BAZI MATEMATİKSEL KAVRAMLARIN İMAJLARININ HAREKETLENDİRİLMESİNİN İNCELENMESİ

SULTAN AYDOĞMUŞ

DOKTORA TEZİ

ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ

ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARALIK, 2015

TELİF HAKKI ve TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren .....(….) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Sultan

Soyadı : AYDOĞMUŞ

Bölümü : Matematik Öğretmenliği

İmza :

Teslim tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Bazı Matematiksel Kavramların İmajlarının Hareketlendirilmesinin İncelenmesi

İngilizce Ad : An Investigation of Certain Animated Mathematical Concept Images

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı : Sultan AYDOĞMUŞ
İmza : ……..

Jüri Onay Sayfası

Sultan AYDOĞMUŞ tarafından hazırlanan "Bazı Matematiksel Kavramların İmajlarının Hareketlendirilmesinin İncelenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ARIKAN
(OFMAE Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi) ……

Başkan: Safure Bulut
(OFMAE Dalı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi) ……

Üye: Prof. Dr. Ziya ARGÜN
(OFMAE Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi) ……

Üye: Prof. Dr. M. Fatih TAŞAR
(İlköğretim Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi) ……

Üye: Prof. Dr. Sait HALICIOĞLU
(Fen Fakültesi Matematik Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi) ……

Tez Savunma Tarihi: 31 / 12 / 2015

Bu tezin Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Tahir ATICI ……

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans'tan sonra öğretmen olarak başka bir şehre gittiğimde hep doktoraya devam etme isteği içimdeydi ancak her başvuru döneminde ya son gün gördüm, ya da başvuru bittikten sonra. Özellikle takip ettiğim dönemlerde ise ne yazık ki başvuru ilanı verilmedi. Her zaman her şey olması gereken zaman da gerçekleşiyor. Yeter ki vazgeçmeyelim… Sonun da bir sabah kendimi sonuçlara bakarken buldum ve istediğim gerçekleşmişti. Yine öğrenciydim… Doktoraya başladığım günden beri çok şey öğrendim. Öncelikle imkânsız gibi düşündüğüm şeyleri yapabildiğimi, sabrın ve vazgeçmemenin insanı isteklerine kavuşturduğunu, zamanı gelmeden hiçbir şeyin olmadığını vs. saymakla bitmez. Bu tezi yazarken öğrendim ki hiç birinin diğeri ile alakası olmadığını düşündüğümüz birçok şeyin bir bütünün parçaları olabileceğini, zor olanın imkânsız olmadığını ve vaz geçmezsem ben olabileceğimi. Bu öğrendiklerimde elbette ki katkısı olanlardan biri Danışmanım Prof. Dr. Ahmet ARIKAN'dır. Size müteşekkirim hocam. Lisans döneminden beri çok şey öğrendim sizden. Hem derslerinizi aldığım zamanlardaki hem de bu tez hazırlama döneminde yardımlarınızı ve yönlendirmelerinizi unutamam. Özellikle çok severek çalıştığım bu araştırma konusunu benimle paylaştığınız için ne diyebilirim bilemiyorum. Biraz zor ve uzun oldu ama bitti hocam.

Hocam Prof. Dr. Ziya ARGÜN, size de müteşekkirim. Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora... Tüm eğitim hayatımın illaki bir kısmında sizinle karşılaştım ve sizden çok şey öğrendim. Ama en çok tez önerisini sunduğumda sorduğunuz bir soruyu asla unutamam. Öğrendim ki bir şey yapacaksak öyle düşünmeden ben yaparım demeyecekmişiz:) her şey için teşekkürler hocam… Prof. Dr. M. Fatih TAŞAR hocam, ilk olarak yeterlilik sınavında farklı bakış açınızla tanıdım sizi. Sonrasında ise tez izleme komitesindeydiniz. Tezime yaptığınız katkılardan dolayı size de çok teşekkürler…

Araştırmamım sevgili katılımcıları, isminizi burada yazamıyorum ama sizler benim için çok kıymetlisiniz. Tam 11 hafta benim yanımdaydınız. Bu tez için değerli vakitlerinizi benimle paylaştınız ve gerçekten büyük fedakârlık yaptınız. Bu tezde sizlerin büyük emeği var ve bunu asla unutamam. Müteşekkirim sizlere… Ayrıca o dönem de çalıştığım lisedeki sevgili öğrencilerim sizleri de unutmuyorum, sizlerin de bana ayırdığı vakitleriniz ve tezim için katkılarınızdan dolayı teşekkürler.

Burada isimlerini sayamayacağım arkadaşlarım her biriniz zaman zaman doğrudan teze katkılarda bulunduğunuz gibi vazgeçmeyi düşündüğümde yapabilirsin dediniz. Sizlere de kucak dolusu sevgiler…

Sevgili ailem; annem Serengül, babam Ahmet, kardeşlerim Selver, Halil, Fatma, Tahir, hayatımın mutluluk kaynakları yeğenlerim Eray, Mustafa, Özge, Azra, Ela, Eda, Dilara, Görkem iyi ki varsınız, sizi seviyorum ve her zaman yanımda olduğunuz için çok teşekkürler… Ayrıca her sıkıntılı anımda küçücük elleri ile destek olan Fatih'im sana da teşekkürler…

Sultan AYDOĞMUŞ

BAZI MATEMATİKSEL KAVRAMLARIN İMAJLARININ HAREKETLENDİRİLMESİNİN İNCELENMESİ

(Doktora Tezi)

Sultan AYDOĞMUŞ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aralık 2015

ÖZ

Bu araştırmanın amacı animasyonlar kullanılarak oluşturulan hareketli kavram imajlarının(var olan ya da ilk defa oluşacak kavramlarda) bireylere etkisini belirlemektir. Nitel araştırma desenlerinden durum çalışması bu araştırmada araştırma deseni olarak seçilmiştir. Araştırmanın katılımcıları Ankara'da bir devlet üniversitesinin Eğitim Bilimleri Enstitüsünde OFMAE Bölümü, Matematik Öğretmenliği alanında yüksek lisans ve doktora eğitimine bir doktora öğrencisi ve iki yüksek lisans öğrencisidir. Veriler on haftalık bir süreçte ve kalıcılığın araştırılabilmesi için son görüşmeden 3 ay sonra yapılan bir görüşme ile toplanmıştır. Veriler; gözlem, soru formu (öğrencilerin sorulara verdiği yazılı cevaplar ve problem çözümlerini içeren yazılı dokümanlar) ve görüşmeler aracılığı ile toplanmıştır. Veriler nitel veri analizi yaklaşımlarından biri olan "içerik analizi"nden faydalanılarak yapılmıştır. İçerik analizi yapılırken gömülü teori tekniklerinden "açık kodlama, eksensel kodlama ve seçici kodlama"'dan faydalanılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlarından bazıları; Kavram imajlarının (ilk kez öğrenilen) hareketli imaj olarak beyinde oluşabildiği ortaya çıkmıştır. Hareketli imajın beyinde oluşma süreci animasyona odaklanma, kavramı belirleme (animasyonun tamamını inceleme), detayları belirleme (genelden – özele doğru) ve animasyonu hareketlendirmedir. Katılımcıların hareketli imaj ile problem çözebildikleri ortaya çıkmıştır. Hareketli kavram imajı ile problem çözme sürecinde karşılaşılan zorluklar; Animasyonun karmaşıklığı, Eski alışkanlıklara bağımlılık (problem çözme

alışkanlıklarının çelişmesi), Sürekliliği sağlayamama, Uzun çalışma süresi (beynin yorulması), Zihinden yapılan iş miktarının artması, Odaklanamama, Ön Çalışma Yapmamanın Etkisi'dir. Hareketli kavram imajı ile çalışma süreci sonrasında katılımcıların hareketli kavram imajı yaklaşımını benimsedikleri ve günlük hayatlarında kullandıkları belirlenmiştir.

Bilim Kodu :
Anahtar Kelimeler : Hareketli kavram imajı, Durgun kavram imajı, Problem çözme, Hareketli kavram imajı oluşturma, Hareketli kavram imajı ile problem çözme, Animasyon
Sayfa Adedi : 389
Danışman : Prof. Dr. Ahmet ARIKAN

AN INVESTIGATION OF CERTAIN ANIMATED MATHEMATICAL CONCEPT IMAGES

(PhD Thesis)

Sultan AYDOĞMUŞ

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCE

December 2015

ABSTRACT

The aim of the present study is to determine the impact of the "animated concept images created by mathematical animations" to individuals. Case study approach is used as the research design and the participants were two master students and a PhD student. Data were collected through observations, questionnaire forms and interviews in a ten-week process and an interview has been carried out three months later in order to search the permanence of the participate. Data were analyzed by "content analysis" method which is one of the qualitative data analysis approaches using grounded theory techniques. As a result of the analysis, it has been found out that the concept images (the ones learned for the first time) could be formed as animated images in the mind. The steps of forming animated images in the brain are focusing animation, determining the concept (examining the whole of the animation), determining the details (from general to specific cases) and animating the image. It has also been found out that the participants could solve problems by animated images in the brain. The appeared difficulties during the process of solving problems by animated images are complexity of animation, addiction to old habits, being unsuccessful to provide continuity, long study hours, increasing in the amount of work done in the brain, living difficulties to focus on and being unable to do preparatory study. After establishing the animated concept images in the process, it has been observed that the participants adopted animated concept images and used them in studying mathematics and their daily life.

Science Code :
Key Words : Animated concept image, static concept image, problem solving, forming animated concept image, problem solving by animated concept image, animation
Page Number : 389
Superviser : Prof. Dr. Ahmet ARIKAN

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI ve TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU ..... **i**

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI ..... **ii**

Jüri Onay Sayfası ..... **iii**

TEŞEKKÜR ..... **iv**

ÖZ ..... **vi**

ABSTRACT ..... **viii**

İÇİNDEKİLER ..... **x**

TABLOLAR LİSTESİ ..... **xvi**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xvii**

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ ..... **xxiii**

1.BÖLÜM **1**

GİRİŞ **1**

1.1. Problem Durumu **1**

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi **6**

BÖLÜM 2 ..... **13**

KAVRAMSAL ÇERÇEVE **13**

2.1.1. Kavram İmajı **15**

2.2. Bilişsel Kuramlar **20**

2.2.1. Bilgiyi İşleme Kuramı **21**

2.3. Bilişsel Yük **28**

2.4. Beynin Yapısı **30**

2.5. Animasyon **32**

2.6. İlgili Çalışmalar 34

2.6.1. Kavram İmajı ile Çalışmalar 34

2.6.2. Animasyon ile İlgili Yapılan Çalışmalar 45

2.6.3. Bilgiyi İşleme Kuramı ile İlgili Çalışmalar 50

BÖLÜM 3 53

YÖNTEM 53

3.1. Araştırmanın Deseni 53

3.2. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği 55

3.3. Araştırmanın Katılımcıları 56

3.4. Veri Toplama Teknikleri 57

3.4.1. Verilerin Toplanma Süreci 59

3.4.1.1. Araştırmada Kullanılan Animasyonlar 59

3.4.1.2. Araştırmada Kullanılan Kavramlar ve Seçilme Sebepleri 60

3.4.1.3. Görüşmeler 61

3.4.1.3.1. Araştırmanın Birinci Bölümü 61

3.4.1.3.2. Araştırmanın İkinci Bölümü 64

3.4.1.3.3. Genel Görüşmeler 69

3.5. Verilerin Analizi 69

3.5.1. Veri Toplama Sürecinde Yapılan Çalışmalar ve Ses Kayıtlarının Yazımı 69

3.5.2. Veri Analizi Yaklaşımı ve Verilerin Analiz Edilme Süreci 70

BÖLÜM 4 73

BULGULAR ve YORUM 73

4.1. Hareketli Kavram İmajı (HKİ) Oluşma Süreci 73

4.1.1. Katılımcıların Çalışma Öncesinde Var Olan Kavram İmajları, Bunların Süreçte Değişimi ve Hareketli Kavram İmajının Kabullenilmesi 74

4.1.1.1. Katılımcıların Çalışma Öncesinde Var Olan Kavram İmajları 74

4.1.1.2. Kavram İmajları ile İlgili Yapılan Çalışmalar ve Süreçte Değişimi 82

4.1.1.2.1. Limit 82

4.1.1.2.2. Türev 87

4.1.1.2.3. Toplama – Bölme 90

4.1.1.2.4. Açı 94

4.1.1.2.5. Karenin Simetri Grubu 95

4.1.1.3. HKİ'nin Kabullenme Durumları 99

4.1.1.4. HKİ Oluşturma ve Kalıcılığı 109

4.1.1.4.1. HKİ Oluşturma 109

4.1.1.4.2. HKİ'nin Kalıcılığı 119

4.1.2. HKİ'nin Oluşum Süreci 122

4.1.2.1. Dikkat 122

4.1.2.2. Algı 130

4.1.2.3. Tekrar (İzleme Sayısı) 135

4.1.2.3.1. HKİ Oluşturma ve Animasyon İzleme Sayısı Arasındaki İlişki 148

4.1.2.3.2. Animasyonu İzleme Şekli 153

4.1.2.4. Kodlama 159

4.1.2.5. Geri Getirme 168

4.1.2.5.1. HKİ'nin Değişimi 168

4.1.3. HKİ Oluşum Sürecinde HKİ'ye İlişkin Çeşitli Özellikler 191

4.1.3.1.Görüntünün (Hareketli İmajın) Oluşma Yeri 192

4.1.3.2. Animasyonu Çeşitli Durumlara Göre Yeniden İzleyebilme ve İstemli Değişiklik Yapabilme 201

4.1.3.3. Animasyonun İçinde Olma 217

4.1.3.3.1. Animasyonun İçinde Olmanın Kavramı Anlamaya Etkisi 232

4.2. Hareketli Kavram İmajını Karenin Simetri Grubu ile İlgili Problem Çözme Sürecine Etkisi 239

4.2.1. HKİ ile Problem Çözebilme 239

4.2.1.1. Katılımcıların Problem Çözme Yaklaşımları ve Bu Yaklaşımların Süreçte Değişimi 239

4.2.1.1.1. Katılımcıların Problem Çözme Yaklaşımları....241

4.2.1.1.2. PÇY'nin Süreçteki Değişimi.....244

4.2.1.2. PÇY' de HKİ Kullanımı 253

4.2.1.2.1. HKİ Kullanmama 253

4.2.1.2.2. Problem Çözme Sürecinde Hareket Olma Durumu 256

4.2.1.3. HKİ'nin Problem Çözümlerinde Kullanılması ve Kalıcılık 258

4.2.1.3.1. HKİ Kullanarak Problem Çözebilme.....259

4.2.1.3.2. Kalıcılık 286

4.2.2. Problem Çözme Sürecinde Karşılaşılan Zorluklar.....311

4.2.2.1. Animasyonun Karmaşıklığı.....311

4.2.2.2. PÇS ile İlgili Eski Alışkanlıklara Bağımlılık.....315

4.2.2.3. Zihinsel İşlemlerde Sürekliliği Sağlayamama.....317

4.2.2.4. Uzun Çalışma Süresi (Beynin Yorulması).....318

4.2.2.5. Zihinden Yapılan İş Miktarının Artması.....319

4.2.2.6. Odaklanamama *321*

4.2.2.7. PÇS'de Ön Çalışma Yapmamanın Etkisi *322*

4.3. Katılımcıların Hareketli Kavram İmajını Kendi Yaşantılarında Kullanmaları ile İlgili Görüşleri **324**

BÖLÜM V **337**

SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER **337**

5.1. Sonuç ve Tartışma **337**

5.1.1. Hareketli Kavram Oluşma Süreci İle İlgili Sonuçlar **338**

5.1.1.1. Kavramların Var Olan Durumları ve Süreçte Değişimleri *338*

5.1.1.2. Hareketli Kavram İmajının Oluşum Süreci *340*

5.1.1.3. Hareketli Kavram İmajının Oluşum Sürecinde Çeşitli Özellikler *342*

5.1.2. HKİ'nin Karenin Simetri Grubu ile İlgili Problem Çözme Sürecine Etkileri ve Katılımcıların HKİ'yi Kendi Yaşantılarında Kullanmaları ile İlgili Sonuçlar **346**

5.1.3. Elde Edilen Diğer Sonuçlar **351**

5.2. Eğitimcilere ve Araştırmacılara Öneriler **353**

KAYNAKLAR **357**

EKLER **369**

Ek-1. Yoğunlaşma seviyesinin artırılması hakkında görüşme soruları **370**

Ek-2. Görüntü Transferi İle İlgili Sorular **371**

Ek-3. Kavramlar (Durgun resim-Hareketli Animasyon) **372**

Ek-4. Dördüncü görüşme için soru formu **374**

Ek-5. Altıncı görüşme için soru formu **375**

Ek-6. Dokuzuncu görüşme için soru formu **376**

Ek-7. Birinci genel görüşme için soru formu **377**

Ek-8. Kodlama Örneği.....379

Ek-9. Kategori ve alt kategorileri 380

Ek-10. Soru formlarındaki sırası ile K1, K2 ve K3'e ait kavram imajı tanımlamalarına örnekler 381

Ek-11. Katılımcıların Kavram İmajlarının Tablosu 384

Ek-12. Dokuzuncu görüşmede kullanılan sorular 389

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Araştırmada Çalışılan Kavram İmajlarının İlk ve Son Durumları 99
Tablo 2. Katılımcıların Animasyonları İzleme Sayıları.....138
Tablo 3. 1. Animasyonda Katılımcıların HKİ'yi İzleme Sayısı 140
Tablo 4. 2. Animasyonda Katılımcıların HKİ'yi İzleme Sayısı 140
Tablo 5. Katılımcıların Animasyonları İzleme Sayıları.....141
Tablo 6. Katılımcıların Animasyonları İzleme Sayıları.....142
Tablo 7. Katılımcıların Animasyonları İzleme Sayıları.....144
Tablo 8. Kavram İmajı ve Animasyon İzleme Sayısı Arasındaki İlişki 153
Tablo 9. Animasyonları Transfer Ederken İzleme Şekli ile Animasyon Türü Arasındaki İlişki 159
Tablo 10. Animasyonun Zihne Aktarılma Stratejisi 168
Tablo 11. Animasyonun Zihinde Görüldüğü Yer 192
Tablo 12. 1.ve 2. Animasyonların Zihinde Görüldüğü Yer.....193
Tablo 13. Animasyonun Zihinde Görüldüğü Yer 200
Tablo 14. Katılımcıların Animasyonun Çeşitli Durumlarda İzlemelerine İlişkin Görüşleri 213
Tablo 15. Katılımcıların Animasyonun İçinde Olma Tanımları.....223
Tablo 16. Problem Çözme Sürecinde Harekete Engel Olan Durumlar 256
Tablo 17. Problem Çözme Sürecinde Hareket Olma Durumları 258
Tablo 18. Katılımcılar ve Alternatif Üretme Sayıları 272
Tablo 19. Katılımcılar ve Alternatif Üretme Sayıları 283
Tablo 20. Kalıcılığa İlişkin Olumlu ve Olumsuz Yönler.....310

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Kavramın oluşum süreci 17

Şekil 2.Formal tanımın bilişsel gelişimi 17

Şekil 3. Tanım ile imaj arasındaki olması beklenen bağlantı 18

Şekil 4. Tamamen formal öğretim 19

Şekil 5. Sezgisel düşünce ile öğretim 19

Şekil 6. Sezgisel yaklaşım 20

Şekil 7. Bilgiyi işlemine kuramına göre bilginin akışının genel olarak kavramsallaştırılması 22

Şekil 8. Beyin lobları 31

Şekil 9. Limit animasyonuna ait görüntüler 62

Şekil 10. Türev animasyonuna ait görüntüler 63

Şekil 11. Bölme animasyonu görüntüsü 64

Şekil 12. Toplama animasyonu görüntüleri 64

Şekil 13. Ters açı ile ilgili animasyon görüntüleri 65

Şekil 14. Yöndeş açı ile ilgili animasyon görüntüsü 65

Şekil 15. Çalışmada kullanılan bir soruya ait görüntü 66

Şekil 16. Karenin dönme ve simetrileri 67

Şekil 17. Animasyona ait görüntüler 68

Şekil 18. K1'in soru formundan bir kesit 75

Şekil 19. K2'nin soru formundan bir kesit 75

Şekil 20. K3'ün soru formundan bir kesit 75

Şekil 21. Durgun ve hareketli kavram imajı tanımlarına ilişkin eksensel kodlama.....76
Şekil 22. K1'in soru formundaki limit gösterimi.....78
Şekil 23. K1'in soru formundaki dizi gösterimi 79
Şekil 24. K2'nin soru formundaki teğet gösterimi.....79
Şekil 25. K2'nin soru formundaki açı gösterimi.....79
Şekil 26. K2'nin soru formundaki silindir gösterimi 79
Şekil 27. K2'nin soru formundaki çevre gösterimi.....80
Şekil 28. K2'nin soru formundaki hacim gösterimi.....80
Şekil 29. K2'nin soru formundaki bölme gösterimi 80
Şekil 30. K2'nin soru formundaki küre gösterimi 80
Şekil 31. K3'ün soru formundaki türev gösterimi 81
Şekil 32. K3'ün soru formundaki limit gösterimi.....81
Şekil 33. K3'ün soru formundaki toplama gösterimi.....81
Şekil 34. K2'nin limite dair kavram imajı 83
Şekil 35. K3'ün limite dair kavram imajı 83
Şekil 36. K1, K2 ve K3'ün toplamaya ilişkin kavram imajları 90
Şekil 37. K1, K2 ve K3'ün bölmeye ilişkin kavram imajları 91
Şekil 38. K1'in toplamaya ilişkin düşünceleri.....93
Şekil 39. K1, K2 ve K3'ün açıya ilişkin kavram imajları.....94
Şekil 40. K1'in permütasyon kavramına ilişkin görüşü.....96
Şekil 41. K2'nin permütasyon kavramına ilişkin görüşü.....96
Şekil 42. K3'ün permütasyon kavramına ilişkin görüşü.....96
Şekil 43. K1'in karenin simetri grubu ile ilgili kavram imajı.....97
Şekil 44. K2'nin karenin simetri grubu ile ilgili kavram imajı.....98
Şekil 45. K3'ün karenin simetri grubu ile ilgili kavram imajı.....98
Şekil 46. Hareketli kavram imajının kabul edilmesine ilişkin eksensel kodlama.....100

Şekil 47. K1'in kavram imajlarını kabullenme ile ilgili görüşleri 103
Şekil 48. K2'nin kavram imajlarını kabullenme ile ilgili görüşleri 104
Şekil 49. K2'nin kavram imajlarını kabullenme ile ilgili görüşleri 105
Şekil 50. K3'ün kavram imajlarını kabullenme ile ilgili görüşleri 108
Şekil 51. K1'in hareketli imaj oluşturma ile ilgili görüşleri 110
Şekil 52. K2'nin hareketli imaj oluşturma ile ilgili görüşleri 111
Şekil 53. K3'ün hareketli imaj oluşturma ile ilgili görüşleri 111
Şekil 54. K1'in hareketli imaj oluşturmanın etkileri ile ilgili görüşleri 120
Şekil 55. K3'ün hareketli imaj oluşturmanın etkileri ile ilgili görüşleri 121
Şekil 56. Odaklanmaya dair eksensel kodlama 123
Şekil 57. K1'in odaklanma ile ilgili görüşleri 127
Şekil 58. K2'nin odaklanma ile ilgili görüşleri 129
Şekil 59. K3'ün odaklanma ile ilgili görüşleri 130
Şekil 60. K1'in animasyon kavram örtüşmesine ilişkin görüşleri 134
Şekil 61. K2'nin animasyon kavram örtüşmesine ilişkin görüşleri 134
Şekil 62. K3'ün animasyon kavram örtüşmesine ilişkin görüşleri 135
Şekil 63. İzleme sayısı ile ilgili eksensel kodlama 136
Şekil 64. K2'nin animasyon izleme sayısı ile ilgili görüşü 141
Şekil 65. K3'ün animasyon izleme sayısı 142
Şekil 66. Katılımcıların animasyonları izleme sayıları 144
Şekil 67. K1'in animasyonu izleme sayısı ile ilgili görüşleri 145
Şekil 68. K2'nin animasyonu izleme sayısı ile ilgili görüşleri 146
Şekil 69. K3'ün animasyonu izleme sayısı ile ilgili görüşleri 147
Şekil 70. K1'in animasyonu izleme sayısı ve kavram imajı ile ilgili görüşleri 149
Şekil 71. K2'nin animasyonu izleme sayısı ve kavram imajı ile ilgili görüşleri 151
Şekil 72. K3'ün animasyonu izleme sayısı ve kavram imajı ile ilgili görüşleri 152

Şekil 73. K1'in değişikliğe ilişkin görüşü.....169
Şekil 74. K2'nin değişikliğe ilişkin görüşü.....169
Şekil 75. K3'ün değişikliğe ilişkin görüşü.....169
Şekil 76. K1'in zihne transfer edilen animasyondaki değişiklikler ile ilgili görüşleri 171
Şekil 77. K2'nin zihne transfer edilen animasyondaki değişiklikler ile ilgili görüşleri ...173
Şekil 78. K3'ün zihne transfer edilen animasyondaki değişiklikler ile ilgili görüşleri 173
Şekil 79. Değişiklik yapabilmeye ilişkin eksensel kodlama.....201
Şekil 80. K1'in netliğe ilişkin görüşleri.....204
Şekil 81. K2'nin sürekliliğe ilişkin görüşleri.....205
Şekil 82. K2'nin boyut değiştirmeye ilişkin görüşleri.....206
Şekil 83. K2'nin netliğe ilişkin görüşleri.....207
Şekil 84. K3'ün boyut değiştirmeye ilişkin görüşleri.....208
Şekil 85. K3'ün netliğe ilişkin görüşleri.....208
Şekil 86. K1'in yaptığı değişikliklere ilişkin görüşleri.....209
Şekil 87. K2'nin yaptığı değişikliklere ilişkin görüşleri.....210
Şekil 88. K3'ün yaptığı değişikliklere ilişkin görüşleri.....211
Şekil 89. Animasyonun içinde olabilmeye ilişkin eksensel kodlama.....218
Şekil 90. K1'in animasyonun içinde olma ile ilgili görüşleri.....228
Şekil 91. K2'nin animasyonun içinde olma ile ilgili görüşleri.....231
Şekil 92. K3'ün animasyonun içinde olma ile ilgili görüşleri.....232
Şekil 93. K1'in animasyonun içinde olmaya dair görüşü.....233
Şekil 94. K2'nin animasyonun içinde olmaya dair görüşü.....235
Şekil 95. K3'ün animasyonun içinde olmaya dair görüşü.....235
Şekil 96. K1'in yeni animasyon önerileri.....236
Şekil 97. K2'nin yeni animasyon önerileri.....237
Şekil 98. K3'ün yeni animasyon önerileri.....237

Şekil 99. Problem çözme yaklaşımının değişimi ile ilgili eksensel kodlamalar 240
Şekil 100. K1'in problem çözmeye ilişkin görüşleri 250
Şekil 101. K2'nin problem çözmeye ilişkin görüşleri 251
Şekil 102. K3'ün problem çözmeye ilişkin görüşleri 251
Şekil 103. Animasyona ait görüntüler 259
Şekil 104. K1'in birinci animasyon için alternatif önerisi 260
Şekil 105. K2'nin birinci animasyon için alternatif önerisi 262
Şekil 106. K3'ün birinci animasyon için alternatif önerisi 263
Şekil 107. 2. Animasyona ait görüntüler 264
Şekil 108. K1'in ikinci animasyon için alternatif önerisi 265
Şekil 109. K2'nin ikinci animasyon için alternatif önerisi 266
Şekil 110. K3'ün ikinci animasyon için alternatif önerisi 267
Şekil 111. 3. Animasyona ait görüntüler 269
Şekil 112. K1'in üçüncü animasyon için alternatif önerisi 269
Şekil 113. K2'nin üçüncü animasyon için alternatif önerisi 270
Şekil 114. K3'ün 3. animasyon için alternatif önerisi 270
Şekil 115. 4. Animasyona ait görüntüler 273
Şekil 116. K1'in dördüncü animasyona ilişkin alternatif önerileri 275
Şekil 117. K2'nin dördüncü animasyona ilişkin alternatif önerileri 276
Şekil 118. K3'ün dördüncü animasyona ilişkin alternatif önerileri 276
Şekil 119. 5. Animasyona ait görüntüler 277
Şekil 120. K1'in beşinci animasyona ilişkin alternatif önerileri 278
Şekil 121. K2'nin beşinci animasyona ilişkin alternatif önerileri 278
Şekil 122. K3'ün beşinci animasyona ilişkin alternatif önerileri 278
Şekil 123. 7.Animasyona ait görüntüler 279
Şekil 124. K1'in yedinci animasyona ilişkin alternatif önerileri 280

Şekil 125. K2'nin yedinci animasyona ilişkin alternatif önerileri 281
Şekil 126. K3'ün yedinci animasyona ilişkin alternatif önerileri 282
Şekil 127. K1'in sorulan sorulara verdiği cevaplar 284
Şekil 128. K2'nin sorulan sorulara verdiği cevaplar 285
Şekil 129. K3'ün sorulan sorulara verdiği cevaplar 285
Şekil 130. Sinüs fonksiyonu ile ilgili animasyona ait görüntüler 286
Şekil 131. Konik kesitleri ile ilgili animasyona ait görüntüler 289
Şekil 132. Karenin simetri grubu ile ilgili animasyon 294
Şekil 133. K1'in alternatif önerileri 296
Şekil 134. K2'nin alternatif önerileri 296
Şekil 135. K3'ün alternatif önerileri 299
Şekil 136. K1'in cevapları 301
Şekil 137. K2'nin cevapları 304
Şekil 138. K3'ün cevapları 307
Şekil 139. Hareketli kavram imajı oluşma sürecine ilişkin genel bakış 345
Şekil 140. Problem çözme sürecine ilişkin genel bakış 350
Şekil 141. Hareketli kavram oluşturma süreci 351
Şekil 142. Hareketli kavram imajına ilişkin durumlar 352

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	Araştırmacı
K1	Katılımcı 1
K2	Katılımcı 2
K3	Katılımcı 3
HKİ	Hareketli kavram imajı
PÇS	Problem Çözme Süreci
PÇY	Problem Çözme Yaklaşımı

1.BÖLÜM

GİRİŞ

Bu çalışma, matematik eğitiminde hareketli kavram imajlarının oluşma sürecinin özelliklerini ve bunların matematik eğitiminde kullanılma durumlarını ele almaktadır. Bu kısımda öncelikle bu çalışmanın neden yapılamaya karar verildiği açıklanmaya çalışılacaktır. Kısaca kavram, kavram imajı, kavram imajı ve matematik eğitimi, animasyonlar hakkında bilgi verilerek araştırmacıyı bu çalışmaya yönelten sorular ve sonuçta araştırmanın temel probleminden bahsedilecektir. Sonrasında ise bu araştırmanın matematik eğitimi için önemi ve araştırma soruları paylaşılacaktır.

1.1. Problem Durumu

İnsanlar çevre ile etkileşime doğdukları andan itibaren başlarlar. Kavram isimlerini öğrenirler, onları sınıflar, aralarındaki ilişkileri keşfederler, bilgilerini yeniden düzenlerler. İnsan zihnindeki bu öğrenme ve yeniden yapılanma süreci her yaşta sürüp gider. Kavramlar, öğrenilebilir bir içerik ya da yeterlik türü olarak genelde zihinsel beceriler kategorisinde yer alır (Şimşek, 2006, s. 28).

Tanımı birçok değişik şekilde yapılabilen “kavram” kelimesini Türk Dil Kurumu, “bir nesnenin veya düşüncenin zihindeki soyut ve genel tasarımı, mefhum, fehva, konsept, nosyon” olarak tanımlamıştır (Güncel Türkçe Sözlük, 2014).

Kavramlar her alanda olduğu gibi matematiğin öğrenilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Ancak kavramı tam anlamıyla zihnimizde yapılandırmak için kavramın tanımı yeterli olamamaktadır. Kavram tanımları kavramın anlaşılmasını garanti etmemektedir. Zihnimizdeki kavram tanımları pasif olarak kalır hatta unutulabilir. Bir kavramın ismini duyduğumuzda veya o kavramı gördüğümüzde bu durum belleğimizi

uyarır. Belleğimizde o kavramın ismi ile ilgili bir şeyler canlanır. Genelde bu tam olarak kavramın tanımı değildir (Tall ve Vinner, 1981). Bunu Tall ve Vinner (1981) 'kavram imajı' olarak tanımlamışlardır. Düşünürken, harekete geçmesi en olası olan kavram imajıdır (Vinner, 1983, s. 293).

Vinner (1983, s. 293)' e göre; *Kavramı anlama*, onun kavram imajına sahip olunması anlamına gelir. Bir kavramın adı duyulduğunda veya görüldüğünde, yani herhangi bir şekilde zihnimizde uyarıldığında zihnimize gelen uyaranların tümü kavrama ait imaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Kavram imajı, öğrencinin sahip olduğu kavramla ilgili şemaların, bütün objelerin, süreçlerin bir toplamıdır. Bu; zihinsel resimleri, yanlış kavramsallaşmayı ve özellikleri içerebilir (Cottrill, 2003, s. 4). Kavram imajları bireyin zihninde oluşan resim, sembol, işlem ya da özellikleri içerir (Tall ve Vinner, 1981). Buradan kavram imajının bireyin deneyimleri sonucunda yeniden yapılandırılabileceği, değişebileceği ya da gelişebileceği görülmektedir.

Vinner (1991) "uyandırılmış kavram imajı"nı bilişsel sisteminin o anki aktif olan durumu olarak açıklar. Farklı durumlarda aynı kavram imajı uyanmayabilir. Tüm matematik kavramlarının formal (matematiksel/kitabi) ve formal olmayan tanımları mevcuttur. Bir matematiksel kavramın formal tanımında kavrama yönelik özellikler ve bilgiler bulunur. Formal olmayan tanım, formal tanımın kişiler tarafından yeniden yapılandırılması ve kişiye özgü yönlerinin ortaya çıktığı durumdur. Kavram tanımı zaman içinde değişim gösterir. Bir kavramın öğrenilmesi sürecinde kavram tanımının bilinmesi kadar kavrama yönelik zengin imajların oluşması da önemlidir. Kavram imajı kavramla ilgili tüm bilişsel yapıların tanımlarla ilişkilendirilmesi süreci olarak tanımlanabilir. Kavram imajları bireyin zihninde oluşan resim, sembol, işlem ya da özellikleri içerir. Öğrenci, uyarılmış kavram imajını kendi kelimeleri ile açıklayarak bir kavram tanımı oluşturabilir. Öğrenciler genellikle kavram tanımının gerekli olmadığına inanırlar (Tall ve Vinner, 1981). Yukardaki kavrama ilişkin söylemlerden bireyin zihinlerinde kendi imajlarını oluşturduklarını söyleyebiliriz. Bu imajlarda *"bireyin zihninde oluşan resim, sembol, işlem ya da özellikler"* olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca buna benzer bir tanımlama da Gutierez (1996) tarafından yapılmıştır. Gutierez (1996, s. 4) zihinsel imajı, resimli, grafiksel ya da diagram elementlere dayanan matematiksel kavram ya da özellikleri içeren bilgilerin zihinsel gösterimleri olarak tanımlamıştır. Ancak kavram imajları Gutierez (1996, s. 4)'nın

tanımladığı gibi sadece resimli, grafiksel ya da diagram elementler şeklinde midir? Yoksa farklı biçimde de kavram imajları oluşturulabilir mi? sorusunun cevabına rastlanılmamıştır.

"Kavram" ve "kavram imajı"na yönelik literatür tarandığında; birçok araştırmacının kavramlar ve o kavrama ait imajları arasındaki ilişkiyi ortaya koymaya yönelik çeşitli çalışmalar yapmış olduğu görülmektedir. Kavram tanımı ve kavram imajı yaklaşımını temel alarak birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin; "Yetmişli yıllardan sonra, kirişlerin teğete dönüşmesi (Orton, 1977), ondalıklarla ilgili sözel ve diğer zorluklar (Tall, 1977), geometrik kavramlar (Vinner ve Hershkowitz, 1980), fonksiyon fikri (Vinner, 1983), limit ve süreklilik (Tall ve Vinner 1981), dizilerin yakınsaklığı (Robert, 1982) fonksiyonda limit (Ervynck, 1983), teğet (Vinner 1983 ve Tall 1987), sonsuzluk sezgisi (Fischbein ve diğerleri 1979), türevin anlamı (Artigue, 1986) vb, gibi konularda araştırmalar yapılmıştır" (Tall, 1988, s. 38). Bu çalışmalarda ilgili kavrama ait kavram tanımı ve kavram imajı yapısının nasıl olduğu belirlenmiştir. Örneğin; Vinner (1983), fonksiyon kavramına ait kavram imajlarını incelemiş ve yanlış kavram imajları oluşturulduğunu belirlemiştir. Daha sonraki yıllarda da kavramların imajlarını belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Gutierrez ve Jaime (1999), "üçgenin yüksekliği" ile ilgili yaptığı çalışmada kavramını anlama düzeylerini, kavram imajı-kavram tanımı teorik çerçevesiyle incelemiştir. Öğretmen adaylarının yükseklik kavramı ile ilgili bazı kafa karışıklıkları yaşadıkları belirtilmiştir. Örneğin yükseklik yerine kenarortay veya kenar orta dikme çizen katılımcılar olmuştur. Przenioslo (2002) tarafından öğrencilerin limit kavram imajlarını belirlemek için kavram imajları, kavram imajının anahtar sözcüğü, çağrışımlar incelenmiştir. Daha sonra ortaya çıkan kavram imajları kendi aralarında komşuluğa dayanan imajlar, grafik yaklaşımına dayanan imajlar, algoritmalar, vb. şeklinde sınıflandırılmıştır. Soğancı (2006), kavram tanımı ve kavram imajı arasındaki ilişkiyi öğretmen adaylarının sadece tanımla kavramı öğrenemediklerini, tanımın örneklerle ve uygulamalarla zenginleştirilmesi gerektiğini ayrıca öğretmen adaylarının problem çözme sürecinde bazen sadece kavram tanımını bazen sadece kavram imajını bazen ise ikisini birden kullandıklarını tespit etmiştir. Gülkılık (2008) ise çalışması sonucunda öğretmen adaylarının; sadece kazandıkları yeni kavram imajlarını kullandıklarını, ilk olarak yeni kavram imajı ile problemin üstesinden gelmeye çalıştığını eğer bunu başaramazlarsa eski kavram imajına geri döndüklerini ve problem çözme sürecinde eski ve yeni kavram imajlarını birlikte kullanmayı tercih ettiklerini belirlemiştir.

