir, ben dershanede çalışırken mesela genelde bozuk paralar oluyor yanımda onlarla gösteriyorum.*

Sonuç olarak, MÖA'nın belirttikleri öğretim materyallerinin öğrencilik yılları boyunca eğitimciler tarafından kullanıldığını gördükleri öğretim materyalleri olduğu veya üniversitedeki derslerden edinmiş oldukları deneyimlerden gelen örneklemeler olduğu sonucuna ulaşılabilir. Bu bağlamda, onların öğretim materyalleri ile ilgili bilgilerini artıracak yeni bir çok fırsata ihtiyaçları olduğu düşünülebilir.

Üçüncü soruda MÖA'ndan matematik dersleri için bir öğretim materyali geliştirirken nelere dikkat etmek gerektiğini açıklamaları istenmiştir. Adayların verdikleri cevaplar aşağıdaki tabloda yer alan 7 ana kategori altında toplanabilmiştir:

Tablo 4.5. Matematik Derslerine Yönelik Bir Öğretim Materyali Geliştirirken Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar (Yazılı dokümanlar) (N=50)

Kategoriler	MÖA sayısı	Yüzde
1. Pratik, sağlam, tekrar kullanılabilen, gerektiği takdirde kolaylıkla geliştirilebilir ve güncellenebilir şekilde kullanışlı olmasına	19	38%
2. Basit, sade ve anlaşılabilir olmasına	13	26%
3. Öğretimin ve dersin hedeflerine uygun olmasına	12	24%
4. Konunun ana hatlarını sunabilen, anlaşılması güç olabilecek konuları açıklayabilir olmasına	7	14%
5. Öğrencinin yaş, zekâ ve geçmiş yaşantılarının düzeyine vb. özelliklerine uygun olmasına	4	8%
6. Değişik, ilgi çekici olmasına	4	8%
7. Hazırlaması kolay ve masrafsız olmasına	3	6%

Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi, MÖA'nın verdikleri cevaplar içinde yüzde 38 ile en sık raslanan fikir, öğetim materyalinin kullanışlı olması fikridir. İkinci sırada, öğretim materyalinin kolayca anlaşılabilir bir yapıda olmasına ilişkin fikirler yer almaktadır. Üçüncü kategori, öğretim materyalinin dersin hedeflerine uygun olması fikrini içermektedir. Bunların dışında ortaya çıkan fikirlerin, cevaplar içindeki sıklığının oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Dördüncü kategoride toplanan fikirler, öğretim materyalinin matematik derslerinde, anlaşılması zor noktaları açıklayabilir olması özelliğini vurgulamaktadır ve görülme sıklığı yüzde 14'tür. Beşinci kategoride ise öğretim materyallerinin öğreci özelliklerini de dikkate alan bir tarzda olması vurgulanmaktadır. 6. kategoride yer alan fikirler öğretim materyalinin ilgi çekici özelliğine yönelik fikirlerdir. 7. ve son

kategoride öğretim materyalinin kolay ve masrafsız hazırlanabilir olması ile ilgili fikirler bulunmaktadır.

Yazılı doküman bulguları dikkate alındığında, MÖA'nın bir öğretim materyali geliştirirken dikkat edilecek noktaların teorik bilgisine genel olarak sahip oldukları tespit edilmiştir. Bunun yanısıra, MÖA'nın açıklamalarının, matematik dersine özel noktalardan çok genel noktalara işaret etttiği görülmektedir.

MÖA ile yapılan görüşmeler incelendiğinde yazılı doküman bulguları ışığında ulaşılan bu saptamayı destekler bulgular elde edilmiştir. Ayrıca, görüşmelerden elde edilen yeni fikirlerin de yer aldığı bir fikirler tablosu aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4.6. Matematik Derslerine Yönelik Bir Öğretim Materyali Geliştirirken Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar (Görüşmeler)

Küçük, rahat taşınır
Malzemeleri kolay ve ucuz elde edilebilir
Malzemeleri uyumlu
Çabuk bozulmayan, sağlam, kulanışlı
Öğretimin amacına uygun, öğrenciye faydalı
Öğrenciye hitap edebilir
Açık, net, basit, herkesçe anlaşılır
Renkli, ışıklı, hareketli, ilgi çekici, şık
Pratik
Yapımı kolay ve ucuz
Anlaşılması zor şeyleri açıklayan
Doğru
Çok örnekli, işlevsel, nitelikli
Dokunulabilir, somut

Görüşmelerde MÖA'nın matematik derslerinde kullanılabilecek öğretim materyalleri geliştirirken zaman zaman matematik dersine özel alınabilecek noktaları dile getirmişlerse de geniş açıklamalar vermemişlerdir. Öğretmen adayları çoğunlukla bir materyal hazırlanırken dikkat edilecek hususları genel ifadelerle açıklamışlardır. Örneğin K8, matermatik dersleri için bir öğretim materyali geliştirirken dikkat edilecek noktaları açıklarken, materyal malzemelerinin kolay ve masrafsız şekilde elde edilebilir olamasını vurgulamıştır:

K8. *Yani bence şu var, bir kere rahat taşınacak, yani, benim düşündüğüm şu, en basit şekilde en az malzeme kullanarak, böyle çok sağda solda gezmeyi gerektirmeyen her yerde bulabileceğim her yerde ulaşılabilecek malzemeleri kullanarak, işte dağılmayan veya işte bir kere deneyebileceğim, hani ikinci bir defa olmayacak, birbirini bozmayan malzemeleri kullanarak, böyle yurt dışından getirilecek bir şey olmaması lazım, yani her an aklıma gelecek ilk yerde görebileceğim.*

K17 ise ekonomik, yapımı kolay, işlevsel ve dikkat çekici olması noktalarını genel ifadelerle vurgulamıştır:

K17. *Bir kere çok masraflı olmaması lazım, yapımı kolay olması lazım, çok fazla bozulmaya müsait olmaması lazım, ki daha fazla kullanabilelim, bir kaç defa benim hani kanaatim, bir de eğer mümkünse bir materyal üzerinde birden fazla konunun işlenebilmesi lazım ki sınıfın her tarafı materyalle dolu olmasın, bir de öğrencinin dikkatini çekecek, şekilde olması lazım yani ilgisini çekecek bir şey olması lazım, böyle düşünüyorum.*

K19' un ifadeleri:

K19. *Dikkat çekici, renkli, ışıklı olabilir, lise çağındaki öğrencinin gerçekten ilgisini çekecek şeyler olmalı.*

K9. *Kolay taşınabilir olmalıdır bence, yani her sınıfta rahatlıkla taşıyabilmemiz gerekiyor, dediğim gibi çocukların anlayacağı bir şey üretmek faydalı olmak herkes için,tekrar tekrar kullanılmalı.*

K18' in ifadeleri:

K18*. Kolay taşınabilmelidir, küçük olmalıdır bence çok büyük olmamalıdır, çabuk bozulabilen olmamalıdır, bir çok öğrenciye gösterilecek sonuçta, bir kaç kerelik bir şey değil, pratik olmalıdır kullanımı, ucuza mal olmalı, renkli olmalı bence çok sade olmamalı, hareketli olmalı, öğrenci dokunabilmeli.*

Aşağıda ifadeleri yer alan K11 de bu saptamayı desteklemektedirler:

K11. *Baktığımızda herkesin bir şey anlayabilmesi, ne işe yaradığı anlaşılmayan bir materyalin çok kullanılabileceğini sanmıyorum, hem kolay anlaşılması gerekiyor hem de yani bayağı ilgi çekmesi gerekiyor.*

K10. *Taşınabilir, kullanışlı, küçük yani böyle abartılı olmamalı bir de şık durmalı.*

K15. *Bir kere ne anlatmak istediğini anlamamız lazım, hani birileri anlatmadan da biz ne için yapıldığını görmemiz lazım, kullanılabilir olması lazım, hani anlamadığımız bir şeyi açıklarsa, yoksa çok rahat kavrayabileceğimiz bir şeyi açıklamasına gerek yok.*

K14 öğretim materyalinin matematiksel kavramları doğru açıklaması gerektiğine işaret etmiştir. K14'ün açıklamaları farklı olarak matematik öğretimine yönelik ifadeler de içermektedir. Örneğin öğretim materyalinin, matematiksel gerçekleri kolay bir yolla açıklaması gerektiğini örnekleyerek diğer adaylarında söz ettiği ekonomik, basit anlaşılabilir olma özelliğini matematik dersleri yönünden özelleştirerek ele almıştır. K14 verdiği örneği MÖA'nın öğrenim gördüğü üniversitede her yıl düzenlenen ve ÖTMG derslerinde üretilen HM'lerin sunulduğu sergiden edinmiştir:

K14. *O konuyu kavramı yanlış vermeyecek, onda yanlış bir imaj oluşturmayacak, materyal daha kullanışlı, daha kolay yapılabilir, pratik, o tarz materyalleri mesela bir*

tane sergide görmüştüm, simetrilerin uzaklıkları eşit olduğunu çok kolay bir şekilde anlatmışlar, mesela ayna koymuşlar, ortaya bir cisim koyuyorlar, metreyle çekiyor, uzunluğuna bakıyor, 20 cm şu görüntüden bakalım uzaklık ne kadar 20 cm ve çok ucuza mal olmuş bu materyal mesela.

MÖA'nın bir öğretim materyali geliştirirken dikkat edilmesi gereken genel noktaların bilgisine sahip oldukları görülmektedir. Buna ek olarak, MÖA'nın matematik derslerinde kullanılabilecek bir öğretim materyali geliştirirken dikkat edilmesi gereken noktalar konusundaki bilgilerinin geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Dördüncü soruda MÖA'ndan bir matematiksel modelin ne olduğunu açıklamaları istenmiştir. MÖA'ndan 10'u bu soruya yanıt verememiştir. Adayların verdikleri cevaplar aşağıdaki tabloda yer alan 3 ana kategori altında toplanmaya çalışılmıştır:

Tablo 4.7. Matematiksel Model (Yazılı dokümanlar) (N=50)

Kategoriler	MÖA sayısı	Yüzde
1.Matematiksel bir kuralın, soyut bir kavramın veya bir problem için geliştirilmiş somut modeli	21	42%
2.Matematik konularını grafik, resim, tablo, şema vb. ile ifade eden çizim veya animasyonlar	8	16%
3.Matematik konularını ifade eden gerçek hayattan modeller	7	14%

MÖA'nın cevaplarında en sık görülen matematiksel model fikri matematik konu, kavram veya problemlerinin hazırlanmış somut modelleri olması fikridir. MÖA'nın vurguladıkları diğer iki fikir, çizimler veya animasyonlar ile gerçek hayat

modelleridir. Matematiksel modellere ilişkin cevaplardan bu kategorilere girmeyen bazı cevaplar aşağıda verilmiştir.

MÖA'nın yanıtları matematiksel modellerin teorik çeşidini ifade etmeyip somut modelleri ve çizimleri veya bilgisayar modellerini işaret etmektedir. MÖA ile yapılan birebir görüşmelerde de adaylar bu bulguyu destekler nitelikte cevaplar vermişlerdir. Aşağıdaki tablo görüşmelerden gelen matematiksel model fikirlerini yansıtmaktadır.

Tablo 4.8. Matematiksel Model (Görüşmeler)

Bilgisayar programları
HM, Matematiksel kavramın somut modelleri
Matematiksel kavramın günlük yaşamdan modelleri

K7, matematiksel modeli bilgisayarda hazırlanmış modeller ve HM'ler olarak ifade etmiştir:

K7. *Bilgisayar ortamında daha iyi şeyler yapılabilir, ben o yüzden model dendiğinde bilgisayar programı aklıma geliyor. Yaptığımız bu şeyler aklıma geliyor. Çeşitleri olarak ta bir grafik olabilir düzlemde yapılmış bir şeyler olabilir, grafikler…*

K12'nin ifadesi:

K12. *Model bir kavramın imajını oluşturacak bir şeydir, herhangi bir şeyi, küçük maketler de olabilir, ders içinde herhangi bir kavramı görselleştirecek öğrencinin öğrenmesine yardımcı olacak herhangi bir şeyler olabilir.*

K18'in ifadesi:

K18. *Model, bir şeyi somutlaştırmak için kullanılan nesneler, bence model budur, niçin kullanılır? Bilgiler öğrencilerin zihninde daha çok yer etsin daha kalıcı olsun, o konu hakkında bir soru sorulduğunda hemen zihninde bir şeyler canlanabilsin diye kullanılıyor.*

K21 matematiksel modeli matematiksel kavramın, günlük yaşamdan modeli olarak açıklamıştır:

K21. *Model hayatta var olan bir şeyi belirli bir dersle bağdaştırarak onu anlatmak, o zaten hayatta vardır, siz onun üstüne bir şey yüklersiniz, bana bunu anlatıyor dersiniz onun üstünden anlatırsınız bu onun modeli olur bu da modellemedir.*

K17'nin ifadesi:

K17. *Düşünmem lazım, tabi ki vardır muhakkak yani mesela prizmayı anlatmak için bu üst geçitleri örnek vermek olabilir, kapalı üst geçitler var ya Ankara'da, ya da su borularını göstermek yine silindir için, ya da açık bir silindir aslında tahtanın da bir silindir olduğunu, ya da sonsuzluğu açıklamak için gökyüzünün de bir silindir olduğu, yani o tarz bir şekilde ifade edilebilir gökyüzü olmaz da, ıı…çok rastlamadım.*

K8'in ifadesi:

K8. *Derste gördüğümüz şekilde işte, bu eğrileri anlatırken köprülerden bahsetmek, aslında ben hani sürekli şey olarak düşünmüştüm, hiç bir materyalle karşılaşmadığım ya da kullanmadığım için şu ana kadar, tam olarak hep günlük hayattan şeyleri matematiksel model olarak alıp, onları matematikte nasıl kullanacağımız falan olarak düşünmüştüm.*

K9'un ifadesi:

K9. *Doğada gördüğümüz bir şeyin küçültülmüş şekli olabilir, onun içini gösterirsek kesit yapabiliriz, ya da bizim bir konuyu soyut bir konuyu somutlaştırmak için yapabiliriz, mesela toplam sembolünü gösterirken ya da tümevarım gösterirken o şekil, işte topun düşmesi falan ya da kova kova sularla bir kuyu suyu oluşturmak falan, yani doğadan alınan bir şey de olabilir bizim kafamızda soyut bir şeyi somutlaştırmak adına da olabilir.*

K15, K16 ve K25 emin olmamakla beraber matematiksel modeli açıklamaya çalışmışlardır:

K15. *Model… bir şeyin somuta dökülmüş hali mi?*

K16. *Model işte ders içinde yaptığımız materyaller, modelleme de onu yapmaya çalışmak mı***?** *Öyle bir şey yani bilmiyorum.*

K25. *Pek bir şey aklıma gelmiyor, sayılar geliyor aklıma, matematiğin somut şeylere dökülmesi.*

Sonuç olarak, MÖA'nın matematiksel modelle ilgili bilgileri, üniversite derslerindeki modelleme yaşantılarından edindikleri bilgilerden gelmektedir ve geliştirilmesinin gerektiği düşünülmektedir.

Beşinci soruda MÖA'ndan ortaöğretim matematik derslerinde kullanılabilecek somut modellerin neler olduğunu açıklamaları istenmiştir. Adaylardan otuzu bu soruyu yanıtlayamamış ya da "bilmiyorum" şeklinde yanıtlamıştır. Diğer adayların verdikleri cevaplar aşağıdaki tabloda yer alan 2 ana kategori altında toplanmıştır:

Tablo 4.9. Ortaöğretim Matematik Derslerinde Kullanılabilecek Somut Modeller (Yazılı dokümanlar) (N=50)

Kategoriler	MÖA sayısı	Yüzde
1. Geometri derslerinde kullanılan katı cisim modelleri	11	22%
2. ÖTMG derslerinde geliştirilen ve sergilenen HM'ler	9	18%

MÖA'nın çoğunun soruya bir cevap verememesi, ana kategorileri oluşturan fikirlerin MÖA'nın cevaplarındaki sıklığının çok düşük olmasına yol açmıştır. Yazılı doküman bulguları, matematik derslerinde kullanılabilecek somut modellerin bilgisinin MÖA tarafından çok az sahip olunan bir bilgi çeşidi olduğunu göstermektedir.

Görüşmelerden elde edilen fikirlerin tablosu aşağıdadır:

Tablo 4.10. Matematik Derslerinde Kullanılabilecek Somut Modeller (Görüşmeler)

Üçgenin dönerek koni, dikdörtgenin dönerek silindir oluşturduğu materyal
Lazer ve grafikler
Eğitim derslerinde yapılan materyaller
Katı cisimlerin modelleri

Somut modeller bildiğini söyleyen MÖA, kendi öğrencilik yıllarında kullanılan veya staj okullarında matematik derslerinde öğretmenlerin kullandığı somut modeller bilmemekle beraber üniversitede bazı derslerde eğitimcilerin kullanmış olduğu aynı tip bir modelden bahsetmişlerdir. K7, K8 ve K10 dönme hareketiyle katı cisimlerin görülebildiği somut modellerden bahsetmişlerdir:

K7. *Zaten demiştim, kendi öğrenciliğimde rastlamadım, lisedeyken rastlamadım ama burada üniversitede görmüştüm, mesela üçgeni döndürdüğümüzde, hızlı bir şekilde döndürdüğümüzde koni oluşuyordu, mesela dikdörtgeni döndürdüğümüzde silindir oluştuğunu gördüm.*

K10. *Mesela dikdörtgenin dönerek silindir olması gibi materyaller vardı.*

K8. *O katı cisimlerden bir üçgenin ortasına motor yerleştirmiş döndürüyor düğmeye basınca, döndürdüğü zaman o bir koni oluşuyordu. Yani, onun katı cisimleri çok hızlı döndürdüğü için de koni rahatça görülebiliyordu. Yani öğrenci düğmeye bastığı zaman*

ki burada yapmıştık onu da çok büyük ki hani o basit bir şey, mesela illa ışık falan olmasına gerek yok, ama bir hareket bir şey olduğu zaman rahatça anlaşılıyor.

K18 lisede kullanılan somut modeller bilmediğini ifade etmekle birlikte üniversitede az sayıda da olsa bazı derslerde somut modellerden yararlanıldığını gördüğünü ifade etmiştir:

K18. *Somut modelleri çok az sayıda hocamız kullanıyor, düzlük kavramını tanıtmak için küreler getirmiştik sınıfa, küre üzerinde yürüyen bir karınca kendini hep düz bir yolda yürüyormuş gibi hissediyormuş, lazerden çok yararlanılır, iki tahta konulur, bunun arasına yansıtılır bu düzdür denilir, genelde bunlardan yararlanılır, yuvarlak şeyler, lazer ve grafikler, liselerde bunları pek kullanmazdık açıkçası, genelde düz anlatım yöntemini tercih ederdi öğretmenlerimiz.*

K14 ve K20 ÖTMG dersinde yapılan somut modellerden başka somut modeller bilmediklerini ifade etmiştir:

K14. *Burada yaptıklarımız, materyaller, yani çünkü zaten şu anda kullanılmıyor, mesela ben de aynı yerlerden geliyorum, şu anda staja gidiyorum hiçbir yerde materyal kullanılmıyor, benim üniversiteye gelene kadar böyle bir durumdan haberim bile yoktu.*

K20. *Ben hiç görmedim lisedeyken, hiç kullanılmadı, burada arkadaşların yaptıkları, kendi uğraştığımız materyaller var.*

Somut modeller bildiğini söyleyen MÖA, kendi öğrencilik yıllarında matematik derslerinde katı cisimlere ait somut modeller kullanıldığını ifade etmişlerdir:

K9. *Bir prizmaları biliyorum, prizma gösterirlerdi bize, üç boyutlu koniler küpler falan, bir materyal adına değildi de daha çok geometri ile ilgili.*

K16. *Somut modeller, mesela geometri derslerinde piramitler, prizmalar, küptür, küredir öyle şeyler biliyorum, ama onun dışında, cebir anlamında çok da materyal kullanıldığını düşünmüyorum.*

Somut modeller bilmediğini söyleyen adaylardan K11 ve K15'in görüşme metinlerinden alıntılar aşağıdadır:

K11. *Lisede, bizim zamanımızda hiçbir şey kullanılmadı, bilmiyorum.*

K15. *Staj okulumda da hiç görmedim yani, sadece test-çözüm.*

Sonuç olarak, MÖA matematik derslerinde kullanılabilecek somut modellere, katı cisim modellerini ve ÖTMG derslerinde geliştirildiğini gördükleri HM'leri örnek vermişlerdir.

Altıncı soruda MÖA'ndan şu anda öğretmen olarak atanmış olsalar, derslerinde ne tür öğretim materyalleri kullanacaklarını açıklamaları istenmiştir. Verilen cevaplar aşağıdaki tabloda yer alan iki ana kategori altında toplanabilmiştir:

Tablo 4.11. Matematik Öğretmen Adaylarının Atandıklarında Derslerinde Kullanacakları Öğretim Materyalleri (N=50)

Kategoriler	MÖA sayısı	Yüzde
1. Bilgisayar ve ilgili araç gereçler	26	52%
2. Somut modeller	12	24%

MÖA'nın cevapları, bilgisayar ve ilgili araç gereçler ile somut modeller üzerine yoğunlaşmıştır. Tablodan görüldüğü gibi, MÖA'nın yarısından fazlası bilgisayar animasyonlarını tercih ederken, MÖA'nın cevaplarında, somut modeller kullanımının daha az sıklıkta yer aldığı anlaşılmaktadır.

MÖA ile yapılan görüşmeler incelendiğinde yazılı cevaplardan elde edilen bulguları destekleyen ve detaylandıran bulgulara ulaşmak mükün olmuştur. MÖA'nın öğretmen olarak atandıklarında derslerinde bilgisayar ve ilgili araç-gereçler kullanmayı somut modeller kullanmaya tercih etmektedirler. Ayrıca, MÖA bilgisayarda kullanabilecekleri programları hazır şekilde bulabileceklerini düşünmektedirler. Aşağıda K7' nin bu duruma destek veren ifadesi yer almaktadır:

K7. *Şu anda ilk aklıma bilgisayar geliyor. Tercih konusunda hani neyi tercih edersin derseniz öğrencilerin bizzat kendi kullanacağı materyaller, mesela bu matematik programlarından bu üç boyutlu cisimler, ama elektronik bir şey yapacağım, elektronikten anlamıyorum, tamam bunu mesela bir ders için yapabilirim, elektrikten anlayan bir kişiye yaptırabilirim, ama bunu her ders için yapmak bana çok zor olurmuş gibi geliyor.*

K8'in ifadesi:

K8. *Bilgisayarda hazırlanmış çeşitli programlar, görüntüler kullanırım.*

K7, derslerde bilgisayar ve ilgili araç-gereçlerin kullanımının, lise öğrencisinin daha çok ilgisini çekeceğini ileri sürmüştür:

K7. *Bence daha çok üst düzeyde hani bilgisayar olabilir, materyal derken, bilgisayarda mesela matematik programları var işte onlarla bir şeyler yapabiliriz, o hani üç boyutlu katı cisimleri mesela, hacimleri bulmada, hani üç boyutlu diyoruz ama tam olarak gösteremiyoruz tabi şekillerle, işte bilgisayar ortamında, hani onları kullanarak bir şeyler yaptırılabilir öğrencilere, lise düzeyi olduğu için hani daha çok bilgisayar öğrencinin artık daha çok ilgisini çekiyor, mesela işte öğrenciye bilgisayar ortamında bir şey verdiğin zaman, hani daha çok bir merakla hani, bakayım oldu falan gibisinden daha çok ilgileniyor.*

K12 de somut modeller kullanımının önemini ve gerekliliğini dile getirmekle beraber daha kolay olması sebebiyle bilgisayar ve ilgili araç-gereç kullanımını tercih edeceğini ifade etmektedir:

K12. *İlk başta bilgisayar herhalde yine en kolayı o olur, materyal yapmaya çalışsak tasarlaması ayrı bir çaba zaman gerektiriyor, hani bir de animasyon hazırlayabiliyorsanız, o daha rahat oluyor, ama illa ki bilgisayar da olmuyor hani o da sanal bir dünya olduğu için illaki somutlaştırmak gerekiyor.*

K15'in ifadesi:

K15*. Okulda yaptığımız materyaller tarzında olabilir, hani öğrencilerden bir şeyler yapmasını isteyebilirim.*

K17'nin ifadesi:

K17. *Yani ben mesela kağıtlarla ifade etmeyi kullanırım, onları kullanmak isterim, burada gördüğümüz materyaller var, hocamızın gösterdiği, işte limitle alakalı mesela anlaşılması çok zor kavramlar, limiti ben üniversite hayatıma geldiğimde bile anlamadım, yani çok zor algıladım, epsilonlar deltalar, sadece yazılı olarak anlatılmıştı bize, zamanla oturdu, o oturan şeylerin erken oturmuş olsa belki daha başarılı olacaktık, ilerleyen hayatımızda onları da kullanmak isterim, okulumuzda yapılan materyalleri kullanmak isterim.*

K18'in ifadesi:

K18. *Biz üniversitede türevi görürken hocamız getirmişti, böyle bir tane parabol ve teğet doğrusu vardı böyle yaklaştıkça yaklaştıkça teğet oluyor, o noktadaki teğetin eğimi türevi verir, onu kullanmıştı onları kullanabilirim mesela, bazı derslerimde, mesala üniversitede, sürekli 3 saat boyunca power point sunularından yararlanarak anlattı hocamız ve o ders bende hiç yararlı olmadı, öğrenci bir müddet sonra sıkılıyor, kendim de bunu çok yaşadım, hareketli materyali tercih ederim.*

Sonuç olarak, MÖA öğretmen olarak atandıklarında, derslerinde bilgisayar ve ilgili araç gereçleri kullanmayı somut modeller kullanmaktan daha çok tercih etmektedir.

Yedinci soruda MÖA'ndan matematik öğretiminde HM kullanımı hakkındaki düşüncelerini açıklamaları istenmiştir. MÖA'nın görüşleri aşağıdaki tabloda yer alan 5 ana kategori altında toplanabilmiştir:

Tablo 4.12. Matematik Öğretiminde Hareketli Materyal Kullanımının Öğretime Etkisi (Yazılı dokümanlar) (N=50)

Kategoriler	MÖA sayısı	Yüzde
1. Öğrencilerin ilgisini çekmekte daha etkilidir	16	32%
2. Matematiğin daha iyi anlaşılmasını ve öğrenilmesini sağlar	12	24%
3. Öğrenilen matematiksel bilgiler daha kalıcı olur	8	16%
4. Öğrencilerin düşünmesini ve keşfetmesini sağlar	6	12%
5. Eğlencelidir, matematiği sevdirmeyi sağlar	4	8%

Yazılı cevaplardan MÖA'nın matematik derslerinde HM kullanılmasını dikkat çekici olması bakımından çok etkili bulduğunu göstermektedir. MÖA'nın cevaplarının yüzde 32 sıklıkla bu düşünceyi ifade eden 1. kategori altında yer aldığı yukarıdaki tablodan görülmektedir. 2. kategoride yer alan görüşler derslerde HM kullanımının matematiğin daha iyi anlaşılıp öğrenilmesini sağlaması ile ilgilidir. Bu görüşün MÖA cevaplarında görülme sıklığı yüzde 24'tür. 3. kategoride yer alan görüşler matematik derslerinde HM kullanmanın bilgileri daha kalıcı yapacağını belirtmektedir. 4. kategoride yer alan görüşler ise HM kullanımının derslerde öğrenciyi düşünmeye sevk edeceğini ve keşfetmeyi sağlayacağını gündeme getirmektedir. 5. ve son kategorideki görüşler, matematik derslerinde HM kullanmanın, dersi eğlenceli hale getirmekte ve matematiği öğrenciye sevdirmekte etkili olacağı yönündedir.

Aşağıdaki tablo, MÖA ile birebir yapılan görüşmelerde yedinci soruya verilen cevapları göstermektedir. MÖA matematik derslerinde HM kullanımının çok etkili olacağını belirtmektedir:

Tablo 4.13. Matematik Öğretiminde Hareketli Materyal Kullanımının Öğretime Etkisi (Görüşmeler)

Matematiksel kavramları somutlaştırır
Öğrencilerin daha iyi anlamasını sağlar
Öğrencilerin dikkatini çeker
Akılda kalmasını sağlar
Dersi eğlenceli hale getirir
Göz önünde şekillendirir

Örneğin K17'nin ifadesi:

K17. *Kesinlikle etkili olur çünkü dikkat çekiyor**,** hani görsel olarak ilgi çektiği için matematik zaten, başarılı olmayan öğrenciler için özellikle hiç de cazip bir ders değil, zor anlaşılır bir ders olduğu için eğlenceli hale getirmiş olur bir kere, yani bir materyal getirmek sınıfa, çocukların ilgisini çekecek bir şeyse hele, yani mesela futbol sevenlere futbol topuyla alakalı bir şey yapılsa mesela, dikkat çekmesi yönünde güzel, matematik soyut kavramların olduğu şeyler olduğu için algılanması içinde hareketli materyal fayda sağlayacaktır, gözün önünde şekillenmiş olması faydalı olacaktır.*

K8'in ifadesi:

K8. *Matematik zaten öğrencilerin sürekli tahtadan aynen yazılım, deftere, işte hep aynı giden, öğrencilerin çok fazla sorular üzerinde durmadığı bir ders olduğu için daha çok sıkıntı orada çıkacağı için öğrencilerin arada bir dikkatini çekecek türde hani.*

K7 açıklamalarında, HM'yi bilgisayar modelleri ile kıyaslayamıştır. Aday bilgisayardaki modellemelerin soyut matematiksel bilgileri göz önünde canlandırsalar da bu canlandırmanın öğrenci gözünde yine de soyut kaldığını belirtmektedir. HM kullanımının ileri soyut matematik kavramları anlamasında öğrenciye yarar sağlayacağını düşünmektedir:

K7. *Bence öğrendiklerini şimdi, hani ne demiştik modeli niçin yapıyoruz dedik soyut kavramı somutlaştırmak için demiştik, onun için öğrenci kafasında soyut kavramı somutlaştırdığı için daha iyi anlar. Az önce de bahsetmiştim bir limitte olsun, türev olsun, teğeti anlatırken bilgisayar ortamında gördüğünde yani hayalinde canlandırdığında tam anlayamıyor, "tamam da niye böyle oldu?" sorusunu hala soruyor kendisi görerek yaşayarak modelleyecek.*

K10'un ifadesi:

K10. *Hareketli materyallerle daha dikkat çekici oluyor,öğrencilerin dikkatleri o yöne yönleniyor.*

K16'nın ifadesi:

K16. *Öğrencinin ilgisini çekeceğini düşünüyorum ama dediğim gibi hani çok üzerinde yoğun ders anlatılmamalı, o zaman öğrenci sıkılabiliyor, çünkü hem dikkat çekecek, hem görsel olacak hem konunun birazcık fikrini verecek yani.*

K15'in ifadesi:

K15. *Etkilidir, yani materyal kullanmak bir kere dikkat çekici olur, konuyu vermek açısından öğrencilerini dikkatini çeker.*

K11 matematik derslerinde HM kullanımının bilgilerin akılda kalmasını sağladığını dile getirmiştir:

K11. *Mesela ben modu, şu doktor soruları falan vardı, ben onları böyle bir gün eksik bir gün fazla şimdi bile hala böyle bir eksiklik vardı, şimdi o materyali ben tanıttım hı diyorum, o bir gün buradan geliyor, hani insanın aklında kalıyor, böyle izlendiğinde ne nerden geliyor falan.*

K12'nin ifadesi:

K12. *Matematik için şart diye düşüyorum çünkü çoğu kez hava da kalıyor, bir fonksiyon nedir? İlk gördüğünüzde zor geliyor, onları modelleyecek bir şeyler gerekiyor diye düşünüyorum.*

K22'nin ifadesi:

K22. *Daha etkili olabilir çünkü matematik dikkatlerin çekilmesi zor bir ders, mesela staj okulunda da gözlüyorum hep öğrenciler kendi aralarında konuşuyorlar, öğretmen sınıftan kopuk kalıyor, öğretmen de gergin öğrenci de gergin, kimse mutlu değil öğle bir sınıf ortamında, bu anlamda hem öğretmen öğrencilerin dikkatini çektiği için mutlu olur, hem öğrenciler derse adapte olur, öyle bir hareketli materyal olursa hem onların fizyolojisine de uygun, o anlamda işleyişi güzel olur diye düşünüyorum.*

Sonuç olarak, MÖA'nın matematik derslerinde HM kullanımının çok yararlı ve etkili olacağını düşündükleri bulunmuştur.

Sekizinci ve son soruda MÖA'ndan HM geliştirmenin matematik öğretmen adaylarına katkıları olup olmadığını açıklamaları istenmiştir. MÖA'nın beşi soruyu "evet vardır" diye yanıtlamalarına rağmen açıklama yapmamışlardır. Üç aday ise cevaplarında HM kullanımının yararlarını açıklamışlardır. Altı aday soruyu yanıtsız bırakmıştır. Verilen cevaplar aşağıdaki tabloda yer alan beş ana kategori altında toplanabilmiştir:

Tablo 4.14. Hareketli Materyal Geliştirmenin Matematik Öğretmen Adaylarına Katkıları (Yazılı dokümanlar) (N=50)

Kategoriler	MÖA sayısı	Yüzde
1. İleri meslek hayatında, ihtiyaç duydukça matematiksel modeller geliştirebilme yeterliği kazandırır	14	28%
2.Fikir üretme ve yaratıcı düşünmeyi geliştirir.	11	22%
3.Matematiği somut olarak ifade etmeyi öğretir.	7	14%
4. Ele aldığı konuyu derinlemesine öğrenmeyi, varsa gözden kaçırılmış noktaları fark etmeyi sağlar	5	10%
5. Matematiği günlük yaşam ile ilişkilendirme becerisini geliştirir	4	8%

MÖA, HM geliştirmenin kendilerine çeşitli açılardan katkıları olacağını ifade etmişlerdir. MÖA'nın birinci kategoriye giren görüşleri, HM geliştirmenin kendilerine, öğretmen olarak atandıklarında derslerinde kullanma ihtiyacı duydukları modeller geliştirebilme yeterliği kazandıracağı yönündedir. İkinci kategoriye giren cevaplar fikir üretme ve yaratıcı düşünme becerileri kazandırmasıyla ilgilidir. Üçüncü kategoriye giren cevaplar matematiği somut olarak ifade etmeyi öğretmesi yönündedir. Dördüncü kategoride yer alan görüşlerinde MÖA, HM geliştirmenin ele alacakları matematik konu ile ilgili bilgilerini genişleteceğini ve eksiklerini gidereceğini belirtmişlerdir. Beşinci ve son kategori ise MÖA'nın matematiği günlük yaşamla ilişkilendirebilme becerisi kazanmalarıyla ilgilidir.

MÖA ile yapılan bire bir görüşmelerde elde edilen bulgular yazılı doküman bulgularını desteklemiştir. Aşağıdaki tabloda görüşmelerden gelen fikirler yer almaktadır:

Tablo 4.15. Hareketli Materyal Geliştirmenin Matematik Öğretmen Adaylarına Katkıları (Görüşmeler)

Bakış açısını geliştirir
Geniş düşünmeyi sağlar
Hayal gücünü geliştirir
Kendi imajlarını kontrol etmeyi sağlar
Farklı materyaller geliştirebileceği yönünde bir baskış açısı kazanır
Kendini öğrencinin yerine koyabilme yetisi kazandırır
Uygılanabilir fikirler üretmeyi öğretir
Anlatmak istediğiniz şeyi materyale yansıtabilmeye katkısı vardır
Fikir üretme potansiyelini artırır
Ele aldığı konuda derinlemesine bilgi sahibi olmayı sağlar
Farklı matematik konularında materyal geliştirebilmeyi sağlar
Matematik konularını somutlaştırmayı öğretir

K7 HM geliştirmenin kendisine matematik bilgilerini geliştirici yönde katkısı olacağını savunmuştur:

K7. *Bana çok katkısı olacak açıkçası, ben teğet üzerine bir materyal yapıyorum eskiden teğet denilince az bilgim vardı, "mesela teğet nedir?" dediğinde çemberle tek bir ortak noktası olan cevabını vermiştim ve hocamızda demişti ki herkes bu cevabı veriyor, doğru değil neden doğru değil araştır. Gerçekten araştırdığımda bununla sınırlı değil daha geniş düşündüğümde açıkçası bu materyalin öğretimde ne kadar önemli olduğunu gördüm. Öğrenci için ne kadar faydalı olabileceğini düşündüm.*

K13'ün ifadesi:

K13. *Vardır, mesela konu hakkında eksikliklerimizin farkına vardık, mesela yaptığım materyalde konuyla ilgili açıp bir kitaptan tekrar o konuya bakma ihtiyacı duyabilirim.*

K8 de HM geliştirmenin farklı matematik bilgileri için HM geliştirebilme ve bunu yapabileceğine inanma açısından kendine katkısı olacağını belirtmiştir:

K8. *Kesinlikle, çünkü ben şu an bununla belki bir konu seçtim, onunla başladım, ama aynı masada oturan diğer arkadaşların yaptığı modelleri görünce, "farklı konularda da yapılabiliyormuş", "bunun ki de güzelmiş", "ben bunu düşünmemiştim" veya "bunun üzerinde şöyle düşünse daha iyi olur" demeye başlıyorsun. Hakikaten şimdi aldığım her derste veya ileride göreceğim her konu, bunu düşünmeye başlayacağım herhalde öyle gözüküyor.*

K9'un ifadesi:

K9. *Bu olabilir mi, bu kullanılabilir mi, diye bakmaya başlıyorsun bakış açını genişletiyor.*

K10 düşünme becerileri açısından katkısı olduğunu belirtmektedir:

K10. *Vardır, çok geniş düşünmek zorundasınız mesela bunu elimle yaparım ama hareketli nasıl olacak*?

K12'nin ifadesi:

K12. *Konuya hakimiyetiniz genişler, ne kadar bildiğinizi ölçüyor, yeni bir şeyler üretmek insanın zihnini açıyor, yeni bir şeyler öğretmek için potansiyelinizi yükseltir*

K15'in ifadesi:

K15. *Katkıları vardır, çünkü bir model hazırlamak için ilk önce onu bir araştırmak lazım hani o konuyla ilgili bir bilgimiz olması lazım araştırırken de nasıl yapıldığı, nasıl bulunduğu bir çok şekilde bizi geliştirir sanırım.*

K16'nın ifadesi:

K16. *Kesinlikle var, öğrenmiş oluyoruz bir konuyu tekrar, yani ben materyali çok zorlandım, zaten hazırlama aşamasında kitapları karıştırdım bayağı bir şeyler öğrenmiş oluyoruz, hayal gücümüz gelişmiş oluyor, bir de aynı şekilde biz kendimiz bir materyal*

görmediğimiz için bizim de "acaba nasıl bir imajı vardır?", yani "kafamda şekilendirmeye kalksam, bunu nasıl şekillendiririm ben?", diye bir kendime soruyorum, önce bunu imajını sonra hani ilk zamanlar yanlış bir imaj içinde olduğumu da öğrenmiş oluyorum bu kitapları karıştırdıkça halbuki kafamdaki limitle gerçek limit arasında ilgi olmadığını görüyorum bazen, bir kere matematiksel anlamda insanın kendini geliştirmesine katkı sağlıyor bence önemli bence kesinlikle.

K19'un ifadesi:

K19. *Bir çok konuyu tarıyorsunuz, öğretmen olunca neyi nasıl öğretebilirim, nasıl ifade edebilirim, öğrenci olsam bununla öğrenebilir miyim, bunu yaptırabilirim ya da yaptıramam bunlara da katkısı olur.*

K21'in ifadesi:

K21. *Yani siz yapmak istediğiniz şeyle anlatmak istediğiniz şey arasındaki farkı görüyorsunuz, yani siz anlatmaya çalışıyorsunuz ama ne derece konuyu somutlaştırabiliyorsunuz, ya da siz bir şey yapmaya kalktığınızda başladığınız şeyle bitirdiğiniz şey aynı olmuyor.*

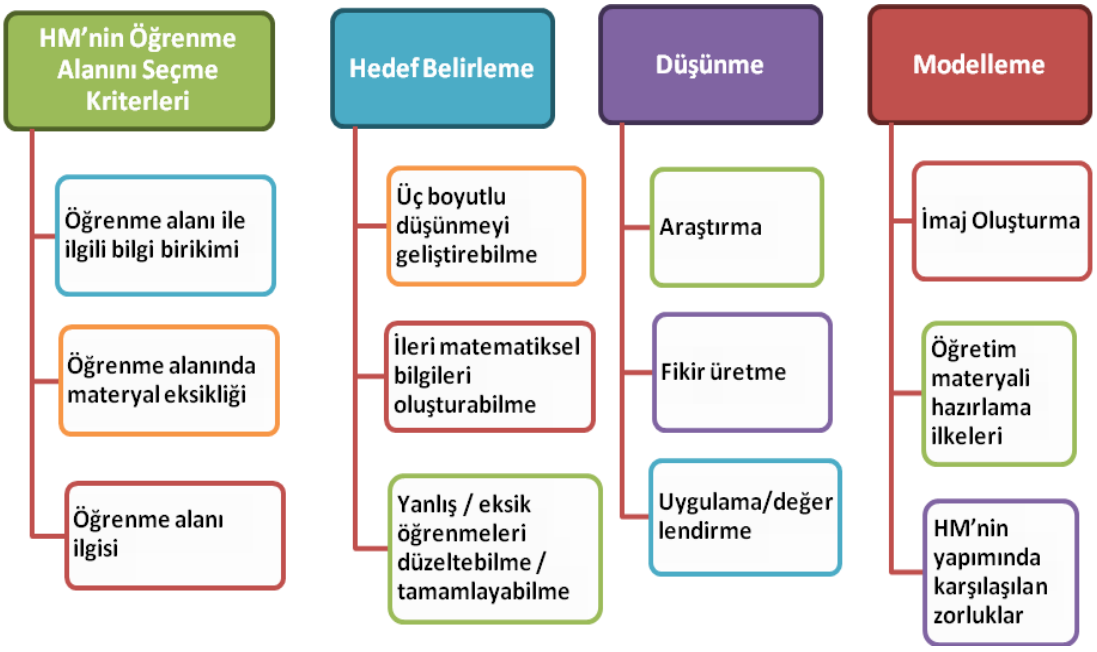
K22'nin ifadesi:

K22. *Katkısı vardır, en azından bir vizyon genişlemesi oluyor, mesela işte hani tahta ve kalem kullanımı dışında bir şeyler yapabileceğimizi anlıyoruz, bu bakış açısını kazanıyoruz, vizyonumuz gelişiyor.*

Sonuç olarak, MÖA HM geliştirmenin kendilerine matematik, matematik eğitimi ve düşünme becerileri açısından katkısı olacağını düşünmektedir.