Kavramlara ilişkin yapılmış çalışmalardan bir kısmı da kavramın öğrenilmesi için yapılan araştırmalardır. Bu çalışmalarda kavramın öğrenilmesinde farklı öğretim ortamları ve farklı öğretim metotlarının etkililiği araştırılmıştır. Farklı öğretim metotları ile yapılan öğretimin geleneksel öğretim metotları ile yapılan öğretimden daha etkili olduğu ortaya çıkarılmıştır. Örneğin; limit kavramının öğretimi (Monaghan, 1991; Çolak, 2002; Bukova, 2006 ve Altun, 2009), açı kavramının öğretimi (Menon, 2008 ve Fyhn, 2006), fonksiyon kavramının öğretimi (Meehan, 2003) gibi çalışmalar yapılmıştır.

Kavram yanılgılarını belirleme, hatalar ve kavramı öğrenmede karşılaşılan güçlükler de diğer araştırma alanını oluşturmaktadır. Yine araştırmacıların birçok değişik kavrama yönelik kavram yanılgılarını, hataları ve güçlükleri belirlemek üzere çalışmalar yaptığı görülmektedir. Bu çalışmalarda öğrencilerin kavramlara ilişkin özellikleri bilmedikleri, sorulardaki verileri analiz edemedikleri ortaya çıkmıştır. Bu araştırmalara örnek olarak; doğrular ve açılar (Yılmaz, 2011), çemberde açılar (Özsoy ve Kemankaşlı, 2004), açılar (Ubuz, 1999 ve Özbellek, 2003) , bağıntı, fonksiyonun tanımı, bire-bir fonksiyon ve örten fonksiyon (Güveli ve Güveli, 2002), fonksiyon kavramını öğrenmedeki güçlükleri (Zachariades ve diğerleri, 2002) ve üniversite öğrencilerinin bir fonksiyonla onun türevi ve bir fonksiyonun sürekliliği ile türevlenebilmesi arasındaki ilişkiyi anlamada karşılaştıkları zorluklar (Duru, 2006) verilebilir. Duru (2006) fonksiyonla onun türevi ve süreklilik ile türevlenebilme arasındaki ilişkiyi anlamada öğrencilerin bir takım zorluklara sahip olduğunu belirlemiş ve mümkün olduğunca fazla yöntem uygulanmasını, gerek fonksiyon ve türev kavramlarının çoklu gösterimleri arasındaki ilişkinin gerekse bir fonksiyonla türevi arasındaki ilişkin daha iyi anlaşılması için hazırlanmış animasyon ve oyunların kullanılmasını önermiştir.

Kavramı anlama araştırmacıların üzerine eğildiği diğer bir alandır. Araştırmacılar kavramları öğrencilerin nasıl algıladığını, anlama seviyelerini belirlemeye çalışmışlardır. Bu araştırmalara da; simetri (Grenier,1987), bir fonksiyon ve onun türevinin grafiği (Asiala, Cottrill ve Dubinsky, 1997), üçgenin yüksekliği (Gutierrez ve Jaime, 1999), üniversite analiz dersi alan öğrencilerin fonksiyon kavramını kavrayışları ile türev kavramını anlama (Pinkza, 1999), üniversite de Analiz-I dersi okutan öğretmenler ve öğrencilerin analizin temel kavramalarını anlamalarını (Aspinwall ve Miler, 2001), öğrencilerin gerçek yaşamlarına dayalı küçük sayılarla ilgili kişisel limit algılamalarını

(Parameswaran, 2006), türev (Goerdt, 2007) ve türev ve diferansiyel (İşleyen ve Akgün, 2009) örnek verilebilir.

Araştırmacıların; kavram imajlarının bireylerde hangi şekillerde var olduğunu belirlemeye çalıştıkları, kavramı öğrenilebilmesi için farklı eğitim ortamları ve öğretim metotlarını denedikleri, kavrama ilişkin kavran yanılgıları ve bunların giderilmesi ile ilgili çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Özellikle kavram ile ona ait imajın yapıldığı araştırmalarda öğrencilerde var olan kavram imajlarının belirlendiği görülmüştür. Yukarda da değinildiği gibi (Tall ve Vinner, 1981) ve Gutierez (1996)'nın kavram imajları/zihinsel imaj tanımlarından farklı bir tanımlama yapıldığına dair bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

Rieber ve Hannafin (1988) animasyonu hareket hissi vermek için hızlı bir şekilde değişen bilgisayar ekran görüntüleri olarak tarif eder. Animasyonların, nesnelerin sadece belli bir andaki durumunu değil, zamanla yer değişimini, nesnelerin değişimini ve bu değişimle ilgili bilgiyi de sunduğu düşünebilir. Böylece birçok soyut bilgi öğrenilebilir.

Animasyonlar son 20-30 yıl içerisinde eğitimde kullanılmaya başlanmıştır. Bu süreç içerisinde kimi zaman matematiksel kavramları (iki boyutlu geometrik gösterimler (Chuan, 1995) gibi) anlatabilmek için, kimi zamanda bir karakter yardımı ile öğretim (Lester, Converse, Kahler, Barlow, Stone, ve Bhogal (1997) Böcek Herman gibi) gibi durumlarda eğitim ile ilgili olarak kullanılmıştır. Animasyonlarla yapılan eğitim üzerine de birçok araştırma yapılmıştır. Bunlara örnek olarak; kavram öğretimi (Kidron ve Zehavi, 2002), problem çözme (Scheiter, Gerjets ve Catrambone, (2005); Merill, (2003)), farklı öğrenme stratejilerin etkililiği ya da farklı temsil kullanma (Bodemer, Ploetzner, Feuerlein, ve Spada, (2004); Koroghlanian ve Klein, (2004); Zhu ve Grabowski, (2004); (Bodemer, Ploetzner, Bruchmüller ve Hacker, (2005) ve Scheiter, Gerjets ve Catrambone, (2005)) verilebilir. Animasyonun eğitime etkisi üzerine yapılan çalışmalarda animasyonun başarılı olup olmadığına dair net bir sonuca varılamamıştır. Animasyonların öğrenmeyi nasıl kolaylaştırdığı üzerine yapılmış bazı araştırmalar vardır. (Poohkay ve Szabo, 1995; Wolfgang ve Thorsten 2005; Kidron ve Zehavi, 2002; Bodemer, Ploetzner, Feuerlein, ve Spada, 2004; Lowe, 2004; Schnotz ve Rasch, 2005).

Rieber (1990) animasyonların çocukların öğrenmesini kolaylaştırdığını (belli koşullar altında) ama yetişkinleri etkilemediğini belirtmiştir. (Rieber, Boyce, &Assah, 1989) Birçok çalışmaya göre animasyon, eş statik grafiklere oranla daha etkili değil, hatta bazen daha da az etkilidir (örn, Hegarty, Kriz &Cate, 2003; Mayer, Hegarty & Mayer, 2005;

Schnotz, Böckheler, & Grzondziel, 1999; Tversky, Morrison, & Betrancourt, 2002). Koroghlanian ve Klein (2004), statik gösterimlere karşı animasyon yoluyla öğrenmeye katılan katılımcıların, öğrenme anlamında ilgili hiçbir kazanım olmadan, bilgi üzerinde daha çok çalıştığını bulmuştur. Animasyonlarla öğrenmenin bilişsel süreçlerinin açıklanması için genel bir teoriye ihtiyaç olduğunu belirten birçok çalışma vardır (Chandler, 2004, s. 356; Ploetzner ve Lowe, 2004).

Yukarıda bahsedildiği gibi animasyonlar farklı alanlarda eğitim araştırılmalarında yer almıştır. Bu araştırmada ise; animasyonlar kavram imajını oluşturmaya yardımcı olabilmek için kullanılacaktır. Araştırmada kavram imajlarının hareketli bir şekilde zihinde oluşması için çalışmalar yapılacaktır. Kavram imajının zihinde canlandırılabilmesi için animasyonlardan faydalanılacaktır. Animasyondaki dinamik görüntünün, oluşturulması öngörülen kavram imajı için örnek teşkil edeceği düşünülmektedir. Ancak animasyonların kavram imajlarını hareketlendirme için kullanılabilip kullanılamayacağına ilişkin literatürde herhangi bir yaklaşıma rastlanmamıştır.

Bu araştırmada temel olarak kavram imajının resimli, grafiksel ya da diagram elementler ile zihinde oluşması haricinde farklı bir şekilde oluşup oluşamayacağı sorusu üzerinde durulacaktır. Dolayısı ile bu araştırmada; kavram imajının animasyonlar kullanılarak zihinde hareketli bir şekilde oluşturulması ve oluşan hareketli kavram imajının benimsenerek matematiksel problemlerin çözümünde kullanılıp kullanılamayacağı üzerine çalışılacaktır.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Kavramlar matematiksel ifadelerin öğrenilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ancak kavramı biçimlendirmek için kavramın tanımı yeterli olamamaktadır. Vinner (1991), kavram tanımlarının kavramın anlaşılmasını garanti etmediğini şu örnekle açıklamıştır. Öğrenciler paralelkenar için "karşılıklı kenarları birbirine paralel olan dörtgen" tanımlamasını yapabilmelerine rağmen, kare, dikdörtgen ve eşkenar dörtgeni paralelkenar olarak algılayamamaktadırlar.

Kavram tanımı (concept definition), o kavramı açıkça belirtmek için kullanılan sözcüklerden oluşan bir kalıp olarak düşünülebilir. Kavram tanımı; birey tarafından ezberlenerek ya da anlamlandırarak öğrenilebileceği gibi, birey tarafından yeniden de

yapılandırılabilir. Bu durumda "kavram tanımı"; öğrencinin, zihninde canlanan kavram imajını kendi kelimeleriyle açıklamak amacıyla kullandığı sözcüklerden oluşan bir kalıptır. Kavram tanımı; bireye verilse de, birey kendisi yapılandırsa da; zaman zaman değişebilir ve böylece kişisel kavram tanımı, formal kavram tanımından farklılık gösterebilir (Tall ve Vinner, 1981).

Tall ve Vinner (1981), öğrencilerin daha önceden tanışmışmış oldukları bir kavramla yeni bir ortamda karşılaşmaları durumunda, geçmiş deneyimleri nedeniyle o kavram ile ilgili kavram tanımını geri plana iterek kavram imajını kullanmaya eğilimli olduklarını belirtmektedir. Kavram imajı, bir kavramın zihinde yorumlanmasına imkân verir. Ancak kavramın zihindeki yorumunun, kavram tanımı ile çelişmesi durumunda; kavramın anlaşılamamasına ya da bazı yönlerinin yanlış anlaşılmasına zemin de hazırlayabilir (Mamona-Downs ve Downs, 2002). Kavramın bazı yönlerinin yanlış anlaşılması Powell (1983) tarafından kavram yanılgısı olarak tanımlanmaktadır (Powell'dan aktaran Eraslan, 2005). Kavram yanılgısı, literatürde farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Bu tanımlamalardan bazıları; bilimsel olmayan kavrayışlar (Driver ve Easley, 1978), hatalı fikirler (Fisher, 1983), gerçeğin kişisel modeli (Champagne, Gustone ve Klopfer, 1985), olgunlaşmamış kavramlar (Hashweh, 1988), yanlış uygulama (Elby, 2001), öğrencilerin oluşturduğu, bilimsel bilgiyle çelişen ve sistematik yanlışlar doğuran kavramlaştırmalar (Vosnidau, 2002) bir konuda uzmanların üzerinde hemfikir oldukları konudan uzak kalan algı ya da kavrama (Ubuz, 1999; Zembat, 2008) şeklindedir.

Kavram yanılgılarının öğrenmenin önünde engel olduğu (Arnaudin, Mintzes, Dunn ve Shafer, 1984), anlamlı öğrenmeyi engellediği (Lawson ve Thompson, 1988; Ubuz, 1999; Marek, Cawon ve Cavallo, 1994; Baki ve Bell, 1997) belirtilmektedir. Kavram yanılgılarının giderilmesinin oldukça zor olduğu düşünülmektedir (Gilbert, 1977; Marek, Cawon ve Cavallo 1994; Lawson ve Thomson, 1988; Ubuz, 1999;). Özellikle matematikte kavramların birbiri ile bağlantılı olmasından dolayı kavram öğretiminde dikkat edilmesi gerektiği ve bu durumun sonraki öğrenmeleri etkilediği belirtilmektedir (Baykul, 2003).

Zihinsel betimlemeler, imajlar anlamın daha önünde yer alır. Dolayısıyla kavram yanılgıları üzerinde çalışmak, zorunlu olarak imajlar üzerine çalışmaya yol açar. Matematik öğrenenlerin kavram yanılgılarının kökeni, onların anlayış eksikliği veya üzerinde çalıştıkları matematik konusu ile ilgili imaj yetersizliği olabilir. İstenilen imaj olmaksızın, kavram yanılgılarının doğru bir şekilde yeniden düşünülmesi ya da çok derin

bir matematik anlayışının kazanılabilmesi mümkün görünmemektedir (Powell'dan aktaran Eraslan, 2005). Dolayısı ile bireylere doğru kavram imajlarının kazandırılması hem kavram yanılgılarının oluşmasını önlemek hem de oluşan kavram yanılgılarının giderilmesinde önemli olmaktadır. Kavram imajı kavramla ilgili zihinde bulunan tüm yapıları içerdiğinden (Cottrill, 2003), bir bireyde bir kavrama ait birden çok kavram imajı olduğu görülmektedir. Ancak bireyin, aynı kavram için çoklu kavram imajına sahip olması; bilişsel çatışmalar oluşturabilir. "Çatışmaların oluşmadığı bir öğretim benimsenmeli midir?" sorusu ise tartışılmaktadır. Ancak matematikte bilişsel çatışmaların kaçınılmaz olduğu ve çatışmaları çözmenin, öğrencinin önemli bir etkinliği olduğu konusunda şu anda oldukça güçlü bir fikir birliği vardır (Mamona-Downs ve Downs, 2002). Bireylerin kavram tanımını iyi öğrenebilmesi için kavrama ait doğru birçok kavram imajı oluşturması önemlidir. Bu nedenle bireylerin zihninde bir kavram için farklı kavram imajı oluşturulmasında hareketli kavram imajının önemli olacağı düşünülmektedir.

Bir önceki bölümde ifade edildiği gibi bireyler çevresinden gelen uyaranlar sonucunda kavramlara ilişkin zihinlerinde çeşitli yapılar oluşturmaktadır. Oluşan bu yapılara Tall ve Vinner (1981) "kavram imajı" adını vermektedirler. Gutierez (1996) ise resimli, grafiksel ya da diagram elementlere dayanan bu gösterime zihinsel imaj adını vermektedir. Burada "Zihnimizde oluşan tüm imajlar Gutierez (1996)'nın ifade ettiği gibi midir?" sorusu akla gelmektedir.

Oysa matematik eğitimine ilişkin literatür tarandığında;

> *Dreyfus (1991)"e göre matematiksel bir kavramı temsil etmek bir örnek veya bir imaj oluşturmaktır. Yazılı ya da sözlü sembolik bir temsil ya da zihinsel bir temsil iç bir çerçeve ya da referansa karşılık gelir. Bir birey için verilen bir kavramın birbiri ile yarışan pek çok zihinsel temsili olmasına rağmen, farklı bireyler değişik matematiksel durumlar için farklı yorumlarda bulunabilirler.*

ifadesi ile karşılaşmaktayız. Dreyfus yukarıdaki ifadesinde farklı bireylerin matematiksel durumlar için farklı yorumlarda bulunabileceğini belirtmektedir. Bu durumda matematiksel kavramları ifade eden zihinsel imajların sınırlı olmadığı söylenebilir. Bireyin zihninde oluşan kavram imajı ya da zihinsel imaj, Tall ve Vinner (1981) ile Gutierez (1996)'nin tanımlamalarından farklı olarak oluşturulabileceği akla gelmektedir. Kavram imajı hareketli bir şekilde zihnimizde yer alabilir mi sorusunun cevabını bulmak önem arz etmektedir.

Hareketlendirme ifadesi matematik eğitimi ile ilgili birkaç yerde karşımıza çıkmaktadır. İlk olarak Temsil kavramındaki hareket ile ilgili kısımlardan bahsetmek faydalı olacaktır.

Temsil kavramında Goldin (2004) tarafından "iç temsiller", öğrencilerin zihinlerinde var olan ve direk olarak görülemeyen zihinsel konfigürasyonlar olarak tanımlanmaktadır. Goldin (1998) Sözel Sistemler, İmgesel Sistemler (Imagistic Systems), Formel Notasyonal Sistemler, Planlama, İzleme, Uygulama ve Kontrol Sistemi, Duygusal Temsil Sistemi olmak üzere beş kategoriye sahip bir iç temsil sisteminden bahsetmektedir. Formel sistemlerde formel olarak ifade edilen bir durum vasıtasıyla zihinde bir bilgi ya da resmin canlanabileceğini ve tersi olarak zihinde görselleştirilen ya da canlandırılan bir durumun formel olarak ifade edilebileceğini belirtmektedir.

Yine Temsil kavramı ile ilgili olarak Kosslyn (1994, s. 379–407); imgeleri tabana alan görselleştirme sürecinin imge üretimi, imge denetimi, imge dönüşümü ve imge kullanımı olmak üzere dört özel adımdan oluştuğunu öne sürmektedir. İmge dönüşümünü; dönme, öteleme, çevirme ve ilgili şekiller içinde o şekillere ait imgelerin hareketi olarak tanımlamaktadır.

Hareket ifadesinin karşımıza çıktığı diğer alan ise görsellemedir. Hacıömeroğlu (2007) Bishop (1980)'in görsel-uzamsal yeteneğin iki alt boyutu olduğundan söz ettiğini ifade etmektedir. Bunlar; zihinde döndürme ve uzamsal görselleme yetenekleridir. Zihinde döndürme yeteneği, şekilleri zihinde manipüle edebilme ve belirli bir nesneye veya olaya göre şeklin uzayda alabileceği durumu belirleme yeteneğidir. Uzamsal görselleme yeteneğini ise, bir nesnenin döndürülmesi veya hareket ettirilmesi ile elde edilen yapının nasıl değiştiğini belirleme yeteneği olarak tanımlamaktadır. Uzamsal görselleme yeteneği, nesnelerin uzamsal formlarının zihinde canlandırabilmesidir.

Hem iç temsil sisteminde hem de görsel-uzamsal yetenekte bir hareketten bahsedilmektedir. Örneğin görsel-uzamsal yetenekte hareket daha çok kişisel yetenek olarak ele alınmaktadır ve belli açılara bir nesneyi konumlandırmadan bahsetmektedir. Yine iç temsil sisteminde tanımlanan hareket bu araştırmada ele alınması düşünülen hareketli imaj ile tam olarak örtüşmemektedir.

Zihinsel imajlar daha özelde kavram imajları yukarda tanımlandığı gibi belirli gösterimlerden ibaret midir? Yoksa farklı bir bakış açısı oluşturulabilir mi? sorularından yola çıkarak, bu çalışmada harekete farklı bir açıdan bakılacaktır. Bu araştırmada hareketli imaj ifadesi öncelikle bireyin zihninde oluşan imajın seyredilen bir animasyondaki gibi dinamik olmasını ifade edecektir. Bireyin zihinde oluşan o imajla etkileşime geçebilmesi, bireyin oluşan imajın içinde kendini görebilmesi ve kendi oluşturduğu bu yapı içinde

kendini istediği yerde görerek bu yapıya istediği farklı açılardan bakabilmesi olarak ele alınacaktır.

Kavramın öğrenilmesinde kavram tanımı kadar kavram için bireylerde oluşan zengin imajların ve bu imajların tanımla bağlantılı hale getirilmesinin önemli olduğu (Tall ve Vinner, 1981) bilinmektedir. Dolayısı ile hareketli kavram imajının yukarda bahsedilen kavram imajlardan farklı bir kavram imajı oluşturacağı ve kavram imajını zenginleştireceği düşünülmektedir. Kavram imajları zihinde hareketli olarak yer alıp alamayacağının, alabilirse bu süreç nasıl gerçekleştiğinin belirlenmesi için bu araştırmanın önemli olacağı ve matematik eğitimine bir katkısı olabileceği düşünülmektedir.

Öte yandan; Ian MacFarlane Smith (1964) bir matematiksel tartışmanın genellikle bir kara tahtanın yardımıyla, çoğunlukla şemalara işaret ederek yapıldığını belirtmiştir. Ona göre, bu yaygınlık en yükseği de dâhil olmak üzere tüm matematiksel beceri düzeylerinde uygulanmaktadır. Smith şunları yazmıştır: Yetenekli matematikçilerin çoğunun tamamen soyutlamalarla düşünebildiği ve şematik desteklere ihtiyaç duymadığı bazen söylenir. Ama bunun nedeni bu yetenekli bireylerin kendi içsel "kara tahtaları" olması ve farkında olmadan karmaşık yapıları görselleyebilmeleri olabilir (Aspinball, Shaw ve Presmeg. 1997, s. 302). Smith'in ifadelerinden; bireylerin başka desteklere ihtiyaç duymadan düşünebildikleri ve kendi zihinlerinde içsel "kara tahtalar"ı ile istedikleri matematiksel işlemleri yapabildikleri görülmektedir. Bu araştırmada da başka destekler olmadan (kâğıt kalem vs.) zihinde oluşan hareketli imajlar kullanılarak problem çözümlerinin yapılıp yapılamadığı belirlenmeye çalışılacaktır. Hareketli kavram imajı kullanarak problem çözme sürecinin özelliklerinin ortaya çıkarılması açısından bu araştırmanın önemli olacağı ve matematik eğitimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yukarda bahsedilen soruların cevap bulabilmesi için; animasyonlar kullanılarak oluşturulan hareketli kavram imajlarının (var olan ya da ilk defa oluşacak kavramlarda) bireylere etkisini belirlemek amacı ile aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1) Bazı matematiksel kavramlara ait hareketli kavram imajlarının oluşum süreci nasıldır?
2) Hareketli kavram imajını karenin simetri grubu ile ilgili problem çözme sürecine etkisi nedir?
3) Katılımcıların hareketli kavram imajını kendi yaşantılarında kullanmaları ile ilgili görüşleri nelerdir?

1.3. Araştırmanın Sınırlıkları

Bu araştırmanın sınırlıkları;

- Araştırma bir devlet üniversitesinin Eğitim Bilimleri Enstitüsünde OFMAE Bölümü, Matematik Öğretmenliği alanında yüksek lisans ve doktora eğitimine devam eden 3 katılımcı ile sınırlıdır. Araştırmanın planlamasında araştırmanın katılımcılarının dört kişi olması düşünülmüştü ve katılımcılardan bu konuda teyit alınmıştı. Ancak bir katılımcı işi ile ilgili gerekçeleri dolayısı ile çalışmaya katılamamıştır. Son anda olan bu değişiklikten dolayı yeni bir katılımcı ile çalışılamamış ve diğer üç katılımcı ile çalışmalara devam edilmiştir.
- Bu araştırma için lise öğrencilerinden oluşan bir grupla daha çalışılmıştır. Ancak her iki katılımcı grubuna ait verilerin çok fazla olması dolayısı ile lise öğrencileri ile yapılan çalışmalardan elde edilen veriler bu araştırmaya dâhil edilememiştir.

1.4. Tanımlar

Kavram: Bir nesnenin veya düşüncenin zihindeki soyut ve genel tasarımı, mefhum, fehva, konsept, nosyon (Güncel Türkçe Sözlük, 2014).

Kavram imajı: Kavram imajı, tüm zihinsel resimleri ve birbiriyle ilişkili özellik ve süreçleri içeren "kavram" ile bağlantılı tüm bilişsel yapıdır (Tall ve Vinner, 1981)

Durgun kavram imajı: Gutierez (1996, s. 4) resimli, grafiksel ya da diagram elementlere dayanan bu gösterime zihinsel imaj adını vermektedir. Bu zihinsel imaj tanımı temel alınarak "Durgun kavram imajı" formal tanımlar, formüller, kavram ile ilgili semboller ya da resimler olarak araştırmacı tarafından tanımlanmıştır.

Aşağıdaki iki tanımlama araştırmacı tarafından yapılmıştır.

Hareketli kavram imajı: Bireyin zihninde oluşan nesnel hale getirilebilen, fiziksel bir hareketin oluşturulabildiği durumlar ya da, bireyin zihninde kurduğu yapıyı farklı açılardan görebildiği etkileşime geçebildiği durumlardır. Bu tanım araştırmanın sonucunda elde edilmiştir.

Animasyonun zihne transferi: Katılımcıların izledikleri animasyonları zihinlerinde aynı veya kendi oluşturdukları biçimde görebilmesi durumu için animasyonun zihne transferi ifadesi olarak araştırmacı tarafından tanımlanmıştır.

Düzlemde Açı: A, B, C düzlemde üç nokta olsun. O zaman $\widehat{ABC}$ açısı $[BA) \cup [BC)$ kümesi oalrak tanımlanır. Diğer bir deyişle $\widehat{ABC}$ açısı $[BA)$ veya $[BC)$ ışını üzerinde olan noktaların kümesidir. (Argün, Arıkan, Bulut ve Halıcıoğlu, 2014, s.1).

Limit: I, $\mathbb{R}$'nin aralık olan bir altkümesi olmak üzere $f{:}X \to \mathbb{R}$ bir fonksiyon olsun.

(i) $c \in I$ olmak üzere, eğer her $\varepsilon > 0$ reel sayısına karşılık $0<|x-c|<\delta$ eşitsizliğini sağlayan x reel sayıları için $|f(x)-L| < \varepsilon$ olacak şekilde en az bir $\delta > 0$ reel sayısı varsa o zaman L sayısına f fonksiyonun c noktasındaki limiti denir ve $\lim_{x\to c} f(x) = L$ şeklinde gösterilir.

- Her $\varepsilon > 0$ için $x \geq N$ şartını sağlayan x noktaları için $|f(x) - l| < \varepsilon$ eşitsizliğini sağlanacak şekilde bir N reel sayısı varsa f fonksiyonu ∞ da l limitine sahiptir denir ve bu $x \to \infty$ için $\lim_{x\to\infty} f(x) = l$ ile gösterilir (Argün, Arıkan, Bulut ve Halıcıoğlu, 2014, s. 318).

Türev: $A \subseteq \mathbb{R}$ ve $f\ A :\to \mathbb{R}$, $x \mapsto f(x)$ bir fonksiyon olsun. $a \in A$ olmak üzere,

$$\lim_{h\to 0} \frac{f(a+h)-f(a)}{h}$$

limiti varsa bu limite f'nin $x = a$ noktasındaki türevi denir ve $f'(a)$ ile gösterilir. Yani;

$$f'(a) = \lim_{h\to 0} \frac{f(a+h)-f(a)}{h}$$

(Edwards & Penney, 2001, s.100)

Simetri Grubu: X bir küme, G dönüşümlerin bir grubu ve G, X üzerinde bir etki olsun. Eğer bir $g \in G$ için $g\,x = y$ oluyorsa X'in x ve y elemanlarına birbirinin simetriğidir veya birbirlerine simetriktir denir. Bu durumda g dönüşümüne de simetri dönüşümü denir. Her bir $x \in X$için $g\,x = x$ özelliğine sahip dönüşümlerin kümesi bir grup yapısına sahiptir. Bu gruba x'in simetri grubu adı verilir (Argün, Arıkan, Bulut ve Halıcıoğlu, 2014, s.483).

BÖLÜM 2

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Kavram Nedir?

Ülgen (2014, s. 11) kavramı; "farklı obje ve olayların ortak özelliklerine veya üyeleri değişik olan bir gruba işaret eden değişken" olarak tanımlamıştır. Klausmeier (1992, s. 268) ise kavramı "obje, olay, eylem, nitelik ve ilişki gibi herhangi bir şeye ait bireyin organize edilmiş bilgisini temsil eden zihinsel yapı veya temsil" olarak ifade etmiştir. Vygotsky'a göre kavram; bellek tarafından oluşturulmuş belli çağrışımsal bağların bir toplamı ya da yalnızca zihinsel bir alışkanlık olmanın ötesinde bir şeydir; alıştırma yaptırılarak öğretilemeyecek, ancak bizzat çocuğun zihinsel gelişmesi gerekli düzeye ulaştığı zaman gerçekleştirilebilecek olan, karmaşık ve gerçek anlamda düşünce eylemidir (Vygotsky, 1998, s. 124).

Yukardaki ifadelerden görüldüğü gibi kavram kelimesi belli bir gruplama ile oluşan soyut kategorileri aklımıza getirmektedir. Aslında kavramların yaşadığımız dünyada tam karşılıkları yoktur; bireylerin zihinlerinde düşünceler ile gelişmektedir.

Kavramlar ortak özellikleri paylaşan ve aynı isimle tanımlanan semboller, olaylar ve nesneler grubu olarak ifade edilebilir. Beydoğan'a (1998) göre kavramların bazı ortak özellikleri şunlardır:

-Algılamaya dayalı olduğu için bireyden bireye farklılık gösterebilir.

-Bir kültüre bağlı olarak, dil kapsamında formlaştığından dilin zenginliğine göre anlam ve özellikler kazanabilir.

-Kendi yapıları içinde belli kurallara göre yatay ve dikey yapılanma gösterebilirler.

-Kavramlar hem soyut hem de somut özellikleri ayrı veya birlikte taşıyabilirler.

-Kavramlar farklı kültürler içinde farklı anlamlar taşıdığı gibi, aynı kültür içindeki bireyler arasında bile yaşantılara bağlı anlam farklılıkları gösterebilir.

Beydoğan'a (1998) göre kavramlar; adlandırma, gösterme ve tanımlama özelliğine sahiptirler. Adlandırma ve tanımlamalar başka kullanımlarıyla karşılıklı anlama ve anlaşmaya imkân verirler. Bu özellikleri nedeniyle de öğrenmenin vazgeçilmez öğelerinden biridir. Kavramlar, öğrenme-öğretme süreciyle bağlantılı kullanıldığında birtakım deneyimleri sınıflandırmak ve bilgilendirmek gibi açık bir anlam kazanmaktadır.

Kavramlar literatürde pek çok farklı sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Klausmeier (1992), kavramları; somut (concrete) kavramlar, özdeş (identity) kavramlar, sınıflandırılan kavramlar ve biçimsel (formal) kavramlar olarak dörde ayırmaktadır.

Kavramlar; Bruner, Goodnow ve Austin tarafından birleşik, ayrılmış ve ilişkisel kavramlar olarak tanımlanmıştır (Sunal ve Haas, 2005).

1. Birleşik Kavramlar: Kural yapıları değişmeyen kavramlardır (üçgen, deniz gibi).

2. Ayrılmış Kavramlar: Kural yapıları esnek olan kavramlardır (isim bir insanın ya da şehrin ismi olabilir).

3. İlişkisel Kavramlar: Kural yapısı ilişkilere bağlı olan kavramlarıdır (akrabalık bağları).

Şimşek (2006) kavramları; 1. Soyut Kavramlar – Somut Kavramlar, 2. Nesnesel Kavramlar – İlişkisel Kavramlar, 3. Üst Kavramlar – Alt Kavramlar – Bağlantılı Kavramlar, 4. Kendiliğinden Kavramlar – Kendiliğinden Olmayan Kavramlar, 5. Günlük Kavramlar – Bilimsel Kavramlar olmak üzere beş ayrı şekilde gruplandırmıştır.

1. Soyut Kavramlar – Somut Kavramlar: Gözlemlenebilen ya da fiziksel olarak beş duyu organları yoluyla algılanabilen özellikleri nedeniyle aynı sınıf içerisinde yer alan kavramlar somut kavramlardır (masa, kitap). Doğrudan gözlemlenemeyen ya da fiziksel olarak beş duyu organı yoluyla algılanamayan daha çok düşünsel ya da tanımsal nitelik gösteren kavramlar soyut kavramlardır (barış, sevgi).

2. Nesnesel Kavramlar – İlişkisel Kavramlar: Eysenck ve Keane (1995) tarafından yapılan bu sınıflandırmaya göre; nesnesel kavramlar insanların kendi çevrelerinde bulabilecekleri fiziksel varlıkları ya da nesneleri sınıflamak için kullanılan kavramlardır. İlişkisel kavramlar ise, nesnesel kavramlar arasındaki ilişkileri belirtmek üzere kullanılan ve

çoğunlukla sözel bilgilerden oluşan önermelerdir. Örneğin; "su" bir nesnesel kavramdır, suyun ısınması sonucunda ortaya çıkan "buharlaşma" ilişkisel bir kavramdır.

3. Üst Kavramlar – Alt Kavramlar – Bağlantılı Kavramlar: Kavramlar arasında genellikle aşamalı bir yapıdan söz edilir. Kavramların yapılandırılması içinde en tepede yer alan ve diğer kavramları kapsayan kavramlar üst kavramlar olarak adlandırılır. Onların bir alt düzeyini, küçük bir bölümünü ya da özel bir parçasını oluşturan kavramlar ise alt kavramlar olarak tanımlanmaktadır. Aynı aşamalı yapı içinde yer almayan ama gösterdiği koşutluk nedeniyle belirli bir kavramla bir biçimde ilişkili olan kavramlara bağlantılı kavramlar denilmektedir. Örneğin; "telefon" kavramında, "telefon" üst kavram, "cep telefonu" alt kavram ise "telefon" ile ilişkili olduğu halde aynı kategoride yer almayan "telsiz" ise bağlantılı bir kavramdır.

4. Kendiliğinden Kavramlar – Kendiliğinden Olmayan Kavramlar: Piaget (1964)' ye göre, kavramların oluşumunu ikili bir sınıflama ile açıklanır. Kendiliğinden kavramlar, çocuğun düşünme özelliklerini doğrudan yansıtır. Çocuk dünyayı algılayabildiği gibi kadarıyla yorumlar ve kendi mantığıyla açıklamaya çalışır. Örneğin; küçük yaşlardaki çocukların "köpek" yerine "hav hav" sözcüklerini kullanmasıdır. Kendiliğinden olmayan kavramlar ise, çocuğun genelde yetişkinlerin istediği doğrultuda sergilediği düşünme biçimini gösterir. Örneğin, okul ortamında "dayak" denildiği zaman birçok öğrencinin bu olumsuzluğu yaramazlık yapan arkadaşlarının cezalandırılmasına yönelik bir uygulama olarak görmesi ve farkında olmadan onaylaması aslında kendiliğinden öğrenilmiş bir tanımlama değildir.

5. Günlük Kavramlar – Bilimsel Kavramlar: Kavramların oluşumunu doğal ve eğitsel çevre bağlamında ele alan Vygotsky (1994), iki tür kavramdan söz etmektedir: Günlük ve bilimsel kavramlar. Günlük kavramlar, çocukların okul dışındaki etkileşimi ile ortaya çıkan ve günlük yaşam bağlamında gelişen kavramlardır. Bilimsel kavramlar ise, belirli bir bilim dalıyla ilgili olarak okulda öğrenilen kavramlardır. Bu kavramlar tanımlanır, sistematik yönden aşamalı bir yapıları vardır ve mantıksal bir düzenleme içinde sunulur.

2.1.1. Kavram İmajı

Kavram tanımı ve kavram imajı ilk olarak 1980 yılında Vinner ve Hershkowitz tarafından ortaya atılmıştır. Tall ve Vinner (1981) tarafından ise şöyle tanımlanmıştır:

"Kavram imajı, tüm zihinsel resimleri ve birbiriyle ilişkili özellik ve süreçleri içeren "kavram" ile bağlantılı tüm bilişsel yapıdır. Kavram imajı her zaman tutarlı bir şekilde gelişmez. Belirli bir zaman diliminde aktif olan kavram imajı uyandırılmış (evoked) kavram imajıdır. Farklı zamanlarda çelişkili görünen imajlar uyandırılmış olabilir. Gerçekten çelişkiye ve kafa karışıklığına yol açabilecek durumlar varken çelişkili imajlar aynı anda uyandırılmış olur."

Kavramların kullanılması sürecinde, kavram imajının önemi Vinner (1983, s. 293) tarafından şu şekilde ifade edilmiştir: 1. Kavramları ele almak için, birinin kavram tanımına değil de bir kavram imajına ihtiyacı vardır. 2. Kavram tanımları (kavram bir tanım yardımıyla tanıtıldığında) pasif kalabilir, hatta unutulabilir. Düşüncede hemen her zaman kavram imajı uyandırılacaktır.

Böylesi bir gözlemin ışığında, kavram imajlarıyla çelişen anlayışımızın matematik öğrenimi ve öğretiminde nasıl bir yol bulacağını sorabiliriz. Konuya tamamen yapısal bir yaklaşımın, öğrencilerin formalitelerle ("yeni matematik" deneyiminin ardından çok iyi bilinen bir gerçek) uğraşacak kavram imajları olmadıkça pek başarılı olamayacağı belirtilmektedir. Bireysel kavram imajının saf şekline göre bu, matematiksel bilginin formal bir yolla sadece üzerinden geçilmesi değildir. Bunun alternatifi, öğrencilere daha tutarlı bir kavram oluşturabilecekleri, daha zengin deneyimler sağlamaktır. Bu ikinci söylenen o kadar da kolay değildir, çünkü tutarlı bir imaj kazanmak için örnek ve karşıt örnekler ile bilişsel talebi kabul edilemeyecek seviyelere taşıyabilecek karmaşıklık arasında bir denge kurulması gerekir (Tall, 1988, s. 38). Kavram imajının her zaman tutarlı olarak gelişmesi beklenmez. Beyin bu yönde çalışmaz. Algılar belirli sinirsel yolları harekete geçirir ve diğerlerini bastırır. Bu yolla farklı uyaranlar kavram imajının farklı parçalarını aktif hale getirebilir, onları uyumlu bir bütüne ihtiyaç duymadan genişletebilir (Tall &Vinner, 1981, s. 2).

Vinner (1991)' a göre, eğer bir fikir diyagramlar halinde sunulmak isteniyorsa, bilişsel yapıda iki "hücre"'ye başvurulur. Birinci 'hücre' kavram tanımı ve ikinci "hücre" de kavram imajı hücresidir. İlk hücre ve hatta bazen ikisi de boş olabilir (Kavram imajı hücresi, herhangi bir anlamlandırma ile kavram ismi birleşmemişse boş olarak düşünülebilir. Kavram tanımı anlamsız bir yolla hatırlandıysa bu durum oluşabilir.). Bu iki hücre arasında belli bir ilişki olmasına rağmen bu ilişki bağımsız olarak şekillendirilmiştir. Bir öğrenci, çeşitli durumlarda birçok grafik görmek suretiyle koordinat sistemi hakkında kavram imajı oluşturabilir. Bu kavram imajına göre, iki eksen birbirini dik keser.

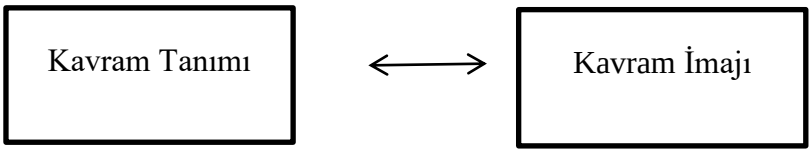
Matematik öğretmenleri, koordinat sistemini birbirini dik kesen iki düz çizgi olarak tanımlayabilir. Bunun sonucunda 3 durum ortaya çıkabilir:

1- Kavram imajı, koordinat sisteminin eksenleri arasında dik açı yokmuş gibi değişebilir.

2- Kavram imajı olduğu gibi kalabilir. Kavram tanımı hücresi bir süreliğine öğretmenin tanımlamasını içerir fakat kısa bir süre sonra unutulabilir ve öğrenciden koordinat sistemini tanımlaması istendiğinde, öğrenci eksenlerin arasındaki dik açıdan bahsedebilir.

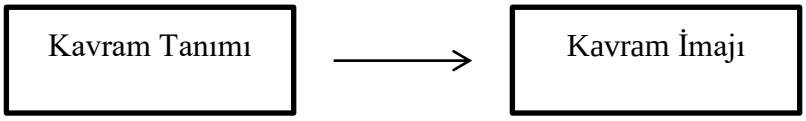
3- İki hücre de olduğu gibi kalabilir. Öğrenciye sunulduğunda öğretmenin tanımını tekrardan söyleyebilir fakat bütün diğer durumlarda öğrenciler, birbirine dik iki ekseni düşünürler (Vinner, 1991).

Vinner (1991), kavram oluşum süresince kavram tanımı ile kavram imajı arasında var olan etkileşimi göstermek için aşağıdaki şekli kullanmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Kavramın oluşum süreci

Şekil 1'de kavram oluşumunun uzun süreli bir süreci gösterilmiştir. Bazı öğretmenler orta öğretim seviyesindeki öğrencilere, bu sürecin tek yönünü yaşatmaktadırlar. Bu durum Şekil 2'de gösterilmiştir. Öğretmenler, kavram imajının kavram tanımından şekillendiğini ve tamamen onun tarafından kontrol edildiğini düşünmektedirler (Vinner, 1991).

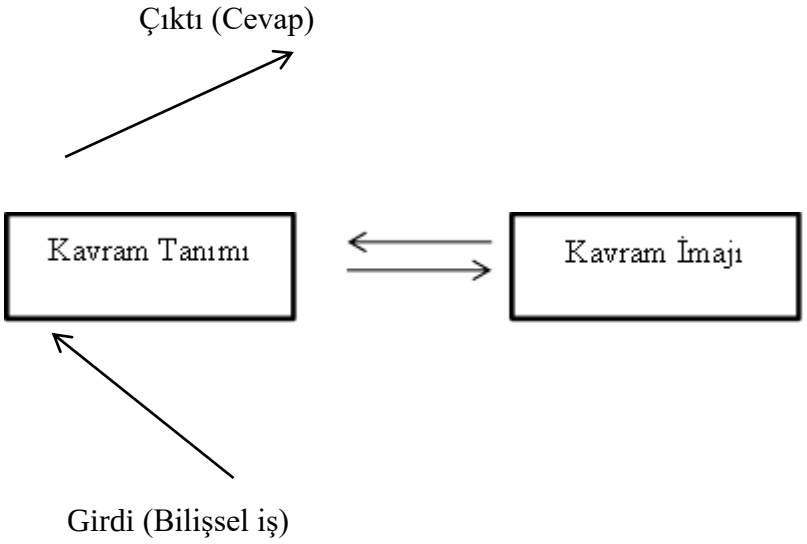


Şekil 2.Formal tanımın bilişsel gelişimi

Vinner (1991) "uyandırılmış kavram imajı"nı bilişsel sisteminin o anki aktif olan durum olarak açıklar. Farklı durumlarda aynı kavram imajı uyanmayabilir. Tüm matematik kavramlarının formal (matematiksel/kitabi) ve formal olmayan tanımları mevcuttur. Bir

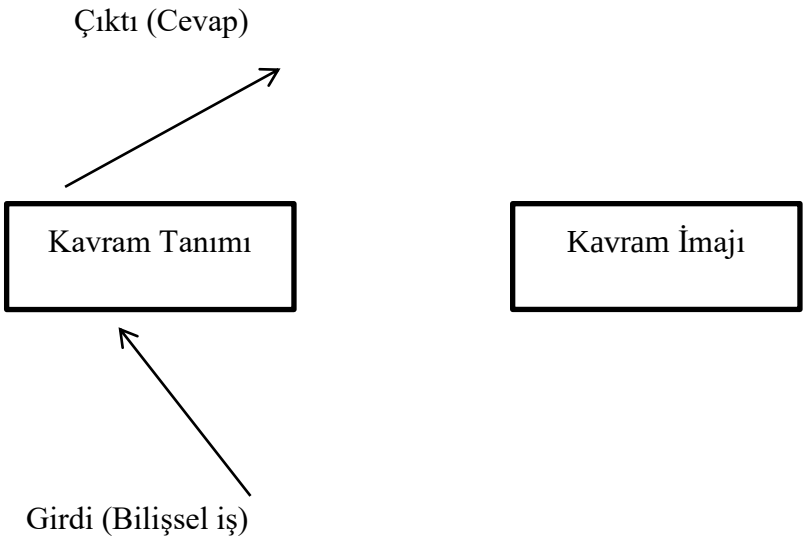
matematiksel kavramın formal tanımında kavrama yönelik genel özellik ve bilgiler bulunur. Formal olmayan tanım, formal tanımın kişiler tarafından yeniden yapılandırılması ve kişiye özgü yönlerinin ortaya çıktığı durumdur. İster öğrenciye verilmiş olsun isterse öğrenci tarafından yapılandırılmış olsun, kavram tanımı zaman içinde değişim gösterir. Bir kavramın öğrenilmesi sürecinde kavram tanımının bilinmesi kadar kavrama yönelik zengin imajların oluşması da önemlidir. Kavram imajı kavramla ilgili tüm bilişsel yapıların tanımlarla ilişkilendirilmesi süreci olarak tanımlanabilir. Kavram imajları bireyin zihninde oluşan resim, sembol, işlem ya da özellikleri içerir. Öğrenci, uyarılmış kavram imajını kendi kelimeleri ile açıklayarak bir kavram tanımı oluşturabilir. Öğrenciler genellikle kavram tanımının gerekli olmadığına inanırlar (Tall ve Vinner, 1981).

Vinner (1991) kavram tanımı ile imajı arasındaki ilişkide birçok farklı geçişin olduğuna dikkat çekmektedir. Bir matematiksel kavramın öğrenilmesinden problem çözme sürecinde kullanılmasına kadar farklı durumlarda farklı geçişlerden söz edilebilir. Öğrenciye belli bir bilişsel iş verildiğinde kavram imajı ve kavram tanım hücrelerinin aktif hale geçtiği kabul edilir. Bu durumda öğrenci; bazen kavram tanımına başvurur, bazen öğrencinin bilişsel sistemi sadece kavram imajına başvurur ve bazen de her ikisini de kullanır. Bu durumda bu iki hücre arasında etkileşimler olur, yani öğrenci ilk kavram tanımı sonra kavram imajına ya da ilk kavram imajı sonra kavram tanımına başvurarak sonuca ulaşır (Vinner, 1991). Tanım ile imaj arasında olması gereken bağlantı aşağıda gösterilmiştir.



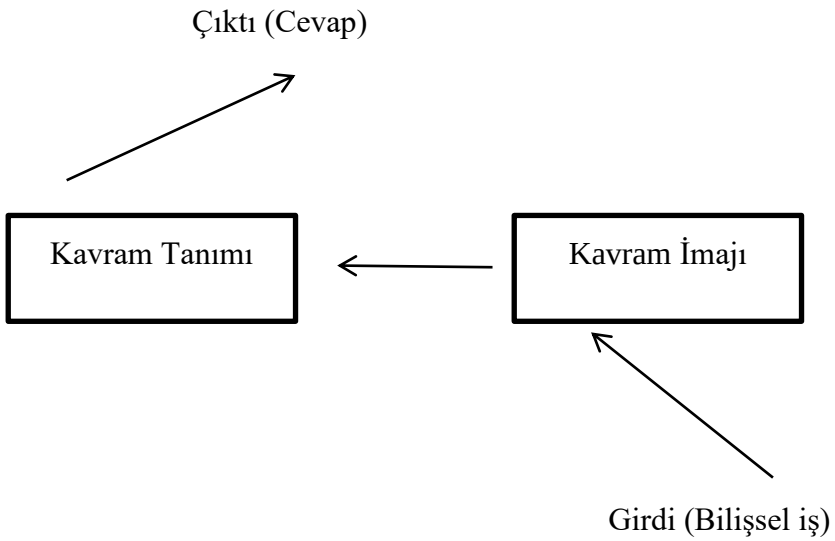
Şekil 3. Tanım ile imaj arasındaki olması beklenen bağlantı

Vinner (1991); formal bir durumun hâkim olduğu öğretim ortamında öğrencilerin problem çözerken kavram tanımını esas almakta olduklarını belirtmiştir (Şekil 4).



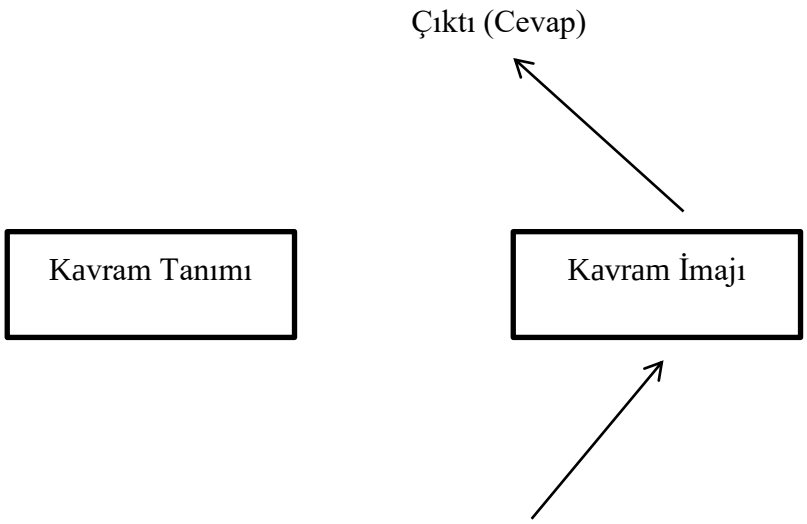
Şekil 4. Tamamen formal öğretim

Öğrenciler sezgisel düşünceleri ile problem çözerken önce kavram imajına daha sonra da kavram tanımına (Şekil 5) başvurarak işlem yapmaktadırlar (Vinner, 1991).



Şekil 5. Sezgisel düşünce ile öğretim

Sezgisel yaklaşım ile problem çözerken kavram tanımına hiç başvurmadan doğrudan kavram imajına başvurarak işlem yapmaktadırlar (Vinner, 1991). Özellikle günlük hayattaki problemlerde bu süreç işe yarar, kavram tanımına başvurmak gerekmez (Şekil 6).



Şekil 6. Sezgisel yaklaşım

Bir matematiksel kavramın zihinde oluşma sürecini veya öğrencilerin, matematiksel bir kavrama yönelik düşünme stillerini bilişsel (Tall ve Vinner, 1981; Vinner, 1991), yapılandırmacı (Schoenfeld, 1998) veya sosyo-kültürel (Renshaw, 1996) modellerle açıklamaya çalışan farklı yaklaşımlar da bulunmaktadır.

2.2. Bilişsel Kuramlar

Bilişsel kuramlara göre öğrenme, doğrudan gözlemlenemeyen zihinsel bir süreçtir. Bu akımın temsilcileri olan Gestalt Okulu psikologları, Piaget ve Bruner'e göre öğrenme, kişinin davranımda bulunma kapasitesinin gelişmesidir. Bilişsel kuramlara göre davranışçıların, davranışta değişme olarak tanımladıkları olay, gerçekte kişinin zihninde meydana gelen öğrenmenin dışa yansımasıdır. Bilişsel kuramcılar daha çok anlama, algılama, düşünme, duyu ve yaratma gibi kavramlar üzerinde dururlar (Özden, 2008, s. 23).

Bilişsel kuramcılara göre öğrenme, öğrenenin yapılandırmış olduğu bilgisini kendi bilişsel süreçleri ile işlemesine dayanmakta ve bu süreç yeni öğrenmeleri şekillendirmektedir. Bu yöndeki ilerlemeler, öğrencilerin ne kadar çok öğrendikleri ile değil, neyi nasıl öğrendikleri ilgilidir (Mayer, 1992, s. 407). Piaget'e göre öğrenme, algıların ve yeni bilgilerin zihinsel yapı içinde organize edilmesidir. Yeni algı ve bilgiler zihnin eski dengesini bozar. Ancak zihin, gerekli düzenlemeleri yaparak bir uyum sağlar ve her

defasında yeniden denge kurar. Bireyin öğrenmesi onun zihinsel (bilişsel) gelişimi ile bağlantılıdır (Duman, 2008, s. 28). Piaget, bilişsel yapıların özümleme, uygunluk sağlama ve dengeye ulaşma ile geliştiğini ve bu sürecin kişinin bilişsel yapısı ile çelişen bilgiler ile karşılaştığında ortaya çıktığını düşünmektedir (Pardales, 2001, s. 7).

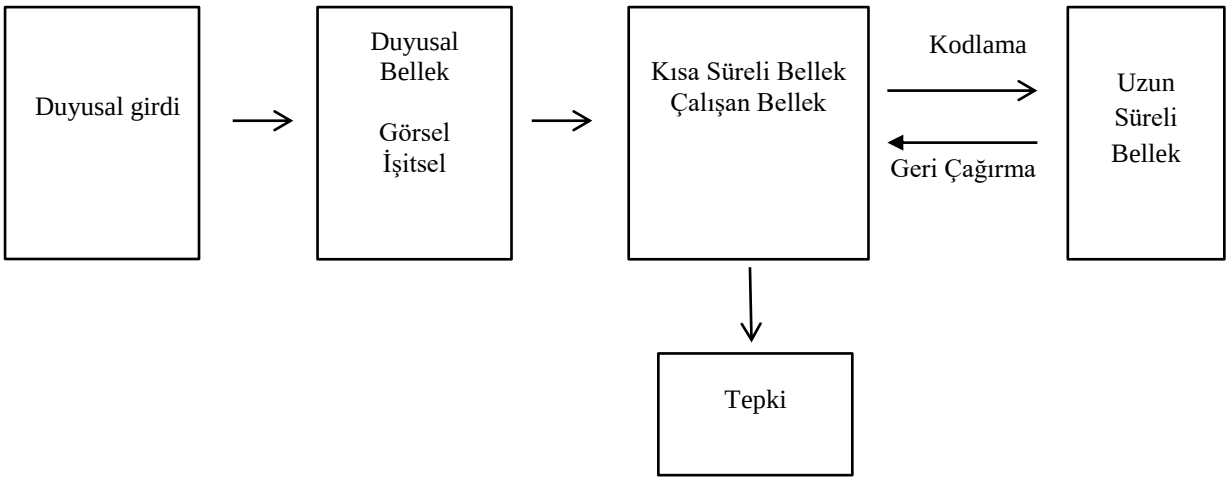
Bilişsel kuramcılar, insan öğrenmesini bilgisayara benzetmektedirler. İnsan zihni bilgiyi nasıl alıp işler, yapısını, içeriğini değiştirir, gerektiğinde geri getirir. Bir başka değişle, süreç bilgiyi bir araya getirir, kodlar, bilgiyi korur ya da depolar ve gerektiği zaman geri getirir. Tüm süreç bilgisayarda "program", bireylerde ise "yürütücü kontrol" tarafından denetlenmektedir (Subaşı, 2000, s. 260).

Bilişsel öğrenme kuramında davranıştan ziyade bilginin öğrenilmesi üzerinde durulur. Bilişsel yaklaşıma göre bilgi öğrenilir. Bilgide meydana gelen değişme davranışa yansır. Burada da hafıza, bellek ve akıl önemli bir rol oynamaya başlar. Zihnin duyu organlarından gelen verileri alma, saklama, eski bilgi ve duyumlarla karşılaştırarak, birleştirip ayırarak yeni bilgiler oluşturma gibi öğrenme işinde birçok görevleri vardır (Duman, 2008, s. 28).

Bilgiyi işleme kuramı bilişsel yaklaşımın en önemli kuramlarından biridir. Bu kuram bilginin kişi tarafından pasif bir şekilde alınmadığının altını çizer. Buna göre birey bilgiyi alır ve kendine göre işler, yani şekillendirir. İnsan zihni, kendisine ulaşan her şeye anlam bulmaya çalışan dinamik bir bilişsel yapı grubudur. (Özden, 2008, s. 25). Öğrenme sürecinde meydana gelen uyarıcıların algılanması, önceki bilgilerle bütünleştirilmesi, saklanması ve gerektiğinde geri getirilmesi bu kuramın takip ettiği süreçlerdir denebilir (Akınoğlu, 2003, s. 95).

2.2.1. Bilgiyi İşleme Kuramı

Bilgiyi İşleme Kuramı G. Miller tarafından 1956 yılında yazılan bir makale ile açıklanmıştır. Makalede belleğin kapasitesi ve bilgiyi işleme süreçleri hakkında bilgi verilmiştir. G. Miller'ı takiben 1960'lı yıllarda Atkinson ve Shiffrin bellek türlerini ve depolama birimlerini açıklayarak bu kuramı genişletmişlerdir. Sonraki yıllarda pek çok bilgiyi işleme modeli Atkinson ve Shiffrin (1968) (Atkinson ve Shiffrin (1968)'den aktaran Driscol, 1994) modeline göre yapılandırılmaktadır.



Şekil 7. Bilgiyi işlemine kuramına göre bilginin akışının genel olarak kavramsallaştırılması (Driscol, 1994)

Bilgiyi İşleme Kuramına göre insan zihninde öğrenme ortamının meydana gelmesi, bu fonksiyonu getirirken kullandığı süreçler açısından üçe ayrılmaktadır. Bunlar; bilgi depoları (duyusal bellek, kısa süreli bellek (işleyen/çalışan bellek) ve uzun süreli bellek), bilişsel süreçler (bilgilerin bir bellekten ötekine aktarılmasını sağlayan, içsel zihinsel etkinlikler) ve yürütücü süreçlerdir (bilişsel süreçlerle ilgili olan bilgileri ve bunların denetimini içerir).

1)Bilgi depoları

Üç ana bölümden oluşmaktadır: duyusal bellek, kısa süreli bellek (işleyen/çalışan bellek) ve uzun süreli bellek. Bilgi depoları bilginin tutulduğu veya işlendiği bölümlerdir. Dışarıdan alınan bilgiler depolarda işlenerek anlamlı hale getirilir, daha sonra kullanmak için örgütlenir, düzenlenir ve geri çağrılmak suretiyle kullanılır. Her bilgi deposunun kapasitesi, kayıt tutma süresi, işleme biçimi ve yapısı birbirinden farklıdır.

Duyusal bellek

Görme, işitme, koklama, tatma ve hissetme gibi alıcılar olan duyu organları duyusal sistemlerdir. Bunlar çevre ile organizma arasındaki fiziksel işbirliğini sağlarlar. Bilgi alıcılar yoluyla duyusal olarak kaydedilir ve uyarıcı kısa bir an için bellekte depolanır (Subaşı, 1999, s. 27). Duyusal kayıtlar beynin limbik sisteminin bulunduğu talamus ve

beyin kökünde tutulur. Gelen tüm kayıtlar önce talamusa gönderilir. Talamus bu yapıları inceler ve geçmiş deneyimlere göre önem derecelerini belirler. Beyin önemli bulgular üzerine odaklanır (Sousa, 2001, s. 41).

Uyarıların, kapasitesi çok geniş olan duyusal kayıt deposuna kaydedilmesi için bireyin dikkatini gelen uyarılara odaklaması zorunlu değildir. Bu kendiliğinden gerçekleşir. Duyu organları devamlı çalıştığı için duyusal kayda gelen bilgilerin çoğu atılır. Aksi takdirde, bu depo bir sürü gereksiz uyarıyla dolup tasar ve yeni uyarılara yer kalmazdı. Bu yüzden buraya anlık bellek de denir (Eggen ve Kauchak, 2004).

Anlamlı hale getirilmek istenen bilgi, işleme sistemi olan kısa süreli belleğe (çalışan belleğe) aktarılır. Bu aktarma işlevini sağlayan mekanizma "dikkat"tir. Bilgi kısa sürede işleme sistemine aktarılmaz ise kaybolur ve tekrar geri getirilemez (Öztürk ve Kısaç, 2002, s. 255).

Kısa süreli bellek (çalışan/işleyen bellek)

Duyusal bellekten süzülerek aktarılan bilgileri bütünleştiren kontrol süreçlerini tanımlamaktadır. Bu kontrol süreçleri, duyusal bellek ve uzun süreli bellek arasında köprü görevi görür, yani bilgilerin silinmesi veya depolanması kısa süreli belleğin işleyişine bağlıdır (Aydın, 2000, s. 167). Kaybolmayan duyusal veriler talamusdan korteksin duyusal işlem alanına geçer. Önemsiz görülen veriler atılır. Önemli veriler burada bilinçli olarak işlenir. Beynin taranması deneyleri sonucunda bu işlemin ön loblarda meydana geldiği ortaya çıkmıştır (Sousa, 2001, s. 41-45).

Kısa süreli bellek sınırlı miktarda olan bilgiyi sınırlı bir zaman süresi içinde geçici olarak depolanmaktır ve bu işlevinden dolayı kısa süreli bellek denilmektedir. Bilginin kısa süreli bellekte kalış süresi 20 saniye olarak belirtilmiştir ve kişi zihinsel tekrar yapmadıkça bilgiyi bu süre kadar depolayabilmektedir (Senemoğlu, 2009).

Bu bellekte bulunan bilgiler aktiftir. Bu zaman zarfında ya davranışa dönüştürülmeli ya da 'uzun süreli belleğe' depolanmalıdır. Böylece öğrenmede bir işlevsellik sağlanmış olur ve kısa süreli bellek 'çalışan bellek' konumuna gelir (Subaşı, 2003). Çalışan bellek bilinçle ilişkilidir. Bilinçli biçimde bir fikir hakkında düşündüğümüz zaman, bu işlemleri çalışan bellekte gerçekleştiririz (Driscoll, 1994).

Çalışan belleğin genellikle sınırlı kapasiteye sahip olduğu düşünülmektedir. Bu belleğin kapasitesinin sınırlığının miktarı ile ilgili en popüler ölçüm Miller (1956) tarafından ortaya konulan "sihirli sayı yedi" ölçümüdür. Miller'a göre genç bir yetişkinde geri çağrılabilen öge (chunk) sayısı diğer bir ifadeyle bellek genişliği sayısı yaklaşık olarak 7±2'dir. Bu ögeler, 0–9 arası rakamlar, harfler, kelimeler ve diğer birimler olabilir. Yine bu ögeler tek bir öge olabileceği gibi bir grup ilişkili bilgi de olabilir (Driscoll, 1994). Çalışan bellekte işlenebilen öge sayısı sınırlı olmakla birlikte ögenin kompleksliği, düzeyi ve büyüklüğü sınırlı değildir (Sweller, van Merrienboer ve Paas, 1998).

Kısa süreli belleğin kapasitesi ve bilginin korunma süresi sınırlı olmakla birlikte çok önemli işlevleri vardır. Bunlar;

1. Duyusal kayıta gelen yeni bilgi ve uzun süreli bellekte saklı bulunan eski bilgileri karşılaştırır ve eşleştirmesini yapar.

2. Uzun süreli bellekte ki bilgilerle, yeni gelen bilgileri bütünleştirir.

3.Yeni gelen bilgilerin sesli ya da sessiz tekrar yoluyla kısa süreli bellekte kalmasını sağlar.

4.Uzun süreli bellekteki bilgileri işlevsel hale getirip örgütleyerek davranışa dönüştürülmesine yardımcı olur (Subaşı, 2003, s. 261).

Uzun süreli bellek

Kısa süreli bellekte işlenen bilgiler uzun süreli belleğe aktarılır. Beyinde bulunan akli semayla ilişkilendirilemeyen ve uzun süreli belleğe kodlanamayan bilgiler unutulur. Kodlanabilen bilgiler ise uzun süreli bellekte uzunca bir süre saklanabilir. Uzun süreli belleğin kapasitesi sınırsızdır (Eggen ve Kauchak, 2004). Hipokampüs bilgilere anlam verip bunları bir ya da birçok saklama alanına gönderir, öğrenme olayı böylece gerçekleşir (Sousa, 2001). Bütün anılarımızın saklandığı özel bir beyin bölgesi yoktur. Beynimizde farklı anıların saklandığı farklı bölgeler bulunmaktadır. Örneğin, sesler işitsel kortekse kaydedilerek depolanmaktadır. Araştırmacılar beynin iç kısmı hipokampusta uzamsal kayıtlarla, konuşma, okuma gibi gözlenebilen etkinliklere ilişkin kayıtların, hatta duygusal olaylara dayanan anıların hatırlanmasında etkin olarak rol alan bir bölge bulmuşlardır. Özel adlar, tür adları ve zamirlerle ilgili kayıtlar sakak lobunda saklanmıştır. Amigdala ise örtük (kapalı), genellikle olumsuz duygusal olaylar için çalışır. Beyincik, özellikle çok düzenli

yapılması gereken devinimsel becerilerin öğrenilmesi için gerekli çağrısımsal belleğin biçimlenmesinde de çok önemlidir (Jensen, 2006, s. 100).

Uzun süreli bellekte kodlama, depolama ve geri getirme olmak üzere üç süreç vardır. Kodlama, zihnin bilgiyi saklayana kadarki sürecidir. Kodlama gelen bilgiyi algılama ve bir veya daha fazla özelliği soyutlama ve buna uygun bellek izi oluşturmayı kapsar. Bir başka deyişle, kodlama ile kısa süreli bellekten gelen zihnin gruplama ve yerleştirme biçimlerine dönüştürülmesi işlemidir (Aydın, Akbağ, Tuzcuoğlu, Yaycı, ve Ağır, 2005). Uzun süreli bellek bilgilerin kalıcı olarak depolandığı bellektir. Bu bellek düzenlenmiş bilgilerin olduğu bir kütüphaneye benzetilmektedir. Her bilginin beyin tarafından oluşturulmuş bir kodu bulunmaktadır ve gerektiğinde bu kodla çağrılmaktadır. Bir bilgi hatırlandığında uzun süreli bellekten kısa süreli belleğe aktarılır (Driscoll, 1994).

Kuramcıların bir kısmı uzun süreli belleği anısal bellek ve anlamsal bellek olarak iki temel bölümden oluştuğunu ileri sürerken kimi kuramcılarda bunlara işlemsel belleği de eklerler (Subaşı, 2003, s. 267).

Anısal bellek: Anısal bellekteki bilgi, ne zaman oluştuğu, nerede meydana geldiğine göre organize edilmiş imajlar halinde depolanır. Anısal bellekte sürekli tekrarlanan olaylara göre daha yakın olaylar daha kolay hatırlanmaktadır. Anlamsal bellek bilginin temel öğelerini, kavramları içerir. Tıpkı bir sözlük gibi bildiğimiz imajların ve sözcüklerin anlamlarını kapsar. Anısal bellekteki bilgi ise, anlamsal belleğin kapsadığı bilgiyi kullanarak oluşmuş bir roman, bir öykü, bir film gibidir. Yani anlamsal belleğin kapsadığı bilgilerin, kavramların özel bir biçimde bir araya getirilmiş formlarıdır (Senemoğlu, 2009).

Anlamsal bellek: Kavramlar, genellemeler, kurallar gibi genel bilgileri içeren bellek olarak ifade edilmektedir. Anlamsal bellek örgütlenmiş bilginin depo edildiği birimdir. Bilgiyi, görsel ve sözel olarak kodlanmış ve birbiriyle bağlantılı ağlarda depolamaktadır. Anlamsal bellekte önerme ağları ve şemalar vardır. Anlamsal belleğe gelen bilgi bu yapılar içinde depolanır (Senemoğlu, 2009).

Önerme ağları; birbirine bağlı fikirler, kavramlar ve ilişkiler setidir. Bilgilerin çoğu bu şekilde depolamak mümkündür. Bilgiler önerme ağlarına yerleştirildiklerinde, bir bilginin hatırlanması aynı önerme ağında bulunan başka bilgilerin hatırlanmasını kolaylaştırılabilir. Önerme ağları bilgilerin anlamlı bir şekilde organize edilerek saklanmasını sağlamaktadır (Senemoğlu, 2009).

Şema; bir olayı, bir kavramı ya da bir beceriyi anlamak için gerekli olan bir rehber ya da bir biçimdir. Şemalar, bireylerin iyi öğrenilmiş bilişsel bilgileri daha sonra açıklama ve yorumlamada kullandıkları temel yapılar olarak kabul edilmektedir. Şemalar, bu temel yapılarla daha sonra karşılaşılan durumları açıklamaya çalışır. Bu şekilde bilgiyi yeni durumlara uygulamaya çalışır. Gerektiğinde yeni anlamlar yükleyerek şemada değişiklikler yapılarak kavramla ilgili yeni ilişkiler kurulur (Senemoğlu, 2009). Şemalar, uzun süreli bellekte depolanırlar. Şemaların en önemli görevlerinden biri, bilginin düzenlenmesi ve depolanması için bir işleyiş sağlamasıdır. Bir başka görevi ise çalışan belleğin yükünü azaltmaktır (Sweller, van Merrienboer ve Paas, 1998). Şemalar çok fazla alt elemandan oluşmalarına rağmen çalışan bellekte tek bir eleman gibi işlendiği için birbirinden bağımsız küçük çapta çok sayıda bilgi elemanının işlenmesinden daha az yüklenmeye neden olmasıdır. Bilginin derinleştirilmesi sırasında bilgi elemanları çalışan bellekte işlenir yani bilgi burada yeniden inşa edilir. Bu sürece şemalar rehberlik eder (Kalyuga, 2009). Bütün bilgiler hem bilinçli olarak hem de otomatik olarak işlenirler. Bilinçli işleme, çalışan bellekte gerçekleşmekte ve şema oluşumu sırasında gerçekleşen tüm işlemleri kapsamaktadır. Otomatik işleme ise bilinçli işlemeden tamamen farklılık göstermektedir. Otomatikleşme, çok fazla alıştırma sonrasında oluşmaktadır. Yeterince alıştırmayla herhangi bir işlem çok az bilinç gerektiren çabayla yürütülebilmektedir. Bunun sonucu olarak da minimum çalışan bellek yükü oluşmaktadır. Örneğin, bir çocuk okumayı öğrenme sürecinde harfleri okurken çalışan belleğin bilinçli olarak bilgiyi işlemesi gerekmektedir. Oysaki çocuk okumayı öğrendikten sonra bu süreç otomatik hale gelmektedir (Sweller vd., 1998).

İşlemsel bellek: Herhangi bir şeyin nasıl yapılacağı ile ilgili bilgilerin, işlemlerin depolandığı bellektir. İşlemsel belleğin oluşumu çok zaman alıcıdır, ancak bir kez meydana geldiğinde de güçlü bir kalıcılığa, hatırlanma özelliğine sahiptir. Nasıl yüzüleceği, nasıl araba kullanılacağı, nasıl futbol oynanacağı gibi bilgiler işlemsel bellekte saklamaktadır. Bu nedenle bilgi ne kadar çok tekrar edilirse, alıştırmalarla desteklenirse o kadar kalıcı ve sistematik bir hale gelecektir (Senemoğlu, 2009).

2) Bilişsel süreçler

Bireyin bilgiyi işleme fonksiyonunu yerine getirirken kullandığı bilişsel süreçler vardır. Bunlar, bir bilgi akışından diğerine bilgi akışını sağlayan zihinsel eylemlerdir (Öztürk ve

Kısaç, 2002) Bilginin duyusal kayıttan kısa süreli belleğe geçişinde etkili olan dikkat ve algı, kısa süreli bellekte depolama için tekrar ve gruplama ve uzun süreli belleğe transfer için, kodlama ve geri getirme süreçleridir (Senemoğlu, 2009).

Dikkat: Uyarıcılara tepkiye yönelme olarak tanımlanmaktadır. Bilgiyi işleme süreci duyusal kayıtta dikkat ile başlamaktadır. Dikkat seçici bir özelliğe sahiptir, bu nedenle birey uyaranların bir bölümüne odaklanmak, bir bölümünü göz ardı etmek durumundadır (Senemoğlu, 2009). Birey hatırlamak istediği şeye dikkat eder ve onu dikkatlice inceler. Dikkat bilgiyi işleme sürecini başlatan hatta öğrenme sürecini başlatan ve bu süreçte etkin bir rol oynayan bir zihinsel aktivitedir. Duyusal kayıtta dikkat sürecinin sınırlı olması bu süreci etkin kullanmanın önemini artırmıştır.

Algı: Duyusal bilginin anlamlandırılması ve yorumlanması süreci olarak ifade edilmektedir. Duyusal kayda gelen belli uyarıcılara dikkat edildiğinde algılama süreci başlamaktadır. Yalnızca dikkat edilip algılanan bilgiler kısa süreli belleğe giren bilgilerdir. Algılamayı etkileyen başlıca faktörler; geçmişte kazanılan yaşantı ve önbilgiler ile beklentilerdir. Bir uyaranın anlamlandırılabilmesi ve yorumlanabilmesi için bireyin o konu ile ilgili ön bilgilere ve yaşantılara sahip olması gerekmektedir (Senemoğlu, 2009).

Slavin (2006), beyne gelen duyusal nesnelerin hiçbirinin tam gördüğümüz duyduğumuz dokunduğumuz şeyin tam olarak aynısı olmadığını belirtmiştir. Algı bizim zihinsel yorumlarımızı içerir ve içinde bulunduğumuz ruh halinden, geçmiş tecrübelerden, bireyin bilgi birikiminden ve diğer faktörlerden etkilenir. Algılamanın temel olarak bu iki boyutu olduğunu söylemek mümkündür. Bunlar; ön öğrenmeler ve beklentilerdir.

Tekrar: Bilgi zihinsel ya da sesli olarak tekrar edilerek kısa süreli bellekte kalma süresi artırılabilmektedir. Kısa süreli belleğe gelen bilgi tekrar edilmediğinde ve uzun süreli belleğe kodlanarak gönderilmediğinde silinerek kaybolmaktadır (Senemoğlu, 2009). Örneğin; tek sefer kullanılacak bir telefon numarası kullanılana kadar tekrarlanıp sonra unutuluyorsa bu bilgi uzun süreli belleğe kodlanarak gönderilememiş demektir. Beyin bu bilgiyi silmiştir.

Gruplama: Kısa süreli bellekte aynı anda 5-9 birimlik bilgi alınmaktadır. Dolayısıyla karmaşık ve uzun bilgi birimleri gruplama yoluyla az sayıda bilgi birimlerine dönüştürülebilmektedir (Senemoğlu, 2009). Örneğin 11 tane rakam içeren telefon numarası rakamlar ikili ya da üçlü olarak gruplandırılarak daha az sayıda birime dönüştürülmektedir.

Kodlama: Kodlama, bilginin uzun süreli bellekten geri getirilerek farklı durumlarda etkili kullanılmasını, eski ile yeni bilgiler arasında çok sayıda ilişki kurulmasını ve bilginin anlamlı hale gelmesini sağlamaktadır (Senemoğlu, 2009). Kodlama olmadan çevreden gelen bilginin çoğu geçici olarak depolanır. Bilginin anlamlılık kazanması kodlama işlemi ile gerçekleşir.

Geri getirme: Bilginin uzun süreli bellekten aranıp bulunarak açığa çıkarılması sürecidir. Birey kendisi için gerekli olan bilgiyi uzun süreli bellekten arayıp bularak, işleyen belleğe getirip davranışa dönüştürür. Bilginin uzun süreli belleğe yerleştirilmesi için yapılan kodlama ile bilgiyi uzun süreli bellekten geri getirme arasında sıkı bir ilişki vardır. Geri getirmenin temel ilkesi etkili kodlamadır. Bilginin uzun süreli bellekten geriye getirilmesi çok basit ve her zaman mümkündür. Ancak başarılı hatırlama, mantığın, ipuçlarının ve diğer bilgilerin kullanılarak bilginin yeniden canlanmasını sağlayan problem çözme süreci yani bilginin uzun süreli bellekten bulunarak açığa çıkarılması sürecidir (Senemoğlu, 2009).