4.2. MÖA'nın HM Geliştirme Süreci

Bu kısımda, MÖA'nın HM geliştirme süreci, bulunan ana kategoriler ve alt kategoriler çerçevesinde başlıklar halinde açıklanacaktır.



Şekil 4.1. Matematik Öğretmen Adaylarının Hareketli Materyal Geliştirme Süreci

4.2.1. HM'nin Öğrenme Alanını Seçme Kriterleri

MÖA, HM'nin öğrenme alanını aşağıdaki kriterlere göre seçmişlerdir:

- Öğrenme alanı ile ilgili bilgi birikimi
- Öğrenme alanında materyal ihtiyacı
- Öğrenme alanı ilgisi

Bu kriterler, aşağıda MÖA ile yapılan görüşmelerden alıntılara da yer verilerek açıklanacaktır.

Öğrenme alanı ile ilgili bilgi birikimi: MÖA, HM geliştirmek için bilgi birikimlerinin en iyi olduğu öğrenme alanlarından birini seçmişlerdir. Örneğin K22, daha kapsamlı bilgiye sahip olduğu ve özünü anladığı için "fonksiyonlar" ile ilgili bir HM geliştirmeyi düşünmüştür. Ayrıca diğerleri arasında en iyi bildiği konunun fonksiyonlar" olduğunu da vurgulamıştır:

K22. *Fonksiyonları yaparım diye düşündüm, çünkü o konuda gerçekten daha kapsamlı bilgiye sahibim, özünü anladığımı düşünüyorum, onu en iyi bildiğim için onu seçtim konu belirlerken.*

Bu tespite başka bir kanıt ise K31'in ifadesidir. K31 de iyi bilgi birikimine sahip olduğu bir matematik öğrenme alanını seçtiğini bildirmiştir. K31 kendisiyle yapılan ikinci görüşmede, seçtiği öğrenme alanında, MEB ortaöğretim matematik dersi programında verildiği şekliyle ve öğrencilere aktarabilecek kadar bilgi sahibi olduğunu ifade etmiştir. Aday, öğrenme alanına hakim olacak kadar iyi derecede bilgiye sahip olmanın, HM geliştirme sürecinin kolay yürütülmesi açısından avantaj sağladığını da belirtmiştir:

K31. *Yani en azından derinlemesine olmasa da, belirli bir seviyeye kadar var olduğunu düşünüyorum, en azından karşıdakine bir şeyler aktarabilecek kadar var diye düşünüyorum, yani şu anda normal Milli Eğitim müfredatında olacak kadar, yani orada müfredatta öğrencilere verebildikleri kadar o konuya hakim olduğumu düşünüyorum,*

en azından nasıl verdiklerini biliyorum şu anda o konuyu, nasıl anlattıklarını, hakim olduğumu düşünüyorum, o kadar hakim olunca da materyal tasarımı pek zor olmadı.

Yapılan ikinci görüşmede K33, seçtiği öğrenme alanın kendisinde en çok yapılanan öğrenme alanı olduğunu söylemiştir Aday seçtiği öğrenme alanı ile ilgili bilgilerini değerlendirirken, bu alanın kendisinde en çok yapılanan öğrenme alanı olduğunu dile getirmiştir. Aday bu söylemiyle, öğrenme alanı ile ilgili matematiksel bilgileri ve bu bilgilerin birbirleriyle olan ilişkilerini iyi bildiğini ifade etmeye çalışıyor olabilir:

K33. *Anladığım bir şey üzerine yapmak istedim, anladığım konuların içinde hepsi yapılanmış olmuyor, sonuçta bir sürü şey öğreniyoruz ama bu iyi yapılanmıştı bende, anladığımı düşünüyorum, yani o yüzden , daha iyi bildiğimi düşünüyorum, en çok yapılanan o olduğu için.*

İyi bilmedikleri bir öğrenme alanında HM geliştiren MÖA'nın, eksiklerini tamamlamak için bu alandaki matematiksel bilgileri araştırdıkları tespit edilmiştir. Örneğin, K27 kendisiyle yapılan ikinci görüşmede, öğrenme alanı olarak "fonksiyonların limiti" ile ilgili bir HM geliştirdiğini belirtmiştir. K27, bu kavrama aşina olduğunu, sürekli karşılaştığı bir kavram olduğunu dile getirmiştir. Kavram hakkındaki bilgisini "az çok oturdu" diyerek ifade etmeye çalışmıştır. Aday, HM geliştirmek için, diğer ortaöğretim matematik alanları hakkında düşünmenin kendisine daha zor geldiğini, buna karşılık "limit" kavramı ile üniversite eğitimindeki matematik derslerinde sıkça karşılaştığı için bu konuda bir HM geliştirmeyi düşündüğünü anlatmıştır:

K27. *Limit, epsilon-deltayla ilgili…, öbür lise konularını uzun süredir şey yapmadığım için, çok da kullanmıyoruz açıkçası, onları düşünmek daha zor geldi, az çok oturdu diyebilirim, aşinaydım, sürekli gündeme geliyor birinci sınıftan beri.*

K27, limit ile ilgili bilgi birikimini çok iyi bulmamakla beraber bu kavram ile ilgili bir HM geliştirmeyi tercih etmiştir. Bunun nedeni yukarıdaki ifadesinde belirttiği gibi diğer konulardaki bilgilerinin de hazır olmayışıdır. K27'nin, süreç boyunca, seçtiği

öğrenme alanıyla ilgili matematiksel bilgileri araştırma gereği duyan adaylardan biri olduğu gözlenmiştir. Aşağıdaki diyalog ders gözlem aşamalarında aday ile araştırmacı arasında geçmiştir:

Katılımcı: *İşte bizim şeydeki, üniversitedeki kitaplarımızı, daha sonra konu anlatımlı lise kitaplarına baktım, elimde olan kitaplara baktım, kütüphanedeki kitaplara baktım.*

Araştırmacı: *Neleri aradın?*

Katılımcı: *Yani bilginin doyuma ulaşmasını, yani benim hatırlamam, bir şey hakkında derin bir, yani materyal yapmak, en son, görsel bir ürün olarak düşündüğüm için, bilgilerimi hatırlamak için, elimde olan kitaplara baktım, kütüphanedeki kitaplara baktım.*

Araştırmacı: *Neler buldun?Buldukların işine yaradı mı?*

Katılımcı: *Tabi, o süreçte muhakkak işe yaramıştır, "limit deyince aklımızda nasıl bir imaj oluşuyor?" veya işte "polinom deyince aklımızda nasıl bir imaj oluşuyor?" onu hatırlamak için, onu hatırladım veya onunla ilgili çözdüğümüz şeyler aklıma geldi.*

HM geliştirecekleri öğrenme alanı ile ilgili bilgi birikimleri iyi olmayan MÖA, bu öğrenme alanındaki matematiksel bilgileri araştırmışlardır. Buna karşın olarak öğrenme alanındaki bilgi birikimi ve hakimiyeti fazla olan MÖA daha az araştırma yapmış veya hiç araştırma yapmamıştır. Bu saptamalara daha çok kanıt ileride "araştırma" başlığı altında sunulacaktır.

K32 de, limit kavramı ile ilgili bilgilerini bu kavramla ilgili bir HM geliştirmek için yeterli bulmamaktadır. Aday, HM geliştirirken yeterli bilgi düzeyine sahip olmadığını düşündüğü kavramlardan kaçındığını dile getirmiştir. İyi bilinmeyen bir konuda HM geliştirmeye çalışmanın sıkıntılarını da vurgulamıştır. İyi bilinmeyen bir öğrenme alanı seçildiğinde, bilgi eksikliklerini gidermek için ek çalışma yapmak gerekliliği adayı bilgi birikiminin çok olduğu bir öğrenme alanına yöneltmiştir. K32, "yıldızıl" ile ilgili bir HM geliştirmiştir ve konuya hakim olduğunu vurgulamaktadır:

K32. *Genelde insan bilmediği bir konuyla ilgili, çalışma yapması gerekecek, "eksiğim var mı?" falan diye, mesela limit konusu çoğumuzun hala böyle sıkıntılı olduğu bir konu, o yüzden ben özellikle o konudan uzak durmaya çalışıyorum, kaçınmaya çalışıyorum ben böyle çalışmalarda. Problemim yoktu bu konuyla, konuya hakimdim, biliyorum, geometriyle ilgili herhangi bir sorunum yok, o yüzden bu konuyla ilgili bir şey yapmak geldi aklıma.*

MÖA'nın çeşitli temsil biçimlerini bildikleri öğrenme alanlarının daha somut ve HM geliştirme açısından daha kolay olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Geometrik kavramların çizimle ifade edilişleri, MÖA'nın geometri alanlarını daha kolay somutlaştırabileceklerini düşünmelerine sebep olmuştur. Bu düşünce, MÖA'nı HM'nin öğrenme alanını seçerken geometri alanlarına yöneltmiştir. Geometriyle ilgili konuların bu özelliği bazı matematik konuları için de geçerli olmuştur. Örneğin fonksiyonların tanımı ve çeşitlerinin şekillerle ifade edilişleri, grafiklerle analiz edilişleri, trigonometride birim çember, bir fonksiyonun bir noktadaki teğeti, limit ve sürekliliğin fonksiyonların grafikleri üzerinde yorumlanışı vb., MÖA'nın ortaöğretimden beri sıkça karşılaştıkları temsil biçimlerini içermektedir. HM geliştirmenin daha kolay olacağı düşüncesi ile MÖA'nın, böyle şekil, şema, tablo ve grafik bilgilerine sahip oldukları öğrenme alanlarını seçtikleri tespit edilmiştir. MÖA benzer düşünceyle, teorik olarak bildikleri, fakat görsel ifade edilişlerini bilmedikleri öğrenme alanlarından kaçınmışlardır. HM'nin öğrenme alanı seçilirken cebirsel alanlardan çok geometri alanları tercih edilmiştir. Örneğin K29'un ifadesi aşağıdadır:

K29 *İlk aklıma geometri geldi, hani belki küp üzerinde düşünebilirim diye aklıma geldi, aslında ilk başlarda karşıma çıkan konu zaten geometrik yerdi, hani hep de ilgim olmuştu, hani birazcık daha materyal yapımında daha görsel, yani bulamazsam diye korktum diğer matematik konularında, cebirde hani bir materyal yapabilmeye korktum.*

K39'un ifadeleri bu saptamayı desteklemektedir:

K39. *Materyal görsel olduğu için görsellik içeren geometri konularına baktım, daha çok böyle somut bir şeyler olarak düşündüm, geometrik şeylere baktım cebirsel konulardan çok.*

K32 kendisiyle yapılan ikinci görüşmede öğrenme alanını seçme gerekçesini açıklarken daha kolay olabileceği düşüncesiyle geometriyle ilgili bir HM geliştirmeyi tercih etttiğini ifade etmiştir. Aday aynı zamanda geometriyi sevmesinin de etkili olduğunu vurgulamıştır:

K32. *Ben yıldızıl şeklinin köşelerindeki beş açının toplamının olduğunu, yıldızıl içerisindeki üçgenlerden faydalanarak ve aynı zamanda çevrel çemberinden faydalanarak ispatlamak için bir materyal oluşturdum, daha sanki, geometriyle ilgili materyal oluşturmak daha kolay olur diye bir fikir oluşmuştu bende, bir de ben geometriden daha çok zevk alıyorum, bu yüzden, sevdiğim için.*

K17 de görsel olarak ifade edebileceğini düşündüğü için parabol ile ilgili bir materyal geliştirmeyi düşündüğünü söylemiştir. Aday aynı zamanda diğer adayların seçmediği bir konuyu ele almayı da göz önünde bulundurmuştur:

K17. *Görsel olarak kavranabilecek bir şey olsun, yani grafiği, şekli olsun diye düşünmüştüm, herkesin dışında bir şey söylemek için parabol demiştim.*

K2'nin ifadesi:

K2. *Ben görsel olabilecek materyalleri düşündüm böyle daha çok, hani geometri alanları, geometri üzerine çalışılan yerler biraz daha görsel geldiği için o konular üzerine yoğunlaştım.*

Aşağıda görüşlerine yer verilen aday tam değer fonksiyonu ile ilgili bir HM geliştirmiştir. Tam değer fonksiyonunun grafik çizimlerini ortaöğretim ve üniversite matematik derslerinden bilmesi, adaya HM'yi geliştiriken daha kolay modelleyebileceği fikrini vermiş olabilir:

K29*. İlk şöyle yani şöyle yaptık, somut bir hale getirebileceğim bir konu üzerinde düşündüm, tam değer fonksiyonu bana biraz daha somut geldi, o yüzden onu aldım. Tam değer fonksiyonu hesaplayan makine yaptım, biraz daha kolay ve somut bir şey olsun istedim yapacağım şeyin. Tam değer fonksiyonu zaten o kadar detaylı bir konu değil, özel bir fonksiyon, onun hakkında bir fikre sahiptim.*

K9'un da benzer düşüncelere sahip olduğu görülmektedir. Aday, "fonksiyon" kavramının daha kolay somutlaştırılabilecek bir yapısı olduğu düşüncesiyle bu alana yönelmiştir. Fonksiyonların grafikle ifade edilişlerinin matematik öğrenim hayatları boyunca karşılaştıları temsil biçimleri olması, fonksiyonlarla ilgili HM geliştirmenin daha kolay olacağı düşüncesini vermiş olabilir. Aşağıda görüşleri verilen aday, kolay somutlaştırabileceği için öğrenme alanı olarak "fonksiyonlar"ı belirlemiştir:

K9. *Trigonometri falan da vardı aklımda, işte o birim çemberle gösterebilir miyim acaba şeyleri falan? Sonra fonksiyona daha çok yoğunlaştım, çünkü o daha böyle somutlaştırılabiliyor, yani biraz daha şey yapabiliyorsun onu.*

MÖA görüşmeler sırasında, kendilerinden sonra ÖTMG dersinde HM geliştirecek MÖA için önerilerde de bulunmuşlardır. K29, kendinden sonra bu süreci yaşayacak MÖA'na HM'nin öğrenme alanını belirlerken, iyi bildikleri bir öğrenme alanı seçmelerini önermiştir. K29, HM geliştirirken öğrenme alanı ile ilgili bilgi eksiklikleri olanların, bu öğrenme alanıyla ilgili matematiksel fikirleri somut bir şekilde ifade edemeyebileceklerine dikkat çekmektedir. K29'un düşüncelerini gerekçeleri ile açıkladığı ifadesi şöyledir:

K29. *Özellikle konuyu seçerken biraz dikkatli olsunlar, mesela yapabilecekleri şeyleri alsınlar, ya da o ana kadar mesela ben şu konuyu tam olarak öğrendim, bunu somut bir şekilde gösterebilirim öğrencilerime dedikleri konuyu. Mesela benim için, ben kendime*

baktığımda yapamayacağım şey, mesela diferensiyal geometride frenet çatısı, bunu ben yapabilir miyim? Yani o kavramlar ben de de tam olarak oluşmadığı için, eksliğim olduğu noktalarda o konuyu seçmemeye özen gösteririm.

Öğrenme alanında materyal eksikliğinin bulunması: MÖA materyal eksikliği bulunan öğrenme alanlarında HM geliştirmeye çalışmışlardır. MÖA, HM'nin öğrenme alanını belirlerken diğer MÖA'nın seçtiği öğrenme alanlarından farklı bir alan belirlemeye çalışmışlardır. Bu nedenle bir çok aday tarafından seçilmiş olan öğrenme alanlarını seçmeyi düşünen MÖA, bu öğrenme alanından vazgeçerek farklı bir öğrenme alanına yönlenmişlerdir. Örneğin, K3 başka fikirleri de mevcutken diğer adaylardan farklı bir öğrenme alanı belirlemek için onlardan vazgeçerek tümevarımla ilgili bir HM geliştirmiştir:

K3. *İlk başta aklımda diziler vardı, integral vardı, seriler vardı, konuştukça zaten arkadaşlarımın da aynı konuları seçtiğini gördüm, onlar benzerleri oluyordu, diğer materyallerin biraz değişmişleri oluyordu.*

K3 de diğer adaylardan farklı alanlara yönelmeyi tercih etmiştir:

K3. *İlk başta "matematiği günlük hayatımda nerede kullanıyorum?" diye düşündüm, sonra bir araştırma yapayım dedim, bilgiler çok açıktı, yani arkadaşlarımın da ulaşabileceği şekildeydi, ben farklı bir konu seçeyim dedim, tümevarımı da kimse seçmemişti, önce konuyu seçtim sonra yoğunlaştım, benzerlerinden farklı olsun istedim.*

K23 ortaöğretim matematik öğrenme alanlarından diğer adayların seçtikleri dışında bir alan belirlemeye çalıştığını ifade etmiştir:

K23. *İlk olarak hangi konular matematikte hepsini bir gözden geçirdim, içinden diğer arkadaşların seçtiklerine bakarak, yani onlar belki aynı konular olmasın diye biraz faklı konular düşündük, biraz da "nasıl yapılabilir?", yapılabilirliği kolay olan konulara baktık, daha sonra seçtik konumuzu, bizden önce hangi konular seçilmiş onlara baktık.*

K21'in ifadesi:

K21. *İlk önce fonksiyonlardı, işte fonksiyonların tanım kümesi, görüntü kümesi olarak düşünmüştüm, yalnız onda biraz sakıncalar çıktı, hani daha önceden de bu konuda tasarlanmış şeyler vardı.*

Öğrenme alanı ilgisi: Bir başka kriter de, "MÖA'nın öğrenme alanına ilgi duymaları"dır. MÖA, HM geliştirmek için ilgi duydukları öğrenme alanlarını tercih etmişlerdir. MÖA, öğrenme alanını seçerken bu alana yönelik ilgi ve meraklarını göz önünde bulundurmuşlardır. Sevdikleri, ilgi duydukları bir öğrenme alanı belirlemişlerdir. Örneğin, yukarıda ifadesine yer verilen K32 sevdiği için geometriyle ilgili bir HM geliştirmeyi seçtiğini ifade etmişti. K28 ise aşağıdaki ifadesinde, "geometrik yer" kavramını ele alma sebebini dile getirmektedir:

K28*. Geometrik yer, hani önceden beri hep ilgimi çekmiştir, böyle kendim de bazen korkarak yaklaşmışımdır bu konuya, hem ilgimi çeker hani korku filimi gibi, hem seyretmek isteriz, hem seyredince korkarız ya hani, kendim de bazı noktalarını çok net ifade edemediğim bir konuydu, biraz da o nedenle bu konuyu istedim.*

K24 ikinci görüşmede öğrenme alanını belirlerken, bilgi birikiminin iyi olmasının yanısıra sevdiği ve ilgi duyduğu için bu öğrenme alanını seçtiğini de ifade etmiştir:

K24. *Sevdiğim bir konu, diğer konulara göre daha aşinaydım daha böyle bir konu, dershanede de çalıştığımdan dolayı orada da çokça çözdüğüm soru tiplerinden biri, hani hoşuma gittiğinden dolayı tamamen bir karmaşık sayılarla yapmayı istemezdim açıkçası, biraz ilgiden dolayı açıkçası, bu konuya daha çok ilgim var.*

K32 geometriyi çok sevdiği ve geometriye ilgi duyduğu için geometri alanlarında materyal tasarlamayı seçtiğini ifade etmiştir:

K32. *Kendim geometri üzerine çalışmak istiyordum, çünkü geometriyi daha çok seviyorum ben cebir konularından, kendi ilgim bu, geometri ile ilgilendim.*

Sonuç olarak, MÖA bilgi birikmlerinin iyi olduğu, ilgi duydukları veya materyal eksikliği bulunan bir öğrenme alanı seçmişlerdir.

İyi bilgi birikimine sahip olan MÖA'nın çeşitli temsil biçimlerini bildikleri öğrenme alanlarının daha somut ve HM geliştirme açısından daha kolay olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. HM geliştirmenin daha kolay olacağı düşüncesi ile MÖA'nın, şekil, şema, tablo ve grafik bilgilerine sahip oldukları öğrenme alanlarını seçtikleri belirlenmiştir. Benzer düşünceyle, MÖA, teorik olarak bildikleri, fakat çeşitli temsil biçimlerini bilmedikleri öğrenme alanlarından kaçınmışlardır. Bu nedenle MÖA'nın HM'nin öğrenme alanını seçerken, cebirsel alanlardan daha çok geometri alanları tercih ettikleri tespit edilmiştir.

İyi bilgi birikimine sahip olmadıkları bir öğrenme alanında HM geliştiren MÖA'nın eksikliklerini gidermek için bu alandaki matematiksel bilgilerle ilgili araştırma yaptıkları da belirlenmiştir. Buna karşın öğrenme alanındaki bilgi birikimi iyi olan adayların öğrenme alanındaki matematiksel bilgilerle ilgili araştırma yapmadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, HM geliştirirken öğrenme alanı ile ilgili bilgi birikimleri yeterli olmayan adayların, bu öğrenme alanıyla ilgili matematiksel fikirleri somut bir şekilde ifade etmekte zorlandıkları tespit edilmiştir. Bu saptamayla ilgili kanıtlar aşağıda "fikir bulmada yaşanana zorluklar" başlığı altında yer almaktadır.

4.2.2. HM'nin hedefini belirleme:

MÖA, aşağıdakileri hedef almışlardır:

- İleri matematiksel kavramları oluşturabilmeyi
- Yanlış/eksik öğrenmeleri düzeltebilme/tamamlayabilme
- Üç boyutlu düşünmeyi geliştirebilme

MÖA hedef belirlerken ortaöğretim öğrencilerinin zorlandıkları ileri matematiksel kavramları oluşturabilmeyi hedef almışlardır. Bunlar arasından özellikle tahtada veya kağıtta çizerek somutlaştırması güç olabilecek bilgileri hedeflemişlerdir. Örneğin K1, "fonksiyonlarda bileşke işlemi"ni belirleme sebebini şöyle ifade etmiştir:

K1. *Fonksiyonun bileşkesi konusu biraz karışık, genellikle hep çizimle veya kümelerde gösterdiğimizden soyut kalıyor.*

K34 de bu saptamayı desteklemektedir. Ayrıca K34, öğrencilerin yanlış bildiği noktaları hedef almanın da önemli olduğunu vurgulamıştır:

K34. *Kavramın esas can alıcı merkezi yerini bulmak lazım, bazı şeyleri tahtada falan da gösterebiliyorsunuz yani, o tür cinsten değil de, hakikaten böyle çocukların yanlış bildiği ya da hiç akıllarında oluşmayan bir şeyi gösterebilmek önemli.*

Başka bir ifadesinde K34, ortaöğretim öğrencilerinin matematik öğrenmede yaşadıkları zorlukların kaynağı olabilecek matematiksel kavramları somutlaştırmaya yönelik bir hedef belirlemenin önemini vurgulamıştır. Materyalin öğrenme alanını ve hedefini belirlerken, ortaöğretim öğrencilerinin anlamakta zorlandığı matematiksel bir kavram belirlemeye çalıştığını şöyle ifade etmiştir:

K34. *Çocukların kavram konusunda zorluk yaşadığı, zihinlerinde yapılandırma konusunda zorlandığı bir kavram aradım önce aklımda, onu bulduktan sonra da tasarlamasını düşündüm, yani önce kavramın çocukların hangi kavram üzerinde daha zorluk çekeceklerini düşündüm.*

K34, öğrencilerin anlamakta zorlandıkları matematiksel bir kavramı somutlaştırmaya çalıştığını ve bunun gerekçesini şöyle açıklamıştır:

K34. *Kavram olarak, yani genel anlamda çocuklarda kavram konusunda sıkıntıları var, ikincisi kavramı öğrenmeye de ihtiyaçları olmadıklarını düşünüyorlar, çünkü sistemimiz de onu sorgulamadığı için, onun için yani çocuklarda genel anlamda,*

kavram anlamında sıkıntı var, birçok şey sayılabilir yani, çember olur, açıortay olur, ne bileyim herhangi bir şeyler.

K16'nın ifadesi:

K16. *İlk, yani benim aslında, daha önce materyalim permütasyon, kombinasyondu, onu seçmemin sebebi de öğrencilere gerçekten zor bir konu olarak gelmişti, ama daha sonra konumu değiştirdim, diziler, dizilerin de zor olduğunu düşünüyorum yani zor olan bir konunun anlaşılabilmesi, ben zor olduğunu düşünüyorum.*

Aşağıdaki ifadelerinde K28, yine ortaöğretim öğrencilerinin oluşturmakta zorlandığı matematiksel bir kavramı, "geometrik yer" kavramını, açıklamayı hedeflemiştir:

K28. *Geometrik yer, yani ilk dikkatimi çeken konuydu, yani çok bilmiyorum ama böyle zorlanılan bir kavram, aslında gerçekte kolay bir kavram ama öğrencilerin ifade etmekte, soruları çözmekte zorlandığı bir kavram, hani bu kadar basit bir konunun bu kadar zorlanılması, hani öğrencilerin bilmemesi beni etkiledi, böyle temel bir konun.*

MÖA hedef belirlerken, ortaöğretim öğrencisinin öğrenme eksikliklerini tamamlayıcı hedefler belirlemeye çalışmışlardır. Örneğin K29 hedef belirlerken, öğrenme alanı içinde bir kavramı veya eksik öğrenmeleri ele almayı düşündüğünü belirtmiştir. Aday, önce bir öğrenme alanı seçtiğini ve sonra o öğrenme alanı içinde bir hedef belirlediğini vurgulamıştır:

K29. *Materyal tasarlarken önce konuyu tabi seçtim. Konuyu seçtikten sonra iki yönlü düşünebilirsiniz, mesela yaptığınız materyal konuyu mu anlatacak? Yoksa konu üzerinde öğrencilerin kafasında kalan soru işaretleri veya eksik öğrenmeleri mi tamamlayacak?*

K29 yapılan ikinci görüşmesinde, geliştirdiği HM'nin öğrencilerdeki yanlış öğrenmeleri düzeltebileceğini ifade etmiştir:

K29. *Direk fonksiyonun çalışmasını, kavramı tam olarak gösteriyor, yani "negatif sayıları nasıl bir hareketle nereye götürüyor?", "pozitif sayıları nasıl bir hareketle nereye götürüyor?", tam olarak konuyu özetlediğini düşünüyorum. Genelde öğrenciler negatif sayılarda nasıl çalıştığını karıştırıyorlardı. "-1. 5, -1' e mi gidecek?, -2' ye mi gidecek?", genelde verdikleri cevap "-1" oluyordu çünkü pozitif sayılarda böyle çalışıyordu, yani bu konuda onları tamamladığını düşünüyorum.*

MÖA, üç boyutlu düşünmelerinde öğrencilere yardımcı olabilecek hedefler belirlemişlerdir. Örneğin K34'ün ifadeleri:

K34. *Ben kendi adıma üç senedir dershanede çalışıyorum, orada da öğrencilerin az çok hangi konuda sıkıntı çektiklerini veya hangi kavramları bilmediklerini, eksikliklerini az çok görebiliyordum, özellikle geometri konusunda, o bakımdan zaten yaptığım materyalde geometri ile ilgiliydi, o bana biraz fikir verdi, bir de kendi öğrenciliğimi de düşündüm biraz, ondan kaynaklandı.*

K34 ile yapılan ikinci görüşmede aday, dönel yüzeylerin somutlaştırılmasını hedef olarak aldığını ifade etmiştir:

K34. *Diferansiyel geometri konusunda, daha çok üç boyutlu olduğu için öğrencilerin görsel olarak hayal etme yeteneklerinin zayıf olduğunu düşündüm, onun için dönel yüzeylerin gösterilmesi konusunu görselleştirmek için.*

K26 da silindir kavramının öğrencilerce tam olarak bilinmediğini ve bu kavramı öğretmeyi hedef aldığını belirtmiştir:

K26. *İlk önce öğrencilerin anlamadığı konular üzerinde mesela silindir yapmayı düşündüm, özellikle silindirin tanımını bilmiyorlar, mesela silindiri sadece boru gibi düşünüyor, hep onu gördüğü için, bunun tanımını öğretmek için.*

HM'nin öğrenme alanını seçen K39, ilgili hangi matematiksel kavram, sonuç ya da problemi modelleyeceklerini tespit etmeye çalışmıştır. Bir tespit yapamayan K39, bu öğrenme alanından vazgeçerek yeni bir öğrenme alanı belirlemiştir. K39 bu durumu şöyle ifade etmiştir:

K39. *Konuları eleyip daha özel bir hale ulaşmaya çalıştım, işte fonksiyonları değil de özel bir fonksiyon gibi, mesela parabol, daha özel bir hali var geometriden çok, diğerlerinde böyle nokta atışı yapamadığım için materyal yapamadım.*

4.2.3. Düşünme:

Çalışmaya katılan MÖA'nın HM geliştirme sürecinde, adayların "yoğun olarak düşündükleri" bulunmuştur. MÖA'nın düşünme sürecinde üç aşama öne çıkmaktadır. Bu aşamalar:

a) Araştırma
b) Fikir üretme
c) Uygulama ve değerlendirmedir

Aşağıda bu aşamalar başlıklar altında incelenecektir ve öğretmen adaylarının ifadelerinden alıntılara yer verilecektir.

Araştırma süreci : Araştırma süreci MÖA'nın HM geliştirme işi için bir "arka plan oluşturma", yani bir "hazırlık süreci"dir. K3 ve K18, fikir üretme sürecinin başında bir hazırlık aşaması yaşadıklarını ifade etmişlerdir:

K18. *İlk önce lise kitaplarını kurcaladım, test ve konu anlatımlı kitapları, etrafıma baktım, televizyon programlarını izledim, TRT'de falan yarışmalar oluyor böyle, ilköğretim öğrencilerinin tasarladığı projeler falan oluyordu, ilköğretimde ilkokulda öğretmeniniz neler yaptırıyordu bunları topladım, biriktirdim, hepsinin kombinasyonu gibi bir şey diyebilirim yani.*

K27, HM geliştirme işinin başında bir bilgi birikimi oluşturmaya çalıştığını ve bunun gerekçesini açıklamaktadır. Aday aynı zamanda bu hazırlık aşamasının ardından düşünmeye başladığını da ifade etmektedir:

K27. *Önce kitapları falan taradım, öncelikle öğrendiğimiz konulara falan baktık, çünkü insan belirli bir noktaya gelmeden bir şey üretemiyor, lise konularını falan inceledim, daha sonra düşünmeye başladım.*

MÖA'nın HM geliştirme sürecinde "kitapları inceleme", "internette taramalar yapma", "kişilere sorma" ve "gözlem yapma" yollarıyla araştırma yaptıkları tespit edilmiştir. MÖA tarafından araştırılanlar şunlardır:

- Matematik manipülatifleri
- Matematiksel bilgiler
- Gerekli diğer disiplinlerin bilgisi
- Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel öğrenmeleri (matematiksel kavram imajları, zorlandıkları noktalar, eksik/yanlış öğrenmeleri)
- Öğrencilerinin algılayışları
- Yapıma yardımcı kişiler

Araştırma yapan MÖA, kendilerine fikir vermesi amacıyla matematik manipülatiflerini araştırmışlardır. Bunun için kitaplarda ve internette aramalar yapmışlar, çevrelerindeki kişilere sormuşlar ve gözlem yapmışlardır. Örneğin K31, matematik matipülatiflerini internette araştırmıştır:

K31. *İlk olarak biz, geçen sene üst dönemlerimizin yaptıklarını, onları düşünmeye çalıştım, neler yaptılar biraz fikir vermesi açısından, o bizim için bir rehber oldu, ondan sonra dönem başında internetten baktım, bir şeyler bulabilir miyiz falan diye baktım, pek de bir şey yoktu böyle internette, hani pek fazla yapılmıyor, "Google"da özellikle şey yazdım, "matematikte materyal kullanımı", "matematikte materyal tasarımı" ondan sonra bunun gibi şeyler yazmıştım, hani hep böyle genelde şey geliyor, test falan geliyor çıkan sitelerde, yani çok bir şey gelmiyor yani. En azından "neler var?", bir fikir versin "neler yapabiliriz?", böyle "neler yapılmış?" onlara ulaşmak için, biraz da şey, yani fikir versin diye bakmıştım.*

K31 internette yaptığı taramalar sonucunda pek fazla bir şey bulamadığını ifade etmiştir. K2 ise kitaplardan matematiksel modellemeleri araştırmıştır:

K2. *Sürekli kütüphanedeydik, kitaplarda modellemeler ile ilgili kısımlar vardı onlara baktık, internetten araştırma yaptık.*

İnternetten araştırma yapan MÖA, "Google"da kelime veya kelime grupları yazarak ya da bildikleri site adreslerini kullanarak araştırma yapmışlardır. Örneğin K31 ve K28, internetten yaptıkları aramalarda kullandıkları arama ifadelerinin "ortaöğretim somut modeller", "materyal", "etkinlikler", "matematiksel materyal kullanımı", "matematikte materyal kullanımı", "matematikte materyal tasarımı" ifadeleri olduğunu belirtmişlerdir. K23, www.matematikciler.com adresini vermiştir. K32 ise www.matematikciyiz.com adresinde ve üniversitelerin internet sayfalarında araştırma yaptığını ifade etmiştir. K28, bulduğu materyal örneklerini "hazırlamayı istedikleri materyal düzeyinde olmayan, çok basit şeyler" olarak nitelemektedir. Bununla beraber K32, internet taraması sonucu bulduğu bir bilgisayar simülasyonundan fikir aldığını ifade etmiştir.

K23'ün ifadesi:

K23. *Kitap dışında internete baktım, "farklı nasıl materyal üretmişler?" diye, işte orada da zaten fazla, en azından yerli sitelerde fazla materyal yok, isim olarak tam net isim veremeyebilirim, işte matematikle alakalı matematikçiler.com var, veya "Google"dan "matematik materyalleri" yazınca, değişik şeyler yazınca çıkıyor, olasılıkla alakalı bir tane materyal bulabildim, onda da tam olarak ne işe yaradığını açıklamamıştı, yani resim olarak bir materyal oluşturup resmini çekmişti, internete vermişler ama fazla bir şey yoktu, bir açıklama yoktu.*

K28'in ifadesi:

K28. *Sitelerin ismini bilmiyorum ama, "materyal" diye girdim ,"etkinlikler" diye girdim,"geometrik yer" diye girdim, ama tam bize hitap eden bir şey bulmak zordu. "Görsel, daha önceden yapılmış bir materyal var mı?" diye baktım, "hazır var mı?"*

diye, en azından fikir verebilir diye, ama yoktu, yani varsa da böyle çok şey düzeydeydi, hani bizim hazırlamayı düşündüğümüz materyal düzeyinde değildi, çok basitti.

K32'nin ifadesi:

***K32**. Başlangıç noktası biraz işte, "önceki materyaller nasıldı?" sorusu üzerine düşünerek oldu, "neler yapılmış?", "materyal denince, matematikte özellikle matematik öğretiminde neler yapılabilir?" düşüncesi üzerinde yoğunlaştım, biraz geometri kitapları biraz internetten araştırmalar yaptım, özellikle internette böyle simülasyon şeklinde çalışmalar vardı, öyle bir çalışmadan da biraz esinlendim açıkçası, etkilendim, sonra elektrik devreleriyle bir materyal haline getirdim. Simülasyonda hareket ettiriyorlardı üçgenleri, mesela matematikçiyiz.com vardı, ben daha çok böyle üniversitelerin sayfalarına girdim, biraz yabancı kaynaklardan da faydalandım ama sitelerin ismi şu anda aklımda değil tabi, internetten yazınca çıkıyor.*

MÖA çevrelerindeki herşeyi gözleyerek kullanacakları malzemeler ve modellemeleri için fikir bulmaya çalışmışlardır. MÖA çevrelerini gözleyerek günlük hayattan modeller araştırmışlardır. Örneğin K20, günlük hayatta gördüğü alet ve makineleri gözlemlediğini ve matematiksel modeller bulmaya çalıştığını ifade etmiştir. K9 ise geliştireceği HM'nin yapımında kullanabileceği uygun malzemeler bulmaya çalışmıştır. K9 ve K20'nin ifadeleri aşağıda verilmektedir:

***K9.** Dediğim gibi, hani "evet bu yapılabilir", "şu olabilir mi?", "şunu şurada kullanabilirim", diye artık her şeye daha farklı bakıyorsun, hiç bakmadığın bir şeye bile, ayakkabı kutularına bile bakıyorsun, yani "şunu şurada kullanabilirim" diye.*

***K20.** Gündelik hayatı gözlüyoruz, hani gündelik hayatta varsa yapabileceğimiz kolay modeller, bence onlar ilk fikri bize onlar veriyor, günlük hayatta gördüğümüz makineler, aletler, çıkış yeri burası. Etrafıma daha farklı bir gözle bakmaya çalışıyorum, hani "nerden ne çıkar?", "bu ne anlatır?". Doğal bir olay vardır, çevremizde ama o belki matematiksel bir şey anlatıyordur, bir modeldir, böyle, etrafa daha farklı bakmaya çalışıyorum.*

MÖA, geliştirmeye çalıştıkları hareketli materyaller için fikir verebilecek somut model örneklerini, çevrelerindeki kişilere sorarak araştırmışlardır. Bu tür uygulamaların diğer üniversitelerde de yapılıp yapılmadığını, ne tür modeller yapıldığını araştırmak için bu üniversitelerde aynı dersi alan öğrenci arkadaşlarına sormuşlardır. Örneğin K18'in ifadesi:

K18. *Arkadaşlarımla konuşutum, birbirimize fikir tavsiyesinde bulunduk, eleştirilerde bulundum, sora sora, göre göre, etrafı gözleye gözleye, etrafı sürekli gözlemledim, otobüse binerken dolmuşa binerken böyle sürekli gözlem, sürekli bir araştırma halindeyim.*

K3'ün ifadesi:

K3. *Yabancı siteleri araştırdım, yurt dışındaki arkadaşlarımla falan sordum, bulduklarım ilköğretime yönelikti ve zaten bir çoğu da kopya edilmişti, onları da araştırdım, o yüzden arkadaşlarımla falan bağlantı kurdum, onların materyalleri nasıl kullandıklarını diğer üniversiteden arkadaşlarımla falan, Odtü'deki, Hacettepe'deki arkadaşlarımla falan bağlantı kurdum.*

Araştırma sonucunda MÖA'nın geliştirmeyi amaçladıklarına benzer HM örnekleri bulamadıkları tespit edilmiştir. Bulunan modellerin, ilköğretime yönelik daha önce bilinen veya hareketin elle sağlandığı basit uygulamalar olduğu tespit edilmiştir. Yukarıdaki ifadesinde K3, internet taraması ve kişilere sorma sonucunda bulduğu materyalleri, "ilköğretime yönelik ve birbirinden kopya edilmiş" olarak tanımlamıştır. K16 ise internette bu tür materyal örnekleri bulmanın "imkansız" olduğunu iddia etmiştir:

K16. *Önce aslında kendimi çok yormadan genel olarak bir fikir edinmeye çalıştım, "hani internetten böyle şeyler var mı?", tabi internetten böyle şeyler bulmak mümkün değil, yok çünkü.*

K31, kişilere sorma yoluyla araştırma yaptığını bunun sonucunda ilköğretime yönelik daha önce bilinen modelleri veya hareketin elle sağlandığı basit uygulamalar bulduğunu belirtmiştir:

K31 *Farklı üniversitelerde okuyan arkadaşlarım vardı, hani "onlar neler yapmış?" diye onlarla konuştum. Hacattepe'de vardı KATÜ'de vardı, bizimki gibi değil, direk onlar elle çekilen, yani farklı, yani hiç bizim yaptığımız gibi mekanik değil, yani çok basit şeyler yapıyorlarmış. Hani "bir şeyi elle çeviriyoruz, şöyle elle şunu şuraya getiriyoruz" diye.*

Kitaplardan aramalar yapan MÖA, ortaöğretime yönelik somut model örnekleri bulamamışlardır. Aşağıda ifadeleri verilen K23 ve K32, araştırdıkları kitapların matematiği teorik olarak ele aldığını, materyal olarak işlenebilecek ve günlük hayatla ilişkili örneklerin bulunmadığını ifade etmişlerdir. K23'ün ifadesi:

K23. *"Kitapta hangi konular var?", onları gözden geçirdik, belki gözden kaçırdığımız şeyler vardır diye, zaten elimde vardı bazı kitaplar, daha önceden liseden kalma test kitaplarım vardı, çok fazla faydası olmadı, şöyle olmadı, günlük hayat örnekleri yok kitapta, yani "nasıl kullanılabilecek?", örnek yok, sadece konu olarak geçmiş, teorik şeyler, artık oradan kendimiz düşündük.*

K32'nin ifadesi:

K32. *Milli Eğitim Bakanlığı yayını olan kitaplara baktım, işte tabiî ki müfredata yönelik olması gerektiği için materyallerimizin. Test kitaplarına falan da baktım, açıkçası çok faydalı olacak bir şey bulamadım, çünkü çok materyale yönelik bir şey yok o kitaplarda, yani ben göremedim beklide aradığım konuyla ilgili, tamamen işte teorik bilgiler var, dolayısıyla çok da faydalı değil.*

Bununla beraber K28, kitaplardan yaptığı araştırmalarda, belirlediği öğrenme alanıyla ilgili modellemeye yardımcı olabilecek şekiller bulduğunu ifade etmiştir. Aday, bu şekillerden faydalanmıştır.