3) Biliş bilgisi (yürütücü süreçler)

Bilgi işleme modelinin üçüncü bileşenidir ve oldukça önemli bir yere sahiptir. Bireylerin öğrenme ve bilişsel süreçlerini denetleyebilme ve kontrol edebilme sistemine verilen isimdir. Bireylerin bilişsel aktivitelerini kontrol eden bu süreçler, bilgi işleme sistemi içerisindeki bilgi akışını düzenleyerek rehberlik eder. Bilgi depoları ve bilişsel süreçlerin bir bütünlük halinde işlemesini sağlar (Özer, 2001).

2.3. Bilişsel Yük

Yukarıda açıklandığı gibi insanın bilgi işleme sistemi duyusal / algısal bellek, çalışan / kısa süreli bellek ve uzun süreli bellekten oluşmaktadır. Bilgi ilk olarak dikkat ve algılama yoluyla algısal/duyusal belleğe gelmekte ve sonrasında sınırlı bir kapasiteye (7±2) sahip olan ve bilginin karşılaştırılmasını, ayrıştırılmasını ve üzerinde çalışılmasını organize eden çalışan/kısa süreli belleğe gönderilmektedir. Son olarak da çalışan/kısa süreli bellekte düzenlenen bilgiler şemalar oluşturularak depolandığı sınırsız kapasiteye sahip olan uzun süreli belleğe aktarılmaktadır. Kısa süreli bellek aynı anda çok fazla öğeyi tutamadığı için sınırlı bir kapasiteye de sahiptir. Bu nedenle bu sınırlı kapasitenin görmezden gelinmesi ya

da dikkate alınmaması durumunda bellek işlem kapasitesini aşma ve buna bağlı olarak da öğrenmenin engellenmesi durumu gerçekleşebilir (Hasiao, 2010). Bu durum bilişsel yük olarak adlandırılmaktadır. Araştırmacılar farklı şekillerde tanımlamışlardır.

Bilişsel yük, öğrenme sırasında sınırlı kapasiteye sahip olan çalışan bellekteki zorlanmanın miktarını anlatır (Clark, Nguyen ve Sweller, 2006). Bilişsel yüklenme, öğrenenin bilişsel yapısında belirli öğrenme görevlerinin zorlamalarıyla oluşan çok boyutlu yapı şeklinde ifade edilerek tanımlanabilir (Paas ve van Merriënboer, 1994). Bilişsel yük; problem çözme ya da düşünme sırasındaki çalışan bellekte meydana gelen yük miktarı olarak tanımlanmaktadır (Sweller, 1988). Tanımlardan görüldüğü gibi çalışan bellekte aşırı görevlerin olması kişilerde bir zorlanma meydana getirmektedir. Ayrıca çalışan belleğin depolamak zorunda kalacağı bilginin miktarı da zorlanma oluşturacaktır. Örneğin tek basamaklı iki sayının toplanması ya da çarpılması kısa süreli belleğe daha az bir yükleme yapacaktır. Çok basamaklı iki sayının toplanması ilk işleme göre daha fazla yükleme yapacakken çok basamaklı iki sayının çarpımı çarpım basamakları da düşünülecek olursa beyin çok fazla yük taşımak zorunda kalacaktır. Paas, F., Renkl, A. ve Sweller, J. (2004), bilişsel yükün fazla olduğu durumlarda performansın düşeceğini, aşırı bilişsel yüklenme durumunda ise öğrenme sürecinin sonlanacağını ileri sürmüşlerdir.

Bilişsel yük; içsel bilişsel yük (intrinsic load/ asıl)), dışsal bilişsel yük (extranous load/ineffective load/ konu dışı yük) ve etkili bilişsel yük (germane load/effective load) olmak üzere üç tür yükten oluşur (Sweller vd., 1998).

İçsel bilişsel yük, öğrenme içeriğinin yapısından ve karmaşıklığından dolayı öğrenilmesi güç olan ders/konu içeriğine bağlı olarak kısa süreli bellekte oluşan yüklenmedir (Pollock, Chandler, ve Sweller, 2002). Öğrenilmesi gereken içeriğin yapısına (güçlüğüne) ve öğrenenin deneyim seviyesine bağlıdır (Große ve Renkll, 2007). Birey zor bir içeriği anlayabilmek için bu içeriği oluşturan elementleri kapsayan bilişsel şemaları oluşturmak durumundadır. Konuyu yeni öğrenen bir birey kavramlar arasında şemalar oluşturmak zorunda iken diğer birey bu şemalara zaten sahiptir dolayısıyla çalışan belleğinde oluşan yükte diğerine göre daha az olacaktır (van Merrienboer ve Ayres, 2005). Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., ve Sweller, J. (2003) içsel bilişsel yükü temel olarak iki faktöre bağlamaktadırlar. Birincisi; bir öğrenme sürecinde çalışan bellekte aynı anda işlenen eleman sayısıdır. İkincisi ise; öğrenenin ön bilgisine bağlıdır. Eğer öğrenen ön bilgi açısından gerekli yeterliklere sahip değilse (acemi / novice) öğrenme sürecinde birçok

elemanı aynı anda kullanmaya çalışacak ve bu durum çalışan bellek üzerinde çok fazla yük oluşturacaktır. Burada öğrenenin ön bilgisi ya da deneyimi ifadeleri aslında aynı şeyi tarif etmektedir. Bir konu ile ilgili önceden öğrenilmiş bilgilerin ya da zihinde oluşturulmuş şemaların içsel yükü azaltacağı görülmektedir. Öğrenilecek içeriğin güçlüğü ve aynı anda işlenen eleman sayısı da bireylerde farklı içsel yükler oluşturacaktır. Görüldüğü gibi içsel yükün dışardan müdahale ile değiştirilmesi mümkün olarak gözükmemektedir.

Dışsal bilişsel yük, tasarlanan öğretimin ve öğrenene sunulan öğretim materyallerinin veya yapması gereken aktivitelerin sonucunda kısa süreli bellekte oluşan yüklenmedir (Sweller vd.,1998) Tasarlanan öğrenme ortamı, uygun olmayan bilgileri ya da bilgi işleme sürecini olumsuz yönde etkileyen diğer materyalleri içeriyorsa konu dışı yük yüksek olacaktır. Bu düşünceyle dışsal bilişsel yük tüm öğretim sürecinde bir hata olarak görülebilir (Paas, Renkll ve Sweller, 2003).

Etkili bilişsel yük; zihinsel yapıların oluşması ve düzenlenmesini sağlayan süreçlerde ortaya çıkar. Öğrenilen içeriğin derinden anlaşılması için etkili bilişsel yükün oluşması hayatidir (Große ve Renkll, 2007). Etkili yük, şema oluşumuna yardımcı olan, öğrenme sürecini destekleyen içerik ve etkinliklerle ilişkili etkili bir bilişsel yüktür (van Merrienboer ve Ayres, 2005).

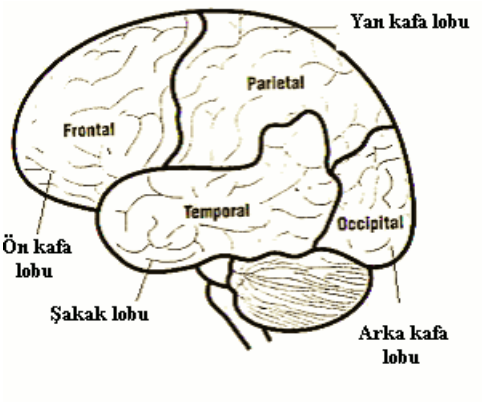
Bilişsel yük; bu çalışmada HKİ ile yapılan öğretimin etkililiği konusunda kullanılacaktır. HKİ kullanılarak problem çözen bireylerin bu süreçte karşılaştıkları zorlukları açıklamada İçsel Bilişsel yükün etkileri açıklanacaktır

2.4. Beynin Yapısı

Yetişkin bir insan beyninin ağırlığı yaklaşık 1300-1400 gram dolayındadır. Beynin büyük kısmı (%78) sudan oluşmaktadır. %10'u yağ, %8'i ise proteindir. Canlı beyin keskin olmayan bir bıçakla kesilecek kadar yumuşak bir dokuya sahiptir. Beynin en belirgin özelliği kıvrımlı olmasıdır. Beyin kabuğu, beyni kaplayan portakal kabuğu kalınlığında bir tabakadır (Jensen, 2006, s. 8). Beyin, vücut ağırlığımızın yaklaşık %2'si kadar olmasına karşın, vücut enerjisinin %20 ile %25'ini kullanır (Sousa, 2001).

Beyin lob olarak bilinen 4 ana bölümden oluşmuştur. Bunlar occipital (arka kafa lobu), frontal (alın lobu), parietal (yan kafa lobu) ve temporal (şakak lobu) lobtur. Bunların hepsine birden cerebrum yani beyin denir. Her lobun bazı fonksiyonları gerçekleştirmede

uzmanlaşmıştır (Sousa, 2003, s. 23). **Arka kafa lobu;** beynin arka kısmındadır ve görme ile ilgili ilgilidir, **alın lobu;** alın bölgesinde bulunur ve yargılama, yaratıcılık, problem çözme ve planlama gibi amaçlı eylemlerin meydana geldiği yerdir, **yan kafa lobu**; üst arka bölgededir ve yüksek algılama ve dil işlevlerini kapsayan süreçleri yerine getirir ve **şakak** lobu; kulakların çevresinde ve üst kısmında yer alır ve bu bölge temel olarak duyma, hafıza, anlama ve dilden sorumludur (Jensen, 2006).



Şekil 8. Beyin lobları (Jensen,1998)

Beyinde sağ ve sol olmak üzere iki yarı küre bulunmaktadır. Bunlar sinir lifleriyle birbirine bağlanmıştır. Bunların bilinen en büyüğü beynin iki yarısı arasındaki lif demeti-nasırsı maddendir (corpuscollasum). Nasırsı madde, yaklaşık 250 milyon sinir lifinden oluşur. Beynin yarı küreleri arasındaki bu bağ, bilginin yarı küreler arasında özgürce transferini sağlamaktadır (Jensen, 2006, s. 8).

Her yarı küre farklı işlevlerde uzmanlaşmış fonksiyonlara sahip olmakla beraber beyin bir bütün olarak işlevlerini yerine getirir (Sousa, 2001, s. 170). Beynin iki yarı küresinin fonksiyonları belirtildiği gibi kolayca ayrılabilmekle beraber, günlük hayat şartlarında bu ayrımı yapmak mümkün olmamaktadır. Çünkü insanın bir konudaki düşünme süreci genellikle her iki yarı kürenin işlevleriyle ilişkilidir (Sprenger, 1999, s. 42).

Bu çalışmada katılımcıların oluşturdukları hareketli kavram imajlarının beynin hangi bölgesinde oluşturulduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu durumun belirlenmesi için katılımcılardan HKİ'yi beyinde gördüklerini düşündükleri yeri tarif etmeleri istenecektir.

2.5. Animasyon

Animasyonlar son yıllarda matematik eğitiminde kullanılmaya başlanmıştır. Animasyon farklı şekillerde tanımlanmıştır. Rieber ve Hannafin (1988) animasyonu hareket hissi vermek için hızlı bir şekilde değişen bilgisayar ekran görüntüleri olarak tarif eder. Animasyon, "her bir karenin bir öncekinden farklı olduğu ve karelerin sırasının tasarımcı ya da kullanıcı tarafından belirlendiği, kareler serisi üreten bir uygulamadır" (Betrancourt ve Tversky, 2000, s. 313).

Animasyonun matematik eğitiminde kullanılması sürecinde yapılan ilk çalışmalar genellikle iki boyutlu grafiklerin kullanılması (T1-92 hesap makinesi ve animasyonların kullanımı (Sher ve Wilkinson, 1988), iki boyutlu geometrik gösterimler (Chuan,1995)) şeklindedir. Zamanla yapılan animasyon çalışmalarında, Flash (Garafalo, Summers, 2004), Java- MuPAD (Majewski ve Polthier, 2007), Java (Hausner, 2001), Mathematica (Kidron ve Zehavi, 2002) gibi daha gelişmiş programlar kullanılmıştır.

Birçok alanda ise animasyon karakterleri eğitimi desteklemek amacıyla kullanılmıştır. Towns, Callaway, Voermanand Lester (1998), animasyon karakteri Cosmo'yu; Shaw, Lewis ve Ganeshan (1999), Adele'i (öğrenme ve öğrenci kavrayışı üzerindeki etkisini araştırmışlardır, Adele'in yardımını alabilenlerin öğrenme hızı artmıştır); Lester, Converse, Kahler, Barlow, Stone, ve Bhogal (1997) Böcek Herman'ı (sorun çözmeyi öğrenmek için tasarlanmış sanal bir öğrenme ortamındaki kullanan -orta okullardaki 100 öğrenci arasında-, animasyon karakterlerin öğrencilerin öğrenme deneyimleri üzerindeki etkilerini incelemiştir) araştırmalarda kullanmıştır (Lodree, 2005).

Eğitsel materyaldeki animasyonlar üzerine yapılan çalışmadan alınan sonuçlar biraz karmaşık olsa da, bilgisayar tabanlı eğitimde animasyonların kullanımı için hala önemli bir potansiyel bulunmaktadır (Milheim, 1993). Milheim (1993) eğitsel materyalde animasyonların tasarlanması ve kullanımı üzerine bir dizi kuralı bir araya getirmiştir. Bu kurallardan bazıları şöyledir:

• Karmaşık olanlar yerine basit animasyonlar geliştirin. Genel olarak animasyon grafik içinde önemli bilgiyi barındıracak kadar karmaşık ve kolayca anlaşılabilecek kadar basit olmalıdır.

• Öğretilecek metin hareketin ve izdüşümün kullanılmasını gerektiriyorsa animasyon kullanın. Hareket anlamında animasyon hareket eden bir nesnenin özelliklerini açıkça gösterir (örn.,izdüşüm).

• Öğrencilerin dikkatini dağıtabileceği için aşırı animasyon kullanımından kaçının.

Ancak animasyonlar her zaman öğretimi kolaylaştırmamaktadır. Lowe (2001) animasyon kullanımı ile öğrencilerin bilgi süreçlerinde çeşitli zorluklar yaşayabileceğini belirtmiştir;

- Sunulan bilginin miktarı (animasyonlar bir kare yerine çoklu kareler sunar),
- Bu bilginin çok sınırlı kullanılabilirliği (her bir kare, dinamik etkiyi yaratmak için hem bir sonrakiyle değiştirilmelidir),
- Mekansal olarak farklı değişiklikleri entegre etmek (olaylar gösteri bölgesi boyunca dağılmış olurlar),
- Önceki karelerde yer alan bilginin tekrarlanması ihtiyacı (birbiri ardına gelen kareler bir öncekini yok eder, bu yüzden artık bu eski kareler görüntülenemez). Eğer öğretilecek konu zor ve öğrenciye yabancıysa (bu popüler bir animasyon kullanım alanıdır), davranışsal olarak gerçekçi animasyondan gelen bir işlem yükü, öğrencinin kapasitesini, sunulan bilgiyle uğraşabilecek kadar genişletebilir.

Rieber (1994), animasyonun görüntü ve hareket olarak iki farklı görsel özellik sağladığını belirtmiştir (Chan Lin, 2001). Animasyonlar nesnelerin sadece belli bir andaki durumunu değil, zamanla yer değişimini, nesnelerin değişimini ve bu değişimle ilgili bilgiyi de sunduğu düşünebilir. Böylece birçok soyut bilgi öğrenilebilir.

Bu durumun zihni pasif bir çalışma yöntemine sürüklediği bazı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Dinamik görsellemeler aşırı derecede pasif bilgi işlemesine neden olabilir ve öğrencilerin daha derin bir öğrenme için gereken çaba gerektiren bilişsel süreçleri geçirmelerini engeller (Palmiter ve Elkerton, 1993; Schnotz, Boeckheler, ve Grzondziel, 1999). Ayres vd. (2005, s. 7) animasyonların, görevin uygun olmayan şekilde kolaylaştırılması yüzünden öğrencilerin ilgili bilişsel işlemeyi yapamamasına neden olabileceğini belirtmiştir. Bu durumda, animasyon bilişsel yükü azaltır ama ne yazık ki ilgisiz yük yerine öğrenmeyi de sağlayan ilgili yükü de düşürür. Pasif bilgi işleme sorununu engellemek için katılımcıların hayal ederek görüntüyü zihinlerinde canlandırmaları gerekli olacaktır. Ayrıca; “Animasyonlarla öğrenmenin bilişsel

süreçlerinin açıklanması için genel bir teoriye ihtiyaç olduğunu belirten birçok çalışma vardır (Chandler, 2004, s. 356; Ploetzner ve Lowe, 2004, s. 6)."

Bu çalışmada animasyonlar, öğrenme üzerindeki etkisinden daha çok zihinde durağan halde bulunan kavram görüntülerinin hareketlendirilmesi için kullanılacaktır. Animasyonların, pasif bilgi işleme sorununu engellemek için katılımcılardan hayal etmeleri, görüntüyü canlandırmaları istenecektir.

2.6. İlgili Çalışmalar

Bu kısımda kavram imajı, animasyonlar ve bilgiyi işleme kuramı ile ilgili yurt içi ve dışı çalışmalardan örnekler sunulacaktır.

2.6.1. Kavram İmajı ile Çalışmalar

Bu kısımda kavram imajları ile ilgili olarak yurt içinde ve yurt dışında yapılmış olan çalışmalardan örnekler sunulacaktır. Bu konudaki literatür tarandığında yapılan çalışmaların kavram tanımı, kavram imajı, kavram öğretimi, kavram yanılgısı ve kavram tanımı ile kavram imajı arasındaki ilişkiler üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Bu araştırmada kullanılan kavramlar araştırmanın temel amacı ile doğrudan bir ilgisi olmadığından kavramlara ilişkin ayrıca bir literatür çalışması yapılmamıştır. Aşağıda bu çalışmada çalışılan kavramlarla ilgili olan ve kavram öğretimi, kavramm tanımı, kavram imajı ve kavram yanılgıları ile yapılan çalışmalardan örnekler sunulacaktır. Sunulan araştırmalardan da görülebileceği gibi kavram imajının hareketli olmasına ilişkin bir araştırma yapılmadığı görülmektedir.

Tall ve Vinner (1981)'in yapmış olduğu çalışmada lise ve üniversite seviyesindeki öğrencilerle limit ve süreklilik kavramları üzerine bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar bu çalışmada kavram imajı ve kavram tanımı kavramlarını detaylı bir şekilde anlatmış, potansiyel ve bilişsel çatışma faktörlerinden söz etmişler ve bazı uygulamalı müfredat problemlerinden yola çıkarak öğrenci cevaplarını kavram imajı ve kavram tanımı yapısı gözüyle incelemişlerdir.

Vinner'ın 1983'de yayımlanan çalışmasında öğrencilerin fonksiyon kavramına ait kavram imajları incelenmiş ve yanlış kavram imajları oluşturulduğunu tespit etmiştir. Öğrencilerin

çoğunun fonksiyon kavramına kişisel anlamlar yükleyerek, kişisel kavram tanımlarını kullandıklarını bulmuştur.

Tall (1986) tarafından yapılan deneysel çalışmada bilgisayar yardımı ile y=|sinx|, y=xsin(1/x) fonksiyonların orijinde teğeti gibi farklı örnekler üzerinde teğet kavramı üzerine çalışılmıştır. Kontrol gruplarına geleneksel bir eğitim verilmiştir. Çalışmanın sonunda öğrencilerin eğim kavramını kavramakta zorlandıkları, deney grubundakilerinin deneyimlerinin daha tutarlı bir kavram imajı oluşturmada onlara yardım ettiğini göstermiştir.

Grenier (1987), 11–14 yaş arası çocukların simetri kavramını nasıl anlamlandırdıklarını incelemiştir. Yapılan gözlemler ve 115 öğrenciye uygulanan bir ölçme aracı sonucunda; öğrencilerin bir noktanın ve doğru parçasının simetriğini belirlemede izledikleri yolu dört başlık altında sınıflamışlardır. Diklikte öğrencilerin şeklin simetriğini belirlerken birkaç noktanın dik olarak, örten ya da uzantılılıkta verilen şeklin bazı parçalarının üst üste gelecek biçimde ya da şeklin uzantısı şeklinde çizildikleri görülmüştür. Paralellikte öğrencilerin şeklin simetriğini belirlerken öteledikleri, kaymada ise şeklin simetri doğrusuna olan eşit uzaklığına dikkat etmedikleri görülmüştür. Öğrencilerin simetri doğrusu yatay ya da dikey konumda olmadığı zaman yanlış yanıtlar verdikleri saptanmıştır.

Monaghan (1991), limit öğrenimi ve öğretimi sırasında kullanılan dilin etkisi üzerinde çalışmıştır. Eğilim, yaklaşma, yakınsama ve limit kelimelerini kullanarak aynı sorunun dört farklı şekilde sorulduğu anket, önce 16 yaşındaki 54 lise öğrencisine uygulamıştır. Düzeltilen anket bir yıl sonra 190 lise öğrencisine uygulamıştır. Öğrencilerin her kelimeyi cümle içinde kullanma şekillerini incelemiş ve bu kelimelerin öğrenciler için genelde nasıl anlamlar ifade ettiklerini sınıflandırmıştır. Çalışma sonucunda limit kelimesinin çoğunlukla öğrenciler tarafından bir sınır olarak düşünüldüğü görülmüştür. Yaklaşma kelimesinin, bir şeyin başka bir şeye doğru en sonunda ulaşma fikri ile hareket etmesi, eğilim kelimesinin kişisel eğilim, yakınsama kelimesinin ise iki sürekli nesnenin birleşmesi olarak öğrenciler tarafından algılandığı görülmüştür.

Asiala, Cottrill ve Dubinsky (1997) çalışmalarında analiz dersi alan öğrencilerin bir fonksiyon ve onun türevinin grafiği ile ilgili anlamalarını araştırmıştır. Çalışma daha önce en az iki dönem analiz dersleri alan 17'si deney grubunda 24'ü ise kontrol grubunda olmak üzere 41 mühendislik, fen ve matematik öğrencileri ile yapılmıştır. Öğrencilerin bir fonksiyon ve onun türevinin grafiği ile ilgili zihinsel yapıları oluşturmasına yardım edecek

öğretim için tasarım yapılmıştır. Deney ve kontrol sınıfından öğrencilerin performansları karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin anlamaları APOS (action-process-object-schema) teorisine göre analiz edilmiştir. Öğrenme ile ilgili teorik analize dayalı olarak hazırlanan derslere devam eden öğrencilerin geleneksel derse devam eden öğrencilere göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Gutierrez ve Jaime (1999), 190 öğretmen adayı ile yaptıkları "üçgenin yüksekliği" kavramını anlama düzeylerini, kavram imajı-kavram tanımı teorik çerçevesiyle değerlendirdikleri bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada öğretmen adaylarının yükseklik kavramı ile ilgili bazı kafa karışıklıkları yaşadıkları belirtilmiştir. Örneğin yükseklik yerine kenarortay veya kenar orta dikme çizen katılımcılar olmuştur. Çalışmada; lise ve üniversite seviyesindeki eğiticilerin bir kavramdan bahsederken o kavramla ilişkili önceki kavramların veya alt kavramların bilindiğinin varsayıldığını bu yüzden kavram imajı ve kavram tanımı modelinin kullanımının öğrencilerin kavramlara ait algılarının ne kadar zayıf olduğunu, hangi geometrik kavramların veya kuralların eksik olduğunu göstereceğini belirtmişlerdir.

Pinkza (1999), araştırmasında üniversite analiz dersi alan öğrencilerin fonksiyon kavramını kavrayışları ile türev kavramını anlama ve uygulama yetenekleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Nicel olarak öğrencilerin fonksiyon ve türev hakkındaki işlemsel ve kavramsal bilgileri arasındaki ilişkinin gücü ve doğası belirlenmiştir. Bunun için 37 birinci sınıf analiz öğrencisi ile çalışılmış ve türevle ilgili bilgilerini ölçmek için iki ankete ve üç yazılı sınavı ile veriler toplanmıştır. Nitel olarak ise öğrencilerin türevle ilgili kavram görüntüleri ve kavram hatalarıyla bağlantılı fonksiyon kavram görüntüleri ve kavram hataları incelenmiş ve bunun öğrencilerin türev kavramını uygulamalarını nasıl etkilediği araştırılmıştır. Altı öğrenci ile özel durum çalışması yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin türev kavramını anlamalarının, fonksiyonun geometrik kavram görüntüsü ve fonksiyonların grafiklerini anlama ve yorumlama yetenekleriyle bağlantılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Aspinwall ve Miler (2001) çalışmalarında üniversite de Analiz-I dersi okutan öğretmenler ve öğrencilerin analizin temel kavramalarını anlamalarını incelemişlerdir. Öğrenci düşüncelerini belirlemek için 15 haftalık dönemde; 25 adet matematiksel işlemler ya da özel bir kavramın açıklanmasına yönelik öğrenci düşüncelerini belirlemeye odaklanan çalışma yaprağı verilmiştir. Araştırmacılar öğrencilerden cevaplarını matematiksel formül

ve semboller kullanmadan İngilizce kelime ve cümlelerle açıklamalarını istemişlerdir. Verilerden elde edilen sonuçlar bazı öğrencilerin, artan fonksiyon, pozitif değerli fonksiyon, artan eğim ve pozitif eğim arasındaki farkı ayırt edemediğini göstermiştir. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin analizdeki nümeriksel, grafiksel ve analitiksel gösterimler arasında ilişki kurabildikleri oranda anlamalarının zenginleştiği ortaya konulmuştur.

Çolak (2002), çalışmasında iki farklı eğitim durumunun limit öğretimine etkisini karşılaşmıştır. Bu çalışmada geleneksel yöntemden farklı olarak geliştirilen eğitim durumunun öğrencilerinin limit kavramını öğrenmelerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla oluşturulan deney ve kontrol gruplarına, Lise Matematik Dersi Öğretim Programında limit kavramı için ayrılan sürede iki farklı şekilde ders işlenmiştir. Araştırma sonucunda geleneksel yöntem kullanılarak dersler işlendiğinde öğrencilerin limit kavramı ile ilgili problemleri çözebildikleri fakat limitin formal tanımının ne olduğunu ve yaptıkları işlemlerin ne anlama geldiğini bilmedikleri görülmüştür. Geleneksel yöntemden farklı olarak geliştirilen eğitim durumu ile limit kavramı işlendiğinde ise öğrencilerin limit kavramı ve limit ile ilgili işlemler arasında bağ kurabildikleri ve yaptıkları işlemin ne anlama geldiğini bildikleri yani bilgileri ezberlemedikleri, öğrendikleri görülmüştür

Przenioslo (2002) üniversite 3. 4. ve 5. sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada, öğrencilerin üniversitedeki matematiksel çalışmalar kursunda şekillenmiş olan limit kavram imajlarını araştırmıştır. Öğrencilerin kavram imajlarını belirlemek için kavram imajları, kavram imajının anahtar sözcüğü, çağrışımlar, verimlilik ve dejenerasyon alt basamaklarında irdelenmiştir. Ortaya çıkan kavram imajları kendi aralarında komşuluğa dayanan imajlar, grafik yaklaşımına dayanan imajlar, algoritmalar, vb. şeklinde sınıflandırılmıştır. Araştırma sonucunda kavram imajları kendi aralarında komşuluğa dayanan imajlar, grafik yaklaşımına dayanan imajlar, algoritmalar, vb. şeklinde sınıflandırılmıştır.

Meehan (2003), 11 öğrenci ile öğrencilerin yüksek matematik ile ilk kez karşılaştıklarında matematik eğitimi araştırmalarının onlara yardım edip edemeyeceğini araştırdığı çalışmasında iyi tanımlı fonksiyon kavram imajını incelemiştir. Öğrencilere sırasıyla iyi tanımlı fonksiyon kavramına ait bir tanımın yer aldığı bir tanım sayfası, öğrencilerden bu tanıma bir örnek beklediği üretme sayfası, birçok fonksiyonun bulunduğu ve öğrencilerin iyi tanımlı olanları belirlemesini beklediği sağlama sayfası ve öğrencilerin cevaplarının doğruluğunu araştırdığı bir tahmin sayfaları verilmiştir. Araştırmacı ayrıca öğrencilerin

neden kavram tanımlarına önemsiz şeyler gözüyle baktığını anlamaya çalıştığını söylemiştir.

Özsoy ve Kemankaşlı (2004), ortaöğretim öğrencilerini geometri dersinde çemberde açılar konusundaki öğrenme düzeyleri, hatalar ve kavram yanılgılarını incelemiştir. Araştırma üç 11.sınıf şubesinden toplam 70 öğrenci ile yapılmıştır. Araştırmanın verileri, on iki 12 açık uçlu soru içeren bir sınavdan elde edilmiştir. Araştırma sonucunda; öğrenciler, sorularda çemberdeki iç, dış, merkez ve çevre açı kavramları arasında bağlantı kuramadıkları, sorulardaki çember içindeki üçgensel ve dörtgensel bölgelerdeki açı kavramlarında bazı özellikleri uygulamakta zorlandıkları ve sorulardaki verileri iyi analiz edemedikleri ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin, geometri anlama düzeylerinin geliştirilmesi için, öncelikle kavramlar arasındaki bağıntıların ayrıntılı açıklanması gerekmektedir. İyi planlanmış etkinlikler, uygun araçlar ve öğretmen desteğiyle öğrenciler, geometriyle ilgili kuralları keşfedebilirler ve geometri anlamaları düzeyleri yükseltilebilir

Przenioslo (2004), bir üniversitenin matematik bölümünde genel matematik dersini bitirmiş öğrencilerin limit kavramları üzerine bir çalışma yürütmüştür Çalışmada, komşuluklar, grafiklerin ve değerlerin yaklaşımı, x_0 noktasında tanımlı olma, x_0 noktasındaki limitin f(x_0) ile eşit olması ve algoritma kavramları üzerine odaklanılmıştır. Sadece sonuca odaklı olmayan, zamanda açık uçlu sorular da içeren bir sınav uygulanmıştır. Önemli sonuçlardan biri olarak, öğrencilerin bazı kavramları tanımlama ile ilgili soruları doğru cevaplandırsalar da bunları uygulamada sıkıntı çektikleri gözlemlenmiştir.

Eraslan (2005), doktora tezinde iki cebir öğrencisinin quadratik denklemler ile ilgili karşılaştıkları engelleri Schoenfeld (1989)'in matematiksel analiz basamakları ile kavram imajı ve kavram tanımı yapısı ışığında durum çalışması modeli ile tespit etmiştir. Karşılaşılan engellerden bazıları kuadratik fonksiyonların geometrik ve cebirsel yaklaşımlarının bir arada düşünülmemesi, bilinmeyen bir ifadeyi bilinen bir ifadeye dönüştürme ihtiyacı, geometrik ve cebirsel düşüncenin uyuşmaması, kuadratik formülün ve sonsuz değerli fonksiyon imajının negatif etkisi olarak belirlenmiştir.

Giraldo (2006), çalışmasında altı öğrenci ile çalıştığı bir durum çalışması modeli sunmaktadır. Araştırmacı türev kavramı ile ilgili bilgisayar ortamında grafiksel yaklaşımlar kullanılan bir analiz kursunu süreç olarak benimsemiştir. Araştırmacı türev kavram

imajında ortaya çıkan olumsuzlukların eğer uygun bir pedagojik yaklaşım uygulanırsa kavram imajını zenginleştirebileceğini iddia etmektedir.

Soğancı (2006), Yüksek Lisans tezinde kavram imajı ve kavram tanımı yapısını irdelemiştir. 7 öğretmen adayı ile gerçekleştirilen araştırmada öğretmen adaylarının görüşleri fenomenografik yöntemle karşılaştırılmış, kategorilere ayrılmış ve yorumlanmıştır. Araştırmadan, öğretmen adaylarının tanımların verilmesi gerektiğini ama sadece tanımla kavramın iyi öğrenilmediğini düşündükleri, kavram tanımı ve onu takip eden örnek, uygulama, o tanımdan çıkarılan sonuçlar, teoremlerle de mutlaka tanım desteklenmesi gerektiğini düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmadan çıkan diğer bir sonuç ise, kişi matematiksel bir problemi çözerken o problemin merkezindeki kavram ya da kavramların tanımlarına bazen kavram imajı, bazen kavram tanımı ve bazen de her ikisi ile başvurmaktadır.

Bukova (2006), limit kavramının oluşturulmasına katkı sağlayacak, "Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı(YÖY)" ile uyumlu bir öğrenme ortamı oluşturmak ve oluşturulan bu ortamın öğrencilerin limit kavramı ile ilgili başarılarına, matematiğe yönelik tutumlarına, yaşam ile okulu ilişkilendirmelerine, bilimi tanımalarına, öğrenmeyi öğrenmelerine, sorgulayarak öğrenmelerine, iletişim kurarak öğrenmelerine ve matematiksel düşünmelerinin gelişimine katkısını belirlemek için bir araştırma yapmıştır. Araştırma yarı deneysel bir çalışmadır ve kontrol gruplu ön test-son test modeline dayanmaktadır. Araştırmanın örneklemi, 2005–2006 öğretim yılı Analiz IA-B şubelerine kayıtlı 60 matematik öğretmen adayından oluşmaktadır. Deney grubunda 31, kontrol grubunda ise 29 denek bulunmaktadır. Deneysel çalışma başlamadan önce, uygulanan farklı ölçme araçlarından derlenen verilerin istatistiksel analizleri sonucunda iki grubun eş düzeyde oldukları belirlenmiştir. Araştırmada nicel ve nitel veri toplama araçları kullanılmıştır. Veriler Matematik Tutum Ölçeği, Yapılandırmacı Öğrenme Ortamının Belirlenmesi Ölçeği, öğrenci günlükleri, yarı yapılandırılmış görüşmeler, Limit Kavramına Yönelik Çalışma Yaprakları, Matematiksel Düşünmeyi Ölçme Problemleri ve proje çalışmaları kullanılarak derlenmiştir. Nicel veriler, istatistik paket programı; nitel veriler ise, araştırmacı tarafından okunarak, belli temalar altında toplanarak ve bazen dereceli puanlama anahtarı yardımıyla puanlandırılarak çözümlenmiştir. xiv Araştırmada elde edilen verilerden, tasarlanan yapılandırmacı öğrenme ortamının, limit kavramının oluşturulması ve öğrenilmesinde çok yönlü olumlu katkı sağladığı ortaya çıkmıştır. Deney

grubu deneklerinin okul ile yaşamı ilişkilendirme, öğrenmeyi öğrenme ve iletişim kurarak öğrenme yaklaşımlarının kontrol grubuna göre daha olumlu oldukları görülmüş ve iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Buna karşın, deneklerin matematiğe yönelik tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Deneklerin limit kavramı ile günlük yaşam arasında bir ölçüde ilişki kurabildiklerini, limit kavramını farklı yönleri ile tanımlamada ve görsel yapıdan hareketle, limit kavramını anlamlandırma sıkıntı yaşamadıkları ortaya çıkarılmıştır. Buna karşın, delta-epsilon yaklaşımını kullanarak fonksiyonun bir noktasındaki limitinin varlığını ispat etmede bir ölçüde zorlandıkları görülmüştür. Deneklerin matematiksel düşünme gelişim düzeylerinin karşılaştırılması ile deney grubundakilerin bu alanda gelişimlerinin daha üst düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bunu yanında oluşturulan öğrenme ortamının deneklere sosyal yönden de katkı sağladığı görülmüştür.

Fyhn (2006), açı kavramının öğretimi konusunda 12 yaşındaki bir dağcı kıza gerçekleştireceği tırmanış öncesi açı ve tırmanma arasında bir ilişkinin olup olmadığı konusunda yönlendirici sorular sormuştur. Çocuk başlangıçta tırmanma ile açı kavramının ilişkili olabileceğini anlam verememiş, ancak yapılan görüşme sonrasında çocuk, tırmanış öyküsünün içinde aslında açı kavramının kendiliğinden var olduğunu ve onu başlangıçta fark etmediğini belirtmiştir. Bu uygulamadan sonra, kızın sınıf arkadaşları ile bir çalışma yürütülmüştür. Bir gün süren gezi ve yarım günlük öğretim görüşmeleri sonucu, öğrencilerin çizimleri ve yaptıkları çalışmalar analiz edilmiştir. Sonuç olarak ise, öğrencilerin yaptıkları açıklama ve çizimler doğrultusunda 3 kategori belirlenmiştir; tanıma, tanımlama ve bağlamsal faktörler. Ayrıca çalışma, geometride analitik çizimlerin kavram öğretimlerindeki etkisini ortaya koymaktadır.

Parameswaran (2006), çalışmasında öğrencilerin gerçek yaşamlarına dayalı küçük sayılarla ilgili kişisel limit algılamalarını ortaya çıkarmaya çalışmıştır. İki ayrı grupla çalışmıştır. İlk olarak 12. sınıf öğrencilerinden oluşan gruba limit, informal bir yaklaşımla ($\varepsilon - \delta$ tanımı kullanılmadan) öğretilmiştir. Üniversite 1. sınıf öğrencilerinden oluşan diğer gruba ise limit $\varepsilon - \delta$ tanımı kullanılarak öğretilmiştir. Araştırma sonunda her iki gruptaki birçok öğrencinin limitleri hesaplarken karşılarına çıkan küçük sayıları sıfıra tamamladıkları ve buna neden olarak da bu öğrencilerin limiti yakın olma (yakınlaşma) olarak algıladıkları ortaya çıkmıştır.

Goerdt (2007), çoklu durum çalışması deseni kullanılarak türevi öğrencilerin anlamaları üzerine yapılan farklı vurgularının etkilerini araştırmıştır. Araştırma 51 öğrenci ile yapılmıştır. Bu öğrencilerin 22'sine geleneksel analiz müfredatı, 29'una ise modern analiz müfredatı uygulanmıştır. Öğrencilerin türev konusunu anlamaları arasındaki istatistiksel olarak önemli farklılıkları belirlemek için nicel yöntemler kullanılmıştır. Ayrıca ön-test ve son-test uygulanmış ve modern ve geleneksel analiz müfredatını takip eden öğrencilerle mülakatlar yapılmıştır. Araştırmanın sonucu modern analiz müfredatını takip eden öğrencilerin daha esnek bir anlayışa sahip olduklarını ve kavramın temsilleri içinde ve arasındaki geçişlerde çok daha yetenekli olduklarını göstermiştir.

Hacıömeroğlu (2007), araştırmasında üç katılımcısının analizdeki türev grafikleriyle ilgili olarak zihinsel görüntülerini, temsillerini ve anlamak için kullandıkları metotları tanımlayan durumlar geliştirmiştir. Araştırma üç katılımcıyla gerçekleştirilmiştir ve araştırmada, katılımcıların bilgileri fazlasıyla bir matematiksel işlemle ilişkili ve zayıf bir şekilde diğer matematiksel işlemlerle ilişkili olduğundan, onların bir temsil üzerindeki tek taraflı düşüncelerinin veya kendilerine aşırı güvenlerinin türev grafiklerini anlamalarına engel olduğu bulunmuştur.

Zembat (2007), 2005 İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programından seçilen bir etkinlik örneğini kullanarak yansıma dönüşümünün nasıl yapılandırılabileceğine yönelik bir araştırma yapmıştır. Araştırma ilköğretim 8. sınıfta okuyan 31 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. İki haftalık bir süre boyunca araştırmaya katılan öğrencilere yapılandırmacı bir etkinlik dizisi uygulamıştır. Öncelikle kâğıt üzerine çeşitli şekiller çizerek katlama ve çizilen şekillerin bu katlama çizgisine göre simetrik görüntüsünü belirleme çalışmaları yapılmış, ardından şekil ve şeklin simetriğinin büyüklük, bileşenler arası uzaklık ve konum cinsinden karşılaştırmaları istenmiştir. Öğrenciler şekillerin birbirinin ikizi olduğu fakat konum açısından farklı olduklarını belirtmişlerdir. Bunun üzerine sonraki derste yansıma dönüşümü uygulanmış şekiller ve görüntülerinden oluşan ancak kat çizgisinin belirgin olmadığı kareli kâğıtlar dağıtılmıştır. Öğrenciler kat çizgisinin verilen şeklin ve simetriğinin tam orta yerine denk geleceği ve eşit uzaklıkta olacağı fikrine ulaşmışlar ancak bu uzaklığın nasıl belirlendiği ile ilgili olarak kesin cevaplara ulaşamamışlardır. Daha sonra tahtaya bir üçgen ve bu üçgenin herhangi bir kenarına paralel olmayacak şekilde bir kat çizgisi çizilerek öğrencilerden bu şeklin görüntüsünü belirlemeleri istenmiştir. Öğrenciler verilen şekil ile katlama çizgisi arasındaki uzaklığı,

dikliğe dikkate almadan, ölçerek gelişigüzel bir biçimde üçgenin kenarları doğrultusunda şeklin görüntüsünü belirlemişler, verilen şeklin bir kenarı üzerinde alınan bir noktanın tam olarak simetriğinin nerede olduğunu belirleyememişlerdir.

Zazkis ve Leikin (2008), öğretmen adaylarının kare kavramının tanımları ile ilgili bilgilerinin araştırıldığı çalışmasında katılımcıların cevaplarını erişilebilirlik ve doğruluk, zenginlik ve genellik kategorilerine göre analiz etmişlerdir. Araştırmanın sonunda katılımcıların her birinin aslında karenin ne olduğunu bildiklerini; tanımlarken zorluk yaşamalarının sebeplerinden birinin matematiksel terminolojiyi bilmemeleri, gerekli ve yeterli koşulları ayırt edememeleri veya matematiksel tanımın ne olduğunu bilmemeleri olduğunu belirtmektedirler.

Gülkılık (2008), yüksek lisans tez çalışmasında bazı geometrik kavramlar ile ilgili öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram imajlarını keşfetmeyi ve kavram imajlarındaki gelişimleri anlamayı amaçlamıştır. Bu çalışma öğretmen adayının sahip oldukları kavram imajlarını ve imaj gelişimlerini keşfetmek için yapılan bir eğitim deneyimine dayanmaktadır. Elde edilen verilerin tamamı genel olarak Tall ve Vinner (1981) tarafından geliştirilen kavram imajı ve kavram tanımı yapısı esas alınarak analiz edilmiştir. Verilerin analizinde öğretmen adaylarının görüşleri fenomenografik yöntemle karşılaştırılmış, kategorilere ayrılmış ve yorumlanmıştır. Katılımcıların açı, çember, geometrik yer, metrik kavramları ile ilgili sahip oldukları kavram imajlarını incelenmiş daha sonra araştırma için temel alınan 3 aylık bir eğitim dönemi sonucunda öğretmen adayların kavram imajlarının gelişimi irdelenmiştir. Geometrik kavramları içeren bir problem durumu ile karşı karşıya gelen öğretmen adayları farklı tecrübelerinin etkileriyle şu eylemleri gerçekleştirmektedir. (1) Sadece kazandıkları yeni kavram imajlarını kullanmaktadırlar. (2) İlk olarak yeni kavram imajı ile problemin üstesinden gelmeye çalışmakta, eğer bunu başaramazlarsa eski kavram imajına geri dönmektedirler. (3) Problem çözme sürecinde eski ve yeni kavram imajlarını birlikte kullanmayı tercih etmektedirler. Araştırma sonucunda; öğretmen adaylarının, dersin sonunda uygun kavram imajı geliştirdikleri görülmüştür.

Menon (2008), okul öncesinden beşinci sınıfa kadar öğrencilerin olduğu 1000 kişi ile açı kavramının öğretimi ile ilgili çalışmıştır. “odada kaç köşe var?” sorusu öğrencilere sorularak, sınıfta bulunan köşeler saydırılmış ve daha sonra da iki bambu çubuğu kullanılarak açıların büyüklük ve küçüklük boyutuna yer verilmiştir. Araştırmada, beş

yaşındaki bir öğrenci yapılan etkinlikler sonrasında; "açı ve köşe ikiz kardeşlerdir. Köşenin olduğu her yerde açı da olacaktır." yargısına varmıştır. Sonuç olarak ise, 6 yaşından 14 yaşına kadar olan çocuklarla yapılan birebir etkileşimlerde ya da öğretim görüşmelerinde açı kavramının kazanıldığı görülmüştür.

Altun (2009), Lise Matematik Dersi Öğretim Programında limit kavramının öğretimi ile ilgili tavsiye edilen yaklaşımla, sonsuz küçük sayı kavramı yardımıyla oluşturulan yaklaşımın, öğrencilerin limit hesaplamalarındaki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla 2008-2009 öğretim yılında Ankara'nın bilinen bir Anadolu Öğretmen Lisesi 12. sınıflarından, hazır bulunuşluk testi ve karne notlarıyla denk oldukları belirlenen 27 kişilik bir kontrol ve 27 kişilik bir deney grubu oluşturulmuştur. Deney ve kontrol gruplarında toplam 5 saat süren derslerin işlenişi her iki grupta da aynı şekilde başlamıştır. Daha sonra kontrol grubunda Lise Matematik Dersi Öğretim Programında limit kavramının öğretimi ile ilgili tavsiye edilen yaklaşımla, deney grubunda ise sonsuz küçük sayı kavramı yardımıyla oluşturulan yaklaşımla dersler işlenmiştir. Deney sonrası her iki gruba da bir son test uygulanmış ve öğrencilerin cevap kâğıtları her iki grup için de hazırlanan cevap anahtarları ışığı altında incelenmiştir. Daha sonra elde edilen bulgular karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda limitin hesaplanmasında sonsuz küçük sayı kavramıyla oluşturulan yaklaşımın, Lise Matematik Dersi Öğretim Programında limit kavramının öğretimi ile ilgili tavsiye edilen yaklaşımdan daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İşleyen ve Akgün (2009), araştırmalarında matematik öğretmen adaylarının türev ve diferansiyel kavramlarıyla ilgili anlama seviyeleri ve bu kavramlar arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Çalışma Matematik Öğretmenliği bölümünde okuyan 76 matematik öğretmen ile gerçekleştirilmiştir. Veriler, türev ve diferansiyel kavramları arasındaki farkın anlaşılıp anlaşılmadığını belirleyebilecek 19 açık uçlu sorudan oluşan bilgi testi ile toplanmıştır. Elde edilen veriler matematik öğretmen adaylarının türev ve diferansiyel kavramları arasındaki farklılıkları tam olarak anlayamadıklarını ve bu kavramları birbirleri yerine kullandıklarını göstermiştir.

Delice ve Sevimli (2011), müfredat programında belirsiz-belirli integral sıralaması ile öğretilmesi, önerilen integral konusunun sıralamasında yapılacak değişikliğin öğrencilerin kavram tanım ve imgelerine yapacağı etkinin incelenmesi amacıyla çalışmalarını yapmıştır. Çoklu yöntemin kullanıldığı araştırmada yarı deneysel araştırma deseni var olan iki durumun betimlenmesi için kullanılmıştır. Kontrol grubu öğrencileri (n=40), Analiz II

dersi kapsamında aldıkları integral konusunu geleneksel programa uygun olarak belirsiz-belirli integral sırası ile işlerken; deney grubu öğrencilerinde (n=40) aynı konu belirli-belirsiz integral sırası ile ele alınmıştır. Çalışma sonuçları, deney grubu öğrencilerinde "alan", kontrol grubu öğrencilerinde "türevin tersi" imgelerinin baskın olduğunu göstermiştir. Ayrıca, genelleştirilmiş integral problemlerinde, belirli integral imgesi "türevin tersi" olan öğrencilerin yanlış kavramlar üzerinden yanlış sonuçlara ulaştıkları ve "alan" imgesine sahip öğrencilerin bu problem tipi için doğru çözümleri daha kolay gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Çalışma, integral konusuna belirsiz integral kavramı ile yapılacak girişin, belirli integral konusundaki imgeleri sınırlayabileceğine dikkat çekmektedir. Çalışmada literatürdeki yaygın kullanımın aksine, "concept image" ifadesinin Türkçe karşılığı olarak "kavram imajı" yerine "kavram imgesi" ifadesi kullanılmıştır.

Yılmaz (2011), araştırmasında ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin 'Doğrular ve Açılar' konusunda ne tür hata ve kavram yanılgılarına sahip olduğunu tespit etmek ve bunların Van Hiele geometri anlama düzeylerine göre dağılımını belirlemiştir. Araştırmanın örneklemini; üç ilköğretim okulundan toplam 60 adet 7. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmacı tarafından 'Doğrular ve Açılar' konusuna ait hata ve kavram yanılgıları teşhis testi hazırlanmıştır. Teşhis testi hazırlanırken soruların kazanımlara eşit dağılımına dikkat edilmiş ve her kazanımla ilgili 5'er soru olmak üzere toplam 15 açık uçlu soru hazırlanmıştır. Ayrıca, öğrencilere Usiskin'in 1982'de geliştirdiği ve Baki tarafından Türkçeye uyarlaması yapılan, 25 sorudan oluşan Van Hiele Geometri Anlama Düzeyleri Sınavı uygulanarak öğrencilerin geometri anlama düzeyleri ölçülmüştür. Araştırma verileri SPSS 17.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin analizi aşamasında yüzde ve frekans tablolarından yararlanılmıştır. Ayrıca her soru için hata ve kavram yanılgısı olan öğrencilerin ne tür hata ve kavram yanılgılarının olduğu tespit edilerek kategorilere ayrılmıştır. 'Doğrular ve Açılar' konusuna ait teşhis testi ile tespit edilen hata ve kavram yanılgılarının Van Hiele geometri anlama düzeylerine göre dağılımları incelenmiştir. Genel olarak 1 ve 2 düzeyindeki öğrencilere göre, hiçbir düzeyde olmayan ve 0 düzeyindeki öğrencilerde daha fazla hata ve kavram yanılgılarına rastlanmıştır.

Köse (2012), ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin doğruya göre simetriyi nasıl açıkladıklarını ve verilen bir şeklin dikey, yatay ve eğik doğruya göre simetriğini almada ve şekillerin simetri doğrusuyla kesişmesi ya da kesişmemesi durumlarındaki bilgilerini belirlemeye çalışmıştır. Araştırma 147 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir ve açık uçlu sorular

ile öğrenci görüşleri alınmıştır. Öğrencilerin büyük çoğunluğu şeklin simetri doğrusu ile kesişmediği durumlarda verilen şeklin dikey ve yatay doğruya göre simetriğini belirlemede başarılı olmuşlarıdır. Fakat eğik simetri doğrusuna göre ve şeklin simetri doğrusu ile kesiştiği tüm durumlarda çeşitli kavramsal hatalar yaptıkları ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrenciler şeklin doğruya göre simetriğini almak yerine noktaya göre simetriğini almışlardır.

Dağdelen (2012), araştırmasında İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programı 1–5. sınıflarda yer alan simetri alt öğrenme alanındaki kazanımlar ile 7. sınıfta yer alan "yansımayı açıklar" kazanımını esas alırak, origami temelli öğretimin öğrencilerin simetri kavramındaki akademik başarısına olan etkisini belirlemiştir. Araştırma, İlköğretim Okulunda öğrenim görmekte olan 40 yedinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Nicel ve nitel araştırma tekniklerinin birlikte kullanıldığı bu araştırmada, nicel kısmı ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen, nitel kısmı ise yarı yapılandırılmış görüşmeler oluşturmaktadır. Araştırmanın deneysel kısmında deney grubuna origami temelli öğretim uygulanırken, kontrol grubuna İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programının öngördüğü şekilde dersler işlenmiştir. Gruplara uygulamadan önce ve sonra olmak üzere araştırmacı tarafından hazırlanan geometri başarı testi uygulanmıştır. Araştırmanın amacı, öğrencilerin matematik dersindeki başarı durumu ve geometri başarı testindeki sonuçlar dikkate alınarak uygulama sonrası deney grubundan farklı akademik başarı seviyesinde olan 8 öğrenci (3 yüksek, 3 orta ve 2 düşük seviye) seçilerek yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Veri toplama süreci 6 hafta sürmüştür. Geometri başarı testinden toplanan nicel veriler SPSS 13.0 paket programında t-testleri ile analiz edilirken, yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen nitel veriler betimsel yaklaşımla analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, origami temelli öğretim alan grup lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

2.6.2. Animasyon ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu araştırmada animasyonlar HKİ oluşturabilmek için materyal kaullanılacaktır. Ancak animasyonlarla ilgili nasıl çalışmalar yapıldığının görülmesine olanak sağlamak için yapılan bazı araştırmalar paylaşılacaktır.

Hausner (2001), Bu tez çalışması animasyonlara yazılım ve algoritmayı açıklama aracı olarak bakmıştır ve devreye giren insan ve bilgisayar faktörlerini ele almıştır. Algoritma

animasyonlarının kullanım türleri düşünülerek görsel sanatlara benzediğini fakat insan rehberliğini gerektirdiğini belirtmiştir. Bu yüzden, iyi bir Algoritma Animasyon sistemi enteraktif olması gerektiğini ve böyle bir sistemin tüm gereksinimlerini belirlemişlerdir. Bunun sonucunda taşınabilir web temelli sistemi önermişlerdir. Java temelli bir sistem uygulayarak pek çok algoritmayı anîme etmişlerdir. Özelde geometrik algoritmaların animasyonunu kolaylaştıracak özellikleri olmasına rağmen sistem genel olduğu ve başarılı web sayfaları ve video kayıtları üretmek için kullanıldığı belirtilmiştir.

Tversky ve Morrison (2002), animasyonlu grafikler ile statik grafiklerin öğrenme üzerine etkilerini araştırmışlardır. Haritalar ve bina planları gibi mekân-görsel şeyleri canlandırmak için grafik eski çağlardan beri kullanılmaktadır. Yakın zamanlarda, grafik ve organizasyon şemaları gibi metaforik mekân-görsel şeyleri tasvir etmek için grafik kullanılmaktadır. Varsayım şudur; grafik anlama, öğrenme, bellek, iletişim ve çıkarsama süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Varsayımlar bir yana, statik grafikler üzerine yapılan araştırmalar, karmaşık sistemleri doğrulamak için yalnızca özenle tasarlanmış ve uygun grafiklerin yararlı olduğunu göstermiştir. Etkili grafikler, hangi grafik içerik ve biçiminin hangi kavram içerik ve biçimine uygun olduğunu doğrulamak için Kongrüent İlkesini uygular. Buradan hareketle, animasyonlu grafiklerin zamanla değişimi tasvir etmede etkili olduğu ifade edilir. Ancak animasyonlu grafiklerin, statik olanlara göre etkililiğine yönelik araştırmalar cesaret verici değildir. Animasyonlu grafiklerin statik olan grafiklere karşı üstün olduğu durumlarda, incelemeler animasyonlu grafiklerle statik grafikler arasında içerik ve süreç hususunda eşitsizlikler olduğunu ortaya çıkarmaktadır; animasyonlu grafikler daha fazla bilgi ve daha çok etkileşim sağlamaktadır. Etkinliklerin animasyonlaştırılması, grafiklerin doğru algılanması ve uygun tasarlanmış olması gerektiğini ifade eden ve iyi grafiklerin ikinci prensibi olan "Apprehension Prensibini" ihlal ettiğinden etkisiz olabilir. Animasyonlar, doğru algılanması için genellikle ya çok karmaşık ya da çok hızlıdır. Ayrıca, sürekli etkinliklerin birçoğu farklı aşamalardaki diziler olarak algılanmaktadır. Etkileşimin uygun kullanımı bu iki dezavantajın üstesinden gelebilir. Animasyonlar, uzay ve zamanda gerçek zamanlı yeniden oryantasyon örneğinde olduğu gibi, karmaşık sistemleri uygulama durumları haricinde, karşılaştırılabilir statik grafiklerden daha etkili olabilir.

Kidron ve Zehavi (2002), deneysel bir derste öğrencilerin animasyonun limit kavramını anlamalarını geliştirmesi için kullanıldığını bir incelemeyi tanımlamışlardır. "Taylor

Polinomu Yaklaşımı" konusu öğretilirken, öğrenciler kalanları analiz etti ve onun yakınsamasını gösteren animasyonları sergilediler. Yakınsama sürecini görselleştirmek ve tanımlara anlam katmak amacıyla Mathematica yazılımı dinamik grafikler üretmek için kullanılmıştır. Limit kavramını öğrenmede öğrencilerin başarıları ve yaşadığı güçlükler 4 kriter açısından değerlendirilmiştir: (1) sonuçların görsel doğrulaması benzer polinominallerin hesaplanmasıyla elde edilmesi, (2) genel bir nitelik olarak yakınsamanın dinamik sürecini görme yeteneği, (3) yakınsamanın devam eden sürecini tamamlandığının görsel illüzyonunu netleştirmek için hesaba dayalı (sayısal) maktık/akıl yürütme (4) yakınsama sürecini gösteren animasyon oluşturmaya yönelik komutlarda algoritmik mantık/akıl yürütme.

Merill (2003) animasyon karakterlerinin sözel problem çözme becerilerinin üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu nicel çalışmanın sonuçları, animasyon karakterleriyle etkileşen öğrencilerin, diğerlerinden daha üstün başarı gösterdiğini belirlemiştir.

Bodemer, Ploetzner, Feuerlein, ve Spada (2004), bu çalışmada farklı temsillerin öğrenme üzerine etkisini araştırmışlardır. Bilgisayar temelli öğrenme ortamları, sıklıkla interaktif şekilde değiştirilebilme imkânıyla birlikte genellikle sabit ve dinamik olanların yanında sembolik resimli temsilleri de içermektedir. Çoklu, dinamik ve interaktif dış temsiller öğrenmeyi çeşitli şekillerde geliştirme potansiyeline sahipken farklı temsilleri işleme ve ilişkilendirme, bu temsillerle etkileşimi kontrol etme ve değerlendirme ve tutarlı zihinsel temsiller inşa etme ihtiyacı gibi özel gereksinimleri öğrenciden beklemektedir. Öğrenciler bu gereksinimleri sıklıkla karşılayamadığı için çoklu, dinamik ve interaktif temsiller öğrenmeyi geliştirmemekle kalmayıp hatta engelleyebilir. Structure mapping theory nin yanında zihinsel yük teori (cognitive load theory)'den başlayarak öğrencileri sembolik ve resimle ilgili temsilleri aktif şekilde entegre etmesi ve yapılandırılmış ve yansıtıcı bir şekilde dinamik resimli temsillerle etkileşime geçmelerini teşvik etmek için destek ölçütleri olarak belirlenmiştir. Deneysel iki araştırmada, teşvik edilmiş aktivitelerin öğrenmeye etkisi değerlendirilmiştir. Varyans analizi (1) farklı temsillerin entegrasyonu öğrenmeyi anlamlı bir şekilde artırdığını ve iki farklı temsille yapılandırılmış etkileşimin özellikle sözel anlamayı artırdığını göstermiştir.

Koroghlanian ve Klein (2004), Bu çalışmada lise biyoloji dersine yönelik multimedya bilgisayar programında ses, animasyon ve uzamsal yeteneğin etkilerini incelenmiştir. Katılımcılar içeriğin metin veya altyazılı metinlerle sunulduğu multimedya programını

tamamlamıştır. Ayrıca, pek çok öğretim dizisi sabit illüstrasyonlar veya animasyonlarla sunulmuştur. Çalışma, uygulama ve son test başarısı, tutum ve zaman üzerinde öğretim modunun (metin v.s. ses), illüstrasyon modunun (sabit illüstrasyon v.s. animasyon) ve uzamsal yeteneğin (düşük v.s. yüksek) etkilerini incelemiştir. Sonuçlar, uzamsal yeteneğin uygulama başarısı ve tutum ile anlamlı bir ilişkisi olduğunu göstermiştir. Yüksek uzamsal yetenekli katılımcılar düşük uzamsal yeteneklilere göre uygulama maddelerinde daha iyi performans göstermişlerdir. Konsantrasyon, ilgi ve harcanan zihinsel çaba ile ilgili tutum maddelerine düşük uzamsal yetenekli katılımcılar yüksek yeteneklilere göre daha olumlu cevaplar vermişlerdir. Bulgular, ayrıca animasyon uygulanan katılımcıların illüstrasyon uygulananlara göre program üzerinde daha fazla anlamlı zaman harcadığını göstermiştir.

Zhu ve Grabowski (2004), bu nicel araştırmada çeşitli animasyon stratejilerinin eğitici etkilerini araştırmıştır. Üç ayrı grup ile çalışmışlardır. Gruplarla sabit grafik, ilgi çekme stratejisi olarak animasyon kullanımı ve ilgi çekme ve detaylandırma stratejisi olarak animasyon kullanımını içeren uygulamalar yapmışlardır. 115 gönüllü üniversite öğrencisi ile çalışılmıştır. Verileri analiz etmek için çift yönlü çoklu varyans analizi (MANOVA) kullanılmıştır. Yüksek ve düşük ön bilgiye sahip katılımcılar eşit ve anlamlı olmayan performans farklıkları sergilemiştir.

Bodemer, Ploetzner, Bruchmüller ve Hacker (2005), araştırmalarında öğrencilerin dinamik ve interaktif görselleştirmeleri keşfettiklerinde genelde onlarla sistematik ve hedefe yönelik bir etkileşim gerçekleştiremediklerini belirtmişlerdir. Sıklıkla, keşfederek öğrenme sürecinde desteklenen öğrencilerin desteklenmesi bile daha iyi öğrenme sonuçlarına yol açmamaktadır. Bu, resimli ve sembolik bilgi kaynaklarının uyumlu zihinsel bütünleşmesi gibi eksik ön bilgilerden kaynaklanabilir. Öğrencileri bu süreçte desteklemek için dinamik ve interaktif görselleştirmelerin keşfinden önce farklı sabit bilgi kaynaklarını interaktif ve dıştan birbiriyle ilişkilendirmesini teşvik edildi. Statik ve mekanik alanlarına ilişkin iki deneysel çalışmada bunun faydalarını değerlendirildi. Dinamik görselleştirmenin uygulanmasından önce sabit temsillerin aktif entegrasyonunun daha iyi performansla sonuçlandığı ve simülasyon temelli keşfederek öğrenme sırasında daha sistematik ve hedefe yönelik deneyler için temel sağlayabileceği ortaya çıktı.

Schnotz ve Rasch (2005) tarafından 66 üniversite öğrencisi ile yapılan çalışmada animasyonların bilgi kazanımı üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada kullanılan bazı resimlerin, zaman boyunca görsel değişimleri gösterirken, diğer resimlerin farklı durumları

yeniden sunmak için öğrenenler tarafından manipüle edilebildiği ifade edilmiştir. Araştırmanın bulguları manipüle edilebilen resimlerin önceden gerekli olan yüksek öğrenme ile öğrenenler için kuvvetlendirici fonksiyona (enabling function), buna karşılık simülasyon resimlerinin önceden gerekli olan düşük öğrenme ile öğrenenler için kolaylaştırıcı fonksiyona (facilitating function) sahip olduğunu göstermiştir. Bu araştırmada öğrenenlerin bilişsel süreçlerini kendi başlarına canlandırmaları tarafından engellendiğinden dolayı öğrenme için kolaylaştırıcı fonksiyonun yararlı olamadığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada öğrenme süreçleri ile bilişsel yükün farklı tipleri arasındaki karşılıklı ilişkinin ayrıntılı analizi yapılmıştır.

Zazkis, Dubinsky ve Dautermann (1996), bu çalışmada matematiksel düşünmede devam eden görselleştirme ve analiz tartışmasını araştırmışlardır. İlk Soyut Cebir dersini alan 32 öğrenci ile yapılan klinik mülakatlardan veriler toplanmıştır. Bir karenin dönüştürülmesine "görsel" yaklaşım veya çarpım permütasyonlarına "analitik" yaklaşım kullanılmıştır. Kesin bir şekilde görsel veya analitik stratejiden birini tercih etmek yerine, çalışmada pek çok öğrenci bu yaklaşımların bazı kombinasyonlarını kullandıkları belirlenmiştir. Sonuçlar öğrenme sürecinin tanımlanması veya öğretimin tasarlanması için konvansiyonel analizci/görselci dikotominin uygun bir sınıflandırma şeması olmayabileceğini ortaya koymuştur. Alternatif bir model önerilmiştir; alakasız zıt kutuplardan ziyade görselleştirme ve analizin matematik problemi çözmede karşılıklı bağımlı olduğunu varsayan Görselci/Analizci veya GA modeli (VA Model). Model bu karşılıklı bağımlılığın nasıl faaliyet göstereceğinin bir betimlemesini sunmaktadır. Öğrencilerin görsel ve analitik düşünmelerini koordine etmeye yardımcı olacak bu modelin pedagojik yaklaşımlarla nasıl uyum halinde tasarlanabileceği incelenmiştir.

Wolfgang ve Thorsten (2005), çalışmalarında; animasyonların doğal olarak çekici olmasına rağmen her zaman öğrenme için faydalı olup olmadığını araştırmışlardır. Yeni teknolojiler metinleri, sabit görselleri ve animasyonları görüntülemeye imkân sağlarken, özellikle animasyonlar öğrenicinin zihinsel yükünü istenmeyen şekilde düzenlediği zaman sorunlar çıkabildiğini belirtmişlerdir. 40 ve 26 üniversite öğrencisiyle 2 öğrenme deneyinde, bilgi edinmede anime edilmiş fotoğrafların etkileri araştırıldı. Bazı resimler zamanla değişimin görsel simülâsyonunu sergilerken diğer resimler öğreniciler tarafından zamanla farklı durumları temsil etmesi amacıyla kullanılmıştır. Sonuçlar kullanıcının elinde olan resimler yüksek öğrenme ön koşulları olan bireyler için kolaylaştırıcı etkiye

sahipken, simülasyon resimleri düşük öğrenme ön koşulları olan bireyler için kolaylaştırıcı etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Öğreniciler ilgili zihinsel süreçleri kendi başlarına yapmadıklarından kolaylaştırıcı etkinin öğrenme için faydalı olmayabilmektedir

Scheiter, Gerjets ve Catrambone (2005), bu çalışmada olasılık teorisi alanında farklı türden bilgisayar temelli görselleştirmelerin problem çözme edinimi üzerine etkisini inceleyen bir deneyi rapor etmişlerdir. Öğrenciler ya sadece metin temelli çalışılmış örnekleri – metin artı örnek ve içeriği zihinsel olarak canlandırmak için komut- ya da problem durumunu ve spesifik bir çözüm basamağını uygulayarak tamamlanmış problem durumlarını yansıtan sabit resimler veya somut animasyonları kullanmışlardır. Sabit resimlerin ve örneklerin içeriğinin canlandırılmasının sık kullanımının izomorfik problemlerde performansı geliştirdiği görülmüştür. Aksine, animasyonların sık kullanımı öğrenme zamanında önemli artışa ve performansta düşüşe yol açmıştır. Bu yüzden, çözüm prosedürlerini görselleştirmek için somut animasyonların kullanımı problem çözme yeteneğini aktarmada yarardan ziyade zarar vermiştir. Bu sonuçların sebebi zihinsel yük teorisi (cognitive load theory) ışığında değerlendirilmiştir.

2.6.3. Bilgiyi İşleme Kuramı ile İlgili Çalışmalar

Türkiye'de yapılan çalışmaların bir kısmı bellek destekleyici ipuçları üzerinedir. Örneğin; Olçun (2000) "4.Sınıf Sosyal Bilgiler Dersinde Bellek Destekleyicilerin Erişi ve Kalıcılığa Etkisi", Sünbül, Arslantaş, Keskinkılıç ve Yağız (2004) "İlköğretim Dördüncü Sınıf Fen Bilgisi Derslerinde Uygulanan Bellek Destekleyici Tekniklerin Öğrenci Erişilerine Etkisi", Korkmaz ve Mahiroğlu (2007) "Beyin, Bellek ve Öğrenme", Korkmaz (2007) "Ayrıntılama Kuramına Dayalı Bir Öğretimde Bellek Destekleyicilerin Öğrencilerin Başarılarına ve Kalıcılığına Etkisi", Öksüz (2009) "İşlem Sırasının Kavratılması" gibi.

Diğer çalışmalar ise Bilgiyi İşleme Kuramı'nın öğrenme stratejisi olarak kullanımı ve etkinliği hakkındadır. Erdem (2005), "Öğrenmede Etkili Yollar: Öğrenme Stratejileri ve Öğretimi", Tay (2005) "Sosyal Bilgiler Ders Kitaplarında Öğrenme Stratejileri", Gümüş (1997) "Öğrenmeyi Öğrenmenin Öğrenci Erişi, Kalıcılığı ve Akademik Benliğine Etkisi" gibi.

Subaşı (1999), çalışmasında bilişsel yaklaşımın tanımı yapılmakta ve bilişsel öğrenme yaklaşımlarından bilgiyi işleme kuramının incelenmesi amaçlamaktadır. Çalışmada

duyusal kayıt, kısa süreli bellek ve uzun süreli bellek ve bilişsel süreçlerin işleyişi açıklanmıştır.

Iglesıa, Buceta ve Campos (2005) yılında yapmış oldukları araştırmada; bellek destekleyici stratejiler yardımı ile zihinsel öğrenme engeli bulunan down sendromlu 52 kişiyle çalışmışlardır. Çalışmada düzyazılı metinlerin resimleri, zihinsel çağrışımlı imajlar ve sesli bellek destekleyicilere yer vermişlerdir. Araştırmada ilk iki strateji ile sesli bellek destekleyici kullanılarak geri getirme düzeyleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda zihinsel imajlar ve boyama ile öğrendikleri bilgilerin daha kalıcı olduğu görülmüştür.

Goll (2004), hatırlama süreçleri ve hafıza yeteneğini geliştiren - birleşme, kümeleşme, betimleme, yerleşim, bellek destekleyici ipuçları örnekleri ve gözünde canlandırma- yöntemleri araştırmıştır. Araştırma da hatırlama sürecinin de bir kodlama olduğu belirtilmiştir. Şemalar için bazı yöntemler önerilmiştir. Çalışmada ayrıca şema oluşturmayı sağlayan yöntemlere yönelik açıklayıcı bazı örnekler de verilmiştir.

Massaro (1993), yaptığı araştırmada bilgiyi işleme yaklaşımı, işleme evrelerinin tanımlanması, araştırma alanının açıklanması ve bilgi işleme yapısı üzerindeki çeşitlemeler hakkında çalışmıştır. Bu çalışmada bilgi işleme yaklaşımının psikofizik, algılama, dikkat ve hafıza gibi konularda yapılan ilk çalışmalarda ortaya atılan varsayımları ve gerekçeleri tekrar incelenmektedir. Bilgi işleme iskeletini oluşturan varyasyonlarda ise fiziksel işaret sistemi, bağlantısallık, bilimsellik ve çevrebilimsel gerçeklilik biçiminde basamaklar oluşturulmuştur. Çalışmada oluşturulan bu basamaklar alt başlıklarda açıklanmıştır.

Parker (1993), çalışmasında iyi bir ders anlatımının dinleyenlerde bilgiyi işlemeyi kolaylaştırması gerektiği vurgulamaktadır. Görsel, işitsel ve dokunma duyuları için ayrı ayrı kaydedicilerin olduğu ifade edilirken, seçici algının duyusal kayıtta yer alan ve aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya biçiminde oluşan iki temel türünün olduğu söylenmektedir. Çalışmada uzun süreli hafızada kodlamayı etkileyen asıl faktörün, öğrencilerin dersi dinlerken meşgul olduğu anlatım aktarım türü olduğu belirtilmektedir. Ayrıca anlatımın kalitesinin yüksekliğinin uzun süreli hafızada kodlamayı da iyi yönde etkileyeceği belirtilmiştir. Bunun için uzun süreli hafızadaki öğelere erişimi kolaylaştıracak çeşitli yöntemlerin olduğu da vurgulanmaktadır.

Swanson (1987), öğrenme güçlüğü çeken öğrencilerle çalıştığı araştırmada bilgiyi işlemede geleneksel modeller işleme hızına ve kısıtlı değişkenleri kontrol etmeye yarayan basit görevlere odaklanırken, son dönemdeki çalışmaların işleme sürecinin karmaşık

yapılarını veya yöntemlerini içeren iş performansına daha fazla ilgi gösterdiği ve zihinsel süreçlerin dikkate alınan hızına odaklanıldığı belirtilmektedir. Öğrenme güçlüğü çeken öğrencilerin öğrenme görevlerine yönelik yapılar oluşturdukları varsayılmaktadır. Öğrencilerin gereksinim duyduğu çeşitli zihinsel yeteneklerin bütünleştirilmesini sağlayan etkin akademik performansı anlatan ve öneren bu çalışma, öğrenme güçlüğü çeken öğrencilerin zihinsel öğeleri birleştirmede ve düzenlemede etkin olamadıkları belirlenmiştir.

Miller (1956), çalışmasında "Sihirli Numara Yedi, İki Eksik ya da İki Fazla: Bilgi İşleme Kapasitemizdeki Sınırlılıklar" isimli çalışmada Bilgiyi İşleme Modelinin temelini oluşturan bazı unsurlara yer vermiştir. Makalede yedi rakamının kimi zaman büyük kimi zaman da küçük bazı çeşitlilikleri varsaydığı belirtilmiştir. İşitsel uyaranların verildiği bu çalışmalarda deneklerin belli zaman zarfı içerisinde verdikleri tepkiler ve alınan sonuçlar açıklanmaktadır. Duyu organlarına çeşitli uyaranların gönderilmesi yoluyla yapılan ölçümler sonucunda kullanılan bazı yöntemlerin algılama düzeyini arttırdığı görülmüştür. Çalışmada ayrıca doğru kodlama sürecinin önemine değinilmiştir.

BÖLÜM 3

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma deseni hakkında bilgi verilerek araştırmanın geçerlik ve güvenirliği için yapılan çalışmalar paylaşılacaktır. Daha sonra katılımcılarla ilgili bilgiler açıklanacaktır. Bölümün sonunda ise veri toplama teknikleri ve çalışmanın sürecinin anlatılması sonrasında veri analizi ile ilgili bilgiler sunulacaktır.

3.1. Araştırmanın Deseni

Nitel paradigmaya dayalı araştırmalar, bireyin davranışlarını esnek ve bütüncül bir yaklaşımla incelemeyi hedeflerken; süreci, yoruma dayalı durumsal olgular üzerinden açıklar (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 39). Nitel araştırmalarda, bireyin davranışlarına etki eden olay ve olguların kültürel veya sosyal bağlamdaki nedenleri, ayrıntılı olarak betimlenmeye çalışılır. Denzin ve Lincoln'a (1998) göre nitel araştırma araştırmacıların araştırılacak konu ya da konuları doğal ortamda incelemeleri, araştırılan insanların getirmiş oldukları anlamlar açısından olguyu anlamlaştırma ve yorumlama çabası içerisinde olmalarıdır (Denzin ve Lincoln, 1994'den aktaran Ekiz, 2003). Yıldırım ve Şimşek (2005, s. 39) nitel araştırmayı "*gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik bir sürecin izlendiği araştırma*" olarak tanımlamışlardır.

Bu araştırmada katılımcıların daha önceden deneyimlemedikleri bir sürecin (ya da olayın) özelliklerinin ortaya çıkarılması için derinlemesine bir inceleme yapılmak istenmektedir. Bu bağlamda bu araştırma nitel bir araştırma olarak tasarlanmıştır.

Yin (1984)'e göre durum çalışması; güncel bir olguyu kendi gerçek yaşam çerçevesi (içeriği) içinde çalışan, olgu ve içinde bulunduğu içerik arasındaki sınırların keskin

hatlarıyla belirgin olmadığı, birden fazla kanıt veya veri kaynağının mevcut olduğu durumlarda kullanılan, görgül bir araştırma yöntemidir". (Yin'den aktaran Yıldırım ve Şimşek 2005, s. 277). Robson (2001, s. 146) ise durum çalışmasını "Çoklu veri kaynağı kullanarak, incelenecek durumun (olayın ya da olgunun) gerçek yaşam bağlamı içerisinde incelenmesini kapsayan bir araştırma stratejisi" olarak tanımlamaktadır (Robson 2001'den aktaran Kaplan, 2006). Merriam (1998) ise durum çalışmasını "hipotez test etmekten ziyade bir şeyin iç yüzünü anlama, keşfetme ya da o şeyi yorumlamakla" ve özellikle "süreç" ile ilgilenen araştırmacılar için uygun olduğunu belirtmektedir. Yani durum çalışması olaylar ile olguları ve bunlar arasındaki ilişkileri bir bütün olarak incelemesine olanak sağlamaktadır. Dolayısı ile araştırmacıya özel bir duruma yoğunlaşarak derinlemesine araştırma yapma fırsatı tanımaktadır. Ayrıca sürecin açıklanmasında önemli rol oynamaktadır. Bu araştırmada hareketli kavram oluşturma süreci ve oluşabilecek hareketli kavram imajlarının matematik eğitimine olabilecek katkıları araştırılacağından araştırma durum çalışması olarak planlanmıştır.