K28'in ifadesi:

K28. *Geometri kitaplarına baktım, geometri kitapları, hani biraz daha görsellik ağırlıklı olduğu için, hani oradan daha kolay materyal bulurum, geometrik yer konusuna baktım. Zaten matematik öğretmeni olacağım için matematik kitaplarım vardı, staja gittiğim hocadan kitap istemiştim, aslında aynı konular o kitapta da vardı, ama benim aklıma materyali o kitaptaki aynı konuyu incelerken orada geldi, oradaki şekiller aynıydı aslında daha önce de bakmıştım sürekli.*

MÖA'nın öğrenim gördüğü üniversitede her yıl, ÖTMG derslerinde üretilen HM'nin sunulduğu bir sergi düzenlenmektedir. Bu sergide, dersi alacak öğrenciler, bir önceki yıl bu derste arkadaşlarının hazırlamış oldukları materyalleri kullanma klavuzlarına uygun şekilde sunmaktadırlar. Bu sergilere katılmak ve materyalleri incelemek, araştırma sürecinin en önemli parçasını oluşturmaktadır. Görüşülen MÖA, üst sınıftaki arkadaşlarının yapmış oldukları HM'leri incelediklerini ve sergiye katıldıklarını dile getirmişlerdir:

K32. *Daha önceki arkadaşlarımla bu dönemde dersi alan arkadaşlarımla konuştum, onların projelerini öğrendim.*

Ayrıca, görüşmelere katılan öğretmen adaylarından alt sınıflardaki öğrencilere bu derste HM geliştirme sürecine yönelik ne tür önerileri olacağı sorulduğunda, araştırma yapmaları ve sergide yapılan materyalleri incelemeleri dile getirilen öneriler arasında önemli yer tutmuştur. Aşağıda, K5 ve K16'nın ifadelerinden alıntılara yer verilmektedir:

K5. *En başta sergiye mutlaka gelsinler, aynısını yapmaya hocalar izin vermiyor ama araştırma yapsınlar, kitap, internet, oradan bir şeyler anımsayıp kendileri bir şeyler yapabilirler.*

K16. *Önce geniş çaplı bir araştırma yapmaları çok önemli, bir de şey var hani okullardan gelmişlerdi falan biz sunmuştuk, o da çok etkili olmuştu, görsel daha önce başkalarının yapmış olduğu materyallerden fikir edinebilirler.*

K1, ilk başta orjinal fikirler akla gelmese de bir araştırma süreci sonunda bunun gerçekleşebileceğini vurgulamıştır:

K1. *Ben mesela ilk başta herkesin düşündüğü şeyleri düşünmüştüm, ama böyle olduğu zaman hemen moral bozmasınlar çünkü gerçekten ilk başta aklımıza böyle klasik şeyler geliyor, ama bir konuya odaklanırlarsa ve internetten olsun diğer kaynaklardan olsun biraz araştırma yaptıklarında güzel şeyler ortaya çıkıyor, ama biraz sabırlı olsunlar ve odaklanmaları gerekiyor bir konuya.*

Aşağıda K38, HM'nin öğrenme alanını belirlerken öğrenme alanı belirlemeden önce geniş çaplı bir araştırma sürecini önermektedir:

K38. *Araştırma önemli bence, geniş araştırma yapsınlar, bir konu seçip onu düşünmesinler sadece. Ben mesela şöyle yaptım, kitaplardan baktım bulduğum konuları not ettim, onlar arasından "hangisi daha yapılabilir?", en ilginç olanını tercih ettim.*

MÖA, ortaöğretim matematik öğrenme alanları ile ilgili matematiksel bilgileri araştırmışlardır. Bunun için ortaöğretime yönelik matematik ders kitaplarını, üniversiteye hazırlık kitaplarını, konu anlatımlı test kitaplarını ve üniversite düzeyindeki matematik derslerine ilişkin kitapları incelemişler, internette taramalar yapmışlardır. Örneğin K23, ortaöğretim matematik öğrenme alanlarının neler olduğunu ve içeriklerini kitaplardan araştırdığını söylemiştir. Yukarıdaki ifadesinden görüldüğü gibi, K28, internette arama yaparken "Google"da "geometrik yer", yazarak kavramı taratmıştır. K21 ise ortaöğretim matematik öğrenme alanlarının neler olduğunu ve kısa özetlerini araştırdığını ifade etmiştir.

K21'in ifadesi:

K21. *Zaten şey, ortaöğretim konuları üzerinde düşüneceğimiz için, o konularda neler var neler yok, hani böyle kısa özetlerine şöyle bir baktım, neler hazırlayabileceğim üzerine.*

K23'ün ifadesi:

K23. *İlk olarak hangi konular matematikte hepsini bir gözden geçirdim, genelde üniversiteye hazırlık kitaplarına baktık, test kitabı, orada konular zaten baştan sona var.*

HM'in öğrenme alanını belirleyen MÖA bu öğrenme alanına ait hangi matematiksel durumu modelleyeceklerini tespit ederken, iyi bir bilgi birikimine sahip olduğunu düşünen adaylar öğrenme alanı ile ilgili bir araştırmaya gerek duymamışlardır. Aşağıdaki ifadelerinde K40 ve K35 belirlediği öğrenme alanı ile ilgili herhangi bir araştırma yapma gereği duymadıklarını ifade etmektedir. Bununla beraber öğrenme alanıyla ilgili iyi bilgi birikimi olmadığını düşünen adaylar, ilgili alanda araştırma yapma gereği duymuştur. K26 belirlediği öğrenme alanıyla ilgili eksiklerini gidermek amacıyla araştırma yapma gereği duyduğunu, üniversite ders notlarını ve ilgili konularda üniversiteye yönelik kitapları incelediğini belirterek ifade etmiştir. K27 de belirlediği öğrenme alanı ile ilgili bilgileri, kitaplardan araştırdığını ve bu araştırmanın gerekçesini belirtmiştir.

K40'ın ifadesi:

K40. *Özellikle konuyu araştırmadım çünkü o konuyu biliyordum. Konu üzerinde ekstra bir araştırma yapmama gerek kalmadı.*

K35'in ifadesi:

K35. *Aslında çok fazla araştırma gerekmiyor, zaten bildiğimiz şeyler, çok üst düzey olmayacağı için, sadece somutlaştırmak gerekiyor.*

K27'nin ifadesi:

K27. *Önce kitapları falan taradım, öncelikle öğrendiğimiz konulara falan baktık, çünkü insan belirli bir noktaya gelmeden bir şey üretemiyor, lise konularını falan inceledim,*

işte bizim şeydeki üniversitedeki kitaplarımızı, daha sonra konu anlatımlı lise kitaplarına baktım.

K26'nın ifadesi:

K26. *Araştırdım, bildiğimiz sadece nedir dairesel silindir, eliptik silindir biz sadece özel halini biliyoruz ama onlardan başka daha bir sürü silindir var, her hangi bir eğriyle oluşan silindir var, onlara biraz baktım, sonra genel halini verelim diye düşündüm, eğriyi değişebilir bıraktık.*

K28 de seçtiği öğrenme alanı ile ilgili çok fazla bilgi birikimi olmadığını ifade etmiştir:

K28. *Yani çok değildi, benim de çok fazla bilgim, birirkimim yoktu, yani biliyordum temel şeyleri ama sorulara falan bakınca, bir de uzun süredir ÖSS' den sonra konuya bakmamıştım, işte hani çemberi falan biliyoruz, onlar çok bilindik şeyler de, ayrıntılı olarak bakmıştım.*

K28 seçtiği matematik öğrenme alanı içinde oldukça çok araştırmalar yaptığını da vurgulamaktadır:

K28. *Ben hocanın kitabına baktım, ama daha önce bir sürü araştırma yaptım, bir sürü kitaptan bu geometrik yeri incelemiştim.*

MÖA, HM geliştirirken materyalin somut modellenmesinde ihtiyaç duyulan fizik, kimya, elektrik-mekanik vb. diğer disiplinlere ait gerekli bilgileri araştırmışlardır. MÖA, çeşitleri arasından ne tür materyaller kullanmaları gerektiğini, nasıl bir hareketi nasıl sağlayabileceklerini ve fikirlerinin uygulanabilir olup olmadığı konularında araştırma yaptıklarını ifade etmişlerdir. K23 bu araştırma sürecini şöyle ifade etmiştir:

K23. *Ankara'da Ulus'da elektronikçiler çarşısı var, orada hangi malzemeleri kullanabiliriz diye onlara sorduk, onların yapılıp yapılamayacağını sorduk, tuhafiyeye bile gittik, kırtasiyeye gittik, bir çok alışveriş yaptık, daha sonra elektronikçilere başvurduk, onlar sağ olsun bize yardım etti, elektrik sistemini halletti.*

K6, geliştirdiği HM'de kullanılan lazer ışığının iyi görülebilmesi için gerekli yoğun ortamı nasıl oluşturabileceğini, öğrenim gördüğü üniversitedeki Fizik bölümü öğretim elemanlarına ve arkadaşlarına sorarak araştırmıştır. Aday, istediği gibi bir ortamı oluşturabilmek için kapalı bir kutu ve unu dağıtabilecek bir pervaneye ihtiyaç duymaktaydı. Pervanenin çalışmasını sağlamak ve kutunun oluşturulacağı materyalin çeşidini belirlemek için araştırma yaptığını ifade etmiştir. K37 ise geliştirdiği materyalinde özel bir çözelti kullanmıştır. Bu çözeltiyi elde edebilmek ve doğru kullanabilmek için araştırma yaptığını ifade etmiştir.

K6'nın ifadesi şöyledir:

K6. *İşte yoğun ortam, onun için ne lazım? İşte tebeşir tozu mu, un mu olsun? Fizikçiler un olsa daha iyi olur dediler, daha iyi uçar falan dediler.*

K37' nin ifadesi şöyledir:

K37 *Konunun temelini biliyorduk, çok fazla zorlanmadık, içinde üç tane madde var: sodyum hidroksit, glikoz ve* indigo karmen, *suyu da sayarsak dört, bu üçünün hangi oranda katılması gerektiğni bilmiyorduk, araştırdık, bunları bayağı araştırdık, bizim bölümde kimya bölümüne gittik, bir hocamız vardı ona danıştık, kimya meslek lisesinde bölüm şefi bir hocamız var, o bayağı yardımcı oldu, çünkü bu boyalı madde hiçbir yerde yoktu, sonuçta fikir de bilgi birikimlerinizden çıkıyor, fikrin çıkış noktası biraz da bilgi birikiminize dayanıyor.*

MÖA ayrıca, ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel öğrenmelerini araştırmışlardır. Adaylar, öğrencilerin kavram imajlarını, anlama zorluklarını ve öğrenme eksikliklerinin neler olduğunu belirlemek için araştırma yapmışlardır. MÖA, dershane, staj ve ders verme deneyimleri boyunca gözlemler yapmış ve öğrencilere

sorular sormuşlardır. MÖA, öğrencilerin bu öğrenme alanlarında öğrenmekte zorlandığı noktaları, kapalı kalan noktaların olup olmadığını araştırmışlardır. Öğrenme alanı içinde öğrencilerin yaşadığı matematiksel bir zorluk, bir yanılgı veya öğrenme eksiği aramışlardır. K15, kitaplardan araştımalar yaptığını ifade ederek konuların kapalı kalan kısımlarını aradığını vurgulamıştır. K17, HM'nin öğrenme alanı içinde bir hedef belirlerken araştırma yaptığını ifade etmiştir. Bu aday, parabol kavramını araştırmıştır:

K17. *Parabol konusu belirledikten sonra zaten gidip biraz karıştırdım, parabol hakkında ne vardı diye, lise kitaplarını karıştırdığımda parabol tanımının tam tamına verilmemiş olduğunu gördüm," $ax^2+bx+c = 0$ denklemi şeklinde verilen denklemlerdir" diye veriliyor parabol, aslında bir noktanın ve bir doğrunun varlığını demek ki lise öğrencileri bilmiyor diye düşündüm, o zaman onu verebilirim hani.*

K15'in ifadesi:

K15. *Kitaplardan filan araştırdım, "hani nasıl bir şey yapabilirim?", en çok hani tam böyle kapalı kalan noktaları vurgulayacak bir materyal olmasını istedim.*

K40 çalıştığı dershanedeki ortaöğretim öğrencilerine sorular sorarak, "derece" ve "radyan" ölçü birimleriyle ilgili imajlarını araştırmıştır

değerlerini sormuştur. Aday, radyan ile derece arasındaki bağıntıyı anlatan bir HM geliştirmeye karar vermiştir.

K40'ın ifadesi:

K40. *Öğrencilere sordum, acaba ne tepki veriyorlar diye, özellikle lise son sınıf öğrencilerine sordum." arasında fark var mı?", "Sin 30 ile 30' un üzerine derece işareti konulunca bir şey olur mu?" diye, hepsi ikisi aynı şey zaten, sin 30 yazmışsınız ya da üzerine bir tane yuvarlak koymuşsunuz ikisi de $\frac{1}{2}$ demek" dediler.*

K6 ortaöğretim öğrencilerinin "eksenler üzerindeki noktaların koordinatları" ile ilgili imajlarını öğrencilere kavramı sorarak araştırmıştır. MÖA ortaöğretim öğrencilerinin anlamakta zorlandıkları matematiksel kavramları tespit ederken, dershane ve özel ders deneyimlerinden faydalanmışlardır:

K6. *Koordinatlarını bulmak için hani mesela işte X' i kesen veya Y' yi kesen bir noktada, şuranın x koordinatı ne dediğimizde, sıfır diyemiyorlar, ben de gerçekten ders anlattığımda bunu gördüm, ilk etapta söyleyemiyorlar, dikkatimi çekti, ilk şey buydu yani.*

K31, ortaöğretim öğrencilerinin zorlandıkları matematiksel bir kavramı ele aldığını ve benzer üçgenleri somutlaştımayı hedeflediğini belirtmiştir. Aday, bu kavramı belirlerken çalıştığı dershanedeki ortaöğretim öğrencileri ile konuşmalar yaparak onların bu kavramla ilgili bilgi ve imajlarını sorgulamıştır:

K31. *Üçgende benzerlik, benzerlik kavramını anlatmak için materyal tasarladım, kavram öğretmeye yönelik bir şey olduğu için bu konuyu seçtim, çünkü direk kavram öğretiyor ve benzerlik açıkçası soyut bir kavram, dershanede çalışıyorum hani oradaki öğrencilerle de iç içeyim, benzerlik kavramı en azından o soru çözümünde bile kavram oturmadığı zaman test kısmında yapamıyorlar, yani bu büyük bir sorun demek, çünkü öğrencilerin çok çok büyük bir kısmında var bu sorun, bu nokta da artı sorduğumda, yani bu kavram hakkında sorduğumda pek de iç açıcı cevaplar gelmiyor diye.*

K15 belirlediği öğrenme alanını dershane deneyimlerinde öğrencilerin sorun yaşadığı bir alan olduğu için seçtiğini söylemiştir:

K15. *Bunu, insanların o konularda takılmış olduğunu gördüm, dershanede çalışan bir öğretmen olduğum için öğrencilerin bu konuda sıkıntı yaşadığını gördüğüm için oradan aklıma geldi.*

K9 da dershanedeki ders deneyimlerinden yararlanarak, foksiyon tanımını temsil eden bir HM tasarlamıştır:

K9. *Ben dershanede çalışıyorum, o zaman fonksiyon konuları vardı hatta ondan o kadar takılmıştım fonksiyona, çocuklar, işte tanım kümesinde boşta kalmayacak hangisinde boşta kalmayacak falan durmadan böyle şey yapıyorlardı, ben de işte değişik şekilde anlatıyordum falan, ondan sonra böyle aklıma geldi.*

Ortaöğretim öğrencilerinin matematik kavramları ile ilgili imajlarını araştırırken, MÖA kendi öğrenciliklerindeki öğrenmelerini de gözden geçirmişlerdir. Adaylar kendi öğrenmelerindeki kavram imajlarını, anlama zorluklarını veya yanılgılarını gözden geçirmişlerdir. MÖA matematiksel bir kavram belirlerken kendi öğrencilik yıllarında anlamakta zorlandıkları kavramlarda ortaöğretim öğrencilerinin de zorlanacaklarını düşünmüşlerdir. Aşağıdaki ifadelerinde K27 limit kavramını öğrendiği sırada yaşadığı karmaşıklığı diğer öğrencilerinde yaşayabileceği düşüncesiyle bu kavramı açıklayan bir HM geliştirmeyi hedef aldığını ifade etmiştir:

K27. *Limit epsilon- delta falan hani bende de çok şekillenmemişti, hani bir epsilon verirsin ona göre bir delta belirlenir falan, o çok saçma gelmişti ilk başlarda bana, sonra sonra oturmaya başlamıştı, onun için onunla ilgili bir şey yapmayı düşündüm.*

K17, parabol kavramını öğrenirken kendi takıldığı noktaları ve kendine sorulan parabolle ilgili soruları dikkate almıştır:

K17. *Yani hayal ediyor insan bir de kendi hayatıma dönük, "parabolde en çok nelerde zorlanıyorsun?", "grafik üzerinde bir şey sorulduğu zaman, bana ne soruluyordu?" onları düşünmek zorunda kalıyorsun.*

K19 da kendi zorlandığı bir alanı seçtiğini ifade etemiştir:

K19*. Üç boyutlu olması nedeniyle öğrencilerin aslında, belki biraz daha fazla soru işareti olduğunu düşündüm bu konuda, bir de dönüşümler daha hani, ben de ders alırken takılmıştım, onlarında takılacağını düşündüm.*

K33, daha önce yer verilen ifadelerinde HM'nin öğrenme alanını belirlerken kendinde en iyi yapılanmış olduğunu düşündüğü matematik öğrenme alanını seçtiğini ifade etmişti. Aday sonra en iyi modelleyebileceğini düşündüğü bir hedef belirlemeye çalışmış bunun için de kavramla ilgili kendi imajlarını yokladığını ifade etmiştir:

K33. *İlk önce konuyu belirledik biz, konuyu belirledikten sonra da benim aklımda ben o konuyu öğrenirken ne düşündüğüm geldi yani ben onu öğrendiğimde kafamda ne oluştu onu söyledim hocama, o ders işlenirken ben onu nasıl anlıyorum o problemleri çözerken işte zihnimden ne geçiyorsa onun materyalini yapmaya çalıştım.*

K19'u ifadeleri de K33'ün ifadelerine destek olarak görülebilir:

K19. *İlk böyle kendi aklımda kalan projelerden bir ders dinlerken insan hayal eder bir şeyleri şöyle olursa şöyle aklımda kalır falan diye, önce onları taradım, ne olabilir diye, sonra konuları taradım, öğrenci açısından da nerede zorluk yaşanıyor öyle belirledim.*

MÖA, materyal tasarımı sırasında öğrenci algılayışlarını da araştırmışlardır. Örneğin, K40 öğrencilerin algılayışlarını göz önünde bulundurduğunu ve bunu kontrol etmek için zaman zaman dönütler aldığını ifade etmiştir. Bu dönütlere göre kullanacağı materyal türüne dikkat etmesi gerektiğini tespit etmiştir. Şeffaf bir kağıt kullanmakla normal bir kağıt kullanmanın öğrenciler tarafından farklı algılandığını tespit ederek materyalini buna göre seçmiştir:

K40*. Derece ve radyanı gösterdim materyalimde, ilk önce normal bir kağıt kullanmayı düşündüm ama üstündeki çember şeffaf olmayınca bir yayı tarıyormuş gibi değil de bir alanı tarıyormuş gibi algılandı. Kardeşime sordum, öğrencilere sordum öyle algılandığını söylediler maviyi kırmızıya boyuyor.*

K27 ise öğrenci arkadaşlarına sorarak öğrenci algılayışlarını araştırmıştır:

K27. *Ben şey aşamasında arkadaşlarıma soruyordum, "şöyle yapsak olur mu?" "böyle yapsak olur mu?", "anladım", "anlamadım" diyorlardı, "kafamda bir şey oluştu", veya "oluşmadı" şeklinde, "bir de şey en çok nerede takılıyordunuz, bu konuda?" diye*

sordum, veya "ben bunu bu şekilde çocuklara ifade etsem, çocuklara anlaşılır mı?" diye, "materyalini yapsam?", genelde paylaştığım arkadaşlarım oda arkadaşlarım matematiğe çok hakim olmadıkları için çok da hani şey yapamadılar, ama bir tanesi biraz da tanıma hakim olduğu için daha çok onunla paylaşabildim.

HM'nin yapımında MÖA, elektrik, elektronik, marangozluk gibi alanlarda ustalıkları olan kişilerin yardımına ihtiyaç duymuşlardır. Bunun için nerelerden ve kimlerden yardım alabileceklerini de araştırmışlardır. Yardım alınan kişiler öncelikle aileden veya yakın çevreden bulunmaya çalışılmıştır. Örneğin K3 materyalini memleketi olan Adana'da, K29 ise Balıkesir'de yaptırmayı tercih etmiştir. K3, memleketinde almak istediği tür yardımlar için nerelere gitmesi gerektiğini daha iyi bilmektedir. K29 ise, yapımda kuzeninden yardım almış, yapıma yardım ve müdahale etme fırsatı bulmuştur. K29 bu sayede düşündüğü şeyi materyalinde yansıtabildiğini de ifade etmiştir.

K3'ün ifadesi:

K3. *Ben memlekete gittim. Adana'da keresteciler sitesi var, oraya gittim oradakilerin yapamayacağı ince bir iş olduğunu söylediler, daha sonra bu oklavacılar diye bir yer var orda işte, sandalyeciler var, ince işle uğraşan şeylere gittim böyle, kereste üzerine uğraşan onlardan yardım aldım.*

K29'ün ifadesi ise şöyledir:

K29. *Materyali evde yaptırdım, Balıkesir'de kuzenimin mobilya atölyesi var, direk orada yaptırdım, yani pek sorun olmadı, hepsini o yaptı diyebilirim, kesmesini, eklemesini hepsini o yaptı, ama ben de ona yardım ettim, yani burası böyle olsa daha iyi olur diye başında durdum, çünkü şekli ona verip direk yaptırsaydım düşündüğüm şey olmayabilirdi.*

K5 Ankara'da yaşamaktadır ve Ankara'da ne tür yardımların nerelerden alınacağını iyi bidiğini, buralara başvurduğunu bildirmiştir:

***K5**. Ben zaten Ankaralıyım, bir şeylere karar verdikten sonra bunları nerede bulabileceğimi biliyordum, elektronik bir şey olduğu için Ulustaki Konya sokağa gittim, Ostim' e de gidebilirdim ama orada daha çok malzeme satışı falan oluyor ve öğrenci projeleriyle pek ilgilenmeyebiliyorlar, o yüzden oraya gittim oradaki birkaç elektronikçiyle konuştum, daha sonra en uygun gelen yere bunu yaptırdım, yapan kişi de bayağı zorlandı, birkaç kere söktü o da kendini stress yaptı, en sonunda finale yetiştirebildik.*

K4, K15 ve K22 de materyalin yapımında yakın aile bireylerinden veya yakın çevrelerindeki kişilerden yardım aldıklarını ifade etmişlerdir. K20 ise maliyetin fazla olması üzerine materyalin yapımını kendisi gerçekleştirmiştir:

***K20**. Aile çevresi, yani eniştemle yapmaya çalıştım, sitelere gitmiştim marangozlarla konuşmaya çok para istediler, kendim yapmaya çalıştım.*

***K4**. Ben dayıma söyledim Düzce' de sanayide çalışıyor o da ben bir göstereyim dedi, o yardım etti.*

***K15.** Ben yurtta kalıyorum orada elektrik bölümüyle uğraşan çalışanlar var, onlardan rica ettim onlar yaptılar, bazı kısımlarını da ben tamamladım.*

***K22.** Babamdan yardım aldım, amcamın oğlu elektrik tamircisi o yaptı elektrik kısmını, marangoz kısmını babamın arkadaşı var, o da o kısmını yaptı, mıknatısı babam temin etti, o şekilde.*

K18, çok araştırma yaptığını en sonunda tanıdık bir öğrenciden yardım bulabildiğini anlatmıştır. K18, materyalin yapımında tanıdık eski bir öğrenciden yardım almıştır. Bu kişinin matematik biliyor olmasının kendisi için bir avantaj olduğunu da dile getirmiştir:

K18. *Öncelikle bir çok saatçiyle görüştüm, öyle bir düzenek bulamadım, hatta dalga geçtiler bazıları, bunu ancak Çin'de bulursun dediler, sonra tanıdık bildik birini bulmak zorunda kaldık, ablamın bir öğrencisi vardı, yüksek okulda okuyor, ışıklı olmasını önerdi, anlamaz gibi geliyordu, bayağı ara vermiş ama bilgisi varmış foksiyonlarla ilgili, hemen anladı, çok şaşırdım, yani bir öğrenciye yaptırmamın çok avantajı oldu bana, çoğunlukla onun desteğini gördüm, ablamın annemin ve öğrencinin.*

K32 elektrik devrelerinin yerleştirilmesinde elektrik mühendisi olan nişanlısından yardım almış ve materyalin yapımını kendi çabaları ile tamamlamıştır, K39 ise bir mühendis arkadaşından yardım almıştır:

K32. *Elektrik mühendisi nişanlım, onun yardımı oldu, elektrik devrelerindeki bazı yapılması gerekenleri nişanlım yardım etti, nevresim kutusundan yaptım ben o hani karton şey oluyor ya içinde o kutuyu, iki kapaklı, içerisine elektrik devreleri döşendi arka kapağı olduğu için de kapandığında hiç görünmüyordu ondan, üst tarafında da tahta kalemleri falan kullandım şekli oluştururken, bu yılbaşı süsleri için olan ampullerden aldım, bir de kalın piller aldım, anahtar kullandım.*

K39'un ifadesi:

K39*. Mühendis arkadaşım vardı benim, onunla beraber neyin üzerine yapabileceğimi düşündüm, önce tahta plaka üzerine yaptım fakat çok düzgün durmadı sonra o bana bir tavsiye de bulundu, deliklerin üzerinde hazır bulunduğu bir levha vardı onu kullandım.*

K6, K9 ve K26'da gerekli kısımlarda yardım alacakları kişileri araştırdıklarını belirtmişlerdir

K26'nın ifadesi:

K26*. Öncelikle elektronikçilere gittik, epey yer gezdik Ulusa gittik, marangozluk işimiz olmadığı için, işte devre bağlama açısından program yazmamız falan gerekiyordu, çünkü sadece devreyi bağlayabildik, gerisini kendim yaptım, zaten söylediğim adamlar pek anlamıyordu bizim söylediklerimizi.*

K9'un ifadesi:

K9. *Materyali aslında çoğunlukla kendim yaptım malzemelerini aldım Ulustan halka aldım, mıknatıs aldım, ondan önce bilye aldım, sonra bilardo tahtası aldım, sobacıya gidip altını kestirdim, kendim uğraştım.*

K6'nın ifadesi:

K6*. Ev arkadaşlarıma sordum, babama sordum, babamda zaten elektrikten falan anlar elektrikçiye sordum, kutuyu işte fiberglass mı diyorlardı buna?, "Ulus'ta reklamcılar yapıyor" dediler, reklamcıya girdim onlara yaptırdım, bu da yine aynı madde ama renklisi, bunları çok düşündüm "nasıl olacak?"diye, ilk başta "tahta mı olsun?", hantal olmayan bir şey olması lazımdı ama, işte sonra renklilerini gördüm.*

K11, K21 ve K34 matreyalin yapımında Mesleki ve Teknik Eğitim Fakültesindeki öğrencisi veya görevlilerden yardım almışlardır:

K34'ün ifadesi:

K34. *Materyali yaptırırken kendisi hocaymış herhalde, ufak bir dükkanı vardı el işleriyle uğraşıyordu, o yardımcı oldu iki üç yer dolaştım, onlardan olumsuz yanıt aldım, kendisi fakültede hocaymış herhalde Teknik Eğitim Fakültesi'ndeki, o yardımcı oldu.*

K11'in ifadesi:

K11. *Teknik Eğitim Fakültesi'ndeki arkadaşlardan yardım aldım, sağ olsun yardım ettiler.*

K21'in ifadesi:

K21. *Mesleki eğitimde öğretmenlik yapan kişilerin bir dükkanı var onlar kendileri bu tür şeyler yapıyorlarmış, hani tasarım aşamasında beraber konuştuk, neler*

düşündüğümü beraber hani onlarında neler, eşyalar, şeyler kullanılacağını onlar daha iyi bildiği için beraber yaptık.

K24 de K34 gibi yardım için dolaştığı yerlerden sonuç alamamış en sonunda Mesleki ve Teknik Eğitim Fakültesinden yardım alabilmiştir:

K24*. Sitelere gittim, sunta üzerine yapılmıştı benim materyalim, daha sonra elektronikçilere gitmiştim, motor koymayı düşündüğüm için el kullanmadan hareket etsin diye, onlarda da sıkıntılar yaşandı, açıkçası fazla ilgilenmediler, en sonunda teknik eğitim fakültesine gittim, mobilya bölümü ve elektrik bölümünde birkaç hocayla görüştüm, orada kimden yardım alabileceğim konusunda yardım istedim, metal bölümünde okuyan ve elektrikten anlayan bir arkadaşımızdan yardım aldım, elektrik kısmını, piller koymak lambalar koymak gerekiyordu, kestirme işlemleri mobilya bölümünde yaptırdım.*

K31 de bir Mesleki ve Teknik Eğitim Fakültesi görevlilerinden yardım almıştır. K31, düşüncesini tam olarak yansıtan materyalin gerçekleştirilebilmesi açısından bu kişiyle fikir alışverişinde bulunduklarını ve bu kişinin önerilerini de dikkate alarak makul bir yol bulduklarını dile getirmiştir:

K31. *Fikir bize ait sadece yapmada yani mesela yaparken şey dedi ilk, iki farklı şekilde düşündük, hani ben fikrimi söylediğimde o, "şöyle yapsak olur mu?" dedi, ben "farklı düzlemlerde olsun" dedim, ondan sonra "farklı düzlemlerde sıkıntı olur" dedi, sonra "şu şekilde yapsak olur mu?" dedi, ben de o nokta da fikir alışverişi mutlaka oluyor.*

K8 de yapımda yardımcı kişilerin kendilerine önerilerde bulunarak materyale katkıda bulunduklarını da ifade etmiştir:

K8. *Reklamcının verdiği zorluklar vardı bana kutuyu açık halde verdiler ben yapıştırıp kutu haline getirdim, bana fikir de verdi ama kapağın sürgülü olmasını önerdi.*

Sonuç olarak MÖA bir araştırma süreci ile fikir üretmeye hazırlık süreci yaşamışlardır. Araştırma sürecinde, MÖA ortaöğretime yönelik olabilecek manipülatifleri araştırmışlardır. Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel öğrenmelerini araştırırken onların kavram imajlarını, anlama zorluklarını ve yanlış/eksik öğrenmelerini tespit etmeye çalışmışlardır. MÖA kendi öğrenciliklerindeki öğrenmelerinden ve dershanedeki des verme deneyimlerdinden yararlanmışlardır. MÖA, HM geliştirirken gerekli olabilecek fizik, kimya vb. disiplinlerin bilgisini edinmeye çalışmışlardır. MÖA'nın seçtikleri öğrenme alanı ile ilgili matematiksel bilgi birikimi yeterli değilse bu öğrenme alanı ile ilgili matematiksel bilgileri de araştırdıkları tespit edilmiştir. MÖA ayrıca materyalin yapımında ihtiyaç duyacakları yardımı ve yardımcı kişileri araştırmışlardır.

Manipülatifleri araştıran MÖA'nın, geliştirmeyi amaçladıklarına benzer HM örnekleri bulamadıkları tespit edilmiştir. Bulunan modellerin de ilköğretime yönelik ve daha önce bilinen veya hareketin elle sağlandığı basit uygulamalar olduğu bildirilmiştir.

Fikir bulmak için sadece araştırma yapmak yeterli değildir. Yoğun bir araştırma sonucunda hala bir fikir bulamamış olan adayların hayal kırıklığına uğradığı gözlenmiştir. Matematik manipülatiflerini araştıran MÖA, araştırma sonucunda geliştirecekleri HM benzeri matematiksel manipülatif örnekleri bulamasalar da bu araştırma sürecinin fikir üretme aşaması için birikim oluşturarak fikir bulmada kendilerine yararlı olduğu gözlenmiştir. Bu saptamaya kanıtlar aşağıda "fikir üretme" başlığı altında verilecektir.

Fikir üretme: Bu aşama, araştırma aşaması ile MÖA'nın bir bilgi alt yapısı oluşturduktan sonra orjinal ve uygulanabilir fikirler bulmak için düşünmeye başladıkları ve fikirler buldukları aşamayı ifade etmeketedir. Örneğin K34, öğrenme alanı belirledikten sonra üzerinde düşünmeye ve fikirler bulmaya başladığını söylemiştir:

K34. *Düşünme işi çok fazla sürmedi, aklıma bayağı seçenekler geldi aslında, ama hani önce bir konu aldım şu konu üzerinde yapacağız diye, o konu üzerinde yoğunlaştım, yoğunlaştıktan sonra da gelen fikirlerin arasından seçtim, ilk başta helis, difereansiyel geometriden düşünmüştüm, o gelmişti.*

Örneğin aşağıda açıklamaları olan K31, HM geliştirirken önce araştırmalar yaptığını sonra düşünmeye başladığını dile getirmiştir.

K31*. İlk olarak geçen sene, bizim üst dönemlerimizin yaptıklarını, onları düşünmeye çalıştım, neler yaptılar biraz fikir vermesi açısından, ondan sonra dönem başında internetten baktım, "bir şeyler bulabilir miyiz?" diye baktım, ondan sonra düşündüm, yani açıkçası yolda giderken bile aklınıza geliyor, "ne yapabilirim?" diye, sonra bir anda "şunu yapabilirim" diye böyle bir anda. Fikri bulmada değdim gibi pek şey olmadı, artık ilham deyim bir anda geldiği için, o noktada biraz daha rahat oldum, ikinci haftada bulmuştum zaten.*

K31'in anlatımından düşünmenin diğer günlük aktivitelerle meşgulken de devam ettiği anlaşılmaktadır. K33 de düşünmenin günlük aktiviteler içinde devam ettiğini ve ister istemez belirdiğini bildirmiştir:

K33. *Mesela düşünüyorsun "burada var mıdır?", "şurada var mıdır?" sürekli onu düşünüyorsun, çünkü öyle bulabilirsin onu, hani oturayım bu gün bir saat düşüneyim sonra kalkayım, işimi yapayım olmuyor, yani öbür işini de yaparken birden, aklına gelebiliyor.*

K34'ün ifadesi bu bulguyu destekler niteliktedir ve günlük aktivitelerin içinde düşünmenin devam ettiğini vurgulamaktadır:

K34. *İster istemez, yani günlük hayatta vakit geçerken düşünüyorsun, yani dershanedeyken, otobüsteyken bir şekilde çoğu vaktini alıyor, yani gerçi biz haftada bir gün geliyorduk buraya toplanıyorduk ama, onun dışında çok düşünme süreci geçiriyorduk, düşünüyorsun "nasıl yapabiliriz?" gibisinden, ben daha çok karar*

verdiğim için ne yapacağıma, "nasıl yaptırabiliriz?", "daha nasıl fonksiyonlu olabilir?" bunları düşünüyordum .