Yin (1984) durum çalışmalarını bütüncül tek durum, iç içe geçmiş tek durum, bütüncül çoklu durum ve iç içe geçmiş çoklu durum olmak üzere dört türe ayırmıştır. Bütüncül çoklu durum deseninde birbirinden bağımsız vakalar seçilir ve her bir vaka bir bütün olarak algılanır. Gerekirse vakalar arasında karşılaştırmalar yapılabilir. (Yıldırım ve Şimşek, 2005, s. 291-292) Bu araştırmada bütüncül çoklu durum deseni kullanılmıştır. Lisansüstü öğrencilerinin araştırma soruları hakkındaki durumları, bir bütün halinde ele alınmış ve daha sonra araştırma soruları dikkate alınarak birbirleriyle benzerlik ve farklılıkları ortaya koyulmuş, karşılaştırmalar yapılmıştır.

Durum çalışmasına yönelik bir araştırmanın planı Yıldırım ve Şimşek (2005)'e göre sekiz aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; araştırma sorularının geliştirilmesi, araştırmanın alt problemlerinin geliştirilmesi, analiz biriminin saptanması, çalışılacak durumun belirlenmesi, araştırmaya katılacak bireylerin seçimi, verinin toplanması ve verinin önermelerle ya da alt problemlerle ilişkilendirilmesi, verinin analiz edilmesi ve yorumlanması ve durum çalışmasının raporlaştırılmasıdır. Bu araştırmada yukarıda da belirtildiği gibi birinci aşamada araştırma soruları geliştirilmiştir. Araştırma soruları geliştirilerek, analiz birimi olarak lisansüstü öğrencileri belirlenmiştir. Çalışılacak durumun belirlenmesi aşamasında araştırmaya esas teşkil eden probleme göre çalışılması düşünülen

durum belirlenmiştir. Çalışmanın katılımcıları, verilerin toplanması ve analizi ilerleyen kısımlarda geniş olarak açıklanacaktır.

3.2. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği

Bilimsel araştırmalarda elde edilen bilgilerin aktarımında kişisel fikirlerin etkisi olabilir. Araştırmacının bu duruma engel olması için bilginin korunması ve geçerli kılınmasına ihtiyaç vardır. Sonuçların inandırıcılığı, bilimsel araştırmanın en önemli ölçütlerinden biri olarak kabul edilir. "Geçerlik" ve "güvenirlik" bu açıdan araştırmalarda en yaygın olarak kullanılan iki ölçüttür. LeCompte ve Goetz (1982) genel anlamda *"geçerlik"* araştırma sonuçlarının doğruluğu*, "güvenirlik"* araştırma sonuçlarının tekrar edilirliği olduğunu belirtmişlerdir (Yıldırım ve Şimşek, 2005, s. 256). Yıldırım ve Şimşek (2005) araştırmalarda iç geçerliğin (inandırıcılık) sağlanabilmesi için; uzun süreli etkileşim, derin odaklı veri toplama, çeşitleme, uzman incelemesi, katılımcı teyidi ve dış geçerlik (aktarılabilirlik) sağlanması içinde ayrıntılı betimleme, amaçlı örneklemeye sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada araştırmanın geçerliğini sağlamak için araştırmacı;

1) Araştırmada elde edilen verilerin daha sağlıklı toplanabilmesi amacıyla karşılıklı güven ve samimiyet ortamının oluşması için araştırmacının araştırma konusu olan ortamda daha fazla süre bulunması, katılımcılarla birden fazla görüşme yapması verilerle uzun süre etkileşim gereklidir. Araştırmacı katılımcılarla (tüm çalışma boyunca katılımcılarla yapılan uygulamalarda bulunmuş), uygulama sürecinde kullanılan animasyonlarla (uygulamalarda kullanılan animasyonların bir kısmını tamamen kendi üretmiş) ve verilerin analizine hazırlanmak için verilerle uzun süreli etkileşimde bulunmuştur.

2) Nitel araştırmalarda elde edilen verilerin araştırma sorularının birbirileri ile ilişkilerinin ortaya çıkarılması gerekli olduğundan araştırmacının elde edilen verileri sürekli olarak karşılaştırması, yorumlaması kavramsallaştırması beklenir. Araştırma boyunca veriler sürekli olarak karşılaştırılarak yorumlayarak derin odaklı veri toplanmıştır. Araştırma konusu ile ilgili tüm farklı yönlerin ortaya konabilmesi için veri toplama sürecinde farklı veri toplama araçları kullanılmalıdır. Veri toplama sürecinde çeşitleme yoluna gidilerek -görüşmeler, gözlemler ve soru formları- farklı veri kaynakları kullanılmıştır. Araştırmanın çeşitli yönlerden konusunda uzman kişilerce incelenmesi inandırıcılık açısından önemlidir. Bu kapsamda araştırma ile ilgili uzman görüşü alınmıştır.

Araştırmacının elde ettiği verilerden katılımcıların belirttiği görüşlerden farklı bir sonuç elde etme olasılığına karşın verilerin katılımcılara teyit ettirilmesi gereklidir. Katılımcıların görüş ve yorumları hakkında kendi ifadelerinin teyidi alınmıştır.

3) Araştırmada çıkan ham verilerin okuyucuya yorum katmadan yeniden düzenlenerek sunulması nitel araştırmanın bir gereğidir. Araştırma raporunda doğrudan alıntılarla betimleme yapılmıştır. Nitel araştırmalarda hem genele hem de özele ait gerçeklere ulaşmak önemlidir. Bu bağlamda örneklemin hem genele hem de özel ait bilgilerinin alınabileceği şekilde seçilmesi gereklidir. Araştırmanın tasarımı gereği uzun süreli bir uygulama dönemi ve veri toplamanın daha kolay olması açısından amaçlı örnekleme yapılmıştır.

Bu çalışmada araştırmanın güvenirliğini sağlamak için araştırmacı;

1) Nitel araştırmanlardaki olay ve olguların ortam ve zamana bağlı olarak oluştukları, aynen tekrar edilmelerinin mümkün olmamasından dolayı araştırmacının yansız olması, dışardan bir gözle bakması gereklidir. Bu bağlamda veriler benzer süreçlerde benzer yaklaşımlarla sorulmuş, kayıt altına alınmış ve verilerin kodlama sürecinde uzman görüşüne başvurmuştur.

2) Teyit edilebilirliğin sağlanması için araştırmacının veri toplama araçlarının, ham verilerin, veri analizinin, alınan notların v.b. araştırma dokümanlarının tekrar ulaşılabilir olması gereklidir. Araştırmacı tarafından çalışma boyunca elde edilen ham veriler, yapılan analizlere ilişkin notlar, kullanılan materyaller araştırmacı tarafından saklanmaktadır.

3.3. Araştırmanın Katılımcıları

Araştırmanın katılımcılarının belirlenmesinde; zengin bilgiye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışılmasına olanak verdiği için amaca uygun bir örnekleme yoluna gidilmiştir. Katılımcılar Amaçlı örnekleme yöntemlerinden "kolay ulaşılabilir durum örneklemesi (convenience sampling)" (Yıldırım ve Şimşek, 2005, s. 113) yolu ile belirlenmiş ve gönüllük ilkesi ön planda tutulmuştur. Yaklaşık dört ay her hafta görüşmelere katılabilecek uyumu gösterebilecekleri, ayrıca uzun süre sonra gerçekleştirilecek olan görüşmede kolay ulaşılabilecekleri, veri toplamanın daha kolay olabileceği ve farklı bir deneyime açık olma ihtimallerinin daha yüksek olması dolayısı ile lisansüstü öğrencileri çalışmanın katılımcıları olarak belirlenmiştir.

Araştırma Ankara'da bir devlet üniversitesinin Eğitim Bilimleri Enstitüsünde OFMAE Bölümü, Matematik Öğretmenliği alanında yüksek lisans ve doktora eğitimine devam eden öğrencilerle yapılmıştır. Araştırma için iki doktora öğrencisi (bir kadın, bir erkek) ve iki yüksek lisans öğrencisi (iki kadın) ile çalışma planlanmıştır. Ancak doktora öğrencilerinden biri (erkek katılımcı) öğretmen olması dolayısı ile iş problemi yaşamış ve çalışmalara katılamamıştır.

Çalışma etiği açısından katılımcıların da görüşleri alınarak her bir katılımcı (K1, K2, K3) olarak kodlanış olup, çalışmanın hiçbir yerinde katılımcıların isimleri kullanılmamıştır. Katılımcılar hareketli kavram imajı ile daha önceki eğitim hayatlarında herhangi bir çalışma yapmamışlardır. Görüşmeler esnasında bunu sık sık dile getirmişlerdir.

3.4. Veri Toplama Teknikleri

Araştırmanın geçerliği ve güvenirliği kısmında da değinildiği gibi çalışmanın geçerli ve güvenilir olmasında veri çeşitliliği de yer almaktadır. Araştırmada üç farklı veri toplama tekniği kullanılmıştır. Bunlar;

1. Gözlem
2. Soru formu
3. Görüşme

Gözlem: Gözlemler alan çalışması (yapılandırılmış ve yapılandırılmamış gözlemler) ve laboratuvar çalışması (yapılandırılmış ve yapılandırılmamış gözlemler) olarak iki temel grupta incelenmektedir (Bailey 1982'den aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2005). Yapılandırılmamış alan çalışması davranışın gerçekleştiği doğal ortamlarda yapılır ve araştırmacının ortama katıldığı "katılımcı gözlem" denilen yöntemle gerçekleştirilir. Araştırmacı gözlemlediği ortamda ve görüşmelerde bulunur. Araştırmacı bu tür gözlem yaparken standart bir gözlem formu yoluyla yapmaz (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Bu çalışmada katılımcı gözlem yöntemi kullanılmıştır. Çalışmalar esnasında araştırmacı katılımcıların davranışlarını gözlemleyerek, araştırma konusu ile ilişkili görülen davranışlar not edilmiştir ve gerekli görülen durumlarda katılımcılara ilgili sorular yöneltmiştir. Çalışmanın tasarımı gereği katılımcıların davranışları – el kol hareketleri, baş hareketleri v.s. – çalışma için önemli veri sağlamıştır.

Soru Formu: Araştırmada katılımcıların her görüşmenin öncesinde ya da görüşme sırasında sorulara verdiği cevapların ve görüşmeler esnasında yapılan uygulamalı çalışmaların cevaplarının bulunduğu yazılı dokümanlar çalışmada soru formu olarak anılacaktır.

Soru formlarında bulunan sorular, o görüşmede yapılacak çalışma ile ilgili verileri elde etmek amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Her bir görüşmeden sonra elde edilen veriler doğrultusunda araştırmanın planı da göz önüne alınarak çalışmanın ileri safhalarındaki sorular hazırlanmıştır. Ayrıca araştırma sürecinde daha detaylı olarak belirlenmesi gereken durumlar belirlendiğinde daha sonraki görüşmelerde sorulmak üzere ya yeni sorular hazırlanmış ya da sorular yeniden düzenlenmiştir.

Her bir görüşmede katılımcılara soru formları görüşme öncesinde ya da görüşmenin planına göre görüşmenin değişik anlarında yazılı olarak verilmiştir. Katılımcılara soruları cevaplamaları için yeterli süreler verilmiştir.

Görüşme: Stewart ve Cash (1985) görüşmeyi, "önceden belirlenmiş ve ciddi bir amaç için yapılan soru sorma ve yanıtlama tarzına dayalı karşılıklı ve etkileşimli bir iletişim süreci olarak tanımlamıştır (Stewart ve Cash 1985'den aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Patton (1987) üç tür görüşme yaklaşımında bulunmuştur. Bunlar; "sohbet tarzı görüşme", "görüşme formu yaklaşımı" ve standartlaştırılmış açık uçlu görüşme tarzıdır" (Yıldırım ve Şimşek, 2005) .

Görüşme formu yöntemi benzer konulara yönelmek yoluyla değişik insanlardan aynı tür bilgilerin alınması amacıyla hazırlanır (Patton 1987'den aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu çalışmada Patton'un "görüşme formu yaklaşımı" benimsenmiştir.

Görüşmelerde, konunun derinlemesine araştırılabilmesi için; görüşmelerden önce araştırmacı tarafından sorular hazırlanmış ve sorularla ilgili uzman görüşü alınmıştır. Araştırmanın tasarımına göre ya görüşme başında ya da görüşme sürecinde katılımcılara sorular yazılı olarak (soru formu) verilmiş ve yazılı olarak cevaplamaları istenmiştir. Yazılı cevaplardan sonra aynı sorulara ilişkin katılımcılardan görüşlerini sözlü olarak ifade etmeleri istenmiştir. Görüşmeler esnasında önemli olarak düşünülen yerlerde katılımcılara yeni sorular sorularak fikirlerinin ayrıntılı olarak açıklanması için uğraş verilmiştir. Veriler değerlendirildikçe araştırmacı tarafından önemli görülen ya da tam anlaşılamayan kısımlar sonraki görüşmelerde katılımcılara tekrar sorularak görüşleri alınmıştır.

Görüşmelerde sorulan sorular o görüşmede yapılması düşünülen çalışmanın içeriğine uygun olarak hazırlanmıştır. Örneğin HKİ kullanarak problem çözme sürecinin araştırıldığı görüşmelerdeki sorular o görüşme için özel olarak hazırlanmıştır. 3.4.1.3. nolu kısımda görüşmelerden bahsedilirken her görüşmede kullanılan sorular için bazı bilgiler daha detaylı olarak verilecektir. Ayrıca her bir görüşmede kullanılan sorular eklerde paylaşılmıştır.

Katılımcılarla yapılan görüşmelerde katılımcıların izni alınarak ses kaydı gerçekleştirilmiştir. İlk görüşmede katılımcıların isteği ve çalışmaya alışılmasının da gerekliliği göz önünde bulundurularak ses kaydı yapılmamıştır. Sonraki çalışmalarda katılımcıların izni alınarak ses kaydı yapılmıştır. İlerleyen süreçte katılımcılar ses kaydı yapılmasına alışmışlardır.

Görüşmelere başlamadan önce katılımcılarla günlük sohbetler gerçekleştirilerek daha samimi bir ortamın oluşması ve onların sorulara rahat bir şekilde cevap verilebilmesi için gerekli ortamın sağlanmasına özen gösterilmiştir. Katılımcıların görüşme esnasında ihtiyaç duyabileceği düşünülerek su vb. gereksinimleri için gerekli tedbirler alınmıştır. Görüşmeler sessiz ve uygulamalarında yapılabilmesine olanak sağlayan araçların olduğu (katılımcıların kendilerine ait bilgisayarlar ya da projeksiyon cihazı) ortamlarda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca görüşmelerde uygulamalı çalışmalar yapılmıştır.

3.4.1. Verilerin Toplanma Süreci

Bu alt başlıkta verilerin toplanma sürecine ilişkin bilgiler paylaşılacaktır. Sırası ile araştırmada kullanılan animasyonlar, araştırmada kullanılan kavramlar ve seçilme sebepleri ve katılımcılarla yapılan görüşmeler sunulacaktır.

3.4.1.1. Araştırmada Kullanılan Animasyonlar

Araştırmada ilk iki görüşmede limit, türev ve son görüşmede sinüs fonksiyonu ve konik kesitleri -web ortamında matematik ile ilgili sitelerden erişilebilen - ile ilgili animasyonlar kullanılmıştır. Animasyonlara ait resimler görüşmelerin anlatıldığı kısımda sunulacaktır.

Dördüncü görüşmeden itibaren üç boyutlu bir animasyon programında araştırmacının kendi geliştirdiği animasyonlarla çalışılmıştır. Bunlar toplama, bölme, doğruda açılar ve karenin simetri grubu ile ilgili animasyonlardır. Milheim (1993)'ün çalışmasında belirttiği

gibi animasyonlar geliştirilirken; animasyonların basit olmasına özen gösterilmiştir. Örneğin; Karenin simetri grubu ile ilgili yapılan ilk aniamsyonlar sadece karenin temel dönme ve simetrilerini içermekteydi ve her bir dönme ve simetri için ayrı animasyonlar hazırlanmıştır. Şekil 16'da bu animasyonlara ilişkin resimler görülebilir. Ayrca Lowe (2001)'in önerileri doğrultusunda; sunulan bilginin miktarına dikkat edilmiş ve bir animasyonda tek bir bilgi olmasına dikkat edilmiştir. Çalışmalar esnasında katılımcıların bazı durumlardaki tepkilerini ölçmek amacı ile animasyonlarda süre, renk gibi durumlar anında değiştirilerek katılımcıların fikirleri alınmıştır. Animasyonlara ait resimlere 3.4.1.3. nolu kısımda bulunmaktadır. Görüşmelerde kullanılan animasyonlar görüşmenin anlatıldığı kısımda yer almaktadır. Ayrıca dördüncü bölümde de gereken yerlerde animasyon resimlerine yer verilmiştir.

3.4.1.2. Araştırmada Kullanılan Kavramlar ve Seçilme Sebepleri

Araştırmada aşağıda seçilme sebepleri belirtilen kavramlar kullanılmıştır. Bu kavramları seçerken 3.4.1.3.1. nolu kısımda da bahsedileceği gibi katılımcılar eğitim hayatları boyunca karşılarına çıkmış olduğu düşünülen kavramlar bir liste (Ek: 3) halinde verilerek katılımcıların her bir kavramın zihinlerinde nasıl yer aldığının açıklanması istenmiştir. Katılımcıların görüşleri değerlendirilerek aşağıda açıklanan sebeplerle altı ana başlık altında bahsedilen kavramlarla araştırmada çalışılmıştır.

1) **Limit-Türev:** Katılımcıların eğitim durumları göz önüne alınarak; bu kavramlarla daha önce fazlasıyla ilgilenmiş olmaları ve Calculus'ün temeli olması sebebi ile tercih edilmiştir.
2) **Toplama-Bölme**: Katılımcıların eğitime başladığı ilk yıllarda öğrenilen ve kavram imajları listesinde durgun kavram imajına sahip bir kavram olarak belirtilen bir kavramın hareketlenip hareketlenemeyeceğinin belirlenmesi amacı ile seçilmiştir.
3) **Açı:** Geometrinin temelini oluşturan kavramlardan biri olması, katılımcıların ilk eğitim yıllarında öğrenilmiş ve kavram imajları listesinde durgun olarak belirtilmiş kavramların hareketlenip hareketlenemeyeceğinin belirlenmesi amacı ile seçilmiştir.
4) **Karenin simetri grubu:** Katılımcıların kavram imajını durgun olarak belirttikleri ve daha önceden üzerinde çalışılmamış bir kavrama ait kavram imajının hareketlenip hareketlenemeyeceğinin belirlenmesi amacı ile seçilmiştir. (Zazkıs,

Dubınsky ve Dautermann (1996)'nın çalışmasında öğrencilerin görsel ve analitik düşünmeleri incelerken karenin simetri grubu kullanılmıştır (sayfa 34)).

5) **Trigonometrik fonksiyonlar**: Kalıcılığın belirlenmesi için yapılan görüşmede (verilen aradan sonra) kavram imajları listesinde durgun kavram imajına sahip bir kavram olarak belirtilen bir kavramın hareketlenip hareketlenemeyeceğinin belirlenmesi ve karenin simetri grubu ile yapılacak olan çalışma için ön hazırlık olması için seçilmiştir.
6) **Konik kesitleri**: Kalıcılığın belirlenmesi için yapılan görüşmede (verilen aradan sonra) kavram imajları listesinde durgun kavram imajına sahip bir kavram olarak belirtilen bir kavramın hareketlenip hareketlenemeyeceğinin belirlenmesi ve karenin simetri grubu ile yapılacak olan çalışma için ön hazırlık olması için seçilmiştir.

3.4.1.3. Görüşmeler

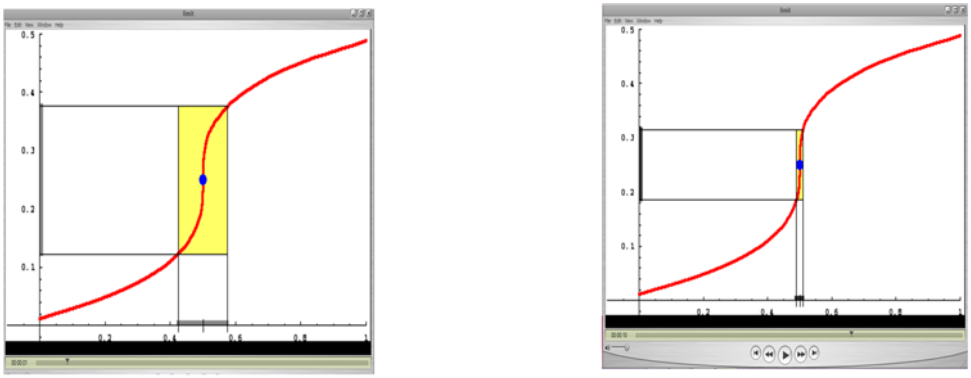
Bu alt başlıkta araştırma süresince katılımcılarla yapılan görüşmelere ilişkin bilgiler paylaşılacaktır. Bu görüşmeler üç başlık altında sunulacaktır.

3.4.1.3.1. Araştırmanın Birinci Bölümü

Araştırmanın bu bölümünde hareketli kavram oluşturma sürecinin özelliklerinin ortaya çıkarılması için katılımcılarla dört görüşme yapılmıştır. Bu görüşmelerin üçünde animasyonların yardımı ile katılımcılarda hareketli kavram imajı oluşturulmaya çalışılmıştır. Bir görüşmede ise katılımcıların eğitim hayatları boyunca karşılaştıkları kavramlara ilişkin kavram imajlarının zihinlerde nasıl yer aldığına dair fikirleri alınmıştır. Aşağıda bu görüşmelerin detayları verilmiştir.

İlk görüşmede; katılımcıların görüşme yapılacak ortamda kendilerini rahat edecekleri bir yer seçerek oturmaları sağlandıktan sonra yapılacak araştırma hakkında bilgi verilmiştir. Araştırmanın ilk görüşmesinde - katılımcıların daha önce böyle bir deneyim yaşamadıkları göz önüne alındığından - animasyon seyrederken yoğunlaşmanın/odaklanmanın sağlanması için gerekli şartların ve animasyonda dikkat edilen noktaların neler olduğunun anlaşılması hedeflenmiştir. Görüşmede limit ile ilgili internet ortamında bulunabilecek bir

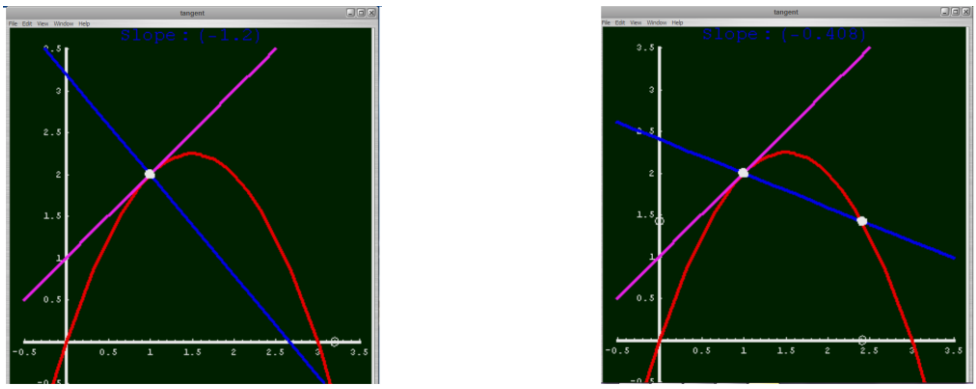
animasyon kullanılmıştır. Animasyon duvara yansıtılarak herkesin görmesi sağlanmıştır. Aşağıda görüşmede kullanılan limit animasyonuna ilişkin resimler bulunmaktadır.



Şekil 9. Limit animasyonuna ait görüntüler

Katılımcılardan animasyonun nasıl ilerlediğini anladıklarını düşündüklerinde belirtmesi istenmiştir. Sonrasında daha fazla yoğunlaşabilmek için neler yapabileceklerinin düşünülerek animasyonun tekrar izlenmesi istenmiştir. Animasyon seyretme sayısına herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Animasyonları seyretme sayıları kendilerine bırakılmıştır. Animasyon tekrar izlenildikten sonra kendilerine cevaplamaları için daha önceden hazırlanan 7 sorudan oluşan bir soru formu (Ek: 1) verilmiş ve cevaplamaları beklenilmiştir. Katılımcıların cevaplamaları bitince cevapladıkları sorular tekrar sorularak görüşlerini sözlü olarak ifade etmeleri istenmiştir. Katılımcıların rahatsız olabileceği düşüncesi ile kendilerine ses kaydı yapılıp yapılamayacağı sorulduğunda çekingen davranmaları üzerine ilk görüşmede ses kayıt cihazı kullanılmamıştır. Elde edilen veriler katılımcıların yazılı olarak verdikleri cevaplar ve araştırmacının çalışma sürecindeki notları ve gözlemlerinden oluşmuştur.

İkinci görüşmede; animasyonu farklı açılardan izleyip izleyemedikleri ve zihinlerinde oluşan animasyon ile ilgili çeşitli özelliklerin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Katılımcılar sessiz bir ortamda kendilerinin istedikleri yerlere oturarak duvara yansıtılan animasyonu izlemişlerdir. Görüşmede türevle ilgili internet ortamında bulunabilecek bir animasyon kullanılmıştır ve animasyon izleme sayısı kendilerine bırakılmıştır. Aşağıda görüşmede kullanılan türev animasyonuna ilişkin resimler bulunmaktadır.



Şekil 10. Türev animasyonuna ait görüntüler

Animasyonu yeteri kadar seyrettiğini düşünen katılımcılar 7 sorudan (Ek: 2) oluşan soru formunda bulunan soruları cevaplamışlardır. Sonra kendilerinden izin alınarak ses kayıt cihazı açılmıştır. Yazılı olarak cevaplanan sorular tekrar sorularak gerekli yerlerde yeni sorularla öne sürülen fikirlerin daha derinlemesine araştırılmasına çalışılmıştır.

Üçüncü görüşmede; katılımcıların daha önceden aşina oldukları düşünülen bir dizi kavrama ait kavram imajlarının nasıl olduğunun belirlenmesi hedeflenmiştir. Katılımcılar sessiz bir ortamda rahat ettikleri yerlere oturarak görüşmeye başlanmıştır. Görüşmede katılımcılara daha önceden belirlenen ve ilköğretimden üniversiteye kadar eğitim hayatları boyunca öğrendikleri düşünülen matematik kavramlarının bulunduğu bir liste (Ek: 3) verilmiştir. Katılımcılardan bu kavramlar ile ilgili düşünerek bu kavramları zihinlerde nasıl gördüklerinin tarifini yapmaları istenmiştir. Katılımcılar listedeki kavramlara ait fikirlerini yazdıktan sonra katılımcıların bazı kavramları nasıl gördüklerine dair fikirleri alınmıştır. Bu görüşmede de katılımcıların isteği doğrultusunda ses kaydı yapılmamıştır. Elde edilen veriler katılımcıların yazılı olarak verdikleri cevaplar ve araştırmacının çalışma sürecindeki notları ve gözlemlerinden oluşmuştur.

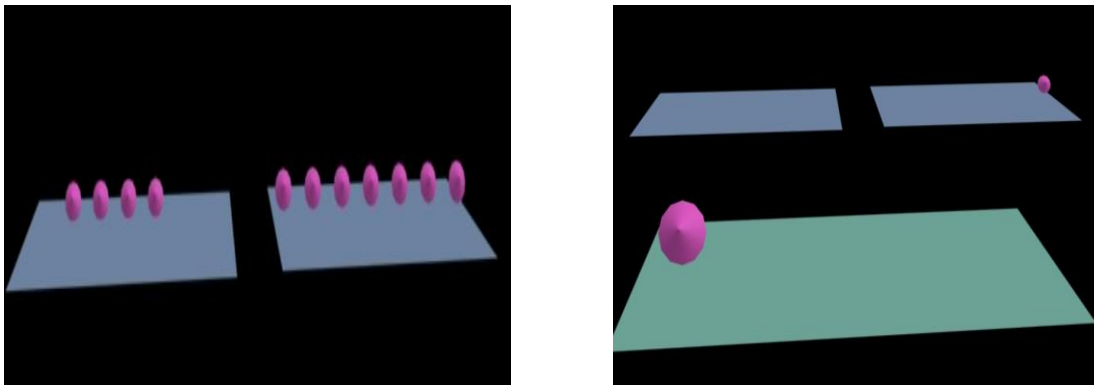
Dördüncü görüşmede; katılımcıların hareketli kavram imajlarının zihinde oluşturulması için hem farklı bir bakış açısı ile izlemelerinin nasıl bir etki oluşturacağı hem de katılımcılarda var olan bir kavram imajının (bir önceki görüşmede durgun olarak belirtilen) hareketlenip hareketlenemeyeceği araştırılmıştır. Bu görüşmede araştırmacı tarafından yapılan animasyonlar (toplama ve bölme animasyonları) kullanılmıştır. İlk olarak bölme animasyonu izlenmiştir. Animasyonlar istenilen sayıda izlenildikten sonra soru formundaki (Ek: 4) sorular cevaplandırılmıştır. Bu görüşmede ve sonraki görüşmelerde katılımcılar ses

kaydı yapılmasına izin vermişlerdir. Yine ses kaydı yapılarak katılımcıların sorulara ilişkin görüşleri alınmıştır. Aşağıda görüşmede kullanılan bölme animasyonuna ilişkin resim bulunmaktadır.



Şekil 11. Bölme animasyonu görüntüsü

Görüşmenin ikinci kısmında görüşmenin ilk kısmında sorulan sorulara göre animasyonun izlenmesi istenmiştir. Animasyonun izlenmesi bittikten sonra katılımcılar yine soru formundaki soruları (Ek: 5) cevaplamış ve cevaplarını sözlü olarak da ifade etmişlerdir. Aşağıda görüşmede kullanılan toplama animasyonuna ilişkin resimler bulunmaktadır.



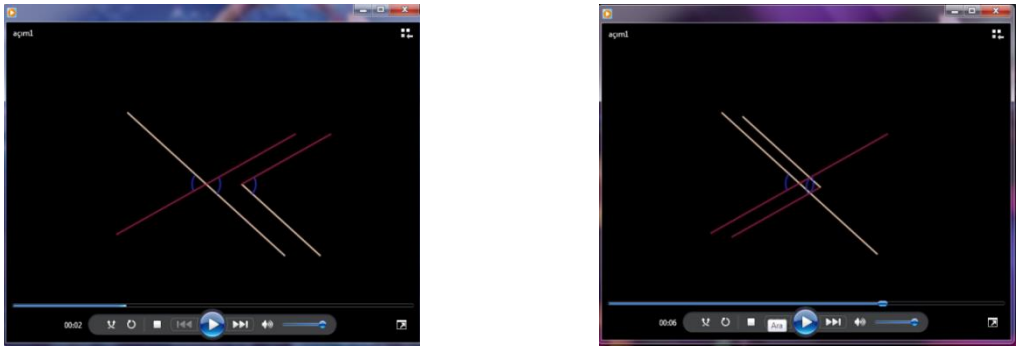
Şekil 12. Toplama animasyonu görüntüleri

3.4.1.3.2. Araştırmanın İkinci Bölümü

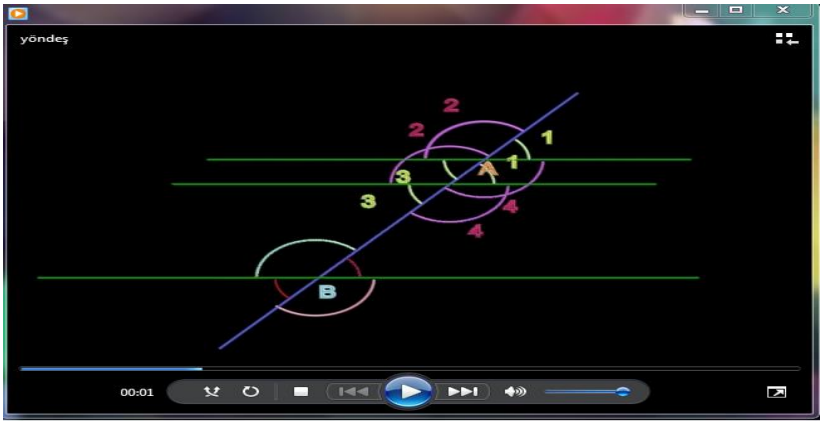
Araştırmanın bu bölümünde oluşturulacak hareketli kavram imajlarının matematik eğitimine katkısının olup olmayacağı araştırılmıştır. Bu bağlamda seçilen kavramlara ait hareketli imajlar ile çalışmalar yapılmıştır. Aşağıda bu görüşmelerin detayları verilmiştir.

Beşinci görüşmede**;** hareketli kavram imajının oluşabilmesi için farklı bir yol olarak hareketli kavram imajlarını etkin olarak kullanılmasının ve bunun öğretime olan

katkılarının incelenmesi hedeflenmiştir. Katılımcılardan çalışmaya geçilmeden önce matematik problemlerini çözerken nasıl bir yol izlediklerinin açıklanması istenmiştir. Açı ile ilgili temel birkaç kavramın (iç açı, yöndeş açı ve ters açı) ispatına ilişkin animasyonlar izlettirilmiştir. Aşağıda görüşmede kullanılan yöndeş açı ve ters açı ile ilgili animasyonlara ilişkin resimler bulunmaktadır (Şekil 13-14).



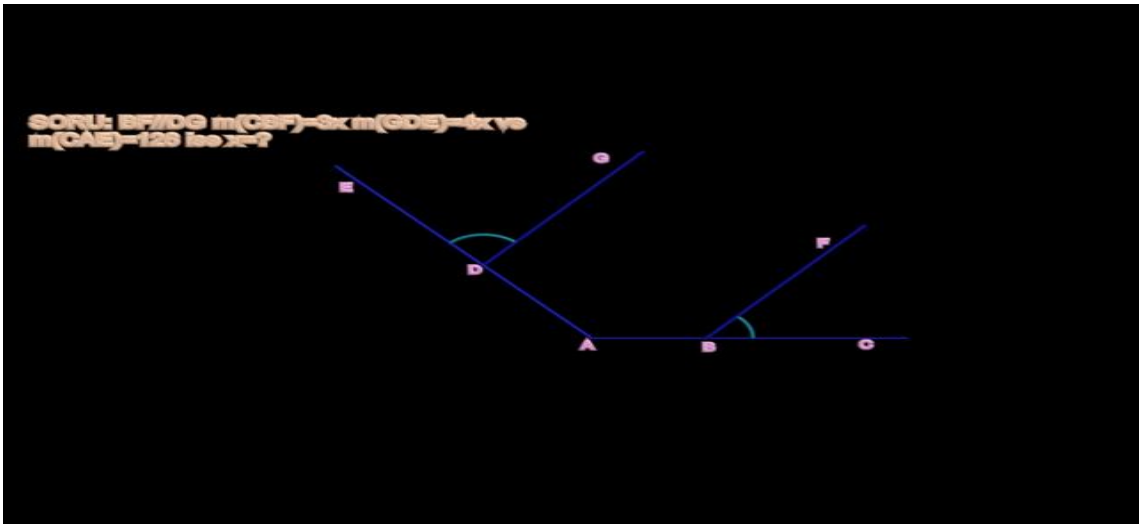
Şekil 13. Ters açı ile ilgili animasyon görüntüleri



Şekil 14. Yöndeş açı ile ilgili animasyon görüntüsü

Katılımcılar animasyonları izledikten sonra araştırmacı tarafından 3 boyutlu bir programda hazırlanan soruları (soruların iç açı, ters açı ve yöndeş açı ile ilgili özellikleri içermesine dikkat edildi) resimler halinde görmüşlerdir. Her soru için katılımcılara istedikleri kadar süre verilerek katılımcıların soruları cevaplamaları beklenilmiştir. Bu süreçte kâğıt kalem kullanılmamıştır. Tamamen zihinden işlemlerin yapılabilmesi için ve kavramlara ilişkin animasyonlardan yola çıkarak çözümlere hareket katmaya uğraş verilmesi amaçlanmıştır.

Sonrasında bu soruları cevaplama sürecinde nasıl bir yol izlediklerinin açıklanması istenmiştir. Aşağıda kullanılan sorulardan biri görülmektedir (Şekil 15).

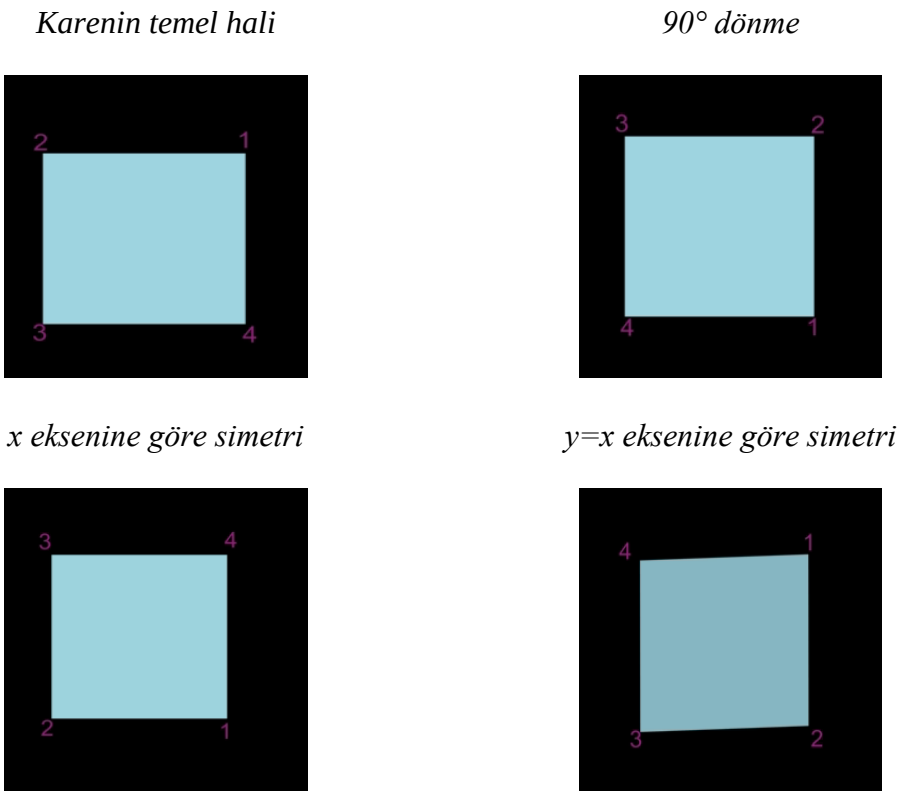


Şekil 15. Çalışmada kullanılan bir soruya ait görüntü

Altıncı görüşme: Bu görüşme de daha önce katılımcılara verilen listede kavram imajının durgun olarak belirtildiği permütasyon kavramına odaklanılmıştır. Daha spesifik bir durum olarak karenin simetri grubu göz önüne alınmıştır. Karenin simetri grubuna ait dönme ve yansımalar animasyon yapmaya uygunluğu ve katılımcıların kavram olarak daha önce üzerinde çalışmamış olmamaları karenin simetri grubunun üzerinde çalışılması için seçilmesine sebep olmuştur. Bu görüşmede ve sonrasında yapılan üç görüşmede karenin simetri grubu ile çalışılmıştır. Tüm görüşmelerde kullanılan animasyonlarda, animasyon Şekil 16'da resim olarak görülen *"Karenin temel hali"* ile başlamıştır.

Bu görüşmede karenin simetri grubunda ki dönme ve yansıma animasyonlarının zihne transferi ile ilgili çalışılmıştır. Katılımcılara karenin temel dönme ve yansıma hareketlerini açıklayan animasyonlar gösterilerek ve karenin simetri grubuna ait bilgiler verilmiştir.

Katılımcılara bir soru formu (Ek: 6) verilerek cevaplamaları sağlanmıştır. Aşağıda görüşmede kullanılan karenin simetri gurubuna ait dönme ve simetrilere ilişkin resimler bulunmaktadır.

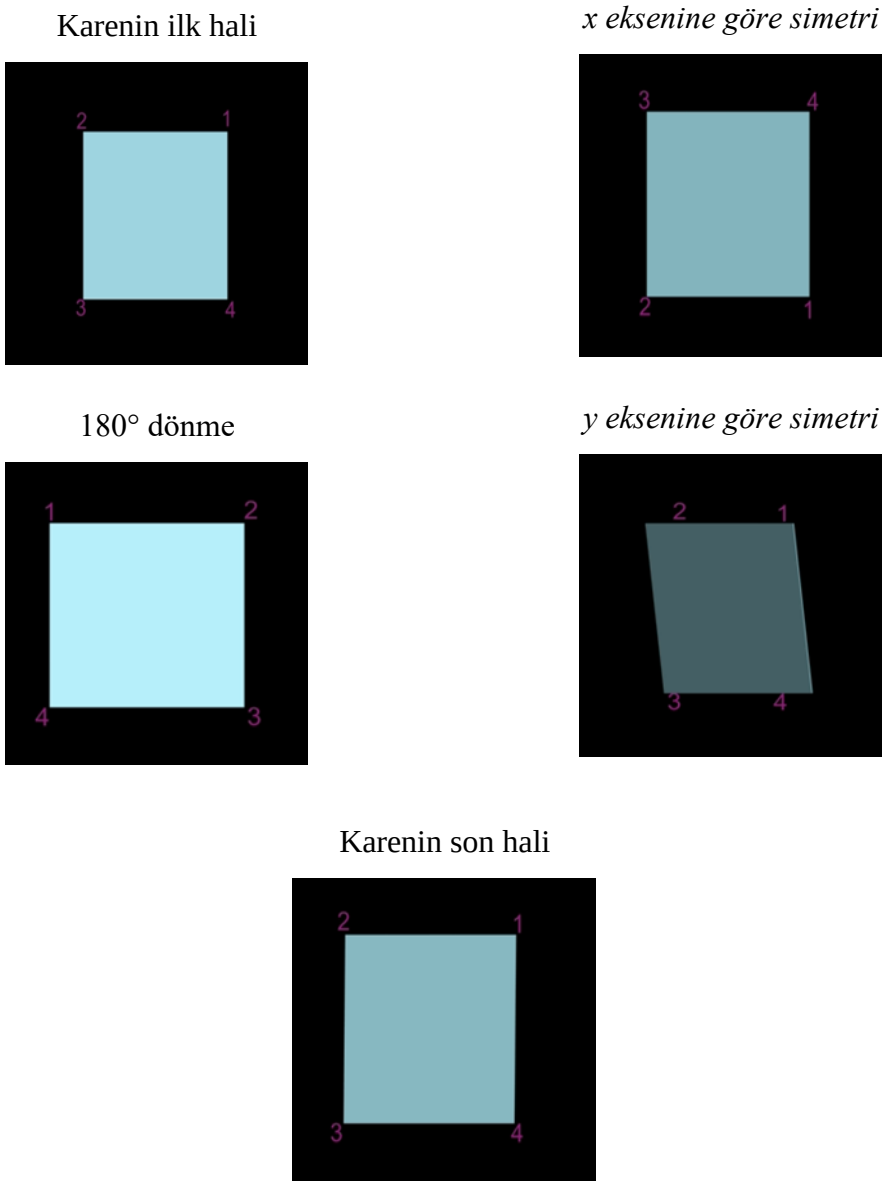


Şekil 16. Karenin dönme ve simetrileri

Yedi ve sekizinci görüşmelerde; katılımcıların çalışmaya alışması için karenin dönme ve simetri hareketlerinin çeşitli kombinasyonlarından oluşan örnek animasyonlar izlettirilmiştir. Katılımcılarla karenin dönme simetriler üzerine konuşularak dönme ve simetrilerin kavranmasına yardımcı olmaya çalışılmıştır. Her bir görüşmede katılımcılarla üç animasyon üzerinde çalışılarak; katılımcıların hareketli olarak oluşturduğu kavram imajlarını kullanıp kullanmayacağının, katılımcıların bu süreçte karşılaştıkları kolaylıklar ve zorlukların neler olabileceğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Her iki görüşmede de üzerinde çalışılacak animasyon katılımcılar tarafından istedikleri sayıda izlenmiştir. Sonrasında, katılımcılardan hareketli kavram imajlarını kullanarak; karenin ilk hali ile başlamak kaydı ile karenin dönme ve simetrilerini kullanarak karenin son haline ulaşmaları için farklı alternatif kombinasyonlar bulunması istenmiştir. Bu kombinasyonlar bulunurken katılımcılar kâğıt ve kalemi sadece buldukları alternatif kombinasyonları yazmak için kullanmışlardır. Sekizinci görüşmede katılımcıların çalışmada zorlanması üzerine katılımcıların çalışmaya hazır olmalarını sağlamak amacı ile bazı animasyonlar

katılımcılara verilmiş ve her gün animasyonları seyretmeleri için katılımcılara hatırlatmada bulunulmuştur.

Aşağıda görüşmede kullanılan karenin simetri gurubuna ait bir animasyona ilişkin resimler bulunmaktadır.



Şekil 17. Animasyona ait görüntüler

Dokuzuncu görüşmede; katılımcıların önceki görüşmelerde yaptığı çalışmalarda karşılaşılan zorluklar dolayısı ile farklı bir çalışma yapılması planlanmıştır. *4.2.1.3.1.*

Hareketli Kavram İmajı Kullanarak Soru Çözebilme kısmında bu duruma değinilecektir. Katılımcılara verilen soru formundaki (Ek: 12) soruların cevaplanması istenmiştir. Sorular karenin ilk hali ile başlamak kaydıyla bir dizi dönme ve yansıma hareketlerinden sonra karenin son durumunun belirlenmesi olarak düşünülmüştür.

3.4.1.3.3. Genel Görüşmeler

Birinci genel görüşmede**;** önceki görüşmelerde elde edilen sonuçlardan yola çıkarak sürecin genel özellikleri hakkında tüm katılımcıların görüşlerinin belirlenmesi ve bu süreçte tam olarak açıklanmadığı düşünülen fikirlerin daha ayrıntılı olarak açıklanması hedeflenmiştir. Katılımcılar soruları soru formuna (Ek: 7) yazılı olarak cevapladıktan sonra katılımcılar soruları sözlü olarak cevaplamışlardır. Açıklanmasına ihtiyaç duyulan kısımlarda yeni sorular sorularak katılımcıların düşünceleri alınmıştır.

İkinci genel görüşmede**;** hareketli kavram imajları ile ilgili kalıcılığın belirlenmesi temelinde, önceki çalışmalarda ve yapılan genel görüşmede açıklanmasına ihtiyaç duyulan kısımların açıklanması ve katılımcıların tam olarak ifade edemediği durumların tekrar gözden geçirilmesi için sorular sorulmuştur. Aradan geçen zamanın zihinde oluşan hareketli kavram imajlarının kalıcılığı üzerindeki etkisini belirlemek amacı ile önceki çalışmalardaki bazı animasyonlara ait detaylar üzerine konuşulmuştur. Ayrıca aradan geçen sürenin katılımcıların karenin simetri grubu ile oluşturdukları hareketli kavram imajlarını kullanıp kullanmayacaklarının belirlenmesi için birkaç uygulama yapılarak katılımcıların görüşleri alınmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Bu alt başlıkta veri toplama süreci ile başlayan, verilerin analizi için yapılan çalışmalardan bahsedilecektir.

3.5.1. Veri Toplama Sürecinde Yapılan Çalışmalar ve Ses Kayıtlarının Yazımı

Araştırma süresince yapılan her görüşmeden sonra ses kayıtları dinlenerek bir sonraki görüşme için hazırlanan sorular gözden geçirilerek gerekli görülen değişiklikler yapılmıştır. Daha önceki kısımlarda da açıklandığı gibi araştırmanın temel veri kaynaklarını gözlem, görüşme ve soru formları oluşturmaktadır. Görüşmeler boyunca

katılımcıların elleri ayakları ile yaptığı çeşitli hareketler (jestler), ses kaydı yapıldığı durumlarda bu durumlar katılımcılara sorularak sebeplerinin ses kaydında olmasına özen gösterilmiştir. Bu durumun önemli olduğunu fark eden katılımcılar zaman zaman kendileri elleri ayakları ile yaptıkları hareketleri belirtmeye başlamışlardır.

Katılımcılarla gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen ses kayıtları yazıya dökülmüştür. Bu sürecin sonunda ses kayıtlarının her biri iki kere farklı zamanlarda dinlenerek kayıtların doğru bir biçimde yazıya aktarılmasına özen gösterilmiştir. Veri analizi sırasında gereken yerlerde ses kayıtlarına dönülerek tekrar dinlenilmiştir. Yazılı dokümanlar üzerinde katılımcılara ilişkin gözlemlerle ilgili notlar ve yapılan uygulamalarla ilgili düşünme süreleri gibi eklenmesinin uygun olduğu düşünülen ayrıntılar da metinlere eklenmiştir.

3.5.2. Veri Analizi Yaklaşımı ve Verilerin Analiz Edilme Süreci

Nitel verilerin analizinde farklı yaklaşımlar vardır. Strauss ve Corbin (1990) veri analizini iki grupta incelemişlerdir. Bunlar; betimsel ve içerik analizidir. Betimsel analizde elde edilen veriler, daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir ve yorumlanır. Betimsel analiz, içerik analizine göre daha yüzeyseldir ve daha çok araştırmanın kavramsal yapısının önceden açık bir biçimde belirlendiği araştırmalarda kullanılır. İçerik analizi, toplanan verilerin derinlemesine analiz edilmesini gerektirir ve önceden belirgin olmayan temaların ve boyutların ortaya çıkarılmasına olanak tanır (Yıldırım ve Şimşek, 2005, s. 227). İçerik analizinde temel amaç, elde edilen verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2005, s. 227).

Verilerin ayrıntılı ve derinlemesine bir şekilde incelenmesinin araştırmaya ilişkin kavram ve ilişkilerin elde edilmesinde faydalı olacağı ve daha önceden belirlenen kategoriler olmadığından, bu araştırmada verilerin analiz edilmesinde "İçerik analizi" yaklaşımının kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür.

"İçerik analizi" ile veriler analiz edilirken Strauss ve Corbin (1998)'in bahsettiği ve Gömülü Teori'nin kullandığı açık kodlama, eksensel kodlama ve seçici kodlamadan faydalanılmıştır. Aşağıda bu kodlamalara ilişkin kısa bilgi verilmiştir.

Açık kodlama: Açık kodlama, temaları verilerin derinliklerinden yüzeye çıkarır. Temalar düşük bir soyutlama düzeyindedir ve araştırmacının başlangıçtaki araştırma sorusundan,

literatürdeki kavramlardan, toplumsal ortamdaki üyelerin kullandığı terimlerden ya da verilere gömülmenin teşvik ettiği yeni düşüncelerden gelir (Neuman, 2013, s. 664).

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 (Strauss ve Corbin, 1998).

Eksensel kodlama: Bu, verilerin üzerinden "ikinci geçiş"tir. Açık kodlama sırasında gerçek verilere odaklanılır ve temalar için kod etiketleri belirlersiniz. Temalar arasında bağlantı kurma veya temaların temsil ettiği kavramları ayrıntılandırma kaygısı bulunmaz. Bunun aksine, eksenli kodlamada düzenli bir başlangıç koduyla ya da ön kavramla başlanır. Bu ikinci geçişte verilerden çok başlangıçta kodlanan temalara odaklanılır (Neuman, 2013, s. 665).

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 dağılmış verilerin yeniden kurulması sürecinin başlatılmasıdır. Eksensel kodlamada, kategoriler olgular hakkında kesin ve tam açıklamalar oluşturmak için alt kategorileriyle ilişkilendirilirler (Strauss ve Corbin, 1998).

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.

Bu bilgiler doğrultusunda içerik analizi yapılırken açık kodlama basamağında kavramların benzerlik ya da farklılıkları düşünülerek kategorileri oluşturulduğu görülmektedir. Eksensel kodlamada ise oluşturulan kategoriler alt kategorileriyle ilişkilendirilmektedir. Seçici kodlamada ise ana kategori ile diğer kategorilerin bütünleştirildiğini görmekteyiz.

Aşağıda bu araştırmada izlenen veri analizi süreci özetlenmiştir.

Veri analizine yazılı metinler ve soru formları değişik zamanlarda okunarak katılımcıların görüşleri hakkında genel bir fikir sahibi olmakla başlanmıştır. Her bir görüşmenin yazılı

metni ve soru formları tekrar okunarak metin üzerinde benzer görülen ifadelerin yanına o ifadeyi anlatacak şekilde her biri farklı renklerde yazılarak kavramlar oluşturulmuştur (Ek: 8). Öncelikle görüşmelerde sorulan sorular kapsamında ilgili görüşmelerde ve tüm dokümanların okunması sırasında bu tür fikirlerin geçtiği düşünülen kısımlara tekrar bakılarak benzer ve farklı ifadeler belirlenmiştir. Bu benzerlik ve farklılıklar dikkate alınarak kategoriler elde edilmiştir (Ek: 9). Daha sonra eksensel kodlama yapılabilmesi için elde edilen kategorilerin alt kategorileri oluşturulmuştur (Ek: 9). Eksensel kodlama ile kategori ile alt kategorileri eksenler üzerinde gösterilmiştir ve kısaca özetlenmiştir. Seçici kodlamada ise oluşturulan kategorilerin birbiri ile ilişkileri açıklanmaya çalışılmıştır.

Araştırmadaki yapılan çalışmanın süreç içerisinde gelişimin görülmesi amacı ile önce her bir görüşmenin ayrı ayrı analiz edilerek sunulması düşünülmüştür. Ancak araştırmanın tasarımı gereği özelikle kalıcılık ya da beyinde oluşturulan hareketli kavram imajına ilişkin değişikliklerin farklı görüşmelerde tekrar tekrar sorgulanmasından dolayı daha geniş bir bakış açısı ile ele alınmasına karar verilmiştir. Bu bağlamda oluşturulan başlıklar altında yine süreçteki gelişmelerin peş peşe verilerek bir bütünlük sağlanmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür.

BÖLÜM 4

BULGULAR ve YORUM

Bu bölümde hareketli kavramların nasıl oluştuğu ve hareketli kavram imajı ile matematik öğretimine ilişkin görüşlerin analizleri sonucunda elde edilen bulgular ve yorumlar sunulacaktır.

Bölüm "Hareketli Kavram Oluşma Süreci" , "Hareketli Kavram İmajını Karenin Simetri Grubu ile İlgili Problem Çözme Sürecine Etkisi" ve "Katılımcıların Hareketli Kavram İmajını Kendi Yaşantılarında Kullanmaları ile İlgili Görüşleri" olmak üzere üç alt başlıktan oluşacaktır. Her bir başlık altında elde edilen bulgular, süreçteki değişimin aktarılabilmesi amacıyla görüşme sırasına göre sunulacaktır. Bulgular sunulurken; katılımcıların ifadelerinden doğrudan alıntılar yapılacaktır. Her kısımda önce kısaca görüşmelerde nasıl bir yol izlendiği açıklanacak sonrasından ise verilerin analizi sonucunda elde edilen eksensel kodlamalar (3.5.2. nolu kısımda açıklanmıştır) ve eksensel kodlamaya ilişkin kısa bir açıklama yer alacaktır. Sonrasında ise elde edilen alt kategoriler açıklanacaktır. Eksensel kodlamanın yapılamadığı başlıklarda ise bulgular sunulacak ve başlığın sonunda kısa bir özet yer alacaktır.

4.1. Hareketli Kavram İmajı (HKİ) Oluşma Süreci

Bu bölümde katılımcıların hareketli kavram imajı oluşma sürecine yönelik görüşleri; araştırma için seçilen kavramlara ilişkin kavram imajının zihinde nasıl yer aldığı ve süreçte nasıl değiştiği, zihinde hareketli kavram imajının nasıl oluştuğu ve bu sürece ilişkin elde edilen çeşitli özellikler olarak üç alt başlıkta sunulacaktır. Birinci alt başlıkta; katılımcıların tüm eğitim hayatları boyunca karşılaştıkları muhtemel olan kavramlara ilişkin kendilerinde var olan kavram imajlarının zihinlerinde nasıl yer aldığı

belirlenecektir. Sonrasında ise araştırma süresince üzerinde çalışılan kavramlara ait kavram imajlarının değişimleri hakkında bilgi verilecektir. Son olarak da hareketli kavram imajlarının kabullenmelerine ilişkin durumlar açıklanacaktır. İkinci alt başlıkta hareketli kavram imajının oluşum süreci incelenecektir. Üçüncü alt başlıkta ise hareketli kavram imajı oluşturma sürecine ilişkin elde edilen çeşitli özellikler sunulacaktır.

4.1.1. Katılımcıların Çalışma Öncesinde Var Olan Kavram İmajları, Bunların Süreçte Değişimi ve Hareketli Kavram İmajının Kabullenilmesi

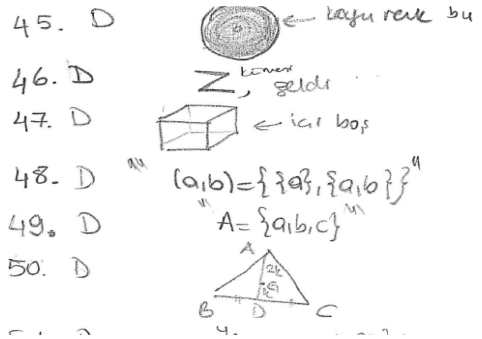
Bu alt başlıkta katılımcıların araştırma öncesinde kendilerinde var olan kavram imajlarının nasıl olduğu, yapılan çalışmalar sonucunda nasıl değiştiği ve hareketli kavram imajlarının kabullenilip kabullenilmediği açıklanacaktır.

4.1.1.1. Katılımcıların Çalışma Öncesinde Var Olan Kavram İmajları

Bu alt başlıkta önce katılımcılarla nasıl bir görüşme yapıldığı kısaca açıklanacak ve verilerden yola çıkılarak elde edilen eksensel kodlamaya dair şekil sunulacaktır. Sonrasında ise eksensel kodlama hakkında bilgi verilecektir. Son olarak da eksensel kodlamadaki alt kategorilere dair katılımcı görüşleri sunulacaktır.

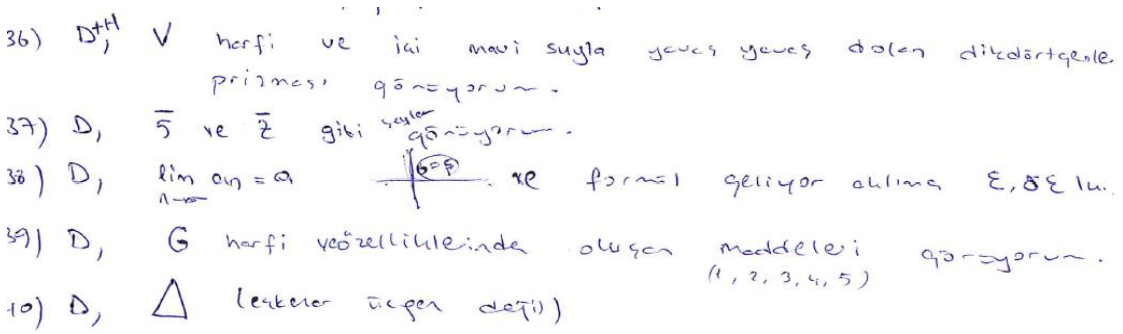
Katılımcıların kavram imajlarını kendi zihinlerinde nasıl yapılandırdıklarının belirlenmesi için daha önceden aşina oldukları düşünülen bir dizi kavram ile çalışılmıştır. Görüşmede (üçüncü görüşme) katılımcıların bu kavramlar hakkında düşünerek, zihinlerinde nasıl yer aldığını soru formlarına açıklamaları istenmiştir. Yapılan açıklamalara ilişkin bir fikir edinilebilmesi için her bir katılımcının soru formundan bir kesit (Şekil 18-19-20) aşağıda sunulmuştur. Aşağıdaki soru formu kesitlerinden de görülebileceği gibi katılımcılar öncelikle kavramın zihinlerinde Durgun (D) ya da Hareketli (H) olduğunu belirtmişlerdir. Sonrasında ise kavrama ait, kendi zihinlerinde bulunan kavram imajını açıklamışlardır. Ek:10'da ise katılımcıların tüm fikirleri paylaşılmıştır. Ayrıca her bir kavrama ilişkin katılımcı görüşlerinin bir arada görülmesi için bir tablo hazırlanmıştır (Ek:11).

Şekil 18'de K1'in soru formundaki daire, sonsuz küme, küp, sıralı ikili, sonlu küme ve ağırlık merkezine ait kavram imajlarının kendi zihninde nasıl olduğuna dair verdikleri cevaplar görülmektedir.



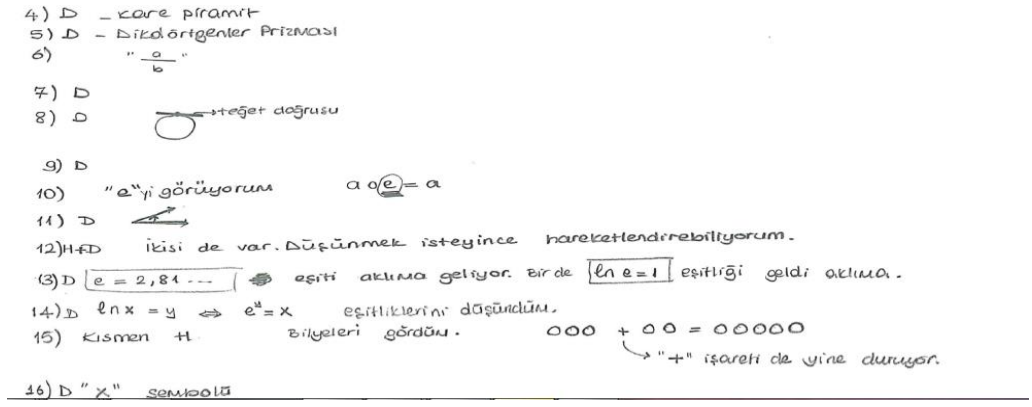
Şekil 18. K1'in soru formundan bir kesit

Şekil 19'da K2'nin soru formundaki hacim, denklik sınıfı, limit, grup ve üçgene ait kavram imajlarının kendi zihninde nasıl var olduğuna dair verdikleri cevaplar görülmektedir.



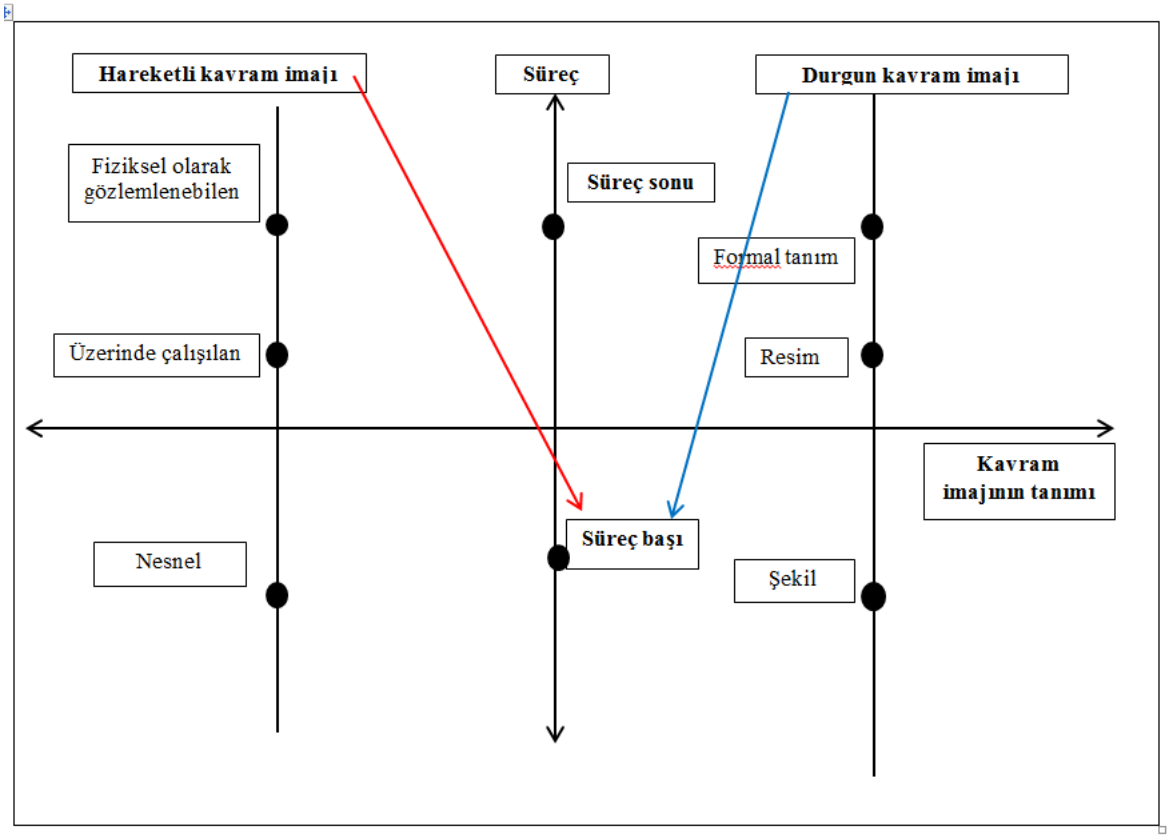
Şekil 19. K2'nin soru formundan bir kesit

Şekil 20'de K3'ün soru formundaki pramit, prizma, kesir, vektör, teğet, birleşme özelliği, birim eleman, açı, türev, e sayısı, ln fonksiyonu, toplama ve çarpmaya ait kavram imajlarının kendi zihninde nasıl var olduğuna dair verdikleri cevaplar görülmektedir.



Şekil 20. K3'ün soru formundan bir kesit

Aşağıda katılımcıların; durgun ve hareketli kavram imajı tanımları sonucunda elde edilen eksensel kodlama yer almaktadır (Şekil 21).



Şekil 21. Durgun ve hareketli kavram imajı tanımlarına ilişkin eksensel kodlama

Eksensel kodlamada iki ana eksen yer almaktadır. Bu eksenlerin alt kategorilerden ayrılması için doğruların her iki ucunda oklar kullanılmıştır. Yatay eksen; kavram imajlarının katılımcılarının zihninde nasıl yer aldığını gösteren "kavram imajının tanımı" olarak seçilmiştir. Bu kategori için "hareketli kavram imajı" ve "durgun kavram imajı" olmak üzere iki alt kategori tanımlanmıştır. Bu alt kategoriler bir doğru ile gösterilmiştir. Doğrular üzerinde yer alan noktalar ise bu alt kategorileri oluşturan kodlamalardır. Dikey eksen ise "süreç" olarak düşünülmüş ve çalışmanın sürecinde oluşacak farklılıkları göstermek üzere süreç başı ve süreç sonu olarak iki alt kategori olarak tanımlanmıştır. Oklar ise alt kategoriler ile süreç arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılmıştır.

Katılımcıların soru formlarının incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular (aşağıda açıklanmıştır) sonucunda: katılımcılar tarafından Durgun olarak tarif edilen kavramlar için formal tanımların, formüllerin, kavram ile ilgili sembollerin ya da resimlerin kullanıldığı

görülmüştür. Bu ifadeler "durgun kavram imajı" alt kategorisini oluşturmak için kullanılmıştır. Hareketli ya da kısmen hareketli olarak ifade edilen kavramlarda ise (daha önceki çalışmalardaki hareketli imaj olarak katılımcılara sunulan animasyonların etkisi görülmekle birlikte) hareketli kavram imajı tanımlanması fiziksel olarak gözlemlenebilen hareket, nesnel ya da üzerinde katılımcılar tarafından kapsamlı olarak çalışılan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ifadeler ise "hareketli kavram imajı" alt kategorisini oluşturmak için kullanılmıştır (Şekil 21).

Yukarıda bahsedildiği gibi alt kategoriler ile süreç arasındaki ilişkiyi göstermek için oklar kullanılmıştır. Bu eksensel kodlamada oklar, alt kategorilerin süreç başında oluşturulduğunu göstermektedir (Şekil 21).

Yukarıda sunulan eksensel kodlamada (Şekil 21) elde edilen "hareketli kavram imajı" ve "durgun kavram imajı" alt kategorilerine ilişkin bulgular ayrı başlıklar halinde aşağıda sunulacaktır. Her bir başlık altında tüm katılımcıların görüşleri sıra ile paylaşılacaktır.

Durgun kavram imajı

Katılımcıların durgun kavram imajına ilişkin görüşleri sıra ile paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategori için kısa bir özet sunulacaktır.

K1'in görüşleri: K1; e sayısı, ln fonksiyonu, toplama, çarpma, çıkarma, bağıntı, denklik bağıntısı, sıralama bağıntısı, çokyüzlü, denklik sınıfı ve cisim kavramlarına ait kavram imajının olmadığını belirtmiştir. Ancak bu kavramlara ilişkin semboller ya da grafikler ile kavram imajını göstermiştir. Dizi, limit kavramlarında hareketli imaj olduğunu, diğer kavramlara ait kavram imajının durgun olduğunu belirtmiştir. Kavram imajını durgun olarak belirttiği kavramlar için (Şekil 18'de örnekleri görülebilir) şekil çizmiş, kavramın bilinen gösterimlerini kullanmış ve formal tanımlarını yapmıştır.

K2'nin görüşleri: K2; teğet, açı, silindir, çevre, bölme, hacim ve ağırlık merkezi kavramlarına ait kavram imajını hem hareketli hem durgun olarak tarif etmiştir (sırayla Şekil 24-25-26-27-28-29-30). K2 bu kavramları şekiller çizerek ve yazarak açıklamıştır. Diğer kavramlara ait kavram imajının durgun olduğunu belirtmiştir. Kavram imajını durgun olarak belirttiği kavramlar için (Şekil 19'da örnekleri görülebilir) şekil çizmiş, kavramın bilinen gösterimlerini kullanmış ve formal tanımlarını yapmıştır.

K3'ün görüşleri: K3; Türev ve Limit (Şekil 30-31) kavramlarını hem hareketli hem durgun olarak belirmiştir. Diğer kavramlara ait kavram imajının durgun olduğunu belirtmiştir. Kavram imajını durgun olarak belirttiği kavramlar için (Şekil 20'de örnekleri görülebilir) şekil çizmiş, kavramın bilinen gösterimlerini kullanmış ve formal tanımlarını yapmıştır.

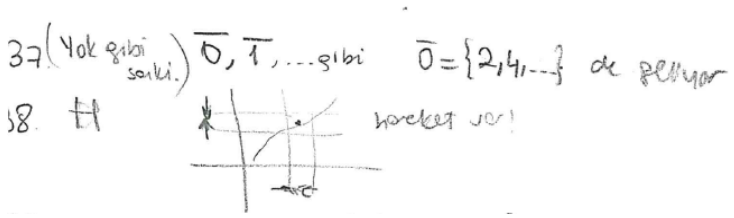
Katılımcıların ifadelerinden, Ek:3'te sunulan soru formu ve Ek:11'de sunulan soru formlarının bir arada görülebilmesi için oluşturulan tablodan da görüldüğü gibi; katılımcılar kavram imajını durgun olarak belirttiği kavramlar için tanımlarını yazmış, şekiller çizmiş, belirgin gösterimlerini kullanmış ya da resim olarak ifade etmişlerdir. Katılımcılar birçok kavram için kavram imajlarının durgun olduğunu belirtmişlerdir.

Hareketli kavram imajı

Katılımcıların hareketli kavram imajına ilişkin görüşleri sıra ile paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategori için kısa bir özet sunulacaktır.

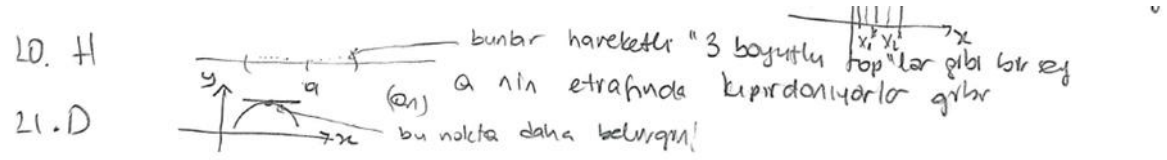
K1'in görüşleri: K1, soru formunda (Şekil 22-23) dizi ve limite ait bir hareketi tanımlamıştır. Ancak araştırmacı tarafından alınan notlarda (bu görüşmede ses kaydı yapılmamıştır) bu iki kavramı aynı zamanda durgun olarak da ifade etmiştir.

Limit kavramında seyredilen animasyonun (önceki görüşmelerde) aynen resmedildiği görülmektedir (Şekil 22). Ancak K1 ilk görüşmede limit kavramına ait imajın durgun olduğunu belirtmiştir. K1'deki bu değişiklik seyrettiği animasyonun etkisi olarak düşünülebilir.



Şekil 22. K1'in soru formundaki limit gösterimi

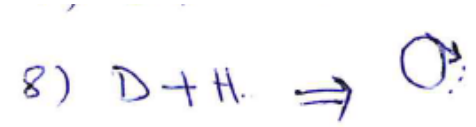
K1, "dizi" kavramında ise "a" nın etrafında kıpırdanan toplardan bahsetmiştir. Hareketi ise şekille göstermiş ve ayrıca yazarak açıklamıştır (Şekil 23).



Şekil 23. K1'in soru formundaki dizi gösterimi

Araştırmacı tarafından alınan notlarda; K1 bu iki kavramı (dizi ve limit) derslerde anlattığı ve ders anlatma kaygısının hareketlendirme yapmayı gerektirdiğini, önceki çalışmalarda izlediği animasyonların etkisi olduğunu ve tüm bu kavramlardaki tanımlamalarının kendi defterlerinde yazdıkları olduğunu belirtmiştir. Ayrıca matematiğe hareketli kavram imajının canlılık katacağını ve kavramı zenginleştireceğini ifade etmiştir.

K2'nin görüşleri: K2, teğet ve açı (Şekil 24-25) kavramalarına ilişkin kavram imajını açıklarken hareketin olduğunu gösterebilmek için noktalardan faydalanmıştır.

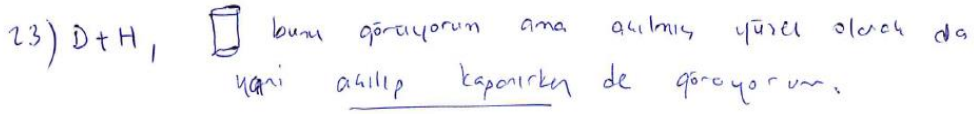


Şekil 24. K2'nin soru formundaki teğet gösterimi

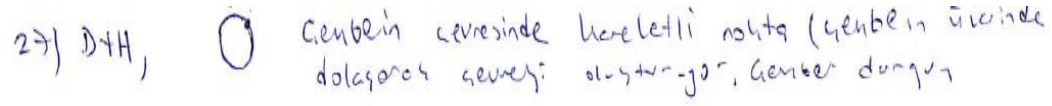


Şekil 25. K2'nin soru formundaki açı gösterimi

K2, silindir ve çevre (Şekil 26-27) kavramlarına ilişkin imajlarını açıklarken öncelikle kavramı gösteren şekli çizip sonrasında ise yazarak açıkladığı görülmektedir.