K22'nin ve K33'ün ifadeleri:

K22. *Şöyle oldu, otobüse binerken bile etrafımda evet bu olabilir, bu yapılabilir, artık kafamda devamlı bunlar var, başka bir şey düşünemiyor gibi oldum bir ara, düşünüyorum, "ne yapılabilir?", "nasıl yapılabilir?" etrafa bakarak hep bunlarla yaşıyormuşum gibi oldu.*

K15, ifadesinde düşünmenin uyurken bile devam ettiğini bildirmektedir. Aday, ayrıca düşünmesine rağmen önce bir fikir bulamadığını ama sonra bir anda bulduğunu ifade etmiştir:

K15. *Aklıma, yani çok düşündüm ama bir şey gelmemişti, bir anda aklıma geldi, acaba ben böyle bir şey yapabilir miyim diye, rüyalarıma bile girdi, başta bir şey bulmak kolay olmuyor, ha deyince aklına bir şey gelmiyor insanın, bayağı kafamı meşgul etmişti.*

MÖA, fikir bulmadan önce yoğun bir düşünme süreci ardından bir kuluçka süreci yaşadıklarını ve sonucunda fikirler bulduklarını ifade etmişlerdir. Örneğin, K9 orjinal bir fikir bulmaya çalışırken yoğun olarak düşündüğünü ancak bir çözüm bulmanın sürekli düşünürken değil de bir bekleme anında gerçekleştiğini belirtmiştir:

K9. *Aslında orijinal olması için çok uğraştım, <u>ama sürekli düşünerek olmuyor bir bekleme aşamasına girmesi gerekiyor, bekledikten sonra birden çıkabiliyor.</u>*

K28 de belirlediği öğrenme alanı ile ilgili uzun bir araştırma ve inceleme süreci ardından fikri bir anda bulduğunu dile getirmiştir:

K28 *Bir sürü araştırma yaptım, bir çok kitaptan geometrik yerle ilgili açıklamaları inceledim, sonra bir hocamdan aldığım geometri kitabını karıştırırken, hani onların bir sonucu olarak bir anda aklıma gelmişti.*

K1'in ifadesi de bu bulguyu desteklemektedir ve imaj fikrini bir ders dinleme anında bulduğunu belirtmektedir:

K1. *Özel öğretim dersinde hocam bir şeyler anlatıyordu bize, farklı bir dersti ama sadece bir fikir olarak bir şeyden bahsetti, ve direkt "ben bunu bileşkeye uygulayabilirim" diye düşündüm, o şekilde kafamda oluştu.*

K22 fikir bulmayı "aklında bir ışık yanması" şeklinde tarif etmiştir:

K22. *Şöyle oldu, şimdi birden bire bir ışık yanar gibi bir kısmını buldum, o süreçte bir şeyler eklemeye çalıştım ama ekleyemedim, en sonun da bir gün okulda arkadaşlarımlayken ikinci kısmı buldum, materyalim tamamlanmış oldu yani, parça parça oldu her iki kısmı ama birden ışık yanarak oldu diyebilirim.*

MÖA'nın fikir bulmakta zorlandıkları tespit edilmiştir. MÖA'nın zorlandığı noktalar şunlardır:

- Orjinal fikirler bulma zorluğu
- Uygulanabilir fikirler bulma zorluğu
- Fikri geliştirme zorluğu
- Mevcut süreyi verimli kullanma zorluğu
- Olumsuz duygularla başa çıkma zorluğu

MÖA'nın düşünme sürecinde yaşadıkları zorluklardan biri, orjinal fikirler bulmaktır. K3 ve K16 orjinal fikir üretmekte zorlandıklarını belirtmişlerdir:

K3. *Evet canım zorladı, yatıp kalkıp materyal düşünüyordum ilk zamanlarda, kesinlikle çünkü olmayan bir şey olacaktı, yani hiç karşılaşmadığım bir şey olacaktı.*

K16. *Gayet zorladı, yani orjinalitesi işin önemli.*

K1 orjinal fikir bulmanın ilk başlarda zor geldiğini ve kendsinde olumsuz duygular yarattığını fakat zamanla ve düşünmeyle bu duyguları aşarak başarılı olduğunu ifade etmiştir:

K1. *Kendimi biraz şey gördüm yapamayacağım ben demek ki, ben herkes gibi düşünüyorum diye düşündüm ilk başta, ama zamanla bir şeye odaklanınca o çıkıyor ilk başta zor geliyor sana yapamayacağını düşünüyorsun, ama sürekli kafanda beyninde o olduğu için odaklanıyorsun, yani yapabiliyorsun.*

K32 de bir kaç hafta boyunca fikir üretmekte zorlandığını ve karamsarlığa düştüğünü belirtmiştir:

K32. *Bayağı uykusuz kaldım böyle ben, bunu çok başaramayacığım diye uykusuz uykusuz birkaç hafta hocayla görüşme yaptım, böyle yapamıyorum olmuyor, üretemiyorum diye.*

K23'ün ifadesi:

K23. *Bir hayli zorlandık aslında, çünkü sürekli olarak hiç kimsenin yapmadığı bir şey düşünüyoruz, yani bir şeyi keşfetmek gibi.*

K33'ün ifadesi:

K33. *Bence düşünmek çok zor, yeni bir şey geliştirmek, fikir üretmek onunla ilgili.*

K2 orjiinal fikirler bulmanın ve matematiksel fikirleri somutlaştırmanın zorluğunu dile getirmiştir:

K2. *Tabi ki çok zorlandık, orijinal bir şey bulmak, bunu anlatmak, şekil olarak göstermek çok zor.*

MÖA, HM geliştirirken uygulanabilir fikirler bulmakta çok zorlanmışlardır. Örneğin K19, bulduğu fikrin yapılabilirliğinin olmaması nedeniyle zorluk yaşadığını ifade etmiştir:

K19. *Çok zor bir süreçti, zaten benim esas zorlandığım kısım, düşünce var ama yapılabilirliği yok gibiydi, o noktada zorlandım.*

K27 de uygulanabilir, gerçekçi fikirler bulma konusunda zorlanmıştır:

K27. *Yani bir şey olacak gibi oluyor ama onu pratiğe dökerken olmuyor, düşünme aşaması başlı başına zordu yani, çalışmıyor yani mesela elle çalışmayacak o aşama zor oluyor.*

K31, orijinal fikirlerin aynı zamanda uygulanabilir olmasının zorluğunu ve uygulanabilir fikirler bulmakta zorlandığını dile getirmiştir:

K31. *Ben ilk başta boya ile bir şey yapmaya karar vermiştim, onun devamlı kullanılması için zor bir örnekti, hem yapılabilecek bir şey olması hem de farklı olması zor, ilk başta onun sadece fikirde kalmasını istemiyordum, yani yapılabilsin istiyordum ve kendim de yapmak istiyordum, o yönde bir şey yapmak istedim, o biraz zorladı.*

K24 de uygulanabilir fikirler bulmak ve geliştirmekte zorlandığını ifade etmektedir:

K24. *Özellikle dediğim gibi yapılabilirliği konusunda ben çok zorlandım, kullanacağım malzemeler, işte "ne kullanabilirim?", "nasıl yapabilirim?", "yatayda mı?", "düşeyde mi?", gerçekleştirebilmekte bayağı bir zorlandım, özellikle bu noktada zorlandım.*

K6, uygulanabilir fikirler bulmakta zorluklar yaşamıştır. Aday, hazırladığı materyalde kapalı bir kutu içinde un savurmak suretiyle lazer ışığının görülebileceği bir ortam oluşturmaya çalışmıştır. Ancak unun savrulması için kullanacağı pervaneyi uygun olarak nasıl yerleştirmesi gerektiğini bulmakta zorlanmıştır:

K6. *İlk karar verdiğim andan itibaren kafamda bu vardı, yani beni zorlayan materyalin pervanesi oldu. Birkaç gün boyunca kafamı meşgul etti ama nasıl yapılabileceği konusunda, hani fikir kafamda, yapacağım şeyi biliyorum, gerçekten "şunu yapacağım", "ama işte nasıl olacak?", yani "fanı nereye yerleştirsem çalışır?", en çok o kısmı düşündüm zaten yoksa fikir vardı yani.*

MÖA'nın uygulamada zorluklar yaşamaması için K22, aşağıdaki gibi önerilerde bulunmuştur:

K22. *Başlangıçta yapılabilir bir şey düşünmelerini öneririm, yani çok abartı bir fikir üretebilirsiniz, yani güzel fikirler elde edebilirsiniz, orijinal olabilir, ama bu sefer yaptırmak güç olabilir, çünkü bir çok arkadaşımız bu zorluğu yaşadı, o yüzden, hani yaptırılabilir bir şey olması, bunu da düşünsünler yani kafalarının arka planında bu olsun "acaba yapılabilir mi?".*

MÖA'nın bu süreçte zorlandıkları başka bir nokta, bulunan fikirlerin geliştirilmesidir. Örneğin K19 bulduğu fikri geliştirmekte zorlandığını şöyle ifade etmiştir:

K19. *Çok zor bir süreçti, böyle hani bu kadarla sınırlı kalmasın, sadece doğruyu hareket ettirmekle sınırlı kalmasın, "başka ne verebilirsin?" diye sorulduğunda, hıı aslında başkada bir şey yok diye düşünüp, daha sonra biraz daha geliştirme ihtiyacı duydum, hani birkaç şey daha eklenmesi gerekiyor diye.*

K11 ise fikir bulmanın çok zor olduğunu ve sürekli düşünmek zorunda kaldığını ifade etmektedir. K11 geliştiremediği fikirlerden vazgeçerek başa dönmek ya da fikirler üzerinde düzeltmeler yaparak ilerlemek gerektiğini ve her ikisinin de zorluğunu dile getirmiştir:

K11. *Sürekli bir şey düşünüyorduk, ama ilerlemiyor hani, bir yerde takıldın mı ya fikir değiştireceksin, ya da o fikrin üstüne gitmek isteyince ilerlemiyordu, bayağı sıkıntı, bir yere kadar, sonra saplanıyor.*

K2'nin ifadesi:

K2. *Çok zorladı, çünkü düşünseniz bile nasıl yapabileceğiniz akla gelmediği için geri dönmek zorunda kaldık, aklıma belki daha fazla şeyler geldi ama nasıl yapacağımı kafamda tasarlayamadığım için hiç kalkışmadım, çizime bile kalkışmadım, bir de zaten akla kolay kolay bir şey gelmiyor.*

MÖA, fikir bulmada yaşanan zorlukların aşılması açısından, çok önceden düşünmeye başlanmasını ve bu sürece çok vakit ayırılmasını önermiştir. MÖA, düşünme sürecinin boş bir zamanda gerçekleşmesini örneğin K28 yazın düşünmeye başlayarak hazırlık yapılmasını önermişlerdir.

K28. *Belki düşünme aşamasına hani daha önceden başlamaları, yazdan düşünmeleri, konuyu araştırmaları en azından konularını belirlemeleri olabilir.*

K21'in ifadesi:

K21. *Arkadaşlarıma diyorum şimdiden, gelecek yıla hazırlık yapın, düşünmeye başlayın diyorum, yani kolay kolay fikirler ortaya çıkmıyor yani.*

K23'ün ifadesi:

K23. *Bu konuyla ilgili daha önceden bilgileri varsa, şimdiden başlasınlar düşünmeye, ne tür materyaller yapılabilir bir önceki yılın materyallerini de göz önünde bulundursunlar, düşünme işi zor, şimdiden başlasınlar.*

K24'ün ifadesi:

K24. *Bence daha erken düşünmeye başlasalar iyi olur derim, bu ders son sınıfta veriliyor ve yoğun bir dönem, o yüzden yazdan düşünmeye başlasalar iyi olur, yazın insan biraz daha müsait olduğu, daha rahat olduğu için kafası daha rahat olduğu için düşünmeye daha çok vakit bulabilir okul döneminde farklı işlerle de uğraştığı için*

düşünmekte zorlanabilir, istediğini yapamayabilir, başka sorunlar da olabilir o yüzden yazın daha müsait diye düşünüyorum.

K27, MÖA'na düşünme işini sonraya bırakmamalarını ve sürekli araştırma yapmalarını önermiştir:

K27. *Son zamanlara bırakmasınlar, sürekli bir şey aşamasında olsunlar araştırma, daha önce yapılan materyalleri incelesinler veya bir şey buldukları zaman "bunlar materyal olarak kullanılabilir mi?", daha rahat ederler, etrafa materyal gözüyle bakabilirler, "hani bundan materyal çıkabilir mi?" diye baksınlar, daha yaratıcılıkları gelişir düşünme aşamasını daha kolay geçerler.*

Fikir bulmada zorlanan MÖA, bu durumu geçmiş öğrencilik yaşantılarında kendilerine fikir üretme ve yaratıcı düşünme becerilerinin yeterince kazandırılmamış olmasıyla ilişkilendirmişlerdir. Örneğin K1'in ifadesi:

K1. *Aslında ilk işe başlarken ben de tedirgindim, yani acaba bunu yapabilecek miyim? Çünkü olmayan bir şeyden bahsediyoruz, hani ilk başta sadece bir fikirdi bu, ilk başta ben zorlanacağımı düşündüm, zaten bir iki hafata zorlandım çünkü biz genelde hep hoca bize anlatıyor biz onu cevaplandırıyoruz o şekilde öğrendik, bu materyal ya da bu şekilde öğrenme şekli öğrencilere şu anda zor geliyordur, bu yeni bir şeydi ve farklı bir deneyimdi, kafamdaki bilgileri bir şekilde başka yöne boyutluyorsun, o daha farklı bir şey ortaya koyuyorsun, gerçekten biraz esnek düşünmeyi gerektiren bir etkinlikti.*

K32'nin ifadesi de bu saptamayı desteklemektedir:

K32. *Bu gerçekten çok zor oldu çünkü alışık olmadığımız için bir şeyler üretmeye, özellikle matematik eğitiminde biz bu güne kadar hiç materyal kullanmadığımız için, liseye kadar olan dönemde hiç materyal kullanmadık biz, bir işte ilkokulda o şeyler fasulyeler filan çubuklar, somutlaştırılmış şeyler kullanıldı.*

K29 da fikir bulmada zorlanmadığını belirterek bu durumu yaratıcı düşünme becerilerine sahip olmasıyla ilişkilendirmiştir:

K29. *Yok zorlamadı, böyle kendimi övmek istemem de bu konularda biraz yaratıcı olduğumu düşünüyorum, öğretmenlerimde lise de ya da ilk okulda, orta okulda, orijinal olduğumu düşünüyorlardı, biraz yaratıcı olduğumu düşünüyorlardı, farklı fikirler getiriyordum, problemlere farklı bakış açıları ile yaklaşıyordum, burada da işime yaradı.*

Düşünme sürecinde zorlanan öğretmen adayları, HM'de bulunmasını istedikleri birçok özelliğin aynı anda materyale yansıtılması için düşünmekte zorlanmışlardır. Örneğin K16, düşünme aşamasının HM'nin yapım aşamasına göre daha zorlayıcı bir süreç olduğunu vurgulamış ve fikirlerin orijinal ve uygulanabilir olması gibi birden çok özelliğin aynı anda sağlanmasında için düşünmekte zorlandığını ifade etmiştir:

K16. *Çok yorucu geçiyor o düşünme aşaması, yaptırmaktan da zor bence düşünmek, çünkü kendinizden de bir şey eklemeye çalışıyorsunuz, "karşı taraftan acaba o söylediğiniz şey anlaşılabilecek mi?", öyle bir şey var, en önemlisi "düşündüğünüz şey olabilecek mi?" bir de öyle sıkıntılar var hani,* hem "*yaptırabilir miyim?", he "olur mu?", hem "mantıklı olur mu?".*

K22 Düşünme sürecinde bulunan fikrin orijinal bir fikir olması, geliştirilebilir ve uygulanabilir olması ve bunların aynı anda sağlanmasının zor olduğunu belirtmiştir:

K22. *Konu belirlemek tamam kolay ama bunun materyale dökülmesi biraz zor, "ne yapılabilir?", "nasıl yapılabilir?" veya "düşündüğümüz şeyler yaptırılabilir mi?" hani bu da bir sıkıntı, aynı zamanda "orijinal mi?, "değil mi?", "daha önce biri düşünmüş mü?", tabi genelde biri düşünmüş oldu ondan sonra bir takım değişiklikler falan.*

K34'ün ifadesi:

K34. *Yani bir materyalde birçok şeyin çocuklara ileride yapılandırması için, onları düşündüm ama zordu yani.*

K2 ve K4, bir öğrenme alanı belirledikten sonra HM'nin hedefini belirlemek ve imaj oluşturmak için neleri düşündüklerini bunu yaparken ne denli zorlandıklarını şöyle dile getirmişlerdir:

K2. *Tabi ki zorladı, konuyu bulmaya çalışırken zaten çok zorlandık, artı materyali nasıl şekillendireceğimiz, "olur mu?", "bir şeye benzer mi?", "gerçekten o istenilen şeyi verir mi?", "anlatmak istediğimi tam anlatabilecek mi?" onları çok düşündük, çok zaman aldı.*

K4. *"Nasıl yapabilirim?" konu tamam simetriydi, ama "materyal nasıl bir şey olacak?" "neye benzeyecek?", "nasıl gidecek?", "ne olacak?", o kısımda zorlandık.*

K26'nın ifadesi:

K26. *Bayağı zorladı, bir şeyler var aklımızda ama bunları nasıl yapacağımızı nasıl yaptıracağımızı düşündük, özellikle mekanik olması açısından.*

Süre sınırının olması öğretmen adaylarının düşünme sürecinde zorlayıcı bir nokta olmuştur. Bu anlamdaki zorluklar öğretmen adaylarının duygusal durumlarına da yansımıştır. Örneğin K20 zaman ilerledikçe yetiştiremeyeceğinden korktuğunu dile getirmiştir:

K20. *Fikir bulurken bir kere zorlanıyorsunuz, hani vakit ilerliyor siz bir şey bulamayınca sıkıntı oluyor, psikolojik bir sıkıntı var, bu tarz problemler ortaya çıkıyor yetiştiremeyeceğim korkusu.*

K23'ün ifadesi:

K23. *Seçtiğim konu biraz, olasılık demiştim, daha sonra değiştirdim onu, zaten konu biraz materyale tam uygun değil sanırım, ben ya da üretemedim bir şeyler, sıkıntı yaşadım yani, bu olmuyor, o olmuyor, her hafta olmadı yani, o yüzden birazcık sıkıntı yaşadım o konuda, düşünce konusunda, en sonunda konuyu değiştirdik fonksiyonlara*

geçtim, bir an önce olması lazım bu işin, o yüzden zaman da daralıyor sürekli olarak, öyle olunca sıkıntı oluyor tabi, gene de güzel bir süreçti.

K28'in ifadesi:

K28. *Üzüldüğüm noktalarda oldu hani, neden bu kadar uzun düşündüğüm halde hani sonuca ulaşamıyorum diye üzüldüğüm noktalarda oldu, hani 1-2 hafta araştırmama rağmen hani sonuca ulaşamadım, tabi böyle şeyler hemen araştırmayla olmuyor ama zaman sınırlılığı da olunca, işte o zamanda yetiştirememek, yapmam gerekiyor sonuçta.*

Aşağıda görüşleri verilen aday son sınıf öğrencisi olup bir yandan dershanede çalışıyor bir yanda da KPSS sınavına hazırlanıyordu. Bu nedenle süre sıkıntısı yaşadığını aşağıdaki şekilde ifade etmiştir:

K24. *Ben o zaman çok karamsarlığa düştüm, özellikle yapılabilirliği konusunda, her hafta görüşmemde biraz daha üstüne bir şeyler koyabilmekte sıkıntı çektim açıkçası, çok rahat düşünmeye vaktim olmadı, kendi özel sebeplerden dolayı sıkıntım oldu, çok daha aslında güzel bir şey yapmayı isterdim, kesinlikle isterdim.*

K5 bu düşünme sürecinde yaşanan zorlukların kendisinde HM yi zamanında yetiştirememe kaygısı yarattığını ifade etmiştir:

K5. *Sıkıntı ve stresti, yani rahat uyumadığım günler olmuştu yani, kafamda sürekli bulduğumda bile "nasıl geliştirebilirim?", "nasıl yapabilirim?", "ne malzeme kullanacağım?", bu gibi düşünceler vardı, "bitirebilecek miyim?", "yetiştirebilecek miyim?" daha sonraları da bu tarz düşünceler vardı.*

MÖA'nın yoğun düşünme sürecinde olumsuz duygular geliştirdikler tespit edilmiştir. Süreç boyunca MÖA, bu duygularla da başa çıkmaya çalışmışlardır. Örneğin K9, işin başında kendisinde başarabilme kaygısı olduğunu anlatmıştır:

K9. *Zorladı, stres yaptım, "olur mu?", "olmaz mı?", ilk sizsiniz ya, önünüzde örnek yok, bazen çok bunalıyorsun.*

K32 de sürekli problemler çıkmasının sinirlerini gerdiğini anlatmıştır:

K32. *Elektrikte problemler çıkıyor, tam ödevi teslim etmeye geliyorum, birilerine göstereceğim, ilk önce tabi herkes merak ediyor, "sen ne yaptın?", açıyorum işte düğmeye basıyorum çalışmıyor falan, böyle gerilimler de yaşadım.*

K33 sürekli düşünmenin yorucu olduğundan söz etmiştir:

K33. *Düşünmek yoruyor insanı çünkü her zaman düşünüyorsun, bu derse girip on dakikada bitmiyor, yani gelip iki saat ders işleyip gitmiyorsun, o kafanda her zaman oluyor, rüyamda bile gördüğümü biliyorum yani.*

K33, görüşmenin ilerleyen zamanlarında bu ifadesini tekrarlayan aşağıdaki sözleri söylemiştir:

K33. *Düşünmek hoşuma gidiyor ama yoruluyorum çok yoruluyorum, yani düşünmek istemiyorum artık, rüyamda da onu görüyorum, düşünmeyeceğim şimdi uyumam lazım diyorum, yorucu oluyor takılıyor aklıma.*

K15 ve K11 düşünme sürecinin uykularını etkilediğini ifade etmişlerdir:

K15. *Zorladı, rüyalarıma bile girdi, başta bir şey bulmak kolay olmuyor, ha deyince aklına bir şey gelmiyor insanın, bayağı kafamı meşgul etmişti.*

K11. *Zorlamaz mı? Uykularımız kaçıyordu.*

K1 ve K4 özgün bir imaj fikri bulmaya çalışırken yaşadıkları duygusal süreçleri şöyle ifade etmişlerdir:

K1. *Ben erken buldum diğer arkadaşlarıma göre, ikinci hafta sanırım, o yüzden çok böyle sıkıntıya girdiğimi söyleyemem ama tabi ki böyle ilk haftalarda herkesin ortaya koyduğu şeyleri bulmak beni biraz strese soktu, yani güzel bir şey ortaya koymak istiyordum.*

K4. *Sıkışmış gibi, "ne yapabilirim?" sorusunun cevabına ulaşmaya çalışırken biraz "ne yapabilirim?", "ne kullanabilirim?", "nasıl bir şey olabilir?", "şekli neye benzer?", "işe yarar mı?" diye düşünürken biraz, çokta stres değil de kendimi köşeye sıkışmış gibi, çıkamamak gibi o duyguları yaşadım.*

K21'in ifadesi:

K21. *Yani ilk bakışta hani evet kolay yapılabilir diye düşünülse de hazırlık aşamasının gerçekten bir materyal için zor bir aşama olduğunu gördüm yani fikir üretmek o kadar da kolay bir şey değilmiş.*

K31 süreç içinde, birbirini izleyen problem çözme durumlarıyla karşılaştığını ve bunun çok zorlayıcı bir süreç olduğunu dile getirmiştir:

K31. *Fazlasıyla zorladı diyebilirim, çünkü hani düşünüyorsunuz, yapıyorsunuz mesela aklınıza bir şey geliyor, özellikle tasarım aşaması çok çok sıkıntı oluyor çünkü bir şey yapıyorsunuz, örneğin, ben ip kullanacağım, hangi ipi kullanacağım? Çünkü ipi çektiğinizde kayma olacak, bu bayağı bir sıkıntıydı yani, her yaptığınız da yeni sıkıntısını görüyorsunuz, hep sorun çıkıyordu böyle.*

MÖA bir şey üretmiş olamanın ve kendilerince özgün bir şeyleri ortaya koymanın keyifli olduğunu ifade etmişlerdir. MÖA, sürecin keyifli ve güzel yanlarını da dile getirmişlerdir.

K15'in ifadesi:

K15. *Hem olumlu hem olumsuz duygular yaşadım, kendimiz bir şey yapıyoruz o açıdan zevkli ama "yapabilecek miyim?", "yapamayacak mıyım?", kaygı vardı.*

K32'nin ifadesi:

K32. *Sonuç olarak böyle hani elde ettik başardım, onun mutluluğu filan karışık duygular.*

K6'nın ifadesi:

K6. *Güzel bir süreçti aslında, düşünmek ve bir şeylerin yapıp ortaya çıkmasını görmek.*

Uygulama/değerlendirme: Bu kategori, MÖA'nın buldukları fikirlerin çalışıp çalışmayacağını, işe yarayıp yaramayacağını sınadıkları bunun sonucunda değişiklikler ve düzeltmeler yaptıkları aşamayı ifade etmektedir.

MÖA'nın buldukları fikirlerin uygulanabilir olmaması nedeniyle çoğu kez bu fikirlerden vazgeçerek yeni fikirler bulmaya çalıştıkları tespit edilmiştir. Örneğin K27, ilk bulduğu fikirlerin çoğu zaman çözüm olamayacak fikirler olduğunu, uygulamaya geçildiğinde cevap vermediğini ifade etmiştir:

K27. *Yani bir şey olacak gibi oluyor ama onu pratiğe dökerken olmuyor, düşünme aşaması başlı başına zordu yani, çalışmıyor yani.*

K9 da bulduğu her fikirin uygulanabilirliğinin olmadığını ve sürenin sınırlı olması sebebiyle başa dönmek yerine düzeltmelere yönelmek zorunda kaldığını bildirmiştir:

K9. *Kafanda bir şey oluyor, ama onu şey yapamıyorsun, mesela uygulamaya geçeceğin zaman, öyle bir şey olmuyormuş aslında**,** keşke başka bir şeye başlasaydım diyorsun, ama çok vakit olmuyor falan**,** sonra tekrar onun üzerine eklemeler, düzeltmeler yapmaya çalışıyorsun.*

K21, bulduğu fikri geliştiremediği için seçtiği öğrenme alanını değiştirmek zorunda kalmıştır:

K21. *Oran-orantıyla ilgili düşünmüştüm, ters orantıyı gösterecek bir mekanizma yapmak zordu, sadece onu, bildiğimiz terazi sistemi vardı, biniciyi hareket ettirebileceğimiz ya da zamanla yapılan işin ters orantısı, onun dışında ben bir şey üretemedim, sonrasında da kolay olsun diye geometriye tekrar dönüş yaptım, onunla ilgili bir materyal hazırladım.*

K11 de her hafta bulduğu fikirlere eklemeler yaparak onu geliştirmeye çalıştığını, fakat genellikle fikirlerden vazgeçmek zorunda kaldığını ifade etmiştir:

K11. *Her hafta zaten buraya geliyorduk, her hafta hani fikir üstüne yeni bir şeyler yeni bir şeyler ekleye ekleye, ya da çürütüyorduk, hipotez gibiydi bu, genelde çürüttük.*

K1 bulduğu ilk fikirlerden orjinal olmamaları sebebiyle vazgeçmiştir. Aday, orjinal fikir bulamamanın başlangıçta kendine olan güvenini sarstığını bildirmiştir:

K1. *Hep böyle yapılmış şeyleri düşündüm, ben hep çizip gelmiştim aklımdaki şeyleri ve onlar hep yapılmış şeylerdi, daha farklı orijinal bir şey düşünmeliydim, daha farklı orjinal bir şey, kendimi biraz şey gördüm, yapamıyacağım ben, demek ki ben herkes gibi düşünüyorum, diye düşündüm ilk başta.*

K1 ayrıca, ilk bulduğu fikirlerin orjinal olmamasına rağmen araştırma ve düşünmeye devam edildiğinde, bu yoğun düşünme süreci sonundaki bir zaman süreci içinde özgün bir fikir ortaya çıkacağını bildirmektedir. K1'in anlattığı bu süreç diğer adayların da belirttiği yaratıcı düşünme sürecini ve aşamalarını desteklemektedir:

K1. *Hep basit bir şey düşünüyorum ilk başta, basitten karmaşığa doğru gidiyorum, direk aklıma çok farklı yeni bir fikir gelmiyor, yani o yönde ilk başta kendimi yetersiz hissediyorum, ama sonradan gerçekten bir şeye karar verdiğin zaman veya bir konuya odaklanınca, bir şeyler üretebiliyorsun, ama tabi ki bunun için biraz zaman lazım. Zamanla bir şeye odaklanınca, o çıkıyor, ilk başta zor geliyor sana, yapamayacağını düşünüyorsun, ama sürekli kafanda beyninde o olduğu için odaklanıyosun, yani yapabiliyorsun.*

Aşağıdaki ifadesinde belirttiği gibi K23, "olasılık" ile ilgili aklına gelen fikirlerin orjinal fikirler olmadığını bildirmektedir. Aday, HM'nin öğrenme alanını değiştirmiştir ve fonksiyonlarda birebirliği anlatan bir materyal geliştirmiştir:

K23. *İlk aklıma gelen fikirler, işte olasılık konusuyla ilgili fikirler gelmişti ilk, aslında herkesin düşünebileceği fikirlerdi bunlar, ilk baktığımda olasılıkla ilgili toplar, zarlar böyle hep bilinen sorularda da hep karşımıza çıkan materyallerle alakalı daha geniş materyaller aklıma geldi, fakat bunlar herkesin aklına gelebilecek şeylerdi işte top, zar, renkli şeyler.*

K1, aklındaki fikirlerin bir çoğundan uygulanabilirliğinin zor olması sebebiyle vazgeçtiğini bildirmiştir:

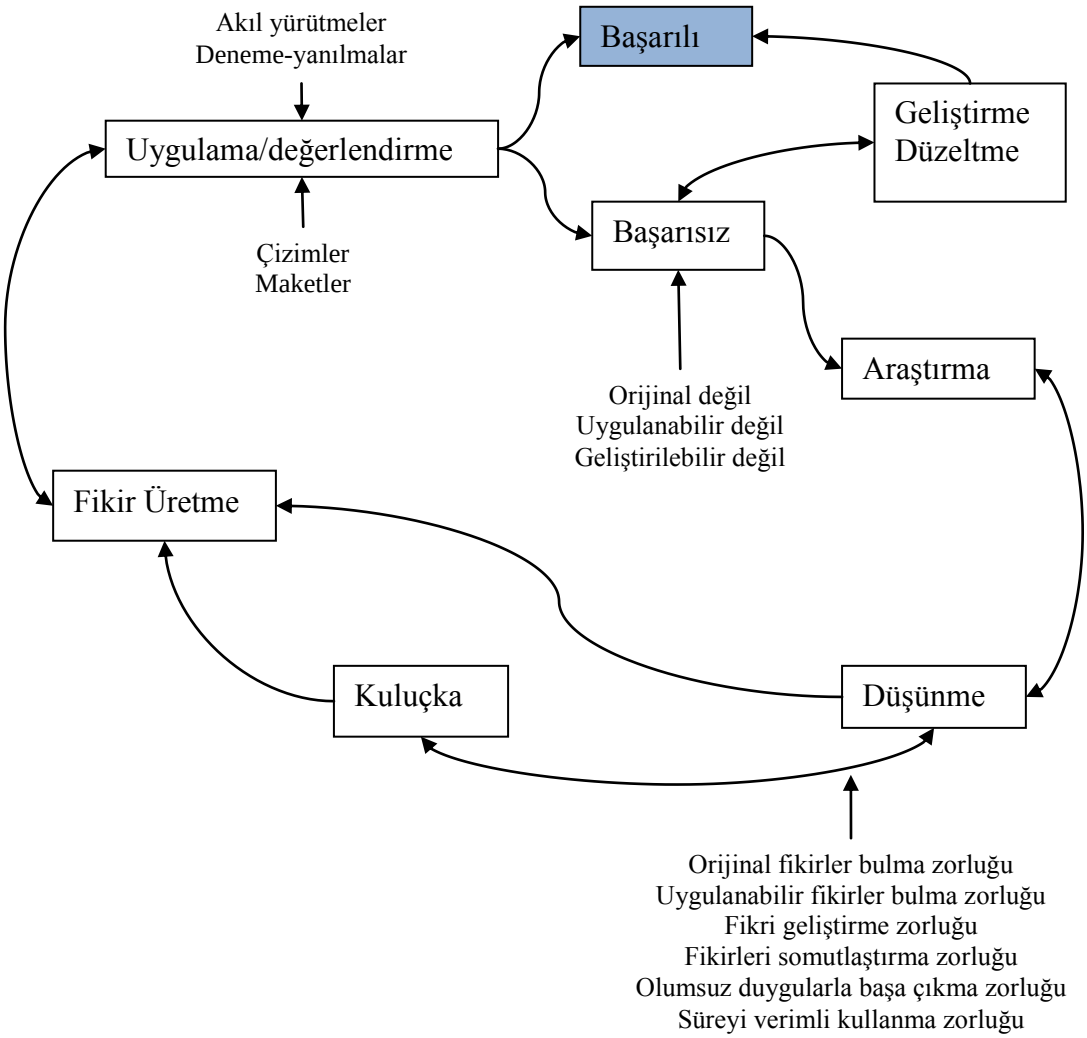
K1. *Aklımda çok fikir vardı ama zordu, yapılabilecek gibi değildi, çok zor mühendislik gerektiren şeylerdi, biraz da sonuçta yapılabilirdi belki ama ben kendim yapmak istedim, langırtı aldım, ama üzerinde bayağı işlemler yaptım, sonuçta yapılması zor olduğu için onlardan vazgeçtim.*

K33 de uygulayamadığı bir fikirden vazgeçmek zorunda kaldığını şöyle ifade etmiştir:

K33. *Bir de ışık gibi düşünmüştüm, 3 boyutlu düşünemiyor çocuklar diye cam koyalım dedim, şöyle 3 tane x-y-z eksenlerinde camların arasında ışık vektörler olsun dedim, ama ışığın da boyunu ölçemedim, bunlar düşünme aşamasında sadece.*

K11 bulduğu bir fikirden lazer ışığının görünmesinde problem yaşayacağını düşündüğü için vazgetiğini ifade etmiştir:

K11. *Ben limit istiyordum, o da lazer ışığı kullanıldığı için, çok görünmüyor falan şeklinde, bir yere kadar geliyordum devamı olmadığı içinde götüremiyorduk, fikir çok oluyordu, lazer ışığı çok net görülmediği için amacımıza ulaşmayacaktık, o vardı bir de bileşke fonksiyon falan düşünmüştüm, onlarda hani bir yere kadar geldim, ilerisi olmadığı için götüremediğim için caymak zorunda kaldım.*



Şekil 4.2. Düşünme Süreci

HM geliştirmeye çalışan MÖA, çoğu kez buldukları fikirlerin uygulanabilir olmaması nedeniyle başa dönmek zorunda kalmışlardır. Bu süreçte HM'nin başarıyla tamamlanması açısından karşılaşılan problemleri aşmak ve gerekli düzeltmeleri yaparak sonuca gidebilmek önemli olmuştur.

Karşılaştıkları problemleri tespit ederek çözümler üretmeye çalışan MÖA çizimler ve maketler yapmışlardır. MÖA, çizimler ve maketler üzerinde düşünerek akıl yürütmeler ve deneme-yanılmalar yoluyla, problemleri tespit etmiş, çözümler üretmiş ve gerekli değişiklikleri ve düzeltmeleri yapmışlardır. Örneğin K17, bulduğu fikri çizimler üzerinde düşünürken hareketin yönü ile ilgili bir değişikliğe gittiğini ifade etmiştir:

K17. *Noktayla o doğruyu kendim düşünüp bir çizdim, önce baktım "doğruyu hareket ettirsem, doğruyu hareket ettirdiğim zaman parabolde ne gibi değişiklik oluyor?" diye, ilk niyetim aslında aşağıdan başlamaktı, doğruyu hareket ettirerek başlamaktı, baktım kollar kapanıyor, açılıyor, kolların açılışını kapanışını görür öğrenci dedim.*

K17'nin bulduğu fikri geliştirirken çok zorlandığı fakat vazgeçmeyerek uğraşılarında devam ettiği gözlenmiştir. Aşağıda araştırmacı ile katılımcı arasında geçen ve bu durumu açıklayan diyalog verilmektedir:

Araştırmacı: *Neden bu fikirde karar kıldın?*

Katılımcı: *Biraz böyle saplantılı yapım mı var, herhalde öyleyim artık, bir kere söyleyince geri dönmek istemedim, aslında çok ta vazgeçirmeye çalıştılar çevremdeki insanlar, bak bu zormuş, sıkıntılıymış başka bir konu dene falan diye, biraz öyle bir şeyim oldu.*

Araştırmacı: *Bulduğun fikri değiştirmeyi neden düşünmedin?*

Katılımcı: *Matematiksel olarak yapılabiliyorsa, aslında materyal olarak da yapılabilmesi lazım gibi çok ısrar ettim ben kendi içimde, yani onun için böyle bir*

değişiklik süreci çok yaşamadım, ilk düşündüğümde de çok içime sindi nedense hani. yaptığım şey, daha farklı bir şey düşünme ihtiyacı duymadım diyebilirim,yani, ısrar ettim hatta çok da sıkıntı verdi bu zaman zaman.

Araştırmacı: *Ne tür sıkıntılar?*

Katılımcı: *"Acaba pişman mı olurum?", "yapmamalı mıyım?", yine de gönlüm razı olmadı yani vazgeçmeye.*

K17 çok sıkıntılı olmasına, zaman zaman umutsuzluğa düşmesine rağmen süreç sonunda HM'yi başarıyla tamamlamıştır. Bunu kendisi de şöyle ifade etmiştir:

K17. *Çok uğraştık, en son olmuyor diye bırakmıştık, ama son anda babamın da yardımıyla tamamlamayı başardık.*

K9 ise HM'nin yapımını tasarlarken kullanacağı materyalleri ve nasıl kullanacağını deneme yanılmalar yaparak tespit ettiğini anlatmıştır. Bu tespiti sonucunda kullanmayı düşündüğü malzemeleri değiştirmiştir:

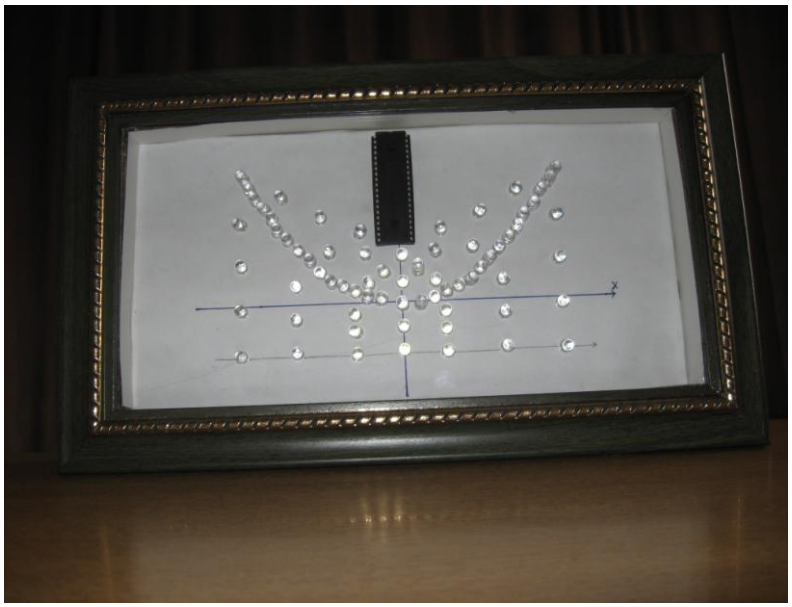
K9. *Çalışıyorsun, mesela ben ilk fonksiyonu yaparken bilye aldım, metal bilye, bilardo masası üzerinde bilyeler hepsi birlikte hareket ediyor, bilye olmuyor demek ki, bilyeler kaldı, sonra mıknatıs aldım, sonra baktım mıknatıslar da birbirine tutuşuyor en sonunda demir halka aldım. Aşağıdaki mıknatıs zayıf geldi o mıknatısı artırdım, bilardonun altındaki plastikler vardı, onu kestirdim sobacıya, sonra deliklerin altını kapatmam gerekti, böyle bir sürü şey oldu.*

K32, HM'nin yapımı sırasında karşılaştığı problemlere deneme-yanılmalar yoluyla çözümler ürettiğini ifade etmiştir:

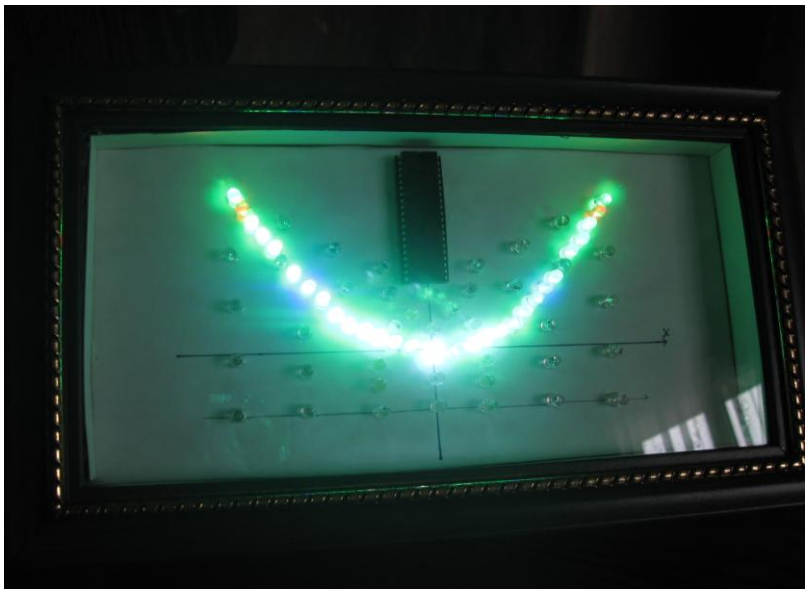
K32*. Pillerle ilgili çok sorunlar yaşadım, ampullerle ilgili sorunlar yaşadım, birkaç böyle deneme süreci aştım, şimdi şu devreyi kullandım, şu ampuller karardı söndü, o zaman başka bir anahtar kullanayım veya pratik olarak kendim bir anahtar yapayım şeklinde düşündüm.*

K39 elektrik devresindeki problemleri deneme yanılma yolu ile çözüme kavuşturmuştur. K39 HM'nin yapımında kullanacağı malzemeleri de deneme yanılmalar yolu ile tespit ettiğini anlatmıştır:

K39. *Önce tahta plakada denedim onda çok düzgün durmadı parabolün kolları, yamuk durdu, uzaklıklar eşit olmadı, onu bir kenara bıraktım hazır levhayı aldım, lambaları ona yerleştirmek biraz zor oldu, birkaç deneme oldu, daha sonra programlamada sorun yaşadık, ışıkların yanması için program gerekiyordu, lambaların birkaç tanesi yanlış bağlanmış onları düzelttik. Grafiğin büyüklüğünü ayarlamakta sorun oldu, "daha küçük mü yapsam?", "daha büyük mü yapsam?", bunları ayarlamak, önce büyük yaptım o zaman lambalar bayağı çok olması gerekiyor, onunda programlaması zor olacaktı, dört tane yaptım çok sık oldu çalışmayacaktı, üçerden altı tane düşündüm.*



Şekil 4.3. K39'un geliştirdiği Hareketli Materyal-1



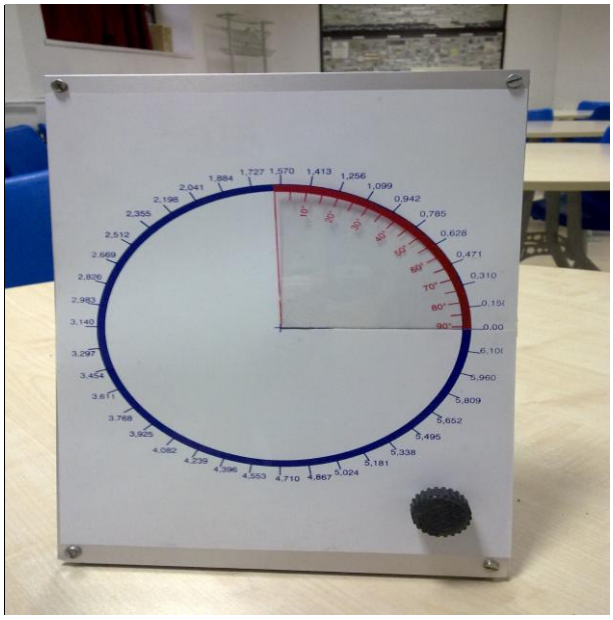
Şekil 4.4. K39'un geliştirdiği Hareketli Materyal -2

K40, karşılaştığı problemlere çözümler bularak HM'yi geliştirdikçe aklındaki ilk fikirden tamamen farklı bir hal aldığını ifade etmiştir. K40, karşılaştığı problemleri çözerken deneme yanılma yoluna başvurduğunu ve kontrol etmek için küçük maketler yaptığını da söylemiştir:

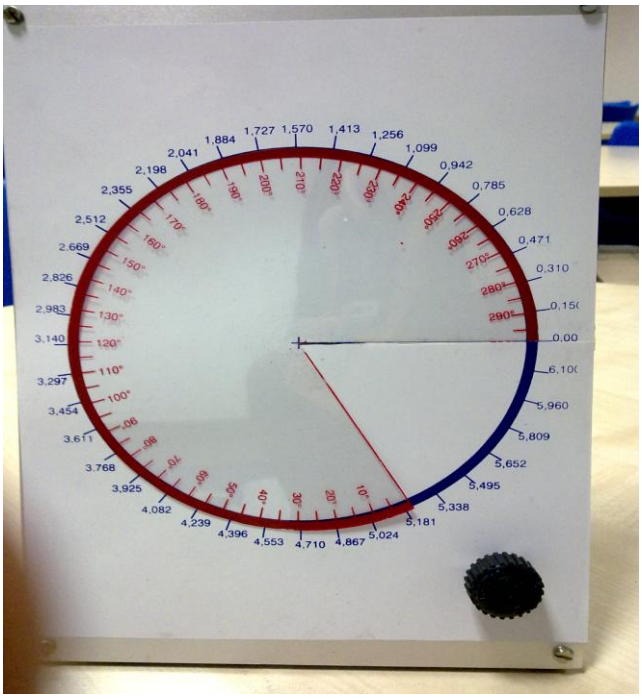
K40. *Aslında materyalin gelişimi tamamen ortaya çıkan sorunların çözümüne yönelik oldu. İlk başta tasarladığım model çok farklıydı. Fikir vardı ama çalışmasını çok düşündüm. İlk önce fikir belirledim ama ilk önce cam çerçeve kullanıyordum, onun üstünde gözüksün istiyordum ama sonra baktık ki çalışmıyor deneme yanılma yoluyla. Hemen bir maketle denedik ama çalışmadı. Sonra işte şöyle yapalım diye burada şu sorun çıktı, şöyle çözelim dedik. En çok takıldığımız çemberlerin merkezlerini çakıştıramadık onu da bilgisayarda çizdiğimiz zaman bilgisayar tam olarak hesapladı. Böylece aliminyumun kesilmesi için tam ölçüleri verebildik. Diğer sorun da parçanın çıkmaması idi, onun için de cep yaptık.*

K40 HM'yi geliştirirken ne tür problemlerle karşılaştığını bu problemlerin nedenlerini, yaptığı denemeleri, maketleri ve bulduğu çözümleri aşağıdaki gibi dile getirmiştir. Aday bir çok kez başarısız girişimlerde bulunmasına ve çok kez başa dönmesine rağmen gerekli düzeltmeleri yaparak problemleri aşmayı başarmıştır:

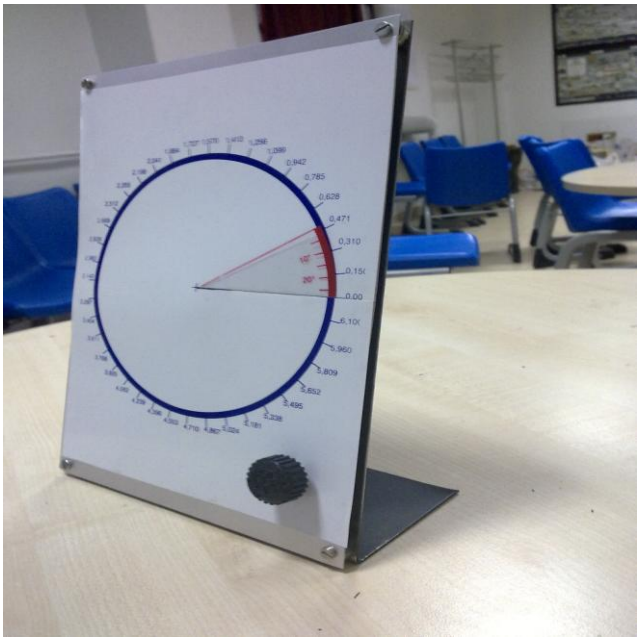
K40. *İlk önce bir fikir buldum, sonra hareketi çok düşündüm, evde bayağı bir kağıttan kestim düşündüm, kardeşimin bir materyali vardı roma rakamlarını gösteren, aklıma geldi, kartondan maketlerini yaptık. İlk önce dönen kısım içine girince tekrar çıkmıyordu, 45 derecelik bir cep yapmayı düşündük, 360 derece dönmesini istedik ama sürtünme olduğundan olmadı. 45 dereceye kadar çıkabiliyor. Bir çok kağıt maket yaptık, 10-15 tane olmuştur. Kartondan maketler yaptık. Asetatlar kullanıp denedik. Çemberleri "word" de çizip çıktısını almıştım. Fakat çemberlerin merkezleri çakışmadı, o zaman babam "AutoCad" de çemberleri çizdi, o şekilde merkezleri çakıştırmamız mümkün oldu. Mümkün olduğunca ince materyaller kullanmam gerekti. Çünkü kalın olunca havada dönüyordu. Arkada küçük çaplı bir çember var o da büyük çaplı bir çemberi döndürüyor. Hassasiyet fazla olsun diye. Yani onu da bir düğmeyi çevirerek sağlaya biliyorsunuz. Hareket bu şekilde oluşuyor.*



Şekil 4.5. K40'ın geliştirdiği Hareketli Materyal-1



Şekil 4.6. K40'ın geliştirdiği Hareketli Materyal-2



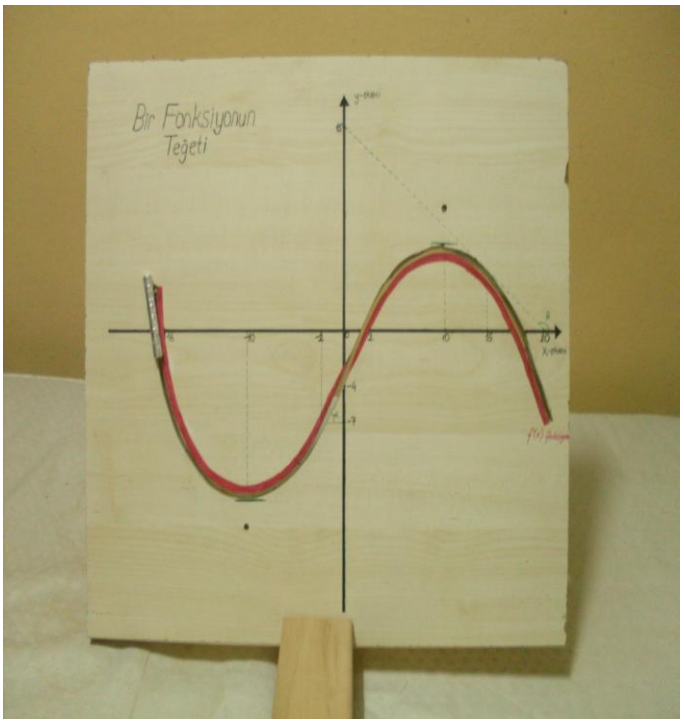
Şekil 4.7. K40'ın geliştirdiği Hareketli Materyal-3



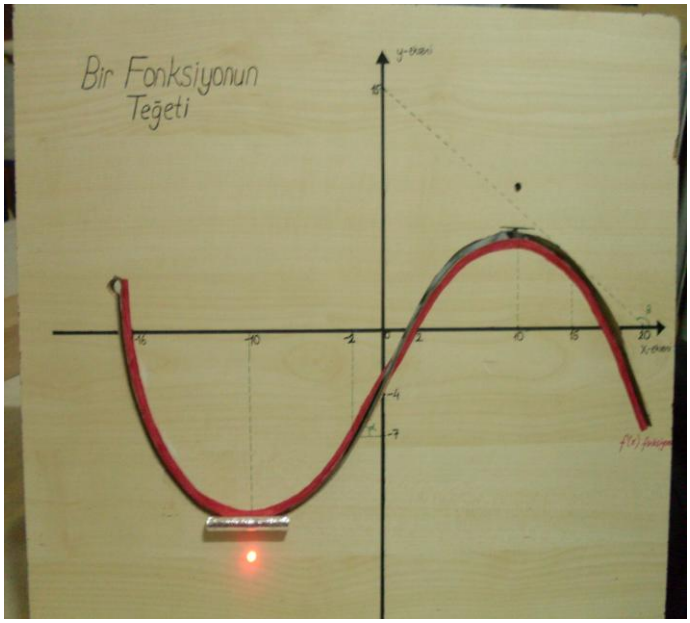
Şekil 4.8. K40'ın geliştirdiği Hareketli Materyal-4

K24 bulduğu fikri uygularken HM'yi bir enerji kaynağı sayesinde kendiliğiden hareket edecek şekilde geliştirmekte problem yaşamıştır. Bu problemi aşmak için ürettiği bir çok çözüm fikri başarısız olmuştur. Aday çok uğraşmasına rağmen HM'yi kendiliğinden çalıştıracak bir sistem kurmayı başaramamıştır:

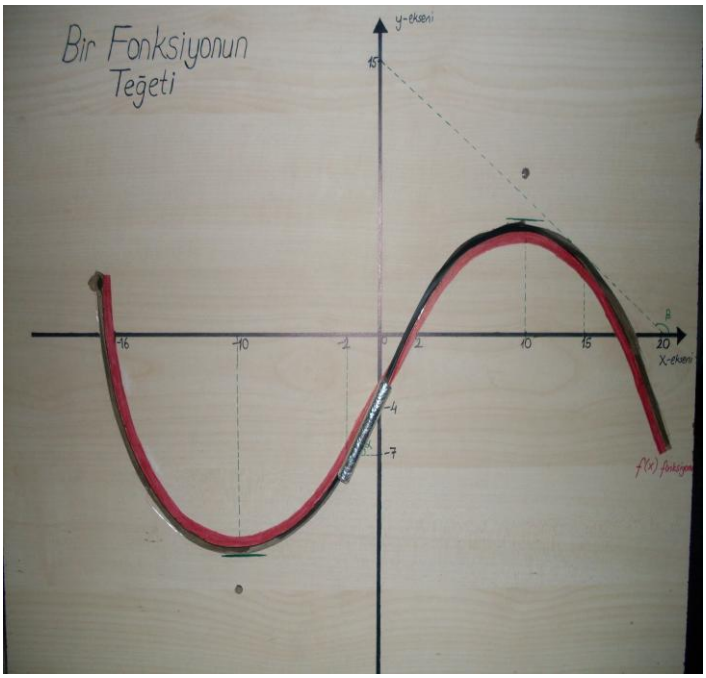
K24. *İlk robotla ilgili söylemiştim, bir tahta düzlem üzerine bir yol, bu yolu fonksiyon olarak düşündüm, yolunda oyuncak tren raylarını koyacaktım üzerine, daha sonra üstüne tren koyup tren üstüne çubuk yapıştırıp hareketini gözleyecektim, el işin içine hiç girmesin, bunda zorlandım, elektronikçilere gittim "el kullanmadan ne yapabilirim?" işte "düğmeye basarak mı çalışabilir?" yoksa "pille mi olur?" bunları biraz sordum, hani yapılabilirliği konusunda ben çok sıkıntı çektim, düşündüğüm gibi olmadı, çünkü tren zor hareket ediyordu düzlem üstünde, daha sonra düşey yapmayı düşündüm, bu kez de aşağı doğru giderken tren çok hızlı gidiyordu yukarı doğru çıkarken çıkamıyordu, ancak elimle götürebilirsem oluyordu, otomatik olarak çıkmada problem yaşanıyordu, elektronikçilerle görüştüğümde, motor koyacaktık düğmeye bastığım zaman tren yukarı çıkmakta zorlanıyor ama aşağı inerken çok hızlı ilerliyor onu gerçekleştiremeyeceğimiz için vazgeçmek zorunda kaldım.*



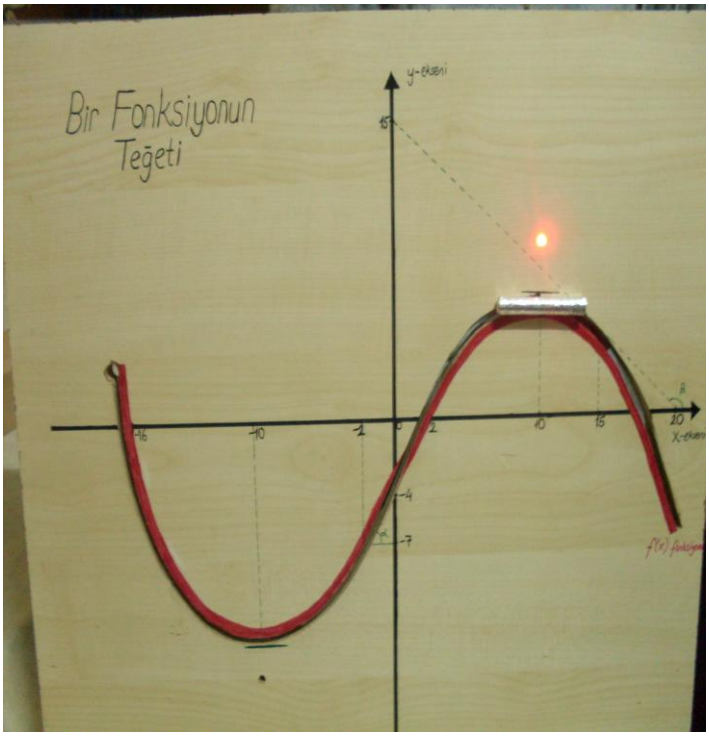
Şekil 4.9. K24'ün geliştirdiği Hareketli Materyal-1



Şekil 4.10. K24'ün geliştirdiği Hareketli Materyal -2



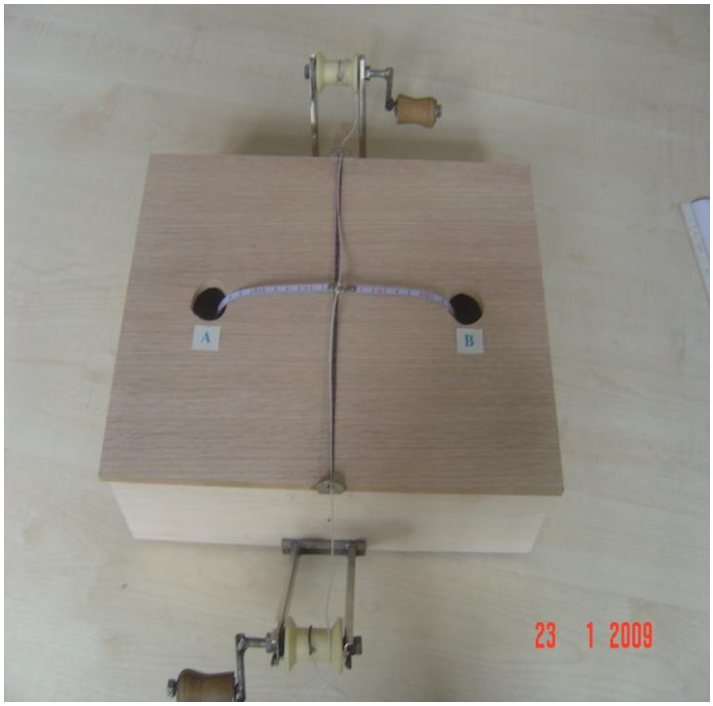
Şekil 4.11. K24'ün geliştirdiği Hareketli Materyal -3



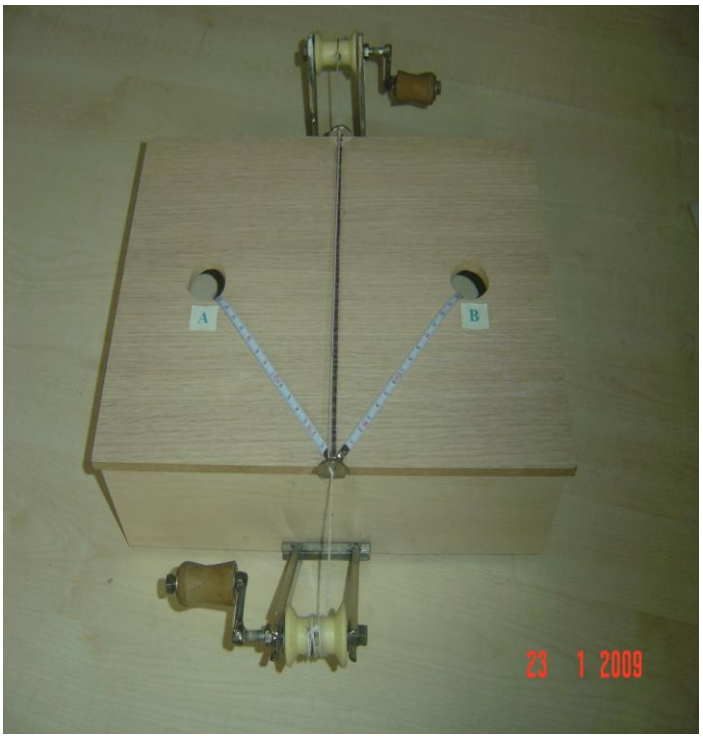
Şekil 4.12. K24'ün geliştirdiği HM Hareketli Materyal -4

K28 yapım aşamasında karşılaştığı bir çok sorunu tekrar tekrar başa dönüp yeni çözümler üreterek aşmaya çalışmıştır. Aday, materyalin yapımı sırasında yaşadığı sorunların planlama aşamasında düşünemediği ayrıntılardan kaynaklandığını ifade etmektedir:

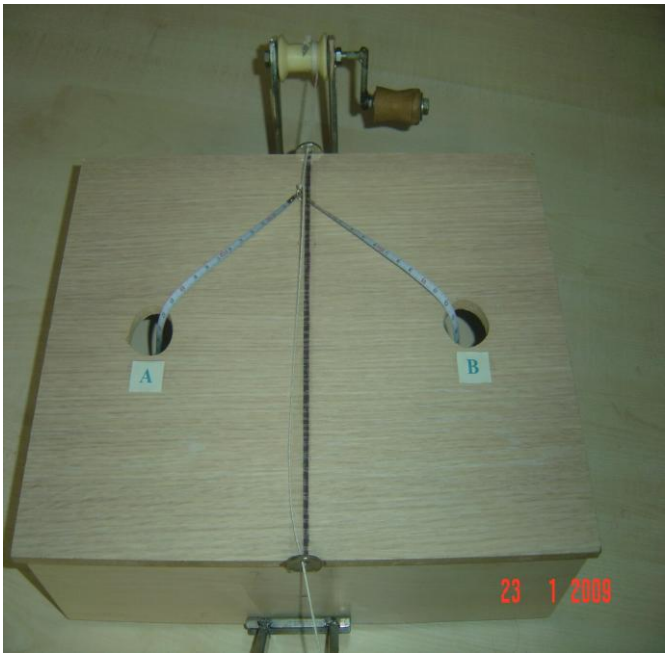
K28. *Bizim yapım aşamasında çok hatalar çıktı, tekrar tekrar aynı şeyi baştan söktük yaptık, söktük yaptık. Normalde metrenin ağzının yönü tek yöne bakıyor ama şöyle dönmesi gerekiyor hani her noktadaki uzaklığı gösterecek ya, dönmesi lazımdı o dönel sistemi biz kendimiz yaptık normalde başka bir yerde yoktu varsa da biz görmemiştik, o sorun oldu. ilk başta ben çok kolay olduğunu düşünmüştüm hani görüntüde sadece bir çekmece gibi bir kutu vardı iki tane de tel üstten görünüşte kolay olacağını düşünmüştük her şeyi aldık metreleri yapıştırdık ama metrenin sağa sola dönmesi hiç aklımıza gelmemişti, yapıştırdıktan sonra bir baktık diğer tarafın tabi sağa sola çekerken bükülüyor telden olduğu için bükülüyor gitmiyor.*



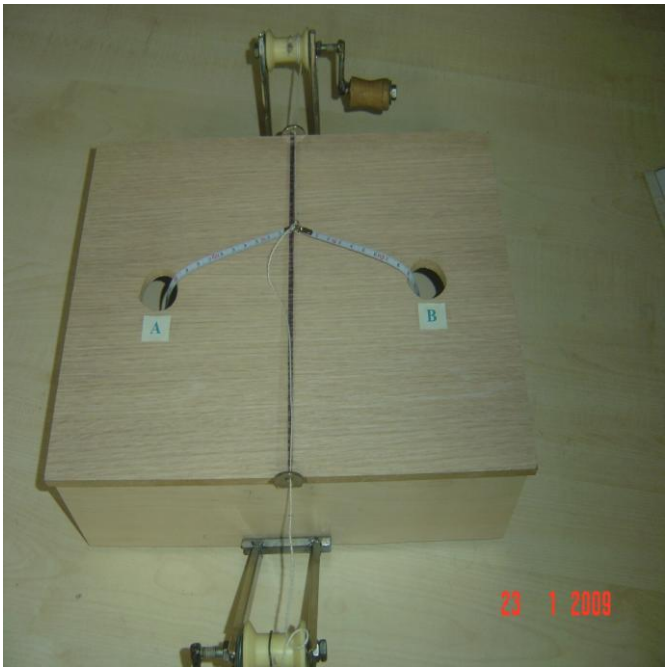
Şekil 4.13. K28'in geliştirdiği Hareketli Materyal -1



Şekil 4.14. K28'in geliştirdiği Hareketli Materyal -2



Şekil 4.15. K28'in geliştirdiği Hareketli Materyal -3



Şekil 4.16. K28'in geliştirdiği Hareketli Materyal -4

K28'in sözlerine bir destek de K27'nin ifadeleridir. K27, yapım sırasında karşılaştığı problemlerin ayrıntıların iyi düşünlmemiş olmasından kaynaklandığını ifade etmiştir. K27 ile araştırmacı arasında geçen HM geliştirme sürecindeki zorluklarla ilgili bir diyalog:

Araştıkrmacı: *Ne tür zorluklar yaşadınız?*

Katılımcı: *Dediğim gibi çalışmadı ilk önce, yani insan zaten bütün ayrıntılarıyla düşünemiyor, büyük şeyleri yaptıktan sonra küçük ayrıntıları hatalar olarak geliyor,*

Araştırmacı: *Yapımda karşılaştığınız problemler daha çok sizin tasarımdaki hatalarınızdan mı kaynaklandı?*

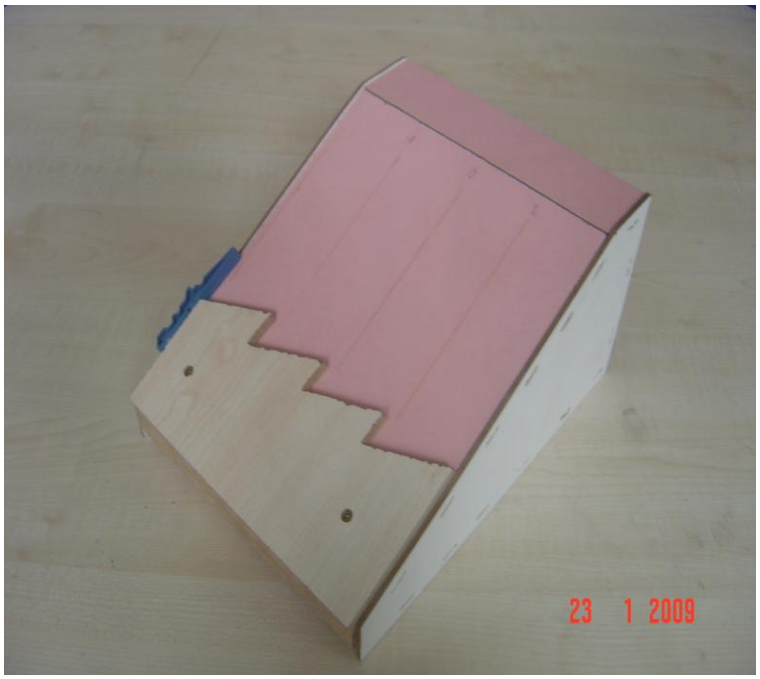
Katılımcı: *Genelde benden kaynaklandı.*



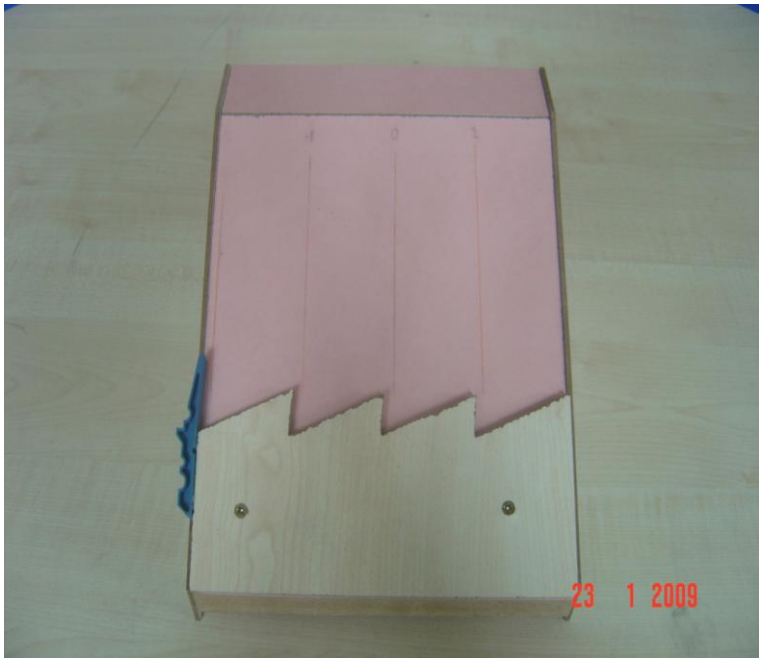
Şekil 4.17. K27'nin geliştirdiği Hareketli Materyal

K29'un ifadesi:

K29. *Mesela ben bilyenin yuvarlanabileceği bir düzlem istiyordum, ama yaptırdığım şey kaymaya daha meyilli, normalde yuvarlanmıyor kayarak ilerliyor bilye ama daha sonra bunun işte kaymaması için altına daha pürüzlü bir şey, ya da zımparalayabilirim, ondan sonra düşüşte normalde bilye zıplıyor onu yumuşatmak için oraya bir kumaş parçası ekleyebilirim, düşüşü yumuşatmak için diye düşündüm.*



Şekil 4.18. K29'un geliştirdiği Hareketli Materyal -1



Şekil 4.19. K29'un geliştirdiği Hareketli Materyal -2

MÖA, bu aşamada buldukları fikirlerin uygulanabilir olup olmadığını test ederek buldukları fikirlerden vazgeçmişler ya da problemleri çözmeye çalışarak fikri geliştirmek için çaba göstermişlerdir. Fikirlerinden vazgeçen MÖA yeni bir fikir bulmak için başa dönerken, fikri geliştirmeye çalışan MÖA çeşitli yöntemler kullanmışlardır. Çizimler ve maketler üzerinde deneme yanılmalarla ve akıl yürütmelerle çözümler üretmiş ve problemleri aşmaya çalışmışlardır. Bu süreçte küçük engeller karşısında vazgeçmeyerek fikirlerini geliştirmeye çalışan MÖA'nın HM'yi tamamlamayı başardıkları tespit edilmiştir.

Sonuç olarak MÖA'nın HM geliştirirken düşünme sürecinde ortaya çıkan aşamalar üç başlıkta toplanabilir (araştırma, fikir üretme, uygulama ve değerlendirme) ve bu aşamalar, yaratıcı düşünme sürecinin bilinen aşamalarına işaret etmektedir.

4.2.4. Modelleme:

Bu kısımda, hedefledikleri matematiksel bilgiyi modellerken MÖA'nın öğretim materyali hazırlama açısından ve imaj oluştururken hangi noktaları dikkete aldıkları ve yapımda hangi noktalarda zorlandıkları MÖA'nın ifadelerinden alıntılara yer verilerek açıklanacaktır.

Öğretim materyali hazırlama ilkeleri: MÖA'nın, HM geliştirirken dikkate aldıkları öğretim materyali hazırlama ilkeleri, MÖA'nın ifadelerinden alıntılarla açıklanacaktır.

Bu ilkeler şunlardır:

- Çok örnekli
- Gerçek hayatla ilişkili
- İlgi çekici
- Kullanışlı
- Geliştirilebilir
- Yapımı kolay
- Yapımı ekonomik
- Öğrenci özelliklerine uygun

MÖA, HM'nin birden fazla örnek içermesine dikkat etmişlerdir. Aşağıdaki ifadesinde K1 geliştirdiği fikrin, aklına gelen diğer fikirlere göre kendi bütünlüğü içinde birden fazla amaç için kullanılabileceğini ifade etmiştir:

K1. *Ben bu materyali düşündükçe üzerinde mesela sadece fonksiyonun bileşkesi değil, fonksiyonun tanımı, fonksiyon çeşitleri, ters fonksiyon gibi şeyleri de bunun üzerinde gösterebileceğimi gördüm ve bir şey gösterirken birden fazla konu gösterebiliyordun.*

K34 ise geliştirdiği fikrin birden çok örnek gösterebildiğini anlatmaktadır:

K34. *Yapacağımız şeyin çok fonksiyonlu olmasını istedim ben, yani bir materyalde birçok şeyin çocuklara ileride yapılandırması için, onları düşündüm yani ama zordu yani, çok fonksiyonlu olduğu için benim yaptığım materyal 4-5 tane şekli gösterebiliyor, o biraz beni şey yaptı hoşuma gitti yani.*

K4'ün ifadesi de bu saptamayı doğrulamaktadır:

K4. *Noktanın doğruya göre simetriği ile ilgili hepsini birden görebileceğimiz, tek bir materyalde bunların hepsini nasıl gösterebiliriz diye düşündüm, "onu yapabilir miyim?" diye düşünüyordum, hepsini bir materyalde yapmaya çalıştım.*

K32'nin ifadesi:

K32. *Şekil olarak çok estetik, göze hitap ediyor, daha görsel, biraz da böyle yıldızıl şekli ispatı falan da var, iki işi birden görüyor, iki ispatı veriyor, tasarladığım şey tamamen ifade edebiliyor.*

MÖA fikirlerini güncel hayatla ilişkilendirmeye dikkat etmişlerdir. Kendisiyle yapılan ikinci görüşmede K33, göstermek istediği matematiksel drumu günlük hayatla ilişkili olacak şekilde somutlaştırmayı amaçladığını anlatmıştır:

K33. *Ben matematikçi olduğum için matematiği çok soyut bir şey olarak görmüyorum ama çocuklar için değişir, çünkü onların kafasında sayılar havada uçuşuyor, hiçbir şeyin anlamı yok, matematiğin elle tutulur bir şey olduğunu gördükleri zaman güzel olur, hayatta kullanıldığını falan.*

K1 de HM'nin günlük hayatla ilişkili olmasına çalışmıştır:

K1. *Langırt üzerine yaptım bunu, zaten normalde futbolu kızlar sevmez ama benim ilgim var ve öğrenciler açısından ilgi çekeceğini düşünüyordum, günlük hayatta en fazla kullanılan şey futbol konusu ve langırtta hepimizin oynadığı bir oyun.*

K9'un ifadesi:

K9. *Ben şey olsun istiyordum, yani ilk bilindik bir şey, o bilardoyu hani mesela çocuk, "evet bunu biliyorum" diyip yaklaşsın, ilk başata, "evet biz bunu görelim, bu bizim tanıdığımız bir şey" deyip gelsin.*

MÖA HM'nin ilgi çekici olmasına dikkat etmişlerdir. Örneğin K23 geliştirdiği HM'nin ilgi çekici olmasına çalışmıştır:

K23. *Belki başkalarının aklına gelebilir ama bana farklı geldi, en orijinal gelen kısmı çocukların ilgisini çeker diye belki lazer kullandık.*

K32'nin ifadesi:

K32. *Ben mesela, biraz daha renklendirebilir miyim, canlı hale getirebilir miyim, diye düşündüm.*

Öğrenme alanı ve hedefi belirlenirken ve modelleme aşamalarında hedeflenen öğrenci özellikleri, MÖA tarafından dikkate alınmıştır. Öğrenciler ortaöğretim öğrencileri olup yaşlarına uygun ilgileri, yaşantıları, öğrenme stilleri, bilişsel ve duyuşsal düzeyleri göz önüne alınmıştır. Bulunan fikirler geliştirilirken modelin bir öğretim materyali olarak öğrenmeyi basitleştirebilen, anlamayı kolaylaştırıcı ve gereksiz bilgiler bulundurmayan bir özellik taşımasına dikkat edilmiştir. Örneğin K19, ortaöğretim öğrencilerinin özelliklerini dikkate aldığını, onların hem ilgisini çekecek hem de onların işe yarar buldukları bir fikir geliştirmeye çalıştığını ifade etmiştir:

K19. *Liseli öğrenciler seviyesine inmek zorunda kalıyorsun, "acaba onlar nelerden anlarlar?", "Nasıl bir şey görseler, hem böyle, yaa işte bu çok basit demezler hem de aa evet faydalı gerçekten bu, benim işime yarar derler?", "Hem dikkat çekici nasıl olur?", bunların hepsini insan düşünmek zorunda kalıyor, bir de hani gerçekten "bana cazip gelen bir şey acaba ona da cazip gelir mi?".*

K8'in ifadesi:

K8. *Yani bir kere kavramı doğru anlatmanız gerekiyor, hatta kavramı bilip anlatmanız gerekiyor. Her ikisini birden yapmak zor, önce onu oturtman gerekiyor, daha sonra öğrenci bu kavramda eksiği… Öğrencinin gözüyle bakmak gerekiyor, mesela bir konu anlatmak istiyorsun "bakalım onun içindeki her şeyi biliyor mu?", işte bir fonksiyonu, bire bir olduğunu belki siz o kısmı atladınız, "bakın işte bire bir olduğu için bu böyledir" ama yani her şeyi en ince ayrıntısına kadar düşünerek hazırlamak gerekiyor. materyali ki matematik için de hakikaten çok düşünmek gerekiyor.*

K28 de HM'nin hedefini belirlerken ortaöğretim öğrencilerinin "geometrik yer "kavramı ile ilgili ön bilgilerini göz önünde bulundurduğunu şöyle ifade etmiştir:

K28. *İlk başta çemberlerle doğrularla bir materyal yapmayı düşünmüştüm, sonra en basit düzeyde düşüneyim dedim, çünkü çocuklar daha "geometrik yer kavramını nedir?" dendiğinde bilmiyorlar, karmaşık bir şey olacaktı benim yapacağım, güzel oldu.*

MÖA, HM'nin hemen bozulmayacak şekilde sağlam ve tekrar kullanılabilir bir bünyede dizayn edilmesini, zamanla güncellenip geliştirilmesine imkan bırakacak tedbirleri düşünmüşlerdir. Modelin en uygun malzeme ile en ekonomik şekilde yaptırılabilmesi mümkün kılınmaya çalışılmıştır. Örneğin K34 ilk aklına gelen fikirden yapımının zor olması sebebiyle vazgeçtiğini ikinci fikri ise öğrencilerin öğrenme stillerine uygun olduğu için tercih ettiğini bildirmiştir:

K34. *İlk başata gelen fikirden yapım aşamasında çekilen zorluktan dolayı vazgeçtim, ikincisi de üç boyutlu görsel, çocukların görsel zekalarına hitap eden bir materyal olduğu için onu tercih ettim.*

K23'ün ifadesi:

K23. *Genel olarak materyali kafamda canlandırdıktan sonra "hangi malzemelerle bu materyali yapabilirim?" diye düşündüm ilk aklıma gelen, pano aklıma geldi, "hangi malzemelerden yapabilirim?" diye düşündüm, hem çabuk bulunabilen, hem de maliyeti düşük şeyler aradık böyle basitçe yapabileceğimiz şeyler aradık genelde,*

K32'nin ifadesi:

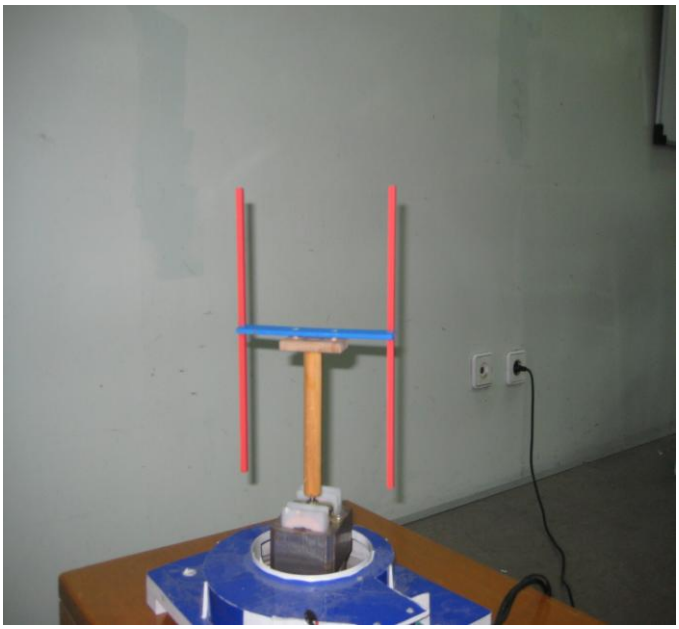
K32. *Hangi tür materyallerden faydalanarak toplam bütün olarak materyalimizi oluşturabileceğimizi konuştuk ve "malzemelerin hangisi kullanılsa daha işe yarar olur?", "daha basit olur?", "daha ucuz olur?", "daha ekonomik olur?" bunları değerlendirdik.*

K34'ün ifadesi:

K34. *Daha da geliştirilebilir, ileriki sınıflardaki arkadaşlar da belki eğer onu geliştirebilirlerse daha da ileriye gidebilir yani, daha bir çok geometrik farklı dönel yüzey gösterilebilir.*



Şekil 4.20. K34'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-1



Şekil 4.21. K34'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-2



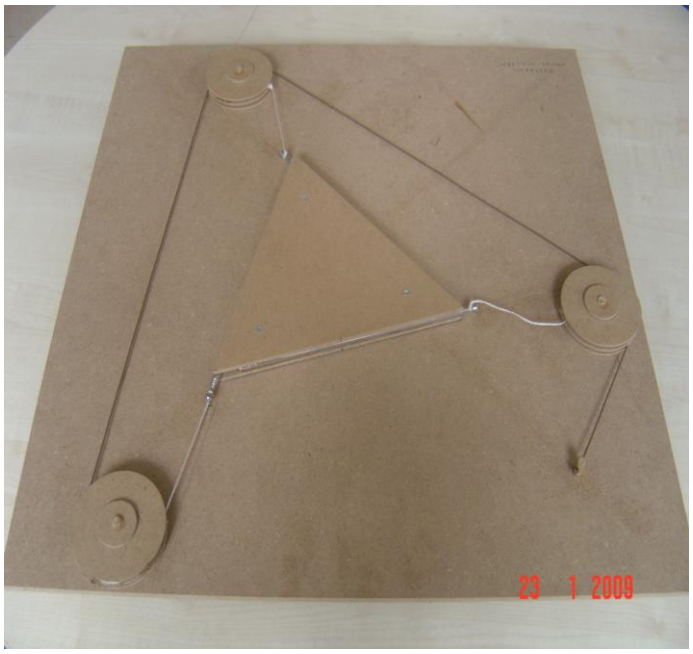
Şekil 4.22. K34'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-3



Şekil 4.23. K34'ün Geliştirdiği Hareketli Materyal-4

K31'in ifadesi:

K31. *Değiştirmiştim, yani zaten ilk tasarladığım daha farklıydı açıkçası benim, tabi sonra sıkıntılar olduğu için onu yapamadım, yani ben hep farklı düzlemlerde olsun, şimdi o mekanik sistemi farklı düzlemde kuracağımız diğer sistemi farklı düzlemde olsun dedim, hani kendim yapamadım, zaten bayağı sıkıntılıydı yaptıracağım kişiye söylediğim, "böyle bir şey çok çok zor olur ve maliyeti de yüksek olur" dediğinde vazgeçmiştim.*



Şekil 4.24. K31'in geliştirdiği Hareketli Materyal

İmaj oluşturma: MÖA, HM'nin hedefi olan matematiksel fikrin bir imajını oluştururken aşağıdaki noktalara dikkat etmişlerdir:

- Matematiksel bilgiyi hatasız gösterme
- Fikri tam olarak ifade etme
- Canlandırma
- Matematiksel fikri mantıklı ve kolay hale getirme
- Öğrenci algısı (malzeme türü, sıralanışı, hareketi, harekret sırası vb.)

MÖA HM'nin matematiksel hatalı olmasının öğrencilerde yanlış imajlar bırakabileceğini düşünerek HM'yi hatasız veya farkedilemeyecek kadar az hatayla tasarlamaya ve yapmaya çalışmışlardır. Örneğin K15, matematiksel hatası olmayan bir fikri dikkate aldığını bildirmiştir. Aday, süreklilik kavramı ile ilgili geliştireceği bir fikirden matematiksel olarak hata belirtebileceği düşüncesiyle vazgeçmiştir.

K15'in ifadesi:

K15. *Matematiksel hataları en az olabilecek bir materyal olduğunu düşündüm diğer düşündüğüm materyallere göre, mesela bir tane materyal yapmayı düşünüyordum, süreklilikti o da, arada boşluklar vardı, onu bana arkadaşlarım belki bu boşluklar süreksizliktir dediler, süreklilik belirtebileceğini düşününce vazgeçtim.*

İmaj oluştururken bir takım hatalar ortaya çıkabilir. Eğer bu hata fark edilemeyecek kadar küçükse ve imajın doğru iletilmesini engellemiyorsa ihmal edilmiştir. Örneğin K28, HM'nin mümkün olabilecek en az hata ile çalıştığını, bu hatanın farkedilemeyecek kadar az olduğunu ifade etmiştir. Matematiksel olarak hatasız kabul ettiği HM'yi veren fikri geliştirmiştir:

K28. *Metrelerde hani gösterebilmesi için, tam gösteriyor, hani mesela birisi dokuzu gösterirken hani birisi onbiri göstermiyor, hata yok, çok az varsa da hani onu da artık yani göremez, yani vardır elbette ama hani genel anlamda iyiydi.*

MÖA geliştirecekleri HM'nin matematiksel fikri tam olarak yansıtmsına dikkat etmişlerdir. Öğrenci zihninde bir takım karışıklıklara sebep olabilecek fikirler elenmiştir. Aşağıda ifadesi yer alan K33, yalnızca özel örnekler için çalışabilecek bir fikri, göstermek istediğini tam olarak anlatamayacağı gerekçesiyle elemiştir.

K33. *Yani bence denge iyiydi terazi gibi hani, denge mesela sorularda diyelim ki bizim vektörümüz (2,1,3) gibi mesela var, ben o soruları çözerken o dengeleri koyuyordum, ama onlarda mesela çarptığımız sayı tamsayı olması lazım, hepsi için uygulayamayız, hepsini göremeyiz, matematiksel bir model olsun diye düşündüm ama matematiksel değildi.*

K29 ise geliştirdiği HM'nin anlatmak istediğini tam olarak verebildiğini ifade etmektedir:

K29. *Eksik öğrenmeleri gideriyordu ya da tüm fonksiyonun neyi anlatmak istediğini somut olarak görebiliyorduk.*

K21'in ifadesi:

K21. *Yani hani göstermek istediğiniz vermek istediğiniz şeyi gerçekten hani gösterebilecek bir materyali ortaya koyabildiğimi düşündüm, biraz daha mekanik bir şey olması yönünde eksiklikleri var ama yine göstermek isteneni gösteren bir şey yani.*

MÖA imaj oluştururken sağlayacakları bir hareket ile matematiksel bilgiyi zihinde canlandırmaya çalışmışlardır. Örneğin K33 "vektörlerin lineer bağımsızlığı" kavramını televizyon antenlerinin uzama- kısalma ve dönme hareketleri ile; "germe" kavramını ise antenlerin uçlarına sabitlenmiş paket lastiklerinin esneme-durulma hareketi ile gösteren bir imajını oluşturmuştur:

K33. *Bütün genellemeler için, yani burada her şey için gösterebiliyorsun ve mesela lineer bağımlılığı gösterirken, c sabitleriyle çarpman gerekiyor, burada her şey olabilir, yani biraz antenin boyunu biraz alıyorum, boyunu azıcık uzatmam tam katı değil mesela, reel bir katı da olabilir, ama bununla yapabiliyorum ben bunu anteni uzatarak, kaç katını aldığım önemli değil, sonuçta alabiliyorum, her şeye uyuyor, çocuklara gösterilebilir, kendin istediğin kadar açabiliyorsun boyunu, istediğin kadar uzatabiliyorsun.*



Şekil 4.25. K33'ün geliştirdiği Hareketli Materyal-1



Şekil 4.26. K33'ün geliştirdiği Hareketli Materyal -2



Şekil 4.27. K33'ün geliştirdiği Hareketli Materyal-3

K37 hazırladığı özel bir çözeltideki renk değişimleri yardımıyla cisim genişlemesi kavramını gösteren bir imaj oluşturmaya çalışmıştır. Bunun için renkler arası geçişi kullanarak zihinde canlandırması kolay olmayan bir matematiksel drumu somutlaştırmayı amaçlamıştır:

K37. *Çözelti bazik bir çözelti, sarı renkte, biraz çalkalandığında kırmızıya dönüşüyor, biraz daha çalkalandığında yeşile dönüyor, renk değişimi sarıdan kırmızıya geçiş, kırmızıdan yeşile geçiş, yeni elemanların eklenmesini temsil ediyor. Cisim kulesi üzerinde durduk, renk değişimiyle yeni bir şeylerin oluştuğu imajını vermeye çalıştık. Genel itibariyle baz elemanların oluşmasını düşündük, ilk bakışta canlanmayabiliyor insanın zihninde ama böyle bir materyalle biraz daha olur.*



Şekil 4.28. K37'in geliştirdiği Hareketli Materyal

K31 üçgenlerin benzerliği kavramının sadece üçgenin açı ölçüleriyle değil kenar uzunluklarıyla da ilişkili algılanmasını sağlayacak bir imaj oluşturduğunu ifade etmiştir. Bu imajı veren HM'deki eşkenar üçgenin kenarları için televizyon antenleri kullanılmıştır. Kenar uzunluklarını aynı oranda azaltıp artıran bir sistem kurmuş ve televizyon antenlerinin kısalıp uzaması hareketinden faydalanmıştır:

K31. *Benzerlik dediğinizde imaj olarak hemen ne geliyor? Böyle oran geliyor, iki kenarın ya da açı-açı-açı diye bir şey mesela, üçgende yani direk bu geliyor, yani şey olarak, ama benzerliğin uzunluklarla da bir ilişkisi olduğunu verdiğimizde ya da böyle materyallerle sunduğunuzda, sonra diyecek ki, "benzerlik buymuş" şeklinde bence daha somut şeyler oluşuyor.*

K24, bir fonksiyonun teğetinin, fonksiyon eğrisi boyunca hareketini canlandıran bir imaj oluşturmuştur:

K24. *Biz fonksiyon üzerinde teğetin hareketini animasyonlarda genellikle gösterebiliyoruz, veya sınıfta onu tahtaya çizerken belli noktalarda teğetlerini çiziyoruz, fakat böyle biraz daha somutlaştırabileceğimiz elle dokunabileceğimiz somut bir şey olması yönüyle ele aldım, ben istediğimi elde ettim gösterebileceğimi düşündüm ki gösterdiğimi düşünüyorum yani.*

K38 matematiksel kavramların biçimsel tanımlarının verilmesi yerine o kavramı canlandırmaya çalışmıştır. Sikloid eğrisinin oluşumunu canlandırarak somutlaştırmayı amaçlamıştır. K31 de benzerlik kavramının biçimsel tanımın bilmenin öğrencilerin zihninde kavramı canlandırmaya yetmeyeceğini ve canlandırmak için antenlerin uzaması kısalması hareketinden yararlandığını ifade etmiştir:

K38*. "Çemberin üstünde bir nokta doğrunun üzerinde hareket ettiğinde, sikloid eğrisi oluşur" demektense, bunu göstermek, bakın deyip bunu göstermesi farklı şeyler bırakır diye düşündüm ben.*



Şekil 4.29. K38'in geliştirdiği Hareketli Materyal-1



Şekil 4.30. K38'in geliştirdiği Hareketli Materyal-2

K31'in ifadesi:

K31. *Öğrenciler tanım yapıyor aklında bir şekil oluşuyor mu? Bir şekil oluşturmaya, direk, yani benzerlik dediğimizde, ha böyle bir şeymiş mesela, tv antenleri bir araya getirdiğinizde mesela, antenlerle bile, antenlerin çekilip uzayıp kısalması, yani böyle bir imaj verebilir.*

K27 de limit tanımını vermek yerine bu kavramı canlandırma yoluyla oluşturmaya çalışmıştır:

K27. *Öğrencinin ihtiyaçlarına baktım, "ben öğrenci olsam nasıl olmasını isterdim?" veya "ben öğrenciyken keşke şu şekilde sunulsaydı" falan derdim, yani ilk aşamada öğrenciye tanımı vermiyoruz çocuk bir şeylere ulaşıyor ya, ona dikkat ettim, tanımı ben vermeden limit hakkında bir düşüncelerinin oluşması için.*

K34 tamamlanan HM'nin, en iyi yönlerinden birinin kendiliğinden oluyormuş hissi vemesi olduğunu anlatmıştır:

K34. *Hiç bir şekilde el dokunulmuyor, o çok güzel bir olay, elle dokunulduğu zaman sanki dışardan bir etkiyle oluşuyormuş gibi bir şeyler oluyor, halbuki kendiliğinden olan bir şeymiş gibi görünmesi çok güzel.*

K39 önceden kendi zihninde canlandırdığı parabolü somut olarak geliştirmeye çalıştığını ifade etmiştir:

K39. *Önce kafamda böyle bilgisayar animasyonu gibi oluşturdum, sonra "materyalini yapabilir miyim?" diye düşündüm, parabolü nasıl yapacağımı düşünürken, aklımda flash animasyon oynuyordu sürekli, onu somut hale getirmeye çalıştım.*

K29 kendisiyle yapılan ikinci görüşmede imaj oluştururken öğrencinin matematiksel bir kavramı daha kolay anlayabilmesi için öğrencinin zihninde bu kavramı açıklayan bir resim oluşturmayı amaçladığını ifade etmiştir:

K29. *Aslında benim kafamda oluşan imajı tamamen gösteren bir materyal yaptığımı düşünüyorum, öğrencinin kafasında da eğer böyle bir şey olursa konuyu daha iyi anlayabilir, çünkü tamamen "fonksiyon nasıl çalışıyor?", "nasıl bir şey?", "nereden bıraktığında nereye gidiyor?", "nerede duruyor?", "tam değer fonksiyonu nasıl çalışıyor?", onu açıklayan bir şeydi, öğrencinin kafasında oluşacak resmi yapabildiğimi düşünüyorum.*

Aday HM'nin matematiksel durumu canlandırmayı sağladığını ifade etmiştir:

K29. *Tüm fonksiyonun neyi anlatmak istediğini somut olarak görebiliyoruz, başta gözümüzde canlandıramasak bile işleyişine bakarak yine kafamızda bir şeyler oluşabiliyor.*

K30 ikinci görşmesinde, geliştirdiği materyalin öğrencinin anlamadığı kısımları açıkladığını ve matematiksel durumu, öğrencinin zihninde yapılandırdığını, ezbere bildiklerinin nedenini gösterdiğini ifade etmiştir:

K30. *Ben materyalimin açıkçası şey olduğunu düşünüyorum hani tam da öğrencilerin tam da anlamadığı şeyleri açıkladığını düşünüyorum. En azından biraz da hani kafasına daha böyle yapılandırdığını düşünüyorum ben, yani ezbere bir şey söylemeyecek, bundan dolayı böyledir diyecek, sebebini görecek.*

K32 ikinci görüşmesinde yıldızıl ile ilgili akılda tutulması zor uzun kural veya formülleri mantıklı ve kolay hale getirmeyi amaçladığını aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

K32. *Üniversiteye hazırlık kitaplarına falan, lisede sorularda çıkabiliyor, bu tür sorular olur mutlaka geometride, yıldızıl soruları, o soruların çözümünü çok daha pratik hale getirecek, formüller var kitaplarda, uzun uzun formüller var, hangi birini aklında tutacak öğrenci? Böyle biraz daha mantıklı hale, kolay hale getirip, genelden özele indirgeyerek, genel hali işte yıldızıl, özel hali üçgenler, parçalara ayırarak öğrencinin görmesini sağlıyor, daha kalıcı bence, o formülün akılda kalması mı kalıcı? Yoksa bu materyal mi akılda kalıcı?*

MÖA bir imaj oluştururken HM'nin "oranlar", "yerleşim", "sıralama" ve "kullanılacak materyal türü" açılarından öğrenci algılayışına dikkat etmişlerdir. K34 imaj oluştururken aşağıdaki ifadelerinde genel olarak nelere edikkat ettiğini ifade etmektedir:

K34. *Çocuklara kavramın can alıcı yerini aktarabilmesi onlarda oluşturabilmesi için materyali çok iyi düşünmesi lazım bence, yani eksiklik olmaması lazım, onun dışında çocuğun aklına gelen başka türlü şeyler olmaması lazım, yani tam kavrama yönelik olması lazım, onun içinde tabi materyalin üzerinde düşünmek gerekiyor, zorluyor yani, o dönel yüzeylerin nasıl oluştuğunu "doğrultman nedir?", doğrultman kavaramını çocuklarda oluşturmak için, üç boyutlu hayal etme yetenekleri biraz zayıf , bir de kavram kargaşası yaratmamak istedim bir şeyi oluştururken tam aksine, onlarda olumsuz bir şey olmasın, onu da düşündüm hani bir şeyi yaparken diğerleri belki gelebilir başka şeyler oluşturabiliriz akıllarında diye.*

K31 benzerlik kavramıyla ilgili oluşturmak istediği imajı yansıtabilmek için HM'yi, hareketini sağlayan iplerinin eşit miktarlarda çekilebilecek şekilde oluşturmaya çalıştığını ifade etmiştir:

K31. *Burada özellikle bazı yerlerde sıkıntı oluyor, çünkü mesela ipleri farklı oranlarda çekilirse öğrencinin kafasında farklı sorular da oluşabilir, çünkü farklı şekillerde öğrenmiştir benzerliği ama siz bunu çektiğinizde öğrencide, "acaba bunlar aynı miktarda çekiliyor mu ilkiyle?", bu sorular oluşmaya başlıyor bu sorulara eğer cevap veremezse bu nokta da daha da belki kafasında bildiklerini bile unutturmamıza yol açabilir, tamamen yani farklı imajlarda oluşturabilir.*

K30 kendisiyle yapılan ikinci görüşmede, teğetin hareketini daha rahat göstermek açısından HM'yi yatay bir platform üzerinde yapmak yerine düşey bir platformda oluşturmaya çalışmıştır, bu durumu şöyle açıklamıştır:

K30. *Ben başta yatay bir düzlem üzerine yapmayı düşünmüştüm, bir tren koyup tren üstüne teğet çubuğu koyup göstermek istemiştim, ama bu pek göstermek istediğim şeye hizmet etmiyor gibi geldi, daha sonra onu düşey bir düzlemde göstermeye çalıştım ve bu genelde sorularda da baktığımız zaman düşey, nasıl tarif edeyim onu, karşıdan baktığımız zaman veya bir animasyonu izlediğimiz zaman çok rahat bir şekilde gözlemleyebiliyoruz ve düşey yaparsam daha rahat görebileceğini gözlemleyebileceğini düşündüm, buna dikkat ettim yani.*

K38 sikloid eğrisi çizdirirken şeklin ters oluşmasının öğrencinin algılayışı açısından problem olabileceğini düşünmüş ancak uygulanabilir başka yol bulamamıştır:

K38. *Şimdi doğru yukarıda çember aşağıda şeklim ters oluşuyor "bu sorun olur mu?" diye çok düşündüm, ama başka da bir yol bulamadım, çok sorun yaratacağını da düşünmedim sonradan.*

K28, bir noktanın geometrik yeri kavramını gösteren HM'nin her noktadaki uzaklığı gösterebilmesini sağlamaya dikkat etmiş ve bunu gerçekleştirebilmek için kendisi döner bir sistem geliştirmiştir:

K28. *Zaten ilk başta metre gelmişti aklıma, benimki uzaklık kavramı geçtiği için, hani iki tane metre yerleştiririm diye düşünmüştüm, aslında tasarlama aşaması kolaydı, şöyle kolaydı, "materyali nasıl yerleştireyim?", "şunu şuraya yerleştiririm, işte şuradan marangozcuya, yerlerine yerleştiririm", olurmuş gibi geldi de yapım aşamasında çok zorlandım. Metrenin altına dönerli bir şey koyduk normalde metrenin ağzının yönü tek yöne bakıyor ama şöyle dönmesi gerekiyor, hani her noktadaki uzaklığı gösterecek ya, dönmesi lazımdı, o dönel sistemi biz kendimiz yaptık normalde başka bir yerde yoktu varsa da biz görmemiştik.*

K29 ikinci görüşmede HM'nin modellenmesinde öğrenci tarafından yanlış anlaşılmalara sebep olabilecek ya da karışıklık yaratacak aksaklıkları gidermek için tedbirler aldığını ve düzeltmeler yaptığını ifade etmiştir:

K29. *Öncelikle çalışma konusunda yerçekimini kullanıyorum, belirli bir eğimden bırakıyorum, benim istediğim yere gidebilecek mi acaba? Aşağıya düştüğünde normalde sekiyordu bilyem, "sekmeden nasıl gidebilir?", "tam değere nasıl ulaşabilir?" bayağı zorluklar çektim, yani bunu dikkate alarak üzerinde bazı değişiklikler de yaptım, bazı yerlerde fırlamaması için ek bir şeyler yaptım, bunu düşünmemiştim başta, sonradan kendim biraz denedikçe bazı şeyleri uydurmaya çalıştım, "nasıl çalışacak hale gelir?" Bunu üzerine biraz düşündüm, normalde tam değer denince benim aklıma gelen, yani öğrencide oluşmasını istenen şeyi yaptım, fakat*

"öğrencide bu oluşabilir mi?" veya "onlar benim gibi düşünüyor mu?" ya da "onlar açısından geneli nasıl düşünüyor?" bunlar açsından belki sıkıntı olabilir ama ben öğrenci olarak baktığımda bana o imajı veriyor.

K39, imaj oluştururken HM'nin ışıklandırma sistemindeki lambaların sayısını, başlama ve bitiş noktalarını ve yanış sıralarına dikkate etmiştir:

K39. *Materyalde sabit bir nokta beliredim, sabit doğru da belli, ikisinden eşit uzaklıkta noktaları da sadece bir nokta , diğer noktaları da belirlediğim zaman parabol oluşuyor ışıklarla, hareket ışıkların yanması, doğrudan ve noktadan ışıklar çıkıyor sırayla yanıp orta da birleşiyor. "Işıkların yanış sırasını nasıl verebilirim? Nereden başlasa acaba ışıkların noktaları daha düzgün olur?" onları düşündüm, "hepsi bir anda mı yansa? Yoksa sırayla mı yansa?" onları düşündüm. Hepsi bir anda yanarsa, parabolün nasıl oluştuğunu öğrenci göremeyecekti.*

K33 vektörlerin germe kavramı için imaj oluştururken HM'de kullanacağı materyal türüne dikkat etmiştir:

K33. *Germeyi göstermek istedim, bunu koysam kumaş koysam o germe fikri oluşmaz gerilecek bir şey olsun balon olsun galoş gibi düz dursun yüzeyi göstersin istedim, balon fikri olsa güzeldi o hem gerilecekti hem düzlem oluşacaktı, mesela bez de boşluk kalır düzlem oluşmaz çocuğun aklında farklı fikir kalır, onların hiç biri olmadı balon olmadı açılmadı antenler, sonra o büyük lastikleri yaptık onlar işimizi gördü.*

K6'nın ifadesi:

K6. *Bu da yine aynı madde ama renklisi, koordinat düzlemi, bunları çok düşündüm, "nasıl olacak?" diye ilk başta "tahta mı olsun?" hantal olmayan bir şey olması lazımdı, ama işte sonra renklilerini gördüm.*

K40, kendinden sonra bu dersi alacak ve HM geliştirecek öğretmen adaylarına HM'nin yapımı konusunda önerilerde bulunmuştur. İyi hesaplama yapmadığı için yapım sırasında sorunlar yaşadığını belirtmiş ve MÖA'na iyi plan yapmalarını, bu kısma ağırlık vermelerini önermiştir:

K40. *Kesinlikle çok iyi plan yapsınlar. "İçindeki mil kaç mm çapında olsun?"," uzunluğu ne olsun?" diye düşündük. Babam makine mühendisi ondan yardım aldım, çok hassas milimetrik hesap gerektiriyor, önce bunları çok ince hesaplamadım, fakat sonra olmadı. Çok ince hesap gerektiriyor. Kafalarındaki şeyi yaptırırım diye düşünmesinler. Her şeyi hesaplasınlar. Ben bunlara dikkat etmedim sonra sorunlar çıktı. Proje kısmına çok zaman ayırsınlar. Sonra yaptırması kolay.*

HM'nin yapımında karşılaşılan Zorluklar: MÖA'nın HM'nin yapımında karşılaştıkları zorluklar şunlardır:

- Yapıma yardımcı kişiler bulma
- Yapıma yardımcı kişilere tasarımı tam olarak anlatma
- Belirlenen süre içinde yapımı tamamlama
- Yapımda gerekli malzemeleri temin etme

MÖA, yapımda yardımcı olacak kişiler bulmakta zorlanmışlardır. Örneğin K9, anlaşma için gittiği yerlerde bu kişilerin kendi iş yoğunlukları içinde vakit ayırmayı kabul etmediklerini, edenlerin ise yüksek ücret talep ettiklerini ifade etmiştir. K19 da benzer şekilde yapıma yardımcı kişiler bulmanın zorluğundan sözetmiştir. Elektrikçilerin, HM yapımının uğraştırıcı ve vakit alıcı olduğunu düşündüklerinden, yüksek ücret talep ettiklerini söylemiştir.

K9'un ifadesi:

K9. *Bir yere gidiyorsun diyor ki, ben bununla uğraşamam, işte şu kadara olsun, mesela tek onun yapacağını biliyor ya tamam diyor, yüz milyona yaparım.*

K19'un ifadesi:

K19. *Öncelikle yapacak kişiyi bulmak zor oldu, bir çok kişiye söyledik, onunla uğraşamayız dediler, vakit alır, vaktimizi aldığı için de yüksek ücret talep ederiz dediler. Ben elektrikçiden yardım aldım, aslında baya araştırdık, ama iyi bir dönüt alamadım, daha sonra ulusa gittim, her elektrikçi kabul etmiyor, kabul edenler çok fazla fiyat söylüyor, yolu yokuşa sürüyorlar.*

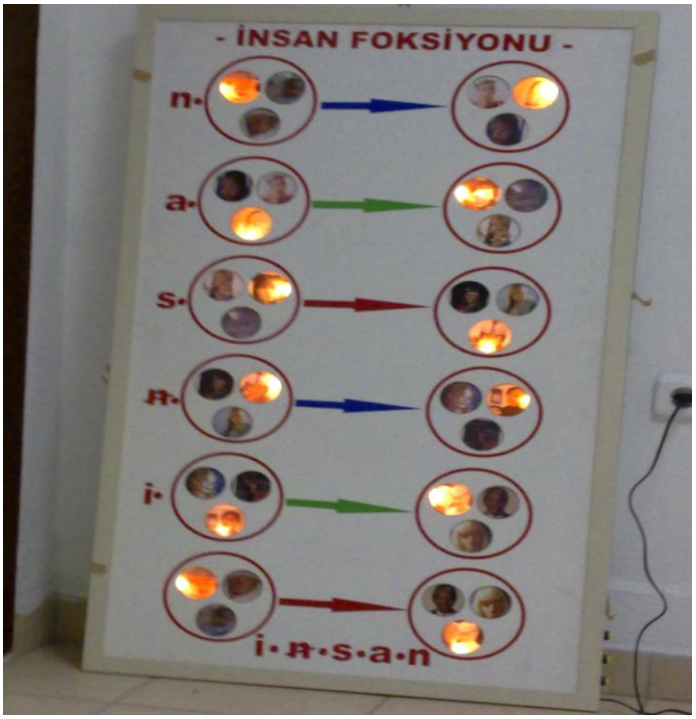
K16 ve K18 yapımdaki zorluklardan birinin de maddi meseleler olduğunu söylemiştir:

K16. *Maddi meseleler oluyor.*

K18. *Ücrette biraz zorluk oldu, materyali yapacak kişiyle alışveriş yaptık altımızda araba vardı, bir tanıdığa rica ettik falan.*

K18 yaşadığı zorluklardan birinin yapıma yardımcı kişilerin fazla ücret istemeleri olduğunu dile getirmiştir. Ayrıca aday, bulduğu fikri uygulayabilecek yardımcı kişiler bulmanın zorluğundan söz etmektedir:

K18. *Zihninizde tam bir şey oluşturuyorsunuz, yapacak ustaya gittiğinizde bu yapılamaz deniliyor, ya da size çok pahalıya patlar diyor, yapacak kişiyle senin kafandaki şey uyuşmuyor, zor geliyor, imkansız geliyor falan.*



Şekil 4.31. K18'in geliştirdiği Hareketli Materyal

K28, gittiği kaynakçının işi uğraştırıcı bulduğu için almadığını ifade etmiştir:

K28. *Kaynakçı kapalıydı, başka bir yere gittik, işte yapan kişi uğraşmak istemedi, işte bunlar ince işler diye.*

K31 de çok yer dolaştığını ve yapıma yardımcı kişiler bulmakta zorlandığını anlatmıştır. Gittiği yerlerdeki kişilerin kendi işleri yanında HM yapımının onlar için küçük bir iş olacağından uğraşmak istemediklerini ifade etmiştir:

K31. *Çok yere gittik Ostim'e gittik, "orada yaptırabilir miyiz?" diye. Yine Sitelere gittik, orada yani bayağı bir sorduk, haklı olarak onlar da mesela sitelerde aslında yapabilirler, yani şey olarak, çünkü bu işle, mobilya işiyle uğraştıkları için, ama küçük bir iş olduğu için, onlar sürekli yani kendi işleri olduğu için, zaman ayırmayı pek düşünmediler, o noktada sıkıntı oldu.*

K18, HM geliştirecek MÖA'na, yapıma yardımcı olacak kişilerle çok önceden anlaşmalarını ve bu kişileri tanıdık kişilerden seçmelerini önermiştir. Ayrıca küçük boyutlarda bir düzenek yaptırarak gereksiz masraftan kaçınmalarını da önermiştir:

K18. *Birkaç ay öncesinden bir marangozla ve bir elektrikçiyle anlaşsınlar derim, bence böyle mutlaka birileriyle anlaşmalı olsunlar, tanıdıklarına yaptırsınlar çok pahalıya mal olacak ağır dış düzeneği olan materyaller seçmesinler, olabildiğince küçük bir şey olsun.*

K39, elektrik işlerinin zor olduğunu ve yapımında yardımcı kişilere bağımlılığın daha fazla olacağını bu nedenle de elektrik içeren işlerden kaçınmalarını önermiştir:

K39. *Onun dışında elektrik işlerini pek düşünmezlerse daha iyi olur yapımı zor ve başkalarına bağımlı oluyorsunuz.*

K18 Yapım aşamasında çok zorlanmıştır. Aday daha çok bulduğu fikirlerin uygulanabilir olup olmadığını araştırmakta zorlanmıştır. Ders sırasında aday ile araştırmacı arasında şu diyaloglar geçmiştir:
Araştırmacı:*Yapım aşamasındaki bu zorluklar neden kaynaklandı?*

Katılımcı: *Yapıma yardımcı olacak kişiler bulamadım, bu kişilerle çok önceden anlaşmak lazım.*

Araştırmacı: *Önceden anlaşmak sence ne tür yararlar sağlar?*

Katılımcı: *Şöyle olabilir, biz size anlatırken marangozla elektrikçi de olsun, olur ya da olmaz diye bir şey söylesin, ya da toplu indirimler yapsınlar, hep onlara yaptıralım, böylelikle ne yaptırmak istediğimizi anlarlar, bir müddet sonunda anlatmakla zaman harcamamış oluruz.*

Yapıma yardımcı kişilere HM'nin tasarımını anlatmakta zorlanan MÖA, bu zorluğun yardımcı kişilerin matematik bilgisi olmamasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir. K18, HM'nin yapımına yardımcı olacak tanıdığı öğrencinin matematik biliyor olmasının kendisi için bir avantaj olduğunu dile getirmişti. K18 bu kişinin tasarımı hemen anladığını da ifade etmiştir. K22 ışıklandırma yoluyla hareket kazandırdığı HM'deki lambaların dizimini, yapıma yardımcı kişilere aktarmakta zorluk yaşamıştır. K34 ise tasarımını aktarmakta aynı sebeple sıkıntı yaşadığını ifade etmiştir.

K22'nin ifadesi:

K22. *Lamba burada olacak diyorum, burada olmayacak, niye olmayacak anlamadıkları için yanlış yapıyorlar, o anlamda zor oldu.*

K34. *Yapım aşamasında zorluklar tabi kî çektik, zaten esas benimki oydu, yani birisine gidiyorsunuz yapamam diyor veya anlatamıyorsunuz derdinizi çünkü karşınızdaki de sizinle beraber aynı şeyi düşünemiyor özellikle matematik-geometri olunca.*

K34 ayrıca tasarımını anlayarak kendisine yapımda yardımcı olan kişinin diğerlerine göre daha eğitimli bir kişi olduğunu da dile getirmiştir:

K34. *Yapımda yardım eden kişinin seviyesi yüksek olduğu için anlayabildiği için bir sıkıntı yaşamadım ben orada, ama ondan önce iki üç kişiye gittim mesela, ostime falan gittim, orada pek şey yapamadılar, anlayamadılar projeyi, yapım aşamasında zorluk çekiliyor.*

MÖA, yapımda yardımcı kişilerin kendi iş yoğunlukarından dolayı diğer işlere öncelik tanımaları veya sözlerinde durmamaları nedeniyle HM'nin yapımının zamanında tamamlanmasında zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir. Örneğin K7'nin ifadesi:

K7. *Benim ki sadece elektronik olduğu için şey vardı işin içinde program, elektronik program çünkü sırayla yanacaktı ışıklar, ben sadece yerleştirdim, progaram ona kalmış bir işti, o yapamayınca ben de sıkıntı yaşadım, başka iş alınca bizimki önemsenmeyebiliyor tabi, yetiştirmek için sıkıntı yaşadım, yapacağım şeyi çizdim anlattım, önce yanlış yaptı tekrar değiştirdim, sıkıntı onların işi ciddiye almayışı ya da daha sonraya bırakması.*

K31 ayrıca bazı kişilerin verdikleri sözde durmamalarından dolayı mağduriyet yaşadığını da dile getirmiştir:

K31. *Sonra yine ben Ddikimevi tarafında biri vardı ona söyledim, işte o yapacaktı, sonra yapamam diye o kesip attı, sonra Bahçelievler' de aynı zamanda burada okulda da Teknik Eğitim Fakültesi'ndeki bir hocamız vardı sağ olsun o yardımcı oldu.*

K26 HM'nin yapımını hem zamanında tamamlayamamış hem de istediği gibi yaptıramamıştır. Bu durumu kendisi de şöyle ifade etmektedir:

K26. *Çok zorluk yaşadık çünkü konuştuğumuz adam yaparım dedi, sonra uğraştık yapamadık falan dedi, bir ay falan ona gidip geldim, yapamayınca sonunda kötü oldu zaten artık kendimiz yapmak zorunda kaldık ve düşündüğümüz şey olmadı, daha farklı bir şey ortaya çıktı, başka birilerine de sorduk ama onlar da hep aynı.*

MÖA HM'nin yapımı için gerekli malzemeleri bulmakta zorluk yaşamışlardır. Örneğin K23'ün ifadesi:

K23. *İşte bunu burada yapan bazı yerler var materyalleri, genelde elektronik kısmı bayağı zor oluyor, iki tane motor kullandım materyalde ve bunu bağlaması bayağı zor, ayrıca işte makara düzeneği falan bunları ararken bayağı sıkıntı çektik.*

K37’nin ifadesi:

K37. *Malzemeleri bulmakta sıkıntı çektik özellikle o boyalı maddeyi.*

K15 beş farklı boyutta top bulmaya çalışmış aradığı boyutlarda toplar bulamayınca kendi imkanları ile yapmaya karar vermiştir:

K15. *Beş farklı boyutta toplar lazımdı bana onları bulurken biraz zorlandım, sonra kendim yapmaya karar verdim topları kağıtlardan buruşturarak yapmaya karar verdim daha kolay oldu.*

K20’nin ifadesi:

K20. *Özelleşmiş parçalar gerekiyor yapmak için, bazen onları bulmak sıkıntı, yaşanan sıkıntılar daha çok parça bulamamaktan kaynaklanıyor.*

HM’de görülen eksiklikler: Yapımı tamamlayan MÖA, HM’yi

- Düşünceyi tam olarak yansıtma
- Kendiliğinden çalışma (el müdahalesiz)
- Boyut olarak uygun olma (çok büyük ya da çok küçük olma)
- Hatasız çalışma
- İlgi çekici olma

noktalarında eksik bulmuşlardır. Aşağıda bu MÖA’nın örnek ifadelerden alıntılara yer verilecektir.

MÖA, HM’nin yapımı sırasında yardımcı kişilerle iletişim halinde ve yapımda yeterince müdahaleci olamadıklarından HM’nin düşündükleri gibi tamamlanmadığını bildirmişlerdir.

Örneğin K11'in ifadesi:

K11. *Biraz farklı oldu, yani benim istediğim daha farklıydı, arkadaşın yaptığı daha farklıydı, yani tam bana hitap etmedi, hani kafamdaki fikri tam ortaya koyamadı, yani dediğim gibi biz matematikçi olarak düşündük şöyle ise böyledir falan şeklinde, o da "nasıl kolay olur?, "nasıl ben yapabilirim?" şeklinde düşündüğü için.* O *sıralar sınav haftamızdı zaten, hani ben çok yanında duramadım, sadece anlattım, o da işte hani elinden geldiği kadar yapmaya çalıştı, ama aynı kapıdan girdik farklı kapılardan çıktık gibi oldu.*

K6, HM'nin yapımda bulunamadığından yadrımcı kişilerin takip ve kontrolünü yapamadığını ve yapıma müdahaleci olamadığını bildirmiştir. Aday, yapımı gerçekleştirecek kimselere tasarımı yazılı bir şekilde iletmiştir. Materyalinin yapımı sırasında başında bulunamadığı için, yazdıklarının yanlış anlaşılmış olabileceğinden ya da önemsenmediğinden dolayı istediğinden farklı bir sonuç elde ettiğini dile getirmiştir:

K6. *Evet ben onlara göstermiştim, ben yazdım, resmini falan bilgisayarda çizdim, böyle bir şey olacak yaklaşık olarak diye, mail yoluyla dayımın oğluna gönderdim, o da dayıma verdi, o da ustaya verdi, oradaki sıkıntı zaman sınırlı çıktı, iş almışlardı, yetiştirmek için, dayım kontrol edemiyordu, ben de burada olduğum için başında olmadığım için ne yazdıysam ve o ne anladıysa onu yaptı.*

Aynı aday materyalinde başında olamamısndan dolayı duyduğu üzüntüyü ve HM'nin düşüncesini tam olarak yansıtmadığını şöyle ifade etmiştir:

K6. *Keşke ben de başında olabilseydim, mesela ben birkaç yerini farklı yazmıştım, ama onlar ya anlamadıklarından ya yapamadıklarından ya da zaman dilimi sıkışık olduğundan başka işleri olduğundan, tam olarak istediğimi elde edemedim, şu anda bazı yerleri, şuraları şöyle olsaydı, böyle olsaydı dediğim yerleri var.*

Aday, bu deneyiminden yola çıkarak HM geliştirecek öğretmen adaylarına, yapımı kendilerininde müdahale edebilecekleri bir yerde gerçekleştirmelerini önermiştir. Ayrıca "ustayı ikna etmek" ifadesiyle, planını açık ve net bir şekilde aktarmayı ve onu, planı gerçekleştirmenin uygun bir yolunun mutlaka olduğuna inandırmayı kaste ediyor olabilir:

K6. *Kendi müdahale edebilecekleri bir yerde yaptırmalarını öneririm, ustayı iyi ikna etmek de önemli, ondan daha çok benim ne istediğimi hissettirerek ustayı ikna etmeleri.*

K5, HM'nin alatmak istediğini tam olarak yansıttığını ifade etmiştir:

K5. *Evet yaptırdım, düşündüğüm gibi oldu, yani ben memnunum açıkçası.*

K5, HM'nin yapımın sırasında yardımcı kişilere birden çok kez gitmek zorunda kaldığını ve her aşamayı kontrol ettiğini de bildirmiştir:

K5. *Evet çünkü birkaç kez gittim olmadı, benim haricimde yapan kişi de zaten oymacılık vardı içinde milimetrik ayarları yapmakta zorlanmıştı, sürekli gidip kontrol ediyordum, zaten "oldu mu?"diye, bir kutu taktığında gidiyordum, ikinci kutuyu taktığında gidiyordum, "düşüyor mu?, "düşmüyor mu?" diye.*

K26 materyalinin sağlam yapılı olmadığını ve düşüncesini tam olarak yansıtmadığını ifade etmiştir:

K26. *Sonuç olarak tam olarak düşündüğümüz olmadı, yolda yürüme sıkıntısı var, perde olacaktı o sıkıntı var, başka bir şey oldu, en son cd kutusuyla şey yaptık, bir kutu geçirdik cd kutusunu kestim, altta çember sabit duruyor, motor çıkma sorunu vardı, çember sabit olunca o sorun olmadı artık, yani bir hareket var, kendim yaptığım için mukavvadan yaptım tahta olmadığı için pek sağlam değil, aslında kendi düşüncem olmadığı için pek memnun değilim.*

K32 HM'nin tam istediği gibi olduğunu ifade etmiştir. Bunun nedeninin, materyalin yapımı sırasında sürekli müdahale edebilmesi olduğunu da ifade etmiştir. K32 bir kaç maketle denemeler yaptığını bu sayede en hesaplı ve en ilgi çekici haliyle ürünü elde ettiğini ifade etmiştir:

K32. *Tamamen örtüşüyor, materyal tam istediğim gibi oldu, çünkü yapım aşamasında sürekli müdahale edebildim, "şöyle olsun, böyle olsun" diye, bir kere ben ahşap kestirip yaparım diye düşünmüştüm ama o karton kutu çok daha güzel oldu, çünkü arkası da kapandı, ben onun küçük bir minyatürünü de yapmıştım, maketini yaptım onu şeyden yapmıştım, küçük ekmek tahtaları olur ya onu bir karton ayakkabı kutusunun içine yerleştirip arkasını kapatmıştım, ekmek tahtasının üzerine çizmiştim, ışık falan koydum, onda da çivilerden anahtar oluşturdum, o biraz daha küçük kaldı, büyük olan hem daha uygundu, hesaplıydı hem daha gösterişli oluyordu, o yüzden daha avantajlı oldu.*

K8 materyalini düşündüğü gibi yapmayı başardığını buna rağmen kendiliğinden çalışmasında aksaklıklar olduğunu ifade etmiştir. Aday, aksaklığın giderilmesi için çok uğraşmış ama başaramamıştır:

K8. *Kafamdaki böyle bir şeydi ama çalışmadı, buradan unu üflüyor, bir iki dakika çalışıyor, sonra artık ne oluyorsa o yoğunluk, sirkülasyon mu olmuyor neyse olmuyor, biraz kapatıp beklemek gerekiyor, sonra çalışıyor, yani böyle fişe takacağım sürekli çalışacak, çekeceğim duracak şekilde olmasını isterdim.*

K23 materyalin çalışması sırasında zaman zaman hatalar oluştuğunu dile getirmiştir:

K23. *Materyali tam yüzde yüz olarak yaptıramadım, yüzde doksan beş olarak yapıldığına inanıyorum, çünkü bazen lazerler grafiğin üstünden geçmiyor lazerler hareket ederken oynayabiliyor, ama yine de fena değil.*

K27 materyalinin kendi halinde hatalı çalıştığını, çalışırken elle müdahaleyle doğru çalışmasının sağlanabildiğini anlatmıştır. Aday bu eksikliğin düşünemediği bazı durumlardan kaynaklanabileceğini de ifade etmiştir. K27, bu durumları ayrıntı olarak

nitelese de, bu durumlar HM' nin hatasız çalışmasını doğrudan etkilemiştir. Bununla beraber K27 materyalini sağlam ve iş görür olarak değerlendirmektedir:

K27. *Çok süper diyemem ama bence iyi, ben orda bir de şeyi yaptırmak istiyordum hani bir aralık için epsilon aralığı belirleniyor, delta aralığı belirleniyor, delta aralığındaki her görüntü epsilon aralığına düşüyor, orada lazerle gösterecektim, mesela orada deliklerin yönü biraz eğik olmuş, o yüzden lazer ışını oradan geçmedi, aynayı dik tutunca yansımıyor aynayı eğik tutmak gerekli, oralarda zorlandım, ben orada lazeri böyle şey tutacağımızı düşünememiştim, yani delikleri paralel açılsa olur diye düşünmüştüm, ince ayrıntılar olduğu için, ama, sağlam iş görüyor çalışıyor en azından, en fazla aynası kırılır, o da kolay temin edilir.*

K9 HM'nin kendiliğinden çalışmadığını, çalışmasını mıknatıs aracılığıyla el müdahalesi ile sağladığını ifade etemiştir. Bu eksikliği ortadan kaldıracak bir düzenek düşündüğünü ancak bunun kendisi için masraflı olması sebebiyle vazgeçtiğini ifade etmiştir:

K9. *Ben daha güzel bir şey olur diye bekliyordum, yani elimle koyuyorum halkaları, önce, mesela hareket ederken mıknatıs kullanıyorum ama onları koyacak bir şey yukarıdan tahtayla yapmayı düşünüyordum, o da çok fazla geldi bana, onları elimle koymaya karar verdim, elimle koymasaydım daha güzel olabilirdi.*

K24 de K9 gibi kendiliğinden çalışma eksikliği olan materyali için mıknatıs yardımıyla, kendiliğinden çalışıyor hissi veren bir düzenek tasarlamıştır. HM, arka kısmından elle hareket ettirilen mıknatıs sayesinde önden bakıldığında kendiliğinden çalışıyor gibi görünmüştür:

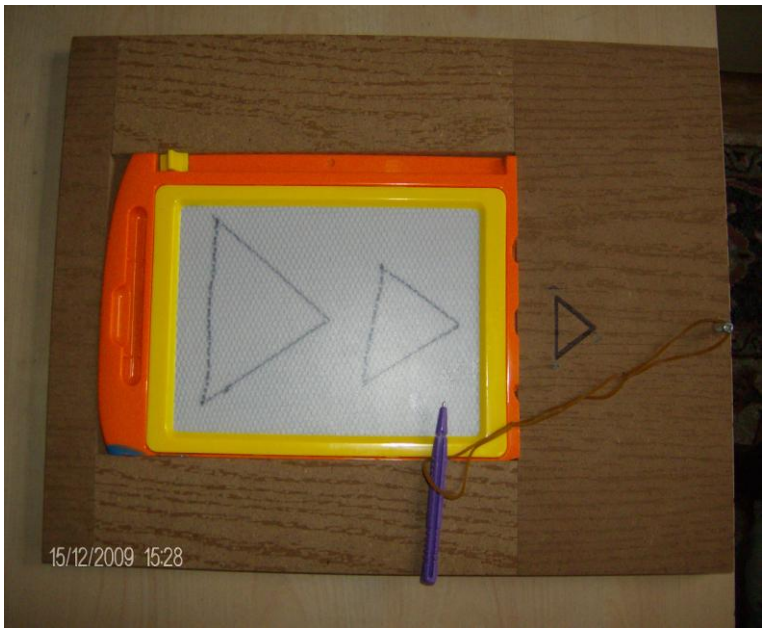
K24. *Tam istediğim gibi olmadı ben el kullanmak istemiyordum, el kullanmak zorunda kaldım, o da çubuğun hareketinden dolayı, çünkü suntadaki, aradaki kestirdiğim, sürtünme çok olduğundan dolayı, motor koysam da o hareket edemeyecekti, problemler yaşadım, ama çok da belli olmuyor, mıknatıs vardı, şöyle elimle tutuyordum arkadan hareket ettiriyordum, teğetin eğimi, o noktalarda lambalar yanıyordu, çok da görünmedi, tahtanın da arkasında olduğum için.*

K31 de HM'nin çalışmasını iplerin çekilmesi ile sağlanmaktadır ancak tekrar çalışması için el ile geriye alınması gerekmektedir. Aday bu eksikliğin giderilmesi için hareketi sağlayacak bir motor kullanmayı düşünmüş ancak maliyetin çok yükseleceği nedeniyle uygulamaya geçmediğini anlatmıştır:

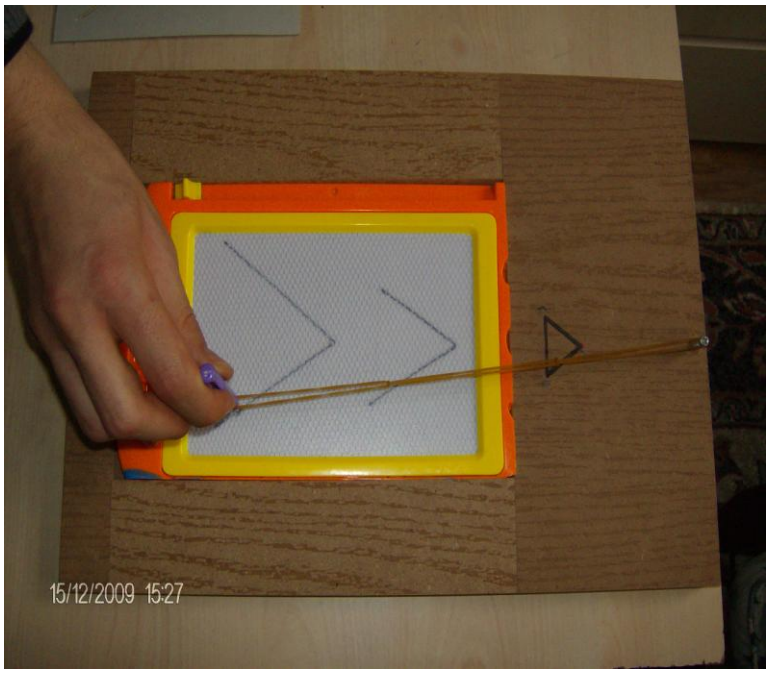
K31. *Güzeldi, beğendim yani çektiğimizde, yani onu sordum, o da bayağı bir sorun olur dedi, çektiğimizde geri elimizle mecburen, çubukları geri sarması, geri dönmesi olmuyor, hani ona, yani büyük motor bağlamamız gerekiyor, maliyeti böyle bir durumda bin liraya kadar çıkabilir, yani ona da biz de girmedik.*

K35 de HM'nin kendiliğinden çalışmasını sağlayacak bir düzenek geliştirememiştir:

K35. *Kağıt üzerine yapmayı düşünmüştüm tahta değil de, her seferinde kağıdı değiştirmek yerine tahta yaparsam dedim, biraz da usta fikir verdi, tek dez avantajı orada elle çalıştırıyorum, portatif olmasına dikkat ettim küçük, benim tek takıldığım, "elimi kullanmadan nasıl yapabilirim?" ama olmadı, yani el kullanmamaya çalıştım, ama olmadı yani.*



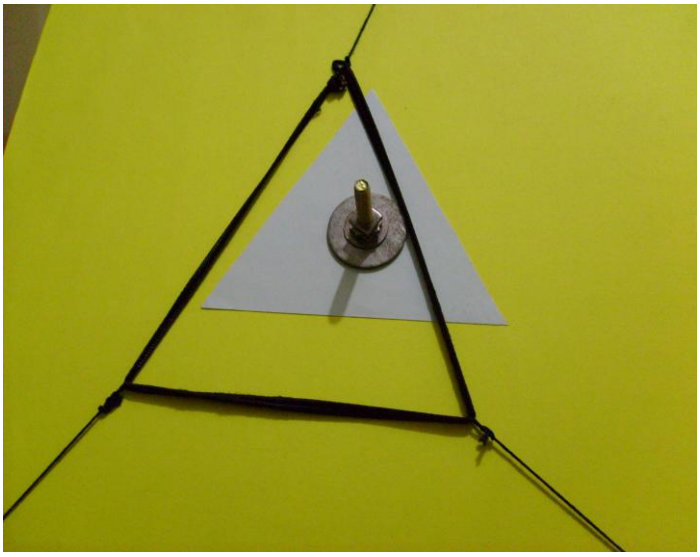
Şekil 4.32. K35'in geliştirdiği Hareketli Materyal-1



Şekil 4.33. K35'in geliştirdiği Hareketli Materyal-2

K36'nın HM'nin kendiliğinden çalışmadığını, bu eksikliği motor kullanarak giderebileceğini fakat bunun masraflı olması sebebiyle gereksiz bir uygulama olacağını düşünmüştür. Bunun yerine kendiliğinden çalışıyor hissi veren bir düzenek hazırlamayı düşünmüştür. Ancak K36, HM'nin hareketini sağlayan bu ipli düzeneğin çalışmasının da sorunlu olduğunu ifade etmiştir. Aday, zamanı azaldığı için başa dönmesinin mümkün olmadığını da dile getirmiştir:

K36. *Arkada bir düzenek var, üçgen köşelerden iplerle bağlı, hepsi bir anda çekiliyor, sadece hani bir hareket olacaktı, o kesindi, "bunu nasıl sağlayabilirim?" diye düşündüm, motor çok masraflı ve gereksizdi, elle arkadan bir düzenek hazırladım. Artık fikir aşaması bitmiş, bütün malzemeler tamam, ama materyali yapamıyorum, arkadaki düzenek dönmüyor, takılıyor, ipler gelmiyor, bayağı zordu, son bağlayamıyorum, zaman da kısıtlı, olmuyor artık yapamıyorum dedim, zamanım olsaydı başa dönerdim, istediğim gibi olmadı. İpler kayabiliyor, eşkenarlık bozulabiliyor bazen.*



Şekil 4.34. K36'nın geliştirdiği Hareketli Materyal-1



Şekil 4.35. K36'nın geliştirdiği Hareketli Materyal-2

K15 HM'yi eldeki imkanlar dahilinde yapmak zorunda kaldığını ancak daha profosyonelce yapılabileceğini ifade etmiştir. K19 ise masrafı azaltmak zorunda kaldığından materyalin ilgi çekiciliğini yitirdiğini ifade etmiştir:

K15. *Belki daha hani şartlar farklı olsaydı hani daha fazla materyalim daha güzel imkanlarım olsaydı daha güzel bir şekilde yapılabilirdi ama bence elimdeki imkanlarla en güzel bir materyal oldu.*

K19. *Yaptırabildim, ama dediğim gibi tasarladığım materyal pahalı tutuyordu biraz fiyatını düşürdüm pek ilgi çekici olmadı*

K33 gereksiz parçaların bulunduğunu söylemiştir:

K33*. Memnunum, eksik olan tarafları o iki tane fazla parçayı çıkartacağım.*

K37 HM'yi kullanışlı olarak değerlendirmektedir. Kullandığı madde bitene kadar tekrar tekrar kullanım özelliğine sahip olduğunu ifade etmiştir:

K37. *Balon kapağını açıyoruz en önemli kısım oksijenle tepkimeye girmesi, kapağını kısa süreli olarak açıyoruz sonra çalkalıyoruz, kullanışlılık açısından küçük olmasına dikkat ediyoruz, benim yaptığım 10-15 cm'lik bir şey, çok parçası yok aslında tek parçalık bir şey, onu tekrar tekrar kullanabiliyoruz, o içindeki madde bitene kadar.*

K18 HM'yi, hafif olması, amacına hizmet etmesi, işlevini yerine getirmesi açısından olumlu değerlendirmiştir. Ancak boyutunun uygun olmadığını da ifade etmiştir. Bu durumu yapımı gerçekleştiren kişilere bağlamıştır:

K18. *Evet yaptırabildim, aynısı oldu, yalnız biraz büyük oldu, gerçi ağır değil hafif ama boyu biraz uzun, bunun dışında işlevini güzel yerine getiriyor, amaca hizmet ediyor, keşke biraz daha küçük olsaydı, ama yapan kişi böyle yapmış artık.*

K28 HM yapımı sırasında hatalar çıktığını ve çok kez başa dönmek zorunda kaldıklarını ifade etmiştir. Başa dönerek sorun olan noktaları düzeltilmesi sonucunda K28, amaçladığı HM'yi yapmayı başarmıştır. K28 HM'nin boyutlarının uygun olması ve hatasız çalışması açısından olumlu değerlendirmiştir:

K28. *Öyle çok bir eksik görmüyorum, mesela ben çok aşırı büyük veya çok aşırı küçük olsun istemiyordum orta boy olsun istiyordum kullanışlı, orta boy oldu, hani çok ta küçük mesela olduğunda sınıfta masanın üstüne koyduğumda en arkadaki öğrenci göremeyebilirdi bu materyali, çok büyük olduğunda taşınması kullanılması zor olabilirdi.*

K31, HM'nin boyutlarının olmasını istediğinden büyük olarak değerlendirmiştir. Taşınabilirliği açısından düşününce bu durumun olumsuzluk yarattığını düşünmektedir. Bu eksikliğin giderilmesi için materyalin farklı iki düzlem ifade eden parça üstünde değil de bir düzlem üzerinde yerleşen bir düzenekten oluşması gerektiğini düşünmüştür. Ancak K31'in önceki ifadelerinden de görüldüğü üzere yapımda işbirliği yapması gereken yardımcıları ile bu noktada uzlaşmak zorunda kalmıştır:

K31. *Biraz büyük oldu materyal, o da dediğim gibi aynı düzlemi kullandığımız için, hani sistemde yani sistemin üst kısmı aynı düzlemde bulunduğu için, o biraz büyük oldu, yani benim beklediğimden büyük oldu, farklı düzlemlerde olsaydı, daha küçük yani daha taşınabilir olurdu, böyle bu da yine taşınıyor ama biraz daha büyük, 50X50 cm ebatlarında.*

HM geliştirme sürecinin MÖA'na katkıları: MÖA, HM geliştirme sürecinin kendilerine çeşitli açılardan katkıları olduğunu bildirmişlerdir. Bubaşlık altında, katkılar adayların ifadelerinden alıntılara da yer verilerek açıklanacaktır.

HM geliştirme sürecinin kendilerine matematiksel açıdan katkıları olduğunu ifade eden MÖA, araştırma yaptıkça hem unuttukları bilgileri hatırladıklarını hem de bilmedikleri yeni şeyler öğrendiklerini belirtmişlerdir. Örneğin K18'in ifadesi:

K18. *Kitapları falan kurcalayınca unutulmuş bilgilerimi tazeledim, onları araştıracağım derken en kısa yoldan, en kısa sürede, en güzel şekilde çözme yolları vardır, onları falan hatırladım, zihnimdeki bilgiler tazelenmiş oldu.*

K28 de yanlızca araştırdığı konu ile ilgili değil ilişkili olan olmayan bir çok konuda fikir sahibi olduğunu bildirmiştir:

K28. *Olumlu çok güzel değişiklikler oldu, hani başta da söylediğim gibi ben araştırırken hani bu konu dışında tıklıyorum, başka bir konu çıkmış oluyor, hani mesela çember diyor, ama geometrik yer diyor başka bir konu almış, sadece içinde bir cümle geçmiş oraları okuduğumda çok bilgilendiğimi, bilgimin arttığını hissediyorum.*

K32 de araştırma ile ele aldığı matematiksel problemin farklı bir çözüm yolunu öğrendiğini ifade etmiştir:

***K32**. Mesela benim aklıma gelmezdi yıldızılı çemberle, hiç aklıma gelmezdi, değişik bir bakış açısı oluştu, bu da bir arkadaşıma, fikir sorduğumda çıkmıştı, bakış açımız gelişti.*

HM geliştirme sürecinin kendilerine matematiksel açıdan katkıları olduğunu ifade eden MÖA, ilgili matematik sorularına daha çabuk cevap verebildiklerini belirtmişlerdir:

***K33**. Mesela, hoca böyle soruyor birden, "şöyle şöyle olunca ne olur?" diyor, "olur mu bu?", bunları düşünüyorum, mesela geçen de fonksiyonla ilgili bir soru sordu, fonksiyonu da iyi bildiğimi düşünüyorum, "fonksiyonun tanım kümesi boş küme olursa fonksiyon olur mu?" falan diye, o zaman anlıyorsun materyal gerektiğini, bu olur diyorum ama deneme ihtiyacı duyuyorum, sayısal verilerle yapıyorum.*

K33 ayrıca HM geliştirme sürecinde daha önce bilmediği matematiksel bir bilgiyi öğrendiğini de açıklamıştır:

***K33**. Genel olarak düşünemiyormuşum, yani örnek üzerinden düşünüp varlığını, yokluğunu, kabulünü, örnekleri çözerken kullanıyormuşum, genel olarak düşünemiyormuşum, bunu anladım. Daha önce, "aynı düzlemde üç vektörün lineer bağımsız, yani aynı doğrultuda, herhangi ikisi aynı doğrultuda değilse, üç vektör lineer bağımsızdır", diyemezdim.*

K27 HM geliştirme süercinden önceki ve sonraki bilgilerini karşılaştırarak bu sürecin kendisine katkısı olduğunu ifade etmiştir. Aday ilgili soruları daha çabuk ve doğru yanıtlayabildiğini belirtmiştir:

***K27.** Tabi oldu hani <u>eskiden bu kadar çabuk söyleyemiyordum</u>, <u>düşünüyordum veya tanım bana şey geliyordu, hani limit deyince bir şeye yaklaşmak</u>, tanımda oturmuş oldu bu şekilde.*

K26'nın ifadesi:

K26. *Tanımını biliyordum, ama gösterme açısından biraz sıkıntım vardı, anlatamıyordum daha doğrusu, şimdi biraz daha görsellik kazandı, "düşündük nasıl görsellik kazandırabiliriz?" diye.*

MÖA, HM geliştirme sürecinin çevredeki matematiksel modelleri farketmeye ve matematik öğretiminde kullanmaya katkısı olduğunu ifade etmişlerdir:

K31. *Fikir üretme özellikle, dışarıya çevreye şey olarak, yani her şeyde bir matematik aramaya, evde mesela öyle şeyler, yani hiç aklınıza gelmeyen bir şey, çok hoşuma gitmişti ben onu bulurken, mesela rende yani, şu rendeler var ya, şu şekilde, ben onu fonksiyonlarda birebirliği ya da fonksiyonun tanım kümesi, görüntü kümesi olarak kullanmıştım.*

Aynı aday, kendisiyle ikinci kez yapılan görüşmede bu durumla ilgili aşağıdaki ifadeleri kullanmıştır***:***

K31. *Matematik gözüyle bakıyorsunuz her şeye, çevrenizde nelerde matematiğin kullanıldığını daha çabuk, daha iyi görüyorsunuz, her gün belki gördüğümüz ama fark etmediğimiz şeyleri, matematiği görüyorsunuz artık, o noktada yararı oluyor.*

K33. *Yani işte bakıyorsun etrafınıza, "burada var mıdır acaba?","burada bu kullanılmış mıdır?", evin içindeki bütün eşyalara bakıyorsun, evin dışındaki bütün eşyalara bakıyorsun.*

Aynı adayla yapılan ikinci görüşmede bu durumu aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

K33. *Normal matematikte bildiğimiz şeyleri aslında günlük hayatta çok basit şeylerle gösterebileceğimizi öğrendik, öğretmen olacağımız için çocuğa daha iyi nasıl*

yapılandıracağımı düşünüyorum, dolayısıyla da günlük hayatta kullandığımız şeyleri oraya yönlendirmek fikri geliyor aklıma.

K9'un ifadesi:

K9. *Bir defa matematiksel gözle bakmanı sağlıyor her şeye, dediğim gibi hani "evet, bu yapılabilir", "şu olabilir", "şunu şurada kullanabilirim" diye artık her şeye daha farklı bakıyorsun, hiç bakmadığın bir şeye bile, ayakkabı kutularına bile bakıyorsun, yani "şunu şurada kullanabilirim" diye.*

K23'ün ifadesi:

K23. *Yani oldu, bakış açımız değişti, her konuya artık günlük hayatta nerede kullanılabiliyor veya bunu öğretirken ne tür materyaller kullanabiliriz, neleri örnekler verebiliriz gerçek hayatta, bunlar aklımıza gelmeye başladı.*

K32'nin ifadesi:

K32. *Bir kere bence, yani tamamen bakış açımızı değiştiriyor, çünkü gerçekten mesela bir konu anlatılırken kitaplarla, teorik bilgilerle, problem çözümü gibi uygulamalarla sınırlı kalmamak gerektiğini çok güzel bir şekilde görmüş olduk, bu çok faydalı bence.*

K1'in ifadesi:

K1. *Aslında "gerçekten nasıl bir matematik öğretmeni olmamız gerektiğini" ortaya koyuyor, öğretmen olmanın kolay bir şey olmadığını gösterdi bana, fikirlerimizi değiştirdiğine inanıyorum.*

K33'ün ifadesi:

K33. *Her yere matematiksel gözle bakıyorsun, matematiksel şeyleri görmeye çalışıyorsun, bu öğretmenlerin yaptığı bir şey olmalı bence , mesleğinin getirdiği bir şey olmalı, buna alıştım, mesela, mesleğimin bu olduğuna alışıyorum.*

K20'nin ifadesi:

K20. *Etrafıma daha farklı bir gözle bakmaya çalışıyorum, hani "nereden, ne çıkar?","bu ne anlatır?", doğal bir olay vardır çevremizde ama o belki matematiksel bir şey anlatıyordur, bir modeldir, böyle, etrafa daha farklı bakmaya çalışıyorum.*

K26'nın ifadesi:

K26. *Ufkumuzu genişletti, biraz böyle düşünüyoruz daha çok bir şeyler yapabileceğimiz. Bu materyalle ders anlatma hiç aklıma yatmamıştı zaten benim, ama ilerledikçe işin içine girdikçe biraz daha değişiyor, kendimizi biraz daha aştık, klasik düşünceden biraz daha kurtulduk.*

MÖA, meslek hayatlarında, burada ortaya çıkan fikirlerden de yararlanabileceklerini, bu süecin çeşitli matematik konularında çeşitli materyaller geliştirebilme açılarından katkıları olduğunu dile getirmişlerdir:

K16. *Genel olarak mesela böyle biz bir konu üzerinde çalışıyoruz ama öğretmen olduğumuzda bir çok konu üzerinde de materyal üretebiliriz, yani burada arkadaşlarımızın yaptığı materyallerden de fikirler edinmiş olduk, öğretmen olduğumuzda da onlardan yararlanabiliriz, üzerine bir şeyler koyabiliriz.*

K24'ün ifadesi:

K24. *En azından bundan sonra böyle bir şey, bir başka konuda materyal düşündüğüm zaman, tasarlama konusunda daha rahat olabileceğimi düşündüm, çünkü adrenalini attım diyebilirim aslında, çünkü ilk defa bu işi yapıyorum, hiç beklenmedik malzemelerden çok değişik şeyler çıkabileceğini gördüm, benim kullandığım materyalde mesela silgi vardı, normalde insanın aklına gelmez.*

K27'nin ifadesi:

K27. *Yani, bir şeye baktığım zaman "bundan materyal olabilir mi?" veya "bu konuda nasıl bir materyal üretirdim?" diye aklıma geliyor, şimdiye kadar yaptığımız her şey özetlenmiş oldu, etkinlikleri hazırlarken, örnek verilmesi gerekirken konuyla ilgili bunlarda faydası olduğunu görüyorum.*

MÖA, HM geliştirme sürecinin, matematiksel düşünce, fikir ve kavramları farklı yollarla ifade edebilme açısından ve matematiksel problemleri farklı yollarla çözebilme açısından kendilerine katkıları olduğunu söylemişlerdir.

K31'in ifadesi:

K31. *Fikir aşamasında yine farklı düşünme, yani farklı bir gözle bakmanızı sağlıyor çevreye, problemlere belki farklı çözümler getirmenizi sağlayabilir çünkü bu şekilde farklı bakış açısı kazanıyorsunuz, daha sonra bir problemle karşılaştığınızda belki bir çok kişiden farklı bir açıdan ya da farklı bir çözüm getirmenize yardımcı olabilir, diye düşünüyorum.*

HM geliştirme sürecinin, düşünme becerilerine yönelik katkıları olduğunu ifade eden öğretmen adayları, sürecin bakış açılarını değiştirerek kendilerine bu anlamda katkı sağladığı görüşündedirler:

K5'in ifadesi:

K5. *Neredeyse her gün düşündüğümüz için, bir defa beynimiz hiç durmadı, dinlenmedi, düşüncemiz gelişti.*

K1'in ifadesi:

K1. *Çok büyük katkıları olduğunu düşünüyorum, dediğim gibi biz hep böyle klasik bakmaya alışmışız, esnek düşünmek bizim için biraz zor çünkü biz öyle bir öğretimden geldik buraya, gerçekten bakış açımızı değiştirdiğine inanıyorum.*

K2'nin ifadesi:

K2. *Matematiği öğreniyoruz, ama hani bir ispatları yapmak, işte kullanım alanları düşünmek, aslında bunlar şuralarda kullanılıyor diye derslerde konu olarak veriliyor ama bunu yansıtma, kendimiz bir şey yapma gibi şeyler düşünmemiştim, ama bu dersin süreci içerisinde araştırma, hocayla görüşme aşamalarında oldu.*

K11'in ifadesi:

K11. *Sürekli düşün, düşün, düşün, düşüncemiz bayağı bir genişledi artık, bayağı bir geniş açıdan bakıyoruz, at gözlüklerimizi attık, işte düşünce sistemimiz gelişti.*

K24'ün ifadesi:

K24. *Daha önce buna benzer bir çalışma yapmamıştım, sorgulamayı öğrendim, yani böyle kendi kendime sürekli "neden?" soruları, "neden bu böyle olur?", "neden böyle olmaz?" bunu sormayı öğrendim, "daha farklı ne yapabilirim?" sorusunu sık sık kendime sordum, yani, "böyle yapsam nasıl olur?", "şöyle yapsam nasıl olur?".*

K31'in ifadesi:

K31. *Farklı farklı bakış açısı kazandırıyor, her şeye daha farklı bir gözle bakmanıza yardımcı oluyor, o yönden bayağı katkısı oluyor.*

HM geliştirme sürecinin, düşünme becerilerine yönelik katkıları olduğunu ifade eden öğretmen adayları, matematik problemlerine farklı çözüm yolları bulma konusunda katkısı olduğunu söylemişlerdir:

K6. *Uygulamaları, başka konularda da, bir soru çözerken bir çözümü vardır ama başka yoldan da çözümü yapmak gibi, ben geçenlerde bir sorunun daha pratik ve kullanışlı yolunu buldum, fikir üretme konusunda katkısı olduğunu düşünüyorum.*

K34. *Daha farklı düşünebiliyorsun, çok olumlu katkıları oldu yani.*

MÖA ortaöğretim matematik derslerine yönelik somut modeller yapılamayacağı ya da her öğrenme alanına ait materyalin yapılamayacağı gibi ön yargılardan arındıklarını ifade etmişlerdir.

K4'ün ifadesi:

K4. *Sonuçta materyalleri elde ettik, materyallerin neye benzediğini gördük, yapılabiliyormuş, güzel oldu yani*

K19'un ifadesi:

K19. *Yaratıcılık açısından da etrafa baktığınız zaman "neyi kullanabilirim?", "ne yapabilirim?" onlar açısından da katkı sağladı, bir de arkadaşlarımızın yaptıklarına falan, bu da yapılabiliyormuş falan.*

K5'in ifadesi:

K5. *Düşünüp farklı farklı modellere geçince, yani yapmadan, uymadığından dolayı, matematik de bile bir çok materyal yapılabileceğini, kendim aklıma geldiği için benimsemiş oldum.*

MÖA başlangıçta ortaöğretime yönelik özgün bir materyal geliştirebilme konularında kendilerine güvenmediklerini, süreç sonunda özgüven ve cesaretle dolduklarını dile getirmilşlerdir.

K3'ün ifadesi:

K3. *Açıkçası araştırma yeteneğimi geliştirdi diyebilirim, çünkü bir çok kaynağa ulaşmak zorunda kaldım daha önceki seçtiğim konularla ilgili, kendine güven duygusu oldu ilk başta .*

K15'in ifadesi:

K15. *İlk başta böyle bir şey söylendiğinde "ben de yapabilir miyim?"diye düşünmüştüm ama şimdi bir şeyler ortaya koyabildiğimi fark ettim.*

K28'in ifadesi:

K28. *Fikir üretemeyeceğimizi sandığımız konularda da aslında uğraşınca gayet güzel şeyler ortaya koyabileceğimizi gördüm, hani eskiden bir şeyi uğraşınca bırakabilirdim*

ama artık uğraşınca hani üstüne gitmeyi de öğrendim, artık bir şeyi düşündüğüm zaman onu uygulayamayacağım korkusundan kurtuldum çünkü ilk başta "bunu nasıl yapacağım?" işte "nasıl olacak?" falan diye korkuyordum, artık daha rahat davranıyorum bu tür şeyleri yaparken.

K29'un ifadesi:

K29. *"Bir materyal nasıl yapabiliriz?" ya da dersimde kullanmak istediğimde "acaba kolaylıkla yapabilir miyim?" diye düşünüyordum ve <u>bu kadar kısa sürede bir materyal yapmak lise açısından, bir cesaret verdi.</u>*

V. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER:

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulguların sonuçlarına ve bu sonuçlar çerçevesinde çeşitli önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuç

Bu çalışmada MÖA'nın, ortaöğretim matematik derslerine yönelik HM geliştirme süreçleri incelenmiştir. Araştırmaya 40 öğretmen adayı katılmıştır. Bu araştırmanın amacı, Ankara'daki bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi, OFMAE Matematik Eğitimi Anabilim Dalı'nda ÖTMG dersinde öğrenim gören MÖA'nın, ortaöğretim matematik eğitimine yönelik HM geliştirme sürecinin gelişimi ile ilgili bir model oluşturmaktır. Bunun için MÖA'nın

1) Öğretmen adaylarının, ortaöğretim matematik öğrenme alanlarındaki matematiksel kavramları modellerken hangi matematiksel bilgiyi kullanacaklarına nasıl karar verdikleri
2) Ortaöğretim matematik eğitimine yönelik HM geliştirirken fikir üretmeyi nasıl başardıkları
3) Ortaöğretim matematik öğrenme alanlarındaki matematiksel kavramı modellerken nelere dikkat ettikleri
4) Ortaöğretim matematik eğitimine yönelik HM'nin yapımını nasıl gerçekleştirdikleri incelenmiştir.

HM geliştirme süreci öncesinde MÖA'nın ön bilgilerini belirlemek amacıyla 8 adet açık uçlu soru yazılı olarak cevaplandırılmış ve bu sorular ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Verilen cevaplar, ana kategorilere ayrılmıştır. Görüşmelerin metinlerindeki MÖA görüşleri de listelenerek analiz edilmiştir. Görüşmelerin analizleri, yazılı dokümanların analizleri ile birleştirilmiştir.

Bu araştırmada; nitel araştırma yöntemleri çerçevesinde GT yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmada GT yaklaşımının başlıca veri toplama metotları olan gözlem, görüşme ve yazılı dokümanlardan yararlanılmıştır. ÖTMG ders ortamında yapılan gözlemler, öğretmen adaylarının HM geliştirme sürecine odaklı yapılandırılmamış gözlemlerdir. MÖA ile yapılan görüşmeler ise yarı yapılandırılmış görüşmelerdir.

MÖA'nın Öğretim Materyali Ve Materyal Geliştirme ile ilgili bilgilerine ilişkin Sonuçlar:

Sonuç 1. MÖA'nın öğretim materyali kavramına ilişkin imajlarının üniversitedeki ÖTMG ve diğer eğitim derslerinden olumlu yönde etkilendikleri belirlenmiştir. Ancak, MÖA'nın öğretim materyali kavramına ilişkin imajlarının geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Sonuç 2. MÖA'nın belirttikleri öğretim materyalleri, öğrencilik yılları boyunca eğitimcilerin yaygın olarak kullandığını gördükleri öğretim materyallerinden ve üniversitedeki derslerden edinmiş oldukları deneyimlerden gelmiştir ve MÖA'nın, öğretim materyalleri ile ilgili bilgilerini artıracak bir çok fırsata gereksinimleri olduğu düşünülmektedir.

Sonuç 3. MÖA'nın bir öğretim materyali geliştirirken dikkat edilmesi gereken genel bilgilere sahip oldukları belirlenmiştir. Bununla beraber MÖA'nın matematik derslerinde kullanılabilecek bir öğretim materyali geliştirirken dikkat edilmesi gerekenlerle ilgili bilgilerini de geliştirmeleri gerektiği düşünülmektedir.

Sonuç 4. MÖA'nın bir matematiksel modelin ne olduğunu açıklarken çok zorlandıkları tespit edilmiştir. MÖA'nın yanıtları somut modelleri, çizimleri veya bilgisayar modellerini içermektedir ve üniversite derslerindeki modelleme yaşantılarından edindikleri bilgilerden gelmektedir. MÖA'nın matematiksel modelle ilgili bilgilerinin de geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Sonuç 5. MÖA matematik derslerinde kullanılabilecek somut modellere örnek olarak, bilinen katı cisim modellerini ve ÖTMG derslerinde geliştirildiğini gördükleri HM'leri örnek göstermişlerdir.

Sonuç 6. MÖA öğretmen olarak atandıklarında, derslerinde bilgisayar ve ilgili araç gereçleri kullanmayı somut modeller kullanmaktan çok tercih etmektedir. Bunun sebebi, MÖA bilgisayarda kullanabilecekleri programları hazır şekilde bulabileceklerini, fakat somut modelleri kendilerinin geliştirmek zorunda kalacaklarını düşünmeleri olmalıdır.

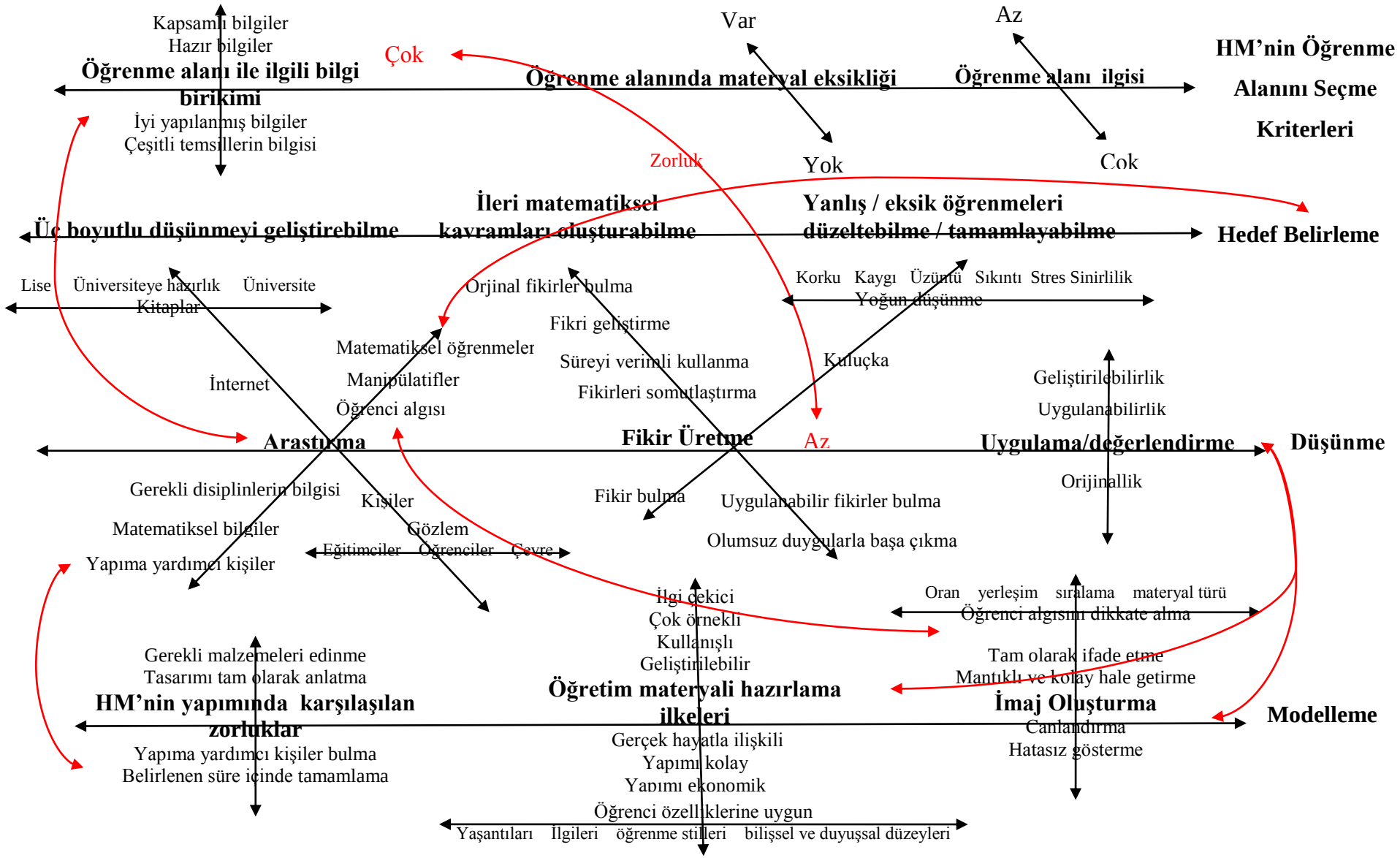
Sonuç 7. MÖA somut model kullanımının matematik derslerinde çok etkili olacağını düşünmektedir. MÖA'nın ortaöğretim matematik derslerinde somut modeller kullanma ile ilgili tercihleri olumlu olmasa da kullanımının etkililiği ile ilgili görüşlerinin olumlu olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç 8. MÖA, HM geliştirmenin kendilerine çeşitli açılardan katkısı olacağını düşünmektedir. MÖA'nın, HM geliştirme sürecine başlamadan önce bu süreçle ilgili olumlu görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir.

HM Geliştirme Sürecine Ait Bulguların Sonuçları:

Araştırmanın sonuçları, aşağıdaki verilen şema yardımıyla açıklanmaya çalışılacaktır. Bu şema eksensel kodlama şeklinde verilmektedi ve MÖA'nın HM geliştirme sürecinin modelini göstermektedir. MÖA'nın HM geliştirme sürecinin ortaya çıkan modelini göstermektedir. Şema doğrultusunda araştırmanın sonuçları, "HM'nin öğrenme alanını seçme kriterleri", "HM'nin hedefini belirleme", "düşünme", "modelleme" başlıkları altında ele alınacaktır.

Şemada MÖA'nın HM geliştirme süreçlerinde ortaya çıkan ana kategoriler eksenlerle gösterilmiştir. Ana kategorilere ait alt kategoriler de bu eksenlerle kesişen diğer eksenlerle ifade edilmiştir. Kategorilerin ortaya çıkan özellik ve boyutları eksenler üzerinde sıralanmıştır. Aynı kategorinin farklı özellik ve boyutları, ana kategori ekseni üzerinde aynı noktada kesişen diğer eksenler olarak görülmektedir. Ayrıca, ilişkili olduğu bulunan kategoriler hangi düzeyde ilişkili olduklarını belirten oklarla birleştirilmiştir. Bu ilişkiler sonuçlar bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmaya çalışılacaktır.



Şekil 5.1 MÖA'nın HM Geliştirme Süreci (2)

HM'nin öğrenme alanını seçme: MÖA, HM'nin öğrenme alanını belirlemek için "öğrenme alanı ile ilgili bilgi birikimi", "öğrenme alanında materyal ihtiyacı", "öğrenme alanı ilgisi" kriterlerini kullanmışlardır. MÖA'nın, HM'nin öğrenme alanını belirlerken bilgi birikimlerinin iyi olduğu öğrenme alanlarını seçtikleri tespit edilmiştir. MÖA'nın bilgi birikimi, kapsamlı, hazır, zihnlerinde yapılanmış bilgiler ile çeşitli temsillerin bilgisini içermektedir. MÖA, çeşitli temsil biçimlerini bildikleri öğrenme alanlarındaki matematiksel bilgileri daha kolay somutlaştırabileceklerini düşünmektedirler. MÖA, HM'nin öğrenme alanı olarak, şekiller, şemalar, tablolar ve grafiklerle görselleştirmelerini bildikleri matematiksel bilgilerin bulunduğu öğrenme alanlarını seçmeyi tercih etmişlerdir. Bu nedenle MÖA öğrenme alanı seçerken, cebirsel alanlardan çok geometri alanlarını seçmişler ve teorik olarak bildikleri, fakat çeşitli temsil biçimlerini bilmedikleri öğrenme alanlarını seçmekten kaçınmışlardır. Matematik öğrenme alanlarından ise en çok "fonksiyonların tanımı ve türleri, limit ve süreklilikleri" ele alınmıştır. Öğrenme alanındaki bilgi birikimi yeterli olmayan adayların öğrenme alanındaki matematiksel bilgileri araştırdıkları, buna karşın öğrenme alanındaki bilgi birikimi iyi olan adayların öğrenme alanındaki matematiksel bilgilerle ilgili araştırma yapmadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, HM geliştirirken öğrenme alanı ile ilgili bilgi birikimleri yeterli olmayan adayların, bu öğrenme alanıyla ilgili matematiksel fikirleri somut bir şekilde ifade etmekte zorlandıkları tespit edilmiştir. MÖA, öğrenme alanı seçerken diğer adayların seçtiklerinden farklı bir alan seçmeye çalışmışlardır. MÖA, materyal eksikliği olan öğrenme alanlarını tespit ederek bu alanlardan birini seçmişlerdir. Ayrıca, MÖA öğrenme alanını seçerken, kendi sevdikleri ve ilgi duydukları matematik alanlarını tercih etmişlerdir.

HM'nin hedefini belirleme: MÖA, HM geliştirirken ortaöğretim öğrencilerinde "ileri matematiksel kavramları oluşturabilmeyi", "yanlış/eksik öğrenmeleri düzeltebilmeyi/tamamlayabilmeyi" ve "üç boyutlu düşünmeyi geliştirebilmeyi" hedef almışlardır. MÖA, ortaöğretim öğrencilerinin, alışılmış ders araç-gereçleri ile gösterilemesi ileri matematiksel kavramları yapılandıramalarında, onlara yararlı olacak bir HM geliştirmeye çalışmışlardır. Bunun için MÖA, araştırma yaparak ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel öğrenmelerini tespit etmişlerdir. Ortaöğretim öğrencilerinin özellikle ileri matematiksel kavramların yapılandırılmasında zorluk yaşadığını tespit eden MÖA, öğrenci zihninde, ortaöğretim matematik derslerinde yer alan soyut matematiksel kavramları oluşturmayı hedef almışlardır. Ortaöğretim öğrencilerinin yanlış/eksik öğrenmelerinin neler olduğunu tespit eden adaylar, bu öğrenmeleri düzeltmeyi/tamamlamayı hedef almışlardır.

Ortaöğretim öğrencilerinin üç boyutlu düşünebilme konusunda zorlandığını tespit eden adaylar ise, onların üç boyutlu düşünmelerini geliştirmeyi hedef almışlardır.

Düşünme: Biçimsel olarak düşünme, uzun süreli bellekte depolanmış sembollerden ve çevreden gelen bilgilerin manipülasyonundan ya da bilişsel yeniden düzenlemesinden oluşur. Uyanık olduğumuz saatlerin çoğunda ve hatta uyuyorken ve rüya görürken bile düşünürüz. Bir sembol, dünyadaki bazı öğeleri ya da olayları temsil eder (Morgan, 1986). Hangi konuda ya da düzeyde olursa olsun, düşünme en belirgin biçimiyle bir sorun ya da problem çözme etkinliğidir. Düşünme sürecinde iki temel aşama ayırt edilebilir:

1) Sorun açıklayıcı ya da giderici çözüm bulma veya oluşturma,

2) Bulunan ya da oluşturulan çözümün doğruluğunu yoklama. Birinci aşama "buluş", "icat" ya da "yaratma" diye nitelenmekte, ikinci aşama ise "doğrulama", "kanıtlama" ya da "ispatlama" diye bilinmektedir (Yıldırım, 2004). HM geliştirirken MÖA'nın yoğun bir düşünme süreci yaşadıkları ve düşünme süreci içinde üç aşamanın öne çıktığı tespit edilmiştir:

1) Araştırma
2) Fikir Üretme
3) Uygulama ve değerlendirme.

Bu aşamalar, yaratıcı düşünme sürecinin bilinen aşamalarına işaret etmektedir. Graham Wallas yaratıcı düşünürlerin röportjları, anketleri ve anılarıyla onların düşünmelerindeki adımları çalışmış ve bireysel farklılıklar olmasına rağmen bu yaratıcı insanların düşünme yollarında bir yinelenen desen olduğunu bulmuştur. Buna göre, yaratıcı düşünme beş aşamada olmaktadır: hazırlık, kuluçka, aydınlanma, değerlendirme ve düzeltme. Hazırlık aşamasında, düşünür problemin gerçekten nasıl olduğunu ortaya koyar ve ilişkili görünen bilgi ve malzemeyi toplar (Morgan, 1986). Erlendsson (1999)' un yaratıcı süreçteki 1. aşaması ise, "arka plan (background) oluşturma"dır ve genellikle geniş kapsamlı okumaları, alanında diğer çalışanlarla konuşmaları, profesyonel toplantılar ve atölye çalışmalarına katılmayı ve çalışılan konu ya da problemin bilgisine iyice yoğunlaşmayı içermektedir. Bu araştırma, bireye problem üzerinde çeşitli bakış açıları sağlar ve bu yeni bir ürün, hizmet ve

iş girişiminin gelişiminde tüm yönlerin bir temel anlayışına ihtiyaç duyan girişimci için özellikle önemlidir.

MÖA'nın HM geliştirme süreci boyunca, kitaplar, internet, gözlemler ve kişilere sorma yollarıyla araştırma yaptıkları tespit edilmiştir. MÖA tarafından araştırılanlar şunlardır:

- Matematik manipülatifleri
- Matematiksel bilgiler
- Gerekli diğer disiplinlerin bilgisi
- Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel öğrenmeleri (kavram imajları, matematikte öğrenmekte zorlandıkları noktalar ve eksik/yanlış öğrenmeleri)
- Ortaöğretim öğrencilerinin algılayışları
- Yapıma yardımcı kişiler

Araştırma yapan MÖA, kitaplarda ve internette aramalar yaparak, çevrelerindeki kişilere sorarak ve gözlem yaparak matematik manipülatiflerini araştırmışlardır. MÖA' nın seçtikleri öğrenme alanı ile ilgili matematiksel alt yapıları yeterli değilse bu öğrenme alanı ile ilgili matematiksel bilgileri de araştırdıkları tespit edilmiştir. MÖA, ortaöğretime yönelik matematik ders kitaplarını, üniversiteye hazırlık/konu anlatımlı test kitaplarını ve üniversite düzeyindeki matematik derslerine ilişkin kitapları incelemişler, internette taramalar yapmışlar ve ortaöğretim matematik öğrenme alanlarının neler olduğunu ve içeriklerini araştırmışlardır. MÖA, HM geliştirirken matematik dışında gerekli olabilecek (fizik, kimya, vb.) disiplinlerin bilgisini de edinmeye çalışmışlardır. Araştırma boyunca elde edilen bilgiler, fikir üretirken fayda sağlamaktadır. İmaj oluşturmanın başarılabilmesi için, matematiksel bilginin somut, tam ve kolaylaştırarak nasıl ifade edilebileceği, bu ifade edişin en az hata ile nasıl sağlanabileceği, öğrencilerin bu ifade edişi nasıl algılayacağı, hangi malzemelerin kullanılması gerektiği, hareketin ne ile ve nasıl sağlanabileceğinin belirlenmesi gereklidir. Bu nedenle matematiksel bilgiler ve manipülatiflerin bilgisi kadar diğer disiplinlerin gerekli olan bilgilerinin de edinilmesi zorunludur. Ayrıca, orataöğretim öğrencilerinin matematiksel öğrenmelerinin bilgisi HM'nin hedefini belirlerken; matematiksel öğrenme alanları ve içeriklerinin bilgisi HM'nin öğrenme alanını seçerken gerekli olmuştur. MÖA, dershane, staj, ders verme ve kendi öğrencilik deneyimlerinden yararlanarak ortaöğretim öğrencilerinin kavram imajlarını, anlama zorluklarını ve öğrenme eksikliklerinin/yanılgılarının neler olduğunu belirlemişlerdir. Bu deneyimleri boyunca adaylar, öğrencilerini gözlemleyerek ve

onlara sorular sorarak matematiksel öğrenmelerini, anlama zorluklarını, yanılgılarını/öğrenme eksikliklerini ve çeşitli matematiksel kavramların imajlarını tespit etmeye çalışmışlardır. MÖA, HM geliştirirken ortaya çıkan tasarımlarının ortaöğretim öğrencileri tarafından algısını kontrol etmek için yaptıkları maket ve çizimlerini göstererek onlara sorular sormuşlardır. Adaylar imaj oluştururken öğrenci algısını dikkate almışlardır.

Morgan (1986) hazırlık aşamasından sonra, düşünürün problemi çözmeye çalışacağını fakat üzerinde saatler ya da günler boyu çalışmasına karşın, çözemeyebileceğini bildirmiştir. Bunun sonucunda, ileride daha fazla başarılı olacağını umarak, bir süre için çözüm aramaktan vazgeçebilir. Böylece kuluçka aşamasına gelmiş olur. Erlendsson (1999)'a göre yeni ve yenilikçi fikirler sık sık kişi ilgisiz bir şeyler yapmakta iken ortaya çıkar (örneğin banyo yapmak, araba kullanmak). Morgan (1986) fikir bulma anında düşünürde bir kavrayış gözleneceğini, kafasında ani ve tümüyle yeni bir fikir doğup, buna düşünürün tepkisinin, "hah! buldum!" şeklinde olacağını bildirmiştir. MÖA' nın bir bilgi alt yapısı oluşturduktan sonra orjinal ve uygulanabilir fikirler bulmak için düşünmeye başladıkları tespit edilmiştir. MÖA, fikir üretme kısmında çok zorlanmışlardır. Bilgi birikimleri iyi olan adayların fikir üretmede daha az zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir. MÖA'nın, fikir üretme kısmında aşağıdaki noktalarda zorlandıkları belirlenmiştir:

- Orjinal fikirler bulma
- Uygulanabilir fikirler bulma
- Fikri geliştirme
- Fikirleri somutlaştırma
- Mevcut süreyi verimli kullanma
- Olumsuz duygularla başa çıkma.

Fikir bulmada zorlanan MÖA, bu durumu geçmiş öğrencilik yaşantılarında kendilerine fikir üretme ve yaratıcı düşünme becerilerinin yeterince kazandırılmamış olmasıyla ilişkilendirmişlerdir. MÖA, fikir üretmek için yoğun olarak düşünmüşlerdir. Adaylar, düşünme sürecini "çok yorucu" olarak değerlendirmişlerdir. Bu süreçte adaylar bir çok olumsuz duygu yaşamışlardır. MÖA, yoğun düşünme sürecinde sıkıntı, üzüntü, sinirlilik, stres, korku, kaygı vb. olumsuz duygular içine girmişlerdir. Korku, doğal bir duygudur, kaynağı bilinir; kaynağı kalkınca korku da ortadan kalkar. Kaygı ise kaynağı bilinmeyen

karmaşık bir duygudur. Bir süre çözülemeyen bir sorun ya da doyurulamayan bir gereksinme yüzünden düşülen geçici kaygı, sorun çözülünce ve gereksinme giderilince kendiliğinden ortadan kalkar. Sinirlilik, insanın iç ve dış etkilere karşı, düşünmeden anında ve hızla, olumuz coşkusal tepkide bulunmasına denir. İnsan sinirliliği süresince durumu irdelemeye değil de hıncını almaya ve durumdan kurtulmaya yöneldiğinden sağlıklı düşünemez. Stres ise insanın iç dengesini ve dış çevreye uyumunu bozmasına yönelik bir duygudur. Ancak stres geçici olduğunda her zaman zararlı olmayabilir. İnsanı bir sorunu çözmeye, bir engeli kaldırmaya, böylece başarıya yönelten stres iyi strestir (Başaran, 2005). Başlangıçta orjinal, uygulanabilir ve geliştirilebilir fikirler bulamayan MÖA'nın, başaramayacakları duygusuna kapıldıkları belirlenmiştir. HM geliştirme sürecinde, olumsuz duygularla başa çıkma ve düşünme sürecini yönetmenin MÖA için bir zorluk oluşturduğu görülmüştür.

Morgan (1986)'a göre değerlendirme aşamasında, düşünürün bulduğu çözüm genellikle işe yaramaz ve düşünür yeniden başlangıç noktasına döner. Bazen de fikir doğrudur fakat birkaç küçük değişiklik ya da ufak tefek problemlerin çözülmesi gerekir. Böylece, "düzeltme aşaması" na ulaşılır (Morgan, 1986). Erlendsson (1999)'a göre başarılı girişimciler uygulanabilir (işe yarar) fikirleri tespit edebilirler ve uygulama becerilerine sahiptirler. Daha da önemlisi geçici engellere rastladıklarında vazgeçmezler. Çoğu kez başarılı olarak kendi en iyi fikirlerini geliştirmeden önce birçok defa başarısız olurlar. MÖA, buldukları fikirlerin çalışıp çalışmayacağını, işe yarayıp yaramayacağını sınamışlar ve buldukları fikirlerin uygulanabilir, orjinal ve geliştirilebilir olmaması nedeniyle çoğu kez başa dönmek zorunda kalmışlardır. MÖA'nın karşılaştıkları problemlere çizimler ve maketler yardımıyla çözümler ürettikleri belirlenmiştir. MÖA, akıl yürütmelerle ve deneme yanılmalarla karşılaştıkları sorunları aşmaya çalışmışlardır. MÖA'nın başa dönmek yerine, mümkün olduğu ölçüde gerekli gördükleri değişiklikleri yaparak düzeltme yoluna gittikleri tespit edilmiştir. Bu süreçte küçük engeller karşısında yılmayarak fikirlerini geliştirmeye çalışan MÖA'nın başarılı oldukları tespit edilmiştir. Ayrıntıları planlamayan ve gerekli düzeltmeleri yapamayan MÖA'nın ise HM'nin yapımında problemlerle karşılaştıkları tespit edilmiştir.

Modelleme: MÖA, HM'yi geliştirirken aşağıdaki öğretim materyali hazırlama ilkelerini dikkate almışlardır:

- Gerçek hayatla ilişkili
- Öğrenci özelliklerine uygun
- Çok örnekli
- İlgi çekici
- Kullanışlı
- Geliştirilebilir
- Yapımı kolay
- Yapımı ekonomik.

Heddens (2005)'e göre manipülatif materyaller öğrencilerin gerçek hayatları ile ilişkili olmalıdır. Örneğin abaküsün kullanımı yerine taşlar, yiyecek malzemeler, teneke kutular, fasülyeler, elmalar, fıstıklar, çubuklar çok daha uygun olacaktır. Seferoğlu (2006)'na göre, bir materyal tasarlarken önce, hedefin "bilişsel", "duyuşsal" veya "psikomotor" alanlarından hangisiyle ilgili olduğu analiz edilir, çünkü buna bağlı olarak farklı seçim ve tasarım ilkelerinin uygulanması gerekebilir. Sonra, öğrenenin özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Bireylerin öğrenmeleri beklenen konuyla ilgili olarak sahip oldukları ön öğrenmeler belirlenir, bireylerin yaşı, güdülenme düzeyleri, tutumları, beklentileri vb. özellikleri, öğrenme stilleri ve zekâ profilleri incelenir. Daha sonra iletilmek istenen mesajın türüne göre mesaj farklı biçimlerde tasarlanarak içerik analizi yapılır. Son olarak, hedefe, içeriğe ve öğrenenin özelliklerine uygun olarak çeşitli formatlar seçilir. Materyal bu ölçütler göz önünde bulundurularak geliştirilir. Fikir üretirken, hedeflenen öğrenci özellikleri MÖA tarafından dikkate alınmıştır. Öğrenciler ortaöğretim öğrencileri olup yaşlarına uygun ilgileri, geçmiş yaşantıları, öğrenme stilleri, bilişsel ve duyuşsal düzeyleri göz önüne alınmıştır. MÖA, fikirlerini geliştirirken, HM'nin birden fazla örnek içermesine, ilgi çekici olmasına, hemen bozulmayacak şekilde sağlam ve tekrar kullanılabilir bir bünyede dizayn edilmesine, zamanla güncellenip geliştirilebilir olmasına ve gerekli düzeltmelerin yapılmasına çalışmışlardır.

HM'nin en uygun malzeme ile en ekonomik şekilde yapılmasına gayret etmişlerdir. Bu ilkelere uygun geliştirilemeyen fikirlerden vazgeçilmiştir.

MÖA, HM'nin hedefi olan matematiksel durum için bir imaj oluştururken aşağıda belirtilen noktalara dikkat etmişlerdir:

- Matematiksel bilgiyi hatasız gösterme
- Fikri tam olarak ifade etme
- Canlandırma
- Matematiksel fikri mantıklı ve kolay hale getirme
- Öğrenci algısını sorgulama (malzeme türü, sıralanışı, hareketi, hareket sırası, vb.)

MÖA HM'nin matematiksel olarak hatalı olmamasına çalışmışlardır. HM'de matematiksel hatalar bulunması yanlış imajlar oluşturabileceği için farkedilecek derecede matematiksel hatalar içeren fikirlerden vazgeçilmiştir. MÖA geliştirecekleri HM'nin matematiksel fikri tam olarak yansıtmsına ve matematiksel durumu öğrencinin zihninde yapılandırmasına dikkat etmişlerdir. Anlatılmak istenen düşünceyi tam olarak ifade edemeyen fikirler öğrenci zihninde karışıklıklara sebep olabileceği düşüncesiyle elenmiştir. MÖA, hareketli imaj oluşturarak matematiksel bilgiyi zihinde canlandırmaya çalışmışlardır. İmaj oluştururken bu imajın öğrencinin anlamadığı kısımları açıklamasına, ezbere bildiklerinin nedenini göstermesine ve uzun kural veya formülleri akılda kalıcı biçimde kolaylaştırmasına çalışılmıştır. HM herhangi bir hata içermese dahi öğrencilerin hatalı algılayabileceği biçimde tasarlanmış olabilir. MÖA, "oran", "yerleşim", "sıralama" ve "kullanılacak materyal türü" açılarından öğrenci algılayışını dikkate alarak imaj oluşturmuşlardır. Öğrenciler tarafından yanlış anlaşılabilecek ya da karışıklığa sebep olabilecek noktalar içeren tasarlamalar oluşturan MÖA, gerekli düzeltmeleri yapmaya çalışmışlardır.

HM'nin yapımında MÖA, elektrik, marangozluk,vb. alanlarda ustalıkları olan kişişlerin yardımına ihtiyaç duymuşlardır. MÖA, kimlerden ne tür yardımlar alacaklarını bildikleri çevrelerde materyallerini yaptırmayı tercih etmişlerdir. Yardım alınan kişiler öncelikle aileden veya yakın çevreden seçilmiştir. MÖA, materyalin yapımında yardım alınabilecek yerlerin bilindik, kişilerin tanıdık kişilerden veya yakın çevrelerinden yardım almaları, yardımcıları kontrol edebilmek ve beraber çalışabilmek ve yapımın ekonomik olması açısından önemli

olmuştur. MÖA'nın HM'nin yapımda bir takım zorluklar yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu zorluklar şunlardır:

- Yapıma yardımcı kişiler bulma
- Yapıma yardımcı kişilere tasarımı tam olarak anlatma
- Belirlenen süre içinde yapımı tamamlama
- Yapımda gerekli malzemeleri temin etme.

MÖA'nın yapım sırasında yaşadıkları zorlukların yapıma yardımcı kişilerden veya planlama hatalarından kaynaklandığı belirlenmiştir. MÖA, yapımda yardımcı olacak kişiler bulmakta zorlanmışlardır. Yapıma yardımcı kişiler bulmakta zorlanan MÖA, bu kişilerin iş yoğunluklarından ve fazla ücret talep etmelerinden dolayı onlarla zorluk yaşamışlardır. MÖA'nın tasarımlarını yapıma yardımcı kişilere aktarmakta zorlandıkları belirlenmiştir. MÖA'nın yapıma yardımcı kişilere HM'nin tasarımını anlatmakta zorlanmasının nedeni, adayların tasarımlarını uygulanabilirlikleri açısından iyi planlayamamaları olabileceği gibi, yardımcı kişilerin tasarımı anlayabilecek matematiksel bilgiye sahip olmamaları veya işin eğitimsel açıdan önemini kavrayamamaları olabilir. MÖA, HM'nin yapımında, yapıma yardımcı kişilerin sözlerinde durmamaları nedeniyle yapımın zamanında tamamlanmasında zorluk yaşamışlardır. MÖA, HM'nin yapımı için gerekli malzemeleri bulmakta zorluk yaşamışlardır. Bu zorluklar genellikle özelleşmiş parçalar gerektiren HM'lerin yapımında ortaya çıkmıştır.

Yapımı tamamlayan MÖA'nın ürün materyallerinde bir takım eksiklikler olduğu ortaya çıkmıştır. Yapımı tamamlayan MÖA' nın ürün materyaldeki eksiklikleri şunlardır:

- Düşünceyi tam olarak yansıtmama
- Kendiliğinden çalışmama (el müdehalesiz)
- Boyut olarak uygun olmama (çok büyük ya da çok küçük olma)
- Hatasız çalışmama
- İlgi çekici olmama.

HM'nin yapımı sırasında yapıma müdahale edemeyen MÖA'nın, geliştirdikleri HM, anlatmak istedikleri düşünceyi tam olarak yansıtamamıştır. Hatalı çalışan ya da hiç çalışmayan HM'lerin bu eksikliklerinin, MÖA'nın yapıma geçmeden önceki planlama aşamalarında düşünemedikleri ayrıntılardan kaynaklandığı belirlenmiştir. HM'nin planlanandan çok büyük ya da çok küçük olması da, planlama sırasında iyi düşünülmeyen ayrıntılardan kaynaklanmakta ya da yapıma yardımcı kişilerin maharetine bağlı olabilmektedir. MÖA, HM'nin bir güç kaynağı sayesinde kendiliğinden çalışabilir şekilde yapılmasına sağlamaya çalışmıştır. Kendiliğinden çalışmanın sağlanamadığı HM'ler genellikle MÖA'nın çok masraflı olabileceği için vazgeçtikleri ya da sürenin bitmesi sebebiyle tamamlanamamış düşüncelerin ürünleri olmuştur. HM'nin ilgi çekiciliğinin az olması MÖA'nın aşırı masraftan kaçınmasının bir bedeli olarak ortaya çıkmıştır.

HM geliştirme sürecinin MÖA'na katkıları: HM geliştirme sürecinin MÖA'na katkıları olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların, süreç başında yapılan görüşmelerden ve yazılı doküman verilerinden elde edilen katkılara yönelik bulguları desteklediği ve genişlettiği görülmüştür. Bu katkılar:

Alana yönelik: HM geliştirme sürecinin, MÖA'nın bu alandaki matematiksel bilgilerinin genişlemesine ve ilgili soruları daha çabuk ve doğru cevaplayabilmelerine katkısı olduğu belirlenmiştir.

Alan eğitimine yönelik: HM geliştirme sürecinin MÖA'na çevredeki matematiksel modelleri fark etme ve matematik öğetiminde kullanma, materyal geliştirmeyi öğrenme ve materyal geliştirmede profesyonelce düşünebilme açılarından katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Düşünme becerilerine yönelik katkılar: HM geliştirme sürecinin, MÖA'nın zihinsel gelişimlerine katkısı olduğu belirlenmiştir. Sürecin, MÖA'a düşünce gücünün gelişmesi, farklı bakış açıları kazanma, hayal gücünün gelişmesi, geniş bir bakış açısı kazanma, özgün düşünceler üretme, sorunlara farklı çözüm yolları bulma yönünden katkıları olduğu düşünülmektedir.

Olumsuz duygulardan kurtulmaya yönelik katkılar: HM geliştirme sürecinin, MÖA'nın materyal geliştirme konusunda öz güven kazanma, ileri matematiksel bilgilerle ilgili somut materyal geliştirilemeyeceği önyargısından kurtulma, bazı konularda fikir üretemeyeceği önyargısından kurtulma konularında katkısı olduğu belirlenmiştir. HM geliştirme sürecinin, MÖA'na öğretmen olarak atandıklarında matematik derslerinde gerektikçe benzer materyaller geliştirebileceklerine olan inançlarına katkısı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca MÖA, süreç bitiminde ürün ortaya koyma gururu, üretmeden keyif alma ve başarma duyusu yaşamışlardır.

Araştırmaya yönelik katkılar: MÖA, HM geliştirme süreci boyunca farklı alanlarda ve konularda araştırma yapma ihtiyacı duymuşlardır. Bu gereksinim onların araştırmayı öğrenmelerine ve geliştirmelerine katkı sağlamıştır.

5.2. Öneriler

Bu bölümde, araştırmanın sonuçları çerçevesinde yaralı olacağı düşünülen önerilere yer verilmektedir:

1. İlköğretim düzeyinde somut model kullanımı yaygın olmasına rağmen somut modeller, ortaöğretim matematik derslerinde çok kullanılmamaktadır. Çoğu matematiksel kavram ve ilişkilerin öğrenilmesinde somut örnekler gereklidir (Cangelosi, 2003). Bu nedenlerle, öğretmen yetiştiren kurumlarda, ortaöğretim matematik derslerine yönelik somut modeller geliştirme ve kullanma konularında daha çok araştırma yapılması önerilebilir.

2. Ortaöğretim düzeyindeki matematiksel kavramlara yönelik hazırlanmış HM'ler, derslerde uygulanarak bu matematiksel kavramların öğrencilerdeki imajlarına etkisini konu alan incelemeler yapılabilir.

3. Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin derslerde HM kullanmasının çeşitli düzeydeki öğrencilerin matematik derslerine olan tutumları ve akademik başarılarına etkisi araştırılabilir.

4. HM'nin ortaöğretim matematik derslerinde nasıl ve hangi amaçlarla kullanılması gerektiğini inceleyen bir araştırma yapılabilir.

5. Bu çalışmayla HM geliştirme sürecinin MÖA'na çeşitli açılardan katkıları olduğu görülmüştür. Daha basit düzeyde benzer çalışmaların ortaöğretim öğrencilerine de yaptırılarak matematiksel bilgilerini kendilerinin oluşturmalarına yardımcı olunabilir.

6. MÖA'nın bildikleri öğretim materyallerinin, öğrencilik yılları boyunca eğitimcilerin yaygın olarak kullandığını gördükleri ve üniversitedeki derslerden edinmiş oldukları bilgilerden gelen öğretim materyalleri olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca dayanılarak, Eğitim Fakültelerindeki

eğitimcilerin derslerinde çeşitli öğretim materyalleri kullanmaları ve alana özel öğretim materyallerinin kulanımını örneklemeleri önerilebilir.

7. Araştırmaya dayanarak, MÖA'nın öğretim materyali geliştirmeyle ilgili teorik bilgilere sahip olsalar da bu bilgileri uygulama becerilerine sahip olmadıkları düşünülmektedir. Bu nedenle, ÖTMG derslerinde MÖA'ndan çeşitli öğretim materyalleri geliştirme çalışmalarına ağırlık verilmesi önerilebilir.

8. MÖA'nın ileride öğretmen olarak görev yaparken ihtiyaç duyabilecekleri herhangi bir matematik öğrenme alanında HM geliştirmeleri gerekebilir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre MÖA'nın HM geliştirebilmeleri için o öğrenme alanında yeterli bilgi birikimine sahip olmaları gerekmektedir. O halde MÖA'nın ortaöğretim matematik programında yer alan bütün matematik öğrenme alanları ile ilgili eksikliklerinin giderilmesi ve yeterli bilgi birikimine ulaşmaları sağlanmalıdır.

9. Bu araştırmanın sonuçlarına göre HM geliştirme sürecinde MÖA, fikir üretme konusunda çok zorlanmışlardır. Bu durumun onların bu güne kadar ki eğitim yaşantıları boyunca yaratıcı düşünme becerilerini yeterince kazanmamış olmalarından kaynaklanıyor olmalıdır. Bu nedenle Eğitim Fakültelerindeki derslerde MÖA'nın aktif katılabilecekleri yaratıcı düşünmeye ve fikir üretmeye yönelik çalışmalara yer verilmesi uygun olur.

10. Ayrıca, MÖA'nın öğretim materyali imajlarının, üniversitedeki modelleme çalışmalarından olumlu yönde etkilendiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda Eğitim Fakültelerinde MÖA'na modelleme çalışmaları yaptırılması MÖA'nın öğretim materyali imajlarını geliştirmeye katkı sağlayacağı düşünülebilir.

11. Araştırmanın sonuçları göstermiştir ki MÖA öğrencilerin üç boyutlu düşünmelerinin geliştirilmesi gerektiğini tespit etmiş ve buna göre hedef belirlemiştir. O halde ortaöğretim matematik derslerinde ve eğitim fakültesindeki derslerde uzay geometrisi ile ilgili derslee ağılık verilmelidir.

KAYNAKÇA

Althouse, R. (1994). Investigating mathematics with young children, New York: Teachers College Press.

Ball, D. L. (1992). Magical hopes: manipulatives and the reform of math Education, American Educator, 16,(2), 4.

Başaran, İ.E. (2005). Eğitim Psikolojisi, Gelişimi, Öğrenme ve Ortam, 6. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım.

Baykul Y. (2002). İlköğretimde Matematik Öğretimi (6-8. sınıflar için), Pegem Yayıncılık.

Blum W., Galbraith P.L, Henn H-W., Niss M. (2007). Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI study. New ICMI Study Series Volume 10.

Cangelosi, J.S. (2003). Teaching Mathematics in Secondary and middel school, An interactive Approach-3 rd edition.

Clements, D.H. (1999). "Concrete" manipulatives, concrete ideas, Contemporay Issues in Early Childhood, 1(1),45-60.

Cain-Caston, M. (1996). Manipulative Queen, Journal of Instructional Psychology, 23, pp. 270-274.

Çilenti, K. (1991). Eğitim teknolojisi ve öğretim, Ankara.

Edgar Dale (1969)' nin yaşantı konisi.
Web:http://egitek.meb.gov.tr/uretim/theOther/MAteryalTasarimIlkeler.ppt adresinden 20 Ocak 2010'da alınmıştır.

Driscoll, M. J. (1983). Research within Reach; Elemantery School Mathematics and Reading, CEMREL, Inc ., St, Luis.

Ehi Aburime, F. (2007). How Manipulatives Affect the Mathematics Achievement of Students in Nigerian Schools, Educational Research Quarterly, Vol. 31.1.

Eisenberg M., DiBiase J. (1995). Mathematical Manipulatives as Designed Artifacts: the Cognitive, Affective, and Technological Dimensions, Department of Computer Science, Institute of Cognitive Science, and Center for Life Long Leanring and Design University of Colorado, Boulder CO USA 80309-0430.

Erlendsson, J. (1999). The Role of Creativity, University of Iceland. Web:http://notendur.hi.is/joner/eaps/cq_cr04.htm adresinden 25 Ocak 2010'da alınmıştır.

Fer, S. (2009). Öğretim Tasarımı. Anı yayıncılık.

Hancock, B. (1998, updated 2002), Trent Focus for Research and Development in Primary Health Care An Introduction to Qualitative Research, Produced by: Trent Focus Group. Web:http://classes.uleth.ca/200502/mgt2700a/Articles/Qualitative%20Research.pdf adresinden 7 Temmuz 2007'de alınmıştır.

Heddens, J. W.(2005). Improving Mathematics Teaching by Using Manipulatives. http://www.fed.cuhk.edu.hk/~fllee/mathfor/edumath/9706/13hedden.html adresinden 1 Ocak 2009 tarihinde alınmıştır.

Holloway, I. (1997), Basic Concepts For Qualitative Research, Blackwell Science.

Kamii, C., Lewis, Barbara A., Kirkland, L. (2001). Manipulatives: when are they useful? Journal of Mathematical Behavior, 20, 21–31.

Kelly, C.A. (2006), Using Manipulatives in Mathematical Problem Solving: A Performance Based Analysis, The Montana Mathematics Enthusiast, ISSN 1551-3440, Vol. 3, no.2, pp. 184-193, The Montana Council of Teachers of Mathematics.

Kennedy, L.M. Tipps, S. (1994). Guiding Children Learning of Mathematics, 7th ed. Belmont, CA: Wadsworth.

Long C.T (2003). DeTemple D.W., Mathematical reasoning for elementary teachers, third edition.

Kaput, J., J. (1995). Overcaming Physicality and the Eternal Present: Cybernetic Manipulatives; R. Sutherland, j. Mason, Exploiting mental imagery with computers in Mathematics Education, Nato Ası, series F:computer and systems sciences, vol.138.

MEB (2005). T.C Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı Matematik Dersi Öğretim Programı ve Klavuzu (9-12. Sınıflar), MEB Basımevi.

Morgan, C.T. (1986). Introduction to psychology, McGRAW-hill Internatıonal Editions.

Moyer, P.S. (2001). Educational Studies in Mathematics, 47:175-197.

Moyer, P.S., Bolyard, J.J., Spikell M.A. (2001).Virtual Manipulatives in the K-12 Classroom, Proceeding of the International Conference on New Ideas in Mathematics Education (Palm Cove, Queesland, Australia, August 19-24).

Pandit, N. R. (1996), The Creation of Theory:A Recent Application of the Grounded Theory Method, The Qualitative Report, Volume 2, Number 4, December, Web: http://www.nova.edu/ssss/QR/QR2-4/pandit.html adresinden 3 Temmuz 2009'da alınmıştır.

Patton, M. Q. (2002). Qualitative Research&Evaluation Methods, third edition.

Presmeg, N. (1986a). Visualization in high-school mathematics. For the Learning of Mathematics, **6** (3), 42-46

Presmeg, N. (1986b). Visualization and mathematical giftedness. Educational Studies in Mathematics, **17** (3), 297-311

Raphael and Wahlsrom (1989). The infuluence of instructional aids on mathematics achievement, Journal for Research in Mathematics Education 20 (2),173-190.

Reynolds A., Anderson R.H. (1992). Selecting and developing Media For Instruction, third edition,Van Nostrand Reinhold.

Seferoğlu, S. S., Akbıyık C.(2006). Eleştirel Düşünme ve Öğretimi H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi (H.U. Journal of Education). 30, 193-200

Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. Educational Researcher, 15(2), 4-14.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of The New Reform. Harvard Educational Review, 57(1), 1-22.

Sowell, E. J. (1989). Effects of Manipulative Materials in Mathematics Instruction, Journal for Research in Mathematics Education, 20 (5), 498-505.

Stein, M. K. and Bovalino, J. W. (2001). Manipulatives: One Piece of the Puzzle. Mathematics Teaching in the Middle School, 6, 6, 356-60.

Strauss A., Corbin J. (1998). Basics of Qualitative Research, Sage Publications İnternational Educational and Professional Publisher, London New Delhi.

Suydam, M. (1986). Manipulative Materials and Achievement, Aritmethic Teacher 33 (6),10,32.

Tall, D. (1991). Advanced Mathematical Thinking, Kluwer Academic Publishers.

Uşun, S. (2006). Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı, Nobel yayın dağıtım.

Uttal, D.H., Deloache, J. S., Scudder, K.V. (1997). Manipulatives as Symbols: A New Perspective on the Use of Concrete Objects to Teach Mathematics, Journal of Applied Developmental Psychology, 18, 37-54.

Vural, B. (2003), Eğitim–Öğretimde Teknoloji ve Materyal Kullanımı, Hayat Yayıncılık.

Yıldırım , A. (2006). Nitel Araştırma Yöntemleri, Seçkin Yayıncılık.

Zimmerman, W. and Cunningham, S. (1991), 'Editor's Introduction: What is Mathematical Visualization? In W. Zimmerman and S. Cunningham (eds.), Visualization in Teaching and Learning Mathematics, Mathematical Association of America, MAA Notes Series, 1 - 8.

EKLER:

EK 1: Görüşme Soruları

EK 2: HM Geliştirirken Yaşanan Zorluklar Tablosu

EK 3: HM Geliştirme Sürecinin MÖA'na Katkıları Tablosu

EK 4: MÖA'nın HM Geliştirme Sürecine Yönelik Öneriler tablosu

EK 1: GÖRÜŞME SORULARI

1. Görüşme Soruları

1) "Öğretim materyali"nin sizde nasıl bir imajı oluştuğunu düşünüyorsunuz?

2) Matematik derslerinde kullanılabilecek öğretim materyalleri neler olabilir?

3) Matematik dersleri için bir öğretim materyali geliştirirken nelere dikkat etmek gerekir?

4) Sizce bir matematiksel model nedir?

5) Ortaöğretim matematik derslerinde kullanılan somut modeller biliyor musunuz? Nelerdir?

6) Şu anda öğretmen olarak atanmış olsanız derslerinizde ne tür öğretim materyalleri kullanırsınız? Neden?

7) Matematik öğretiminde hareketli modeller kullanımı hakkında neler düşünüyorsunuz?

8) Hareketli somut model tasarlamanın matematik öğretmen adaylarına katkıları var mıdır? Nelerdir?

2. Görüşme Soruları

1.) Hangi matematiksel kavramı modelleyeceğinize nasıl karar verdiniz?

-Araştırma yaptınız mı? Yaptıysanız neleri, nasıl araştırdınız?

-Neler buldunuz? Araştırma bulgularını nasıl kullandınız?

2.) İlk aklınıza gelen fikirler nelerdi? Bunları nasıl değerlendiriyorsunuz?

3.) Düşünme ve fikir üretme sürecinde zorluklar yaşadınız mı? Yaşadıysanız bu zorluklar nelerdir?

-Bu zorlukların neden kaynaklandığını düşünüyorsunuz?

-Bu zorlukları aşmak için neler yaptınız?

-Zorlukları aşmayı başarabildiniz mi? Başardıysanız nasıl? Başaramadıysanız neden?

4.) HM geliştirme genel sürecinin "fikir üretme" konusunda size katkıları olduğunu düşünüyor musunuz? Nelerdir?

5.) Süreç boyunca ne tür duygular yaşadınız?

6.) HM'yi nasıl geliştirdiniz? HM'yi geliştirirken nelere dikkate ettiniz?

7.) Bu süreçte size tanınan zamanı nasıl değerlendiriyorsunuz?

-Sürenin sınırlı olması sizi nasıl etkiledi?

8.) Aklınıza gelen başka fikirler var mıydı? Varsa bunlardan neden vazgeçtiniz?

9.) Materyali yaptırabilmek için kimlerden ve nerelerden yardım aldınız?

10.) Materyalin yapımında zorluklar yaşadınız mı? Yaşadıysanız nelerdir?

-Bu zorlukların neden kaynaklandığını düşünüyorsunuz?

-Bu zorlukları aşmak için neler yaptınız?

-Zorlukları aşmayı başarabildiniz mi? Başardıysanız nasıl? Başaramadıysanız neden?

11.) Yapımını tamamladığınız HM'de eksik gördüğünüz noktalar var mı? Varsa nelerdir?

-Bu eksiklerin neden kaynaklandığını düşünüyorsunuz?

12.) Sizden sonra ÖTMG dersini alacak öğretmen adaylarına materyal geliştirme süreci için önerileriniz var mı ? Varsa nelerdir?

3. Görüşme Soruları

1.) HM'nin öğrenme alanını nasıl seçtiniz? (HM'nin öğrenme alanını seçerken nelere dikkat ettiniz?)

2.) Bu öğrenme alanı ile ilgili bilgi birikiminiz nasıldır? (Konuyla ilgili nasıl bir teorik alt yapınız var?)

3.) Matematiksel kavramları modellerken hangi matematiksel bilgiyi kullanacağınıza nasıl karar verdiniz? (Bir kavramı mı anlatıyor, bir problemi mi çözüyor, bir yanılgıyı mı gideriyor bir eksikliği mi tamamlıyor?)

4.) İmajı nasıl oluşturdunuz? Nelere dikkat ettiniz?

5.) İmajı verecek somut materyali nasıl tasarladınız? Nelere dikkat ettiniz?

6.) Modelleme işinin matematiksel açıdan size bir katkısı olduğunu düşünüyor musunuz? Olduysa nelerdir?

EK 2: HM Geliştirirken Yaşanan Zorluklar

Düşünme sürecindeki Zorluklar
• Orijinal fikirler bulma zorluğu • Fikri geliştirme zorluğu • Fikirleri somutlaştırma zorluğu • Uygulanabilir fikirler bulma zorluğu • Olumsuz duygularla başa çıkma zorluğu • Süreyi verimli kullanma zorluğu
Yapımdaki Zorluklar
• Gerekli malzemeleri edinme zorluğu • Tasarımı tam olarak anlatma zorluğu • Yapıma yardımcı kişiler bulma zorluğu • Belirlenen süre içinde tamamlama zorluğu

EK 3: HM Geliştirme Sürecinin MÖA'na Katkıları Tablosu

AlanaYönelik
• Matematiksel olarak bilmediği yeni şeyler öğrenme • Öğrenme alanı ile ilgili soruları işleme başvurmadan (zihinden) cevaplama • Kavramlarla ilgili doğru genellemeler yapama • Araştırma esnasında çeşitli yeni bilgiler edinme
Alan Eğitimine Yönelik
• Çevredeki matematiksel modelleri fark etme • Matematik ile gerçek hayatı ilişkilendirme • Öğrenci gözüyle bakabilme • Kavramları doğru yapılandırmayı öğrenme • Süreçte dikkat edilecek noktaları öğrenme (Materyal tasarlama ve geliştirmede profesyonelce düşünebilme) • Araştırma esnasında çeşitli ve yeni bilgiler edinme
Düşünme Becerilerine Yönelik Katkılar:
• Düşünce gücünün gelişmesi • Farklı bakış açıları kazanma • Hayal gücünün gelişmesi • Geniş bir bakış açısı kazanma • Özgün düşünceler üretme • Fikri geliştirebilme • Sorunlara farklı çözüm yolları bulma
Olumlu Duygulara Yönelik Katkılar

- Materyal gelştirme konusunda öz güven kazanma
- Matematikle ilgili HM yapılamayacağı önyargısından kurtulma
- Bazı matematik öğrenme alanlarında HM yapılamayacağı önyargısından kurtulma
- Bazı konularda fikir üretemeyeceği önyargısından kurtulma (Çeşitli konularda da düşünceler üretebileceğine inanma)
- Ürün ortaya koyma gururu
- Üretmeden keyif alma, başarma duyusu

Araştırmaya Yönelik Katkılar

- Araştırmayı öğrenme, geliştirme

EK 4: MÖA'nın HM Geliştirme Sürecine Yönelik Öneriler Tablosu

Düşünme sürecine yönelik öneriler
Uygulanabilir fikirleri geliştirmek
Başlangıçta panik yapmamak
Özgün düşünmek
Araştırma yapmak, sergiyi gezmek, gözlem yapmak
Vazgeçmemek, Sabırlı Olmak
Moral Bozmamak, başarıya odaklanmak
Pahalı modeller yapmamak
Stresten uzak kalmak
Fikir kısmına çok zaman ayırmak
HM'nin yapımına yönelik öneriler
Yardım almak
Yardımcı kişileri kontrol etmek
Yapımda müdehale etmek
Yardımcı kişilere fikri iyi aktarmak
Yardımcı kişilerle çok önceden anlaşmak