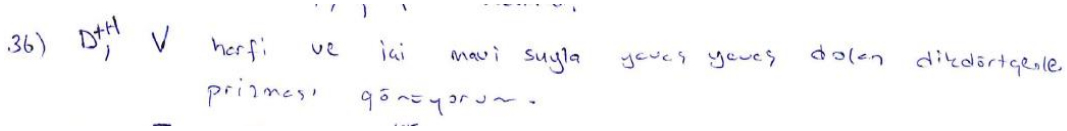


Şekil 26. K2'nin soru formundaki silindir gösterimi



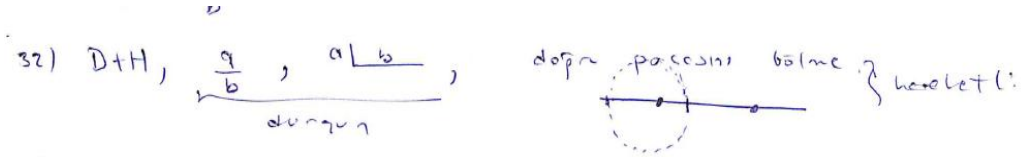
Şekil 27. K2'nin soru formundaki çevre gösterimi

K2, Hacim kavramında "*içi mavi suyla yavaş yavaş dolan dikdörtgenler prizması görüyoru***m**" diyerek kendine göre hareketi tarif etmiştir (Şekil 28).



Şekil 28. K2'nin soru formundaki hacim gösterimi

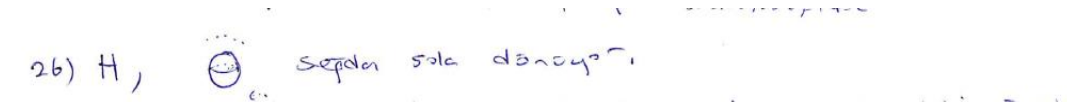
K2, bölmede ise bölme algoritmasını durgun imaj olarak nitelerken, doğru parçasını bölmeyi hareketli imaj olarak nitelendirmiştir (Şekil 29).



Şekil 29. K2'nin soru formundaki bölme gösterimi

K2'nin yukardaki kavramlara ilişkin hareket tanımı; fiziksel olarak gözlenebilen durumlar (silindirin su ile dolması) ya da fiziksel harekete benzetilebilecek (çember, açı, doğru gibi- ayrıca katılımcı geometrik kavramlara ilişkin tez çalışması yapmaktadır.) durumları içermiştir. K2 hareketli imajı fiziksel olarak gözlenebilecek hareketle bağdaştırmıştır. Özelikle hacimde ifade ettiği su ile dolma tamamen nesneldir, gözlemlenebilir.

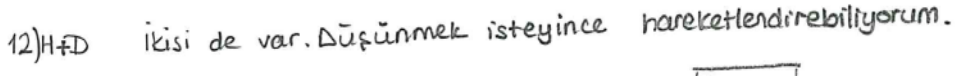
K2 küre kavramına ait kavram imajını hareketli olarak belirtmiştir. Cevap kâğıdındaki çizdiği kürenin sağdan sola döndüğünü belirtmiştir.



Şekil 30. K2'nin soru formundaki küre gösterimi

Araştırmacı tarafından alınan notlarda; K2 hareketli kavram imajı olan kavramlarda kendi araştırmasının etkisi olduğunu, geometri ile ilgili olan kavramların değiştiğini belirtmiştir. Ancak kendi zihninde bulunan grafiğin yanına hareketli animasyonu koyduğunu, tam özümseyemediği için eski imajını atamadığını belirtmiştir. K2'nin daha çok geometrik kavramlarda hareketli imaj fikrine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır.

K3'ün görüşleri: Türev kavramında "*düşünmek isteyince hareketlendirebiliyorum*" derken limit kavramında herhangi bir açıklama yapmamıştır (Şekil 31-32). Türev ve limite ait hareketli animasyonlar ile önceden çalışılması K3'ün hareketli imaj hakkında farkındalığını geliştirmiş olması bu harekete sebep olmuş olabilir.

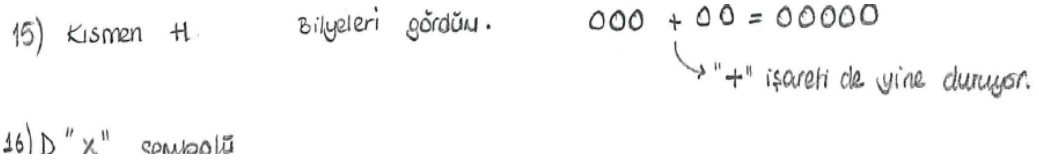


Şekil 31. K3'ün soru formundaki türev gösterimi



Şekil 32. K3'ün soru formundaki limit gösterimi

Toplama kavramında ise kısmen hareketli diyerek bilyelerle toplama şekli çizmiştir (Şekil 33). Ama toplama işaretinin yine durduğunu belirtmiştir.



Şekil 33. K3'ün soru formundaki toplama gösterimi

Araştırmacı tarafından alınan notlarda; K3 limit ve türevde hareketli imajın olmasında seyrettiği animasyonun kısmen de olsa etkisi olduğunu, kavram imajlarının hareketlendirilebileceğini ve önceden kavram imajı olmazsa bunun daha rahat olabileceğini belirtmiştir.

Katılımcıların ifadelerinden, Ek:3'te sunulan soru formu ve Ek:11'de sunulan soru formlarının bir arada görülebilmesi için oluşturulan tablodan da görüldüğü gibi; Hareketli ya da kısmen hareketli olarak ifade edilen kavramlarda hareketin daha çok nesnel olduğu, fiziksel olarak gözlemlenebilen ya da üzerinde çalışılan bir kavram olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca araştırmacı tarafından alınan notlarda; katılımcılar eğitim hayatları boyunca kavramlara ait imajları hareketli olarak düşünmediklerini ve bunu gerçekleştirmek için herhangi bir şey yapmadıklarını, ifade etmişlerdir.

4.1.1.2. Kavram İmajları ile İlgili Yapılan Çalışmalar ve Süreçte Değişimi

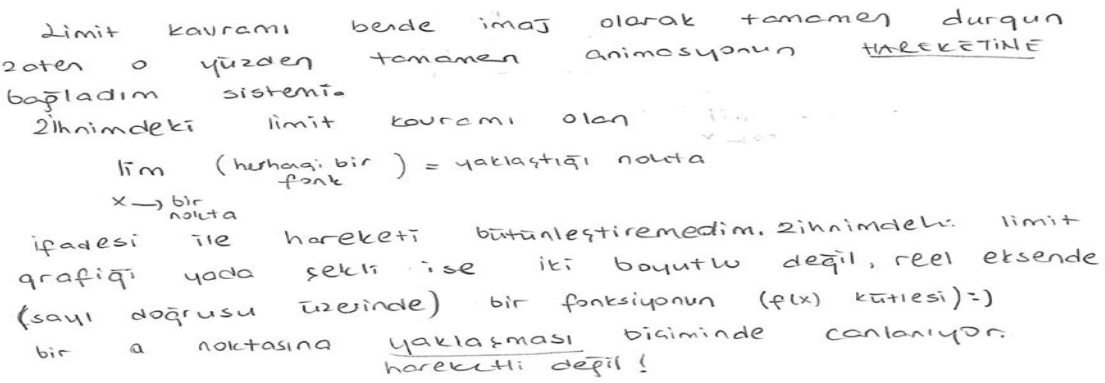
Bu kısımda seçilen kavramlar ile yapılan çalışmalar sonucunda katılımcılardaki kavram imajlarının değişimi ele alınacaktır. Bu kısımda eksensel kodlama yapılamadığı için önce her bir kavrama ilişkin katılımcı görüşleri görüşme sırasına göre sunulacak ve sürece ilişkin kısa bir özet paylaşılacaktır. Bu kısmın en sonunda ise tüm kavramlara ilişkin elde edilen bulgular toplu bir şekilde yer alacaktır.

4.1.1.2.1. Limit

Birinci görüşme: Limit kavramı ile birinci görüşmede çalışılmıştır (bu görüşmede katılımcıların isteği üzerine ses kaydı yapılmamış olup soru formlarından ve araştırmacı tarafından alınan notlardan faydalanılmıştır). Bu kavrama ilişkin kavram imajlarının durgun (formal tanım, şekil, resim) olduğu belirlenmiştir.

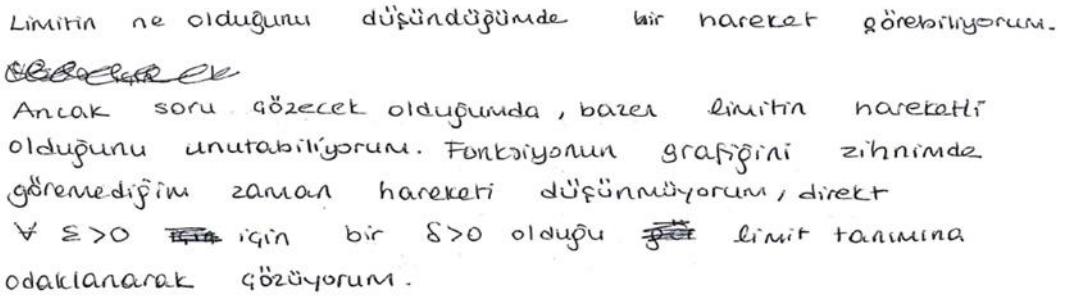
K1'in görüşleri: Araştırmacı tarafından alınan notlarda; K1, "*Animasyonun kendi kavram imajının yanında duracağını"* ifade etmiştir. Kendi kavram imajının yanında duracağının ifade edilmesi bize K1'in kavram imajının durgun olduğunu bir hareket olmadığını göstermektedir.

K2'nin görüşleri: K2, "*kendi kavram imajının tamamen durgun olduğunu"* ifade etmiştir. Ayrıca araştırmacı tarafından alınan notlarda "*Animasyonun zenginleştirilip güzelleştirilmesinin ve daha yavaş olmasının kendisi için daha iyi olacağını ve zihnindeki tamamen durgun ve formal tanımı olan kavram imajının yerine koyabileceğini"* ifade etmiştir. Şekil 34'den görüldüğü gibi katılımcı limiti formal tanım olarak düşünmektedir ve hareketli imajı animasyondaki gibi algılamaktadır. Bunlar da bize K2'nin kavram imajının formal tanım ve şekil olduğunu göstermektedir.



Şekil 34. K2'nin limite dair kavram imajı

K3'ün görüşleri: Araştırmacı tarafından alınan notlarda K3; "*Tam bir görüntü olmadığını 10 defa izlerse beynine yerleşebileceğini ve önce bütün olarak sonra parça parça izlemesi gerektiğini"* ifade etmiştir. Ayrıca soru formunda da (Şekil 35) soruları limit tanımını kullanarak çözdüğünü, ancak "*limit düşündüğünde bir hareket görebildiğini, fonksiyon grafiğini zihninde göremediği zaman hareketi düşünmediğini ve soru çözerken limitin hareketli olduğunu unuttuğunu "* belirtmiştir.



Şekil 35. K3'ün limite dair kavram imajı

K3'ün ifadelerinden görüldüğü gibi limite dair kavram imajı; kavramın tanımı ve limite ilişkin fonksiyon resmi olarak bulunmaktadır.

Katılımcıların limite ilişkin kavram imajlarının durgun olduğu ve formal tanımlardan resim ve şekil olduğu görülmüştür. Yapılan çalışma sonrasında katılımcıların seyrettikleri animasyonun zihinlerinde yer ettiği gözlemlenmiştir. Katılımcılar animasyondaki dikkat ettikleri kısımları aşağıdaki şekilde belirtmişlerdir.

K1: Harekete ve sarı bölgeye, daha sonra ise sarı bölgenin daralmasına neden olan çubuklara

dikkat ettiğini,

K2: Aralıkların değerlerine odaklanarak hangi noktalarda sarı dikdörtgenin noktaya dönüşümüne, animasyondaki renklere, animasyonun süresine

dikkat ettiğini,

K3: *Grafik üzerinde x düzleminde noktalar birbirine yaklaşırken y düzleminde noktaların birbirine yaklaştıklarına ve limit noktasının ne olduğuna odaklanmaya çalıştığını ve neye odaklanacağı konusunda animasyonun limit ile ilgili olduğunu bilmesinin etkili,*

olduğunu ifade etmiştir.

Yukarıdaki ifadelerinden görülebileceği gibi; hepsi animasyondaki sağdan ve soldan yaklaşarak limit noktasına doğru giden noktaların oluşturduğu dörtgensel bölgeye odaklandıklarını belirtmektedirler. Bu ifade bize limit kavramının tanımını çağrıştırmaktadır. Katılımcıların kendilerinde olan tanımla animasyon arasında bağ kurdukları söylenebilir.

Birinci genel görüşme: Araştırma sürecinde zaman zaman tekrar limit kavramına ilişkin sorular sorularak kavram imajının değişip değişmediği belirlenmeye çalışılmıştır (limit ile yapılan çalışmadan yaklaşık 3 ay sonra).

Katılımcılar limite ait hareketli kavram imajının oluştuğunu belirtmişlerdir. Ancak oluşan hareketli kavram imajının önceki kavram imajının yanında olduğunu belirtmişlerdir. Hareketli kavram imajı ile yeteri kadar çalışılırsa tamamen hareketli kavram imajının zihinde yer alacağını ifade etmişlerdir.

K1 kavram imajının hareketlendiğini ifade etmiştir.

A: Sizde nasıl oldu o limit animasyonu hala etkiliyor mu sizi?

K1: Hareketli imaj geliyor şu an aklıma.

A: Daha önce nasıldı.

K1: Durgundu.

K2 limite dair hareketli kavram imajını kabul etmesine rağmen önceki imajını da kendinde tutmaktadır. Bu durumu kavram ilişkin bir zenginleşme oluşturacağı olarak açıklamaktadır.

K2: Yanına belki koymak olabilir hani kavram imajı 2 ya da üssü gibi bir şey olabilir yani hani a'sı, b'si gibi hani.

A: Önceden hatırladığım şeye dönmek istiyorum. Limit şeyinde sanki yanına koydun bunu da sanki ..

K2: Hıhı evet

A: Peki şu anda hiç olumlu bir değişme oldu mu, hala yanında mı duruyor?

K2: Hıhı yanında. Zenginleşmek dediğim birazda o aslında yani önceden hiçbir şey yoktu yani kavram görüntü olarak hani limit olarak. Zar zor hani o tanımın simgesel ifadelerini hatırlıyordum. Zenginleştirmek dediğim de işte o hani yanına koymak olabilir, onu atıp daha güzelini yerine koymak olabilir hepsi içinde yani.

Ancak K2 kavram ile uzun süre çalışılırsa tamamen kavram imajının hareketli olacağını ve durgun imajın yok olacağını ifade etmiştir.

A: Peki yanında durduğu sürede uzunca bir süreç de bunu atabileceğini düşünüyor musun?

K2: Düşünüyorum. Nasıl bir kare simetri grubuyla uğraştıysak bu kadar tutup o limitle de o kadar uğraşsak haftalarca üzerinde dursak. Ben o imajın düzelebileceğini yani tamamen sökülebileceğini düşünüyorum. İlkinde öyle düşünmüyordum. .....yaptığımız derste o hiç gitmezmiş gibi geliyordu ama şimdi öyle gelmiyor yani.

A: Belki şey de olabilir ...

K2: Çok silik bir görüntü kalabilir arka tarafta ama ön tarafta burada kazandığım imaj gelir gibi geliyor.

K3'de hareketli imajın oluşması için uğraş vermek gerektiğini düşünmektedir. Bu çalışma sürecinde limite ait hareketli kavram imajı oluşturduğunu belirtmiştir.

K3: Ben de üniversitenin son sınıfında filan biraz fark edebilmiştim, aslında hareketli olduğunu. Ama soru çözmediğim için çok fazla bu kadar hareketli değildi yani. Uğraşınca üzerinde durunca.

A: Yani başka sorular hareketli animasyonlar halin dönüştürülse.

K3: O zaman daha rahat.

Limit kavramı ile birinci görüşmede çalışılmıştır ve katılımcılar için kavram imajının hareketlendirilmesi fikri çok yeni bir durumdur. O görüşmede katılımcıların limite dair kavram imajı formal tanım, resim ya da şekillerden ibaret olmasına rağmen yaklaşık 3 ay

sonra katılımcılarda bu fikrin değiştiğini ortaya çıkmıştır. Limiti düşününce katılımcıların hareketli bir imajdan bahsettikleri görülmektedir.

İkinci genel görüşme: Araştırmanın sonunda yapılan görüşmede de katılımcıların hareketli kavram imajını hala zihinlerinde tuttukları görülmüştür (ilk görüşmeden yaklaşık 6 ay sonra).

K1'in aşağıdaki ifadelerinden limit animasyonunu oldukça net olarak hatırladığını görmekteyiz. Oldukça detaylı bir tarifle animasyonu anlatmaktadır. Animasyonda bulunan bazı detayları ve limiti anlatan temel hareketi tarif etmektedir.

K1: Evet hatırlıyorum. Mesela hani limitte şey vardı. Hani x küçülüyordu. y küçülüyordu. Bunlar küçülürken aradaki o dikdörtgensel bölge yavaş yavaş küçülüyordu. Ve o eğrinin üzerinde ki noktanın üzerine yoğunlaşıyordu. Sarı bir bölgeydi. Sonra çubuklar kırmızıydı. Öyle hatırlıyorum zemin beyazdı. O dikdörtgensel bölge sarıydı ve o da böyle küçülüyordu. Sonra o limit noktasına yavaş yavaş yaklaşıyordu.

Yine K2'de limit animasyonu hatırladığını ifade etmiştir. K2'de ayrıntılı bir şekilde limit animasyonunu anlatabilmektedir.

A: Neler hatırladığını bana söyleyebilir misin?

K2: Eksenleri hatırlıyorum. Yani o koordinat eksenlerinde y ekseninde ve x ekseninde oradaki sarı renkli sanırım dikdörtgenin küçüldüğünü hatırlıyorum. y- ekseninde bir değer hatırlıyorum yani ona karşılık gelen bir değer olduğunu hatırlıyorum. Gene x ekseninde düştüğü değer, ama ne değeri onu hatırlayamıyorum ama sadece o dikdörtgenin küçüldüğünü hatırlıyorum.

K3 ise limite ilişkin animasyonu net hatırlayamamakla birlikte animasyonun anlatmak istediği temel fikri hatırladığını belirtmiştir.

K3: Limit animasyonunda onu hani 1-2 kere izledik ya üzerinde de çalışmadığımız için bir fonksiyon vardı. Fonksiyonda bir dakika bir daralma oluyordu. y de daralma olunca x de de bir şeye karşı geldiğini görüyorduk. Çok net hatırlamıyorum.

A: Renkler falan.

K3: Renkler, mavi kırmızı falan sanki hatırlıyorum ama yok çok net değil. Hiç net hatırlamıyorum yani.

Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi; süreç sonunda hepsinin de limit animasyonunu hatırladıkları görülmektedir. Animasyondaki dikdörtgenin daralması ya da küçülmesinden bahseden katılımcılar, limite dair temel hareketi beyinlerinde oluşturmuşlardır.

Araştırmanın başında limite ait kavram imajları formal tanım, resim, şekil olan katılımcıların limite ilişkin farklı bir bakış açısı geliştirdikleri, hareketli bir kavram imajı kazandıkları görülmektedir. Limit animasyonu ile sürekli bir çalışma yapılmamasına rağmen katılımcıların limite ilişkin hareketli kavram imajını kabullendiklerini görmekteyiz.

4.1.1.2.2. Türev

İkinci görüşme: Türev kavramı ile ikinci görüşmede çalışılmıştır. Katılımcıların kavram imajlarının durgun olduğu belirlenmiştir.

K1'in türeve ilişkin kavram imajını bir kitaptaki resim olarak ve hocasının tahtaya çizdiği resim olarak tanımlamaktadır.

K1: İlk gördüğümüz resim dediniz ya Benim aynen öyle. ……'ın set 4'ündeki. Şöyle iki sütun. Hatta ikinci sütun bile olabilir. O kadar net hatırlıyorum gibi sanki.

Resim var ama

K1: Hatta sol tarafta olabilir.

Hareketli mi?

K1: Değil. Resim var. Diyorum ya kitapla birlikte geliyor türev.

…

K1: Hocam tahtadaki resim yani…

K2'de lisedeki hocanın tahtaya çizdiği bir resim olarak türev imajını ifade etmiştir.

K2: Hocam benim aklıma lisede Tahtada hocamın çizdiği x0 x0f(x)0… Aynen öyle. Arkada o var. Şimdi hani o resim var. Ama O resim kesinlikle hareketli değil direk bu. Yani o resmi görüyorum sadece. Aslında ne yaptığımı hani neyin ne olduğunu mesela orda eksi olduğunu daha iyi kavrayabildim daha iyi anladım.

K3 türeve ilişkin kavram imajı olmamasına rağmen, kavrama ilişkin bir tanım ve resmin var olduğunu belirtmiştir.

K3: Öyle bir imaj yoktu. Hani x noktaları hareketli noktayı x kabul ederken x 0'a doğru yaklaştıkça yani bildiğimiz normal limit tanımı vardı

Türev tanımı?

K3: Yoktu. Ama Şimdi izlediğimde yavaş yavaş yerine oturdu

Peki, resim var mı?

K3: Hareketli olmasa da o kirişin teğet doğrusuna dönüştüğü yavaş yavaş hareket ederek. Yani sonrasında teğetin eğimine bakarak bulduğum var ama hareketli böyle değil ama.

Bir resim var ama.

K3: Bir resim var hani kitaplarda gördüğümüz gibi bir resim.

Türev ile ilgili yapılan çalışmada katılımcıların kavrama ilişkin kavram imajları; kavrama ait formal tanımlar, tahtaya ya da deftere çizilen tanımlara ait şekiller veya kitaplarda gördükleri resimlerden oluşmaktadır. Katılımcıların türeve ait daha önce herhangi bir hareketli kavram imajlarının olmadığı görülmektedir. Katılımcılar türev animasyonu ile kendilerinde bulunan kavram imajını bağdaştırmakta zorlanmışlardır. Ancak seyredilen animasyonun zihinde yer aldığı gözlemlenmiştir.

K1 kendi kafasında olan türev tanımı ile animasyonu bağdaştıramamış olduğundan oldukça zorlanmıştır. Animasyonda, eksenlerde hareket noktaların amacını anlayamadığı için her seyrettiğinde oraya odaklanmasından dolayı animasyonun bütününü tam olarak algılayamamıştır.

K1: x ve y'de giden o gezen noktalar vardı onları kavrayamadım bir kere yani onun animasyonda ne amaçla kullanıldığını kavrayamadım.

O zaman ilgini başka bir tarafa çeken bir nokta olduğu için midir?

K1: Şimdi şöyle Bir şey sanırım bir türev tanımı var benim kafamda. İşte hani F[x]/f[y]-F[y]/x-y gibi diye gidiyor. Bununla oradaki o gezen noktaları bir türlü bağdaştıramadım ve her izlediğimde olaya odaklandım. Yani o yüzden.

K2 kavram imajının tanımı bildiğini, ancak animasyonla bu tanımı bağdaştıramadığını belirtmiştir.

K2:Diğer animasyon o şimdi ben onun bağını şöyle kurdum. Ben türevin tanımını biliyordum. Türevin tanımıyla animasyonu ben bağdaştıramadım.

K3 animasyonu zihnindeki kavram imajı ile örtüştürememiş daha sonra anlam vermeyi başarmıştır.

D:Peki türevle uyuştu mu animasyon sence? Benimsedi mi bünyen?

K3: İlk izlediğimde …… çok ilişkiyi kuramadım. Şey biliyoruz o kiriş istediğimiz o x 0 noktasındaki teğet olunca eğimi buluyor ama. Birkaç kez izleyince aa bu bu demek bu bu demek şeklinde.

İkinci genel görüşme: Türev kavramı ile ilk çalışmadan yaklaşık 6 ay sonra katılımcılara türev animasyonuna ilişkin hatırladıkları sorulduğunda katılımcıların hareketli animasyonu hatırladıkları ve benimsedikleri belirlenmiştir.

K1'in türev animasyonuna ilişkin detayları hatırladığını ve türeve ilişkin kavramı anlatan temel fikri benimsemiş olduğunu görmekteyiz.

K1: Türevi de hatırlıyorum. Biraz karmaşıktı benim için ama yine de hatırlıyorum. Yani işte bir parabol vardı. Ya da parabole benzer bir eğri tam adını koyamıyorum. Ondan sonra bir kesen vardı. Sonra da o kesenin bir noktası sabitti. Zaten onun teğet noktası olduğunu sonradan anlıyoruz. İşte diğer noktayla değiştiriyoruz yaklaşıyor. O teğet olan noktaya o yaklaştıkça kesen de değişiyor. Kesen en son o teğetle çakışıyor.

K2'de K1 kadar detaylı olmasa da animasyondaki türev kavramını anlatan hareketleri hatırlamaktadır. Katılımcı türeve ilişkin kavramı anlatan temel fikri benimsemiştir.

A: Pekâlâ şimdi birde türev animasyonumuz vardı. Onu hatırlıyor musun?

K2: Hatırlıyorum.

A: Onu biraz anlatır mısın?

K2: Bir dakika hatırlıyorum da biraz düşüneyim çok kabaca. Hareket eden doğrumuz vardı eğriye teğet olan hareket eden doğru vardı. Ve o doğru diğer doğruyla çakışana kadar yani onun üstüne gelene kadar hareket ediyordu.

A: Hıhı

K2: Bunu hatırlıyorum yine eksenlerin üzerinde olduğunu hatırlıyorum bir eğri üzerinde.

K3'de diğer katılımcılar gibi türev animasyonuna ilişkin kavramı anlatan temel fikri benimsemiştir.

K3:Türev animasyonunda kirişin gittikçe sabit bir nokta aldığımızda gittikçe küçüldüğünü ve sonra tek bir noktada teğet oluyordu yani kirişler o noktada.

A:Kirişler miydi? Yoksa birisi kiriş değil miydi?

K3:Bir tanesi sabit duruyordu. Bir tane doğru değil mi?

A:Evet.

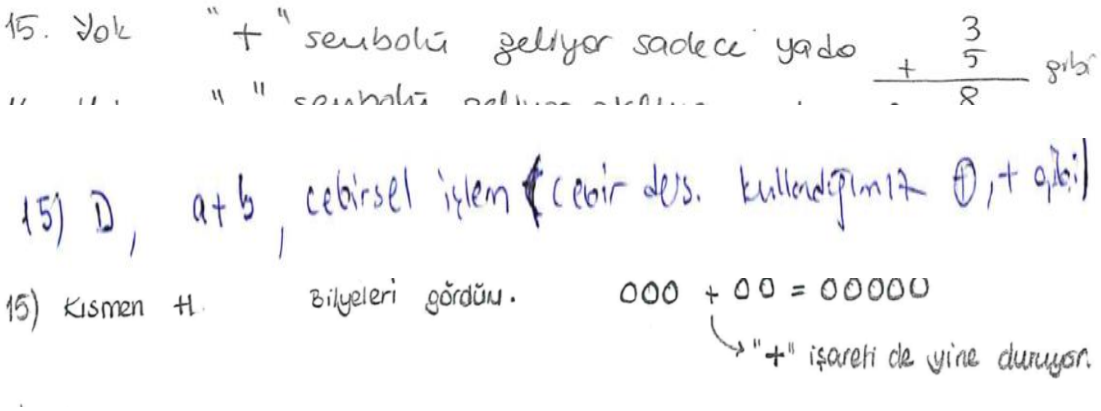
K3:Bir tanesi sabit duruyordu. Bir tanesi galiba hareket edip onunla çakışıyordu, teğetle çakışıyordu.

Tüm katılımcıların türeve ilişkin ilk görüşmede kavram imajlarının durgun olduğu görülmektedir. Ancak araştırmanın sonunda türeve ilişkin kavram imajlarının – her ne kadar sadece bir kere çalışılmış olsa bile – hareketli bir imaj olarak zihinlerinde bulunduğu ortaya çıkmıştır.

4.1.1.2.3. Toplama – Bölme

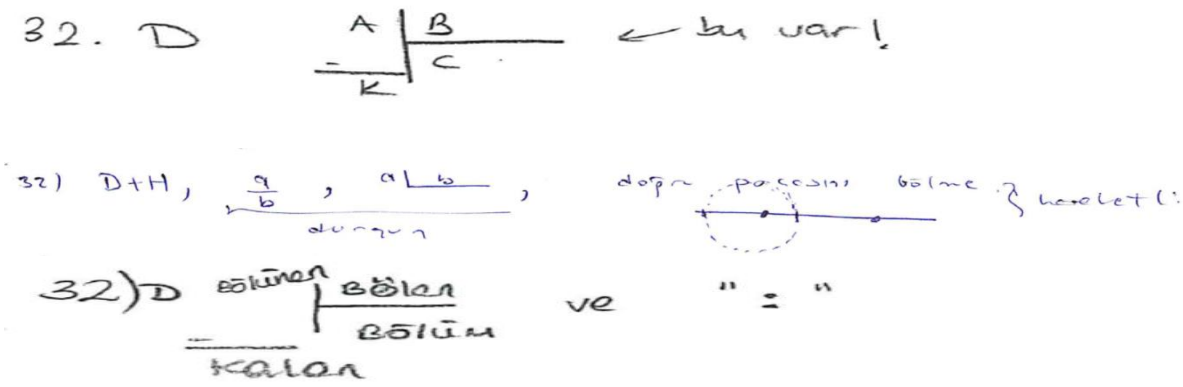
Üçüncü görüşme: Katılımcıların toplama ve bölmeye ilişkin kavram imajları üçüncü görüşmede katılımcılara verilen soru formları ile belirlenmiştir.

Aşağıda (Şekil 36)'da katılımcıların toplamaya ilişkin kavram imajları görülmektedir. K1, + sembolü ve toplama işlemini örnek vererek kavram imajının olmadığını belirtmiştir. K2, kavram imajının durgun olduğunu belirterek, toplamayı cebirsel işlem olarak ifade etmiştir. K3 ise toplamaya ilişkin kavram imajının kısmen hareketli olduğunu ve + sembolü gördüğünü belirtmiştir.



Şekil 36. K1, K2 ve K3'ün toplamaya ilişkin kavram imajları

Bölmeye ilişkin kavram imajı olarak; K1, K2 ve K3 kavram imajlarının durgun olduğunu belirterek bölmeye ilişkin genel bir resim çizmişler ve durgun kavram imajına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra K2 doğru parçasını bölmeyi ise hareketli olarak belirtmiştir (Şekil 37).



Şekil 37. K1, K2 ve K3'ün bölmeye ilişkin kavram imajları

Katılımcıların toplama ve bölmeye ilişkin hareketli kavram imajları olmadığı görülmektedir. Kısmen hareketli ya da hareketli ifadeleri kullanmış olsalar bile bahsettikleri hareket tam olarak kavram imajının hareketli olduğunu göstermemektedir.

Araştırmanın ilerleyen dönemlerinde diğer kavramlarda olduğu gibi toplama ve bölmeye ilişkin sorular katılımcılara sorularak kavram imajının hareketlenip hareketlenmediği belirlenmeye çalışılmıştır.

Dördüncü görüşme: Bu görüşmede katılımcılarla toplam ve bölme kavramlarına ilişkin iki animasyonla çalışılmıştır. Katılımcılara animasyonları düşünerek kendilerini seyrettikleri animasyonun içinde hissetmeleri istenmiştir. Katılımcılar bölme animasyonunda çalışmanın farklı olması dolayısı ile zorlanmıştır. Daha sonra izlenilen toplama animasyonunda katılımcıların kendilerini animasyonun içinde hissettikleri belirlenmiştir. 4.1.3.3. Animasyonun İçinde Olma isimli kısımda daha geniş olarak açıklanacaktır. Katılımcıların seyrettikleri animasyonları beyinlerinde oluşturdukları gözlemlenmiştir. Okuyucunun fikir sahibi olabilmesi için katılımcı görüşlerinden örnekler sunulacaktır.

Örneğin K1, Bölme animasyonunu seyrederken kendini animasyonun içinde görmemiştir fakat zorlayınca animasyonun içine girebildiğini belirtmiştir.

K1: Ben izlerken hiç şey yapmadım ……Tekrar izlediğimde de içinde değildim animasyonun ama zorladım zaman hani bunun içinde olabilir miyim diye zorladığım zaman topun üzerine çıkabildim yani. Tek tek böyle dalga dalga alttan topların gittiğini düşünebildim ama zorladım kendimi.

K2, kendini topun üstünde görebilmiştir. Bölme animasyonunu elle tutulur nesnel bir varlık haline getirip etkileşime girmiştir.

K2:…… sanki direk topun üstündeydim animasyonun içerisinde hani girebilir miyim diye düşününce direk topun üstünde hayal ettim kendimi hani direk topun üstündeydim. Topun üstünde küre üzerinde hani hafif yalpalamalar nasıl diyeyim hani zor bela üzerinde durmaya çalışarak o on tane topun o toptan çıktığını düşündüm o şekilde hissettim.

K3 toplama animasyonunda kendini animasyon akışı içerisinde görebilmiştir. Animasyon sürecini yaşadığını belirtmiştir. Hatta topları canlı birer varlık olarak düşünmüştür.

K3:Ama birazcık da zorlayınca kendimi onları halı gibi halının üzerinde gibi gördüm o topları ve ben o büyük halının üzerine oturduğumu, bağdaş kurduğumu ve o topların bana doğru geldiğini gördüm. Hatta o toplama işlemini kendim yaptım birleştiriyordum on olunca tamam diyordum sen dışarıda kal. O şekilde gördüm.

Sekizinci görüşme: Katılımcılar bu kavramlara ilişkin hareketli imajları yine animasyonun temel fikrine göre hatırlamışlardır. Ancak katılımcılar toplama ve bölme kavramlarına ilişkin hareketli kavram imajını kabullenmede pek istekli davranmamışlardır. Toplama animasyonuna ilişkin kavramı anlatan temel fikir katılımcılar tarafından genel olarak hatırlanmaktadır.

K1 animasyonu çok net anlatabildiği gibi, animasyondaki bir cisme ait renge dair detay verebilmiştir.

A: Ama temel fikir olarak hatırlayabiliyor muyuz ne olduğunu yani oradaki animasyonun bir geriye dönüş yapsak.

K1: 4 tane vardı.7 tane gitti sonra 4 tane geldi ama. Daha doğrusu 3+1 geliyordu. Yukarıda 5 aşağıda 2 geliyordu. 3 tane yanına geliyordu. 1 tane dışarıda kalıyordu. Halı da pembemsi bir renkti sanki.

K2 animasyonu hatırlamakta zorlansa da kendi anlamlandırdığı şekilde zihninde animasyonu tutmuş olduğunu görmekteyiz.

K2: Hatta iki tane 5'lik sınıf kullanıyordu. Ben basit diyordum hiç basit değildi. Çok zorlanmıştım. ……. Kısmen. O tabakayı falan hatırlıyorum yukarıdan geliyorlar. … … Mavi toplardı yok ben hiç hatırlamıyorum topları. …… Yok ben hiç hatırlamıyorum renkleri ya.

K3'de animasyonu ve animasyonun detaylarını hatırlamaktadır.

K3: Hatırlıyoruz. Onluk ve birliklere.. Büyük bir halı vardı…… Bende pembeyle gri hatırlıyorum

Bölme animasyonunu hatırlamakta katılımcıların toplamaya göre daha zorlandığı görülmektedir. K1 ve K2 önce animasyonu hatırlayamamışlardır, ancak biraz düşününce hatırlamışlardır. K3 diğer katılımcılara göre animasyonu daha iyi hatırlamıştır. Bölmeyi anlatan temel hareketi anlatabilmiştir.

A: Peki, daha önceki birinci animasyonumuz vardı bölüm animasyonu hatırlıyor musunuz onu?

K3: Bir taneydi sonra bölünüyordu böyle 10 tane olup geri dönüyordu.

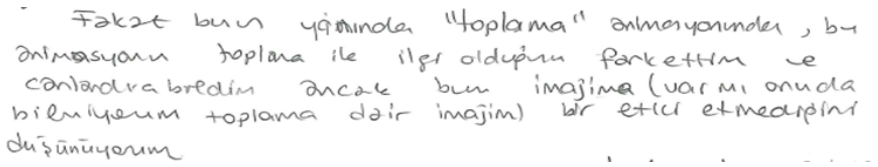
K2: Ben çok zor hatırladım yani söyleyince hatırladım da çok zor hatırladım.

K1: Ben hatırlıyor musunuz deyince hatırlamadım sonra düşününce hatırladım. Bir top….(anlaşılmıyor)

Katılımcılar toplama animasyonun zihinlerinde tutsalar da kabullenmeyeceklerini ifade etmişlerdir. K1 hareketli imajı kabullenmek istememektedir. K1'in, "*Benim kafamda bir toplama imajı var ve bu toplama imajı şu yani 2 sayı toplamak istiyorsak alt alta yazıyorsun şeklinde ama yine bu fotoğraf. Ve düşünüyorum 8,3 filan ne yapmam lazım şunu yapmam lazım biçiminde. Acaba bu animasyonla bunun yerini değiştirebilir miyiz toplamanın. Çok zor olduğunu düşünüyorum ben."* ifadesi kendisindeki fotoğraf şeklinde bulunan imajın değişmeyeceğini göstermektedir. "*Ne 2 boyutlusu nede 3 boyutlusu benim şu durumumu çok zor değiştirir gibi geliyor."* düşüncesi ise farklı animasyonlar izlese de kendinde bulunan imajı kesinlikle değiştirmeyeceğini düşündürtmektedir. Ayrıca K1 toplama işlemini düşündüğünde tek basamaklı sayılar için hareketli imaj kullansa da çok basamaklı sayılarda bunu başaramayacağını düşünmektedir.

K1: Yani sorulan soru bu değil ama ben bunu düşündüm. Ya benim toplama imajıma etki yapar mı diye düşündüm. Yani küçük sayılarda bunu kullanabilirim ama mesela bir 38 ve 142'yi toplarken bu animasyonu çok zor canlandırırım kafamda.

K1 animasyonu zihninde canlandırabilmesine rağmen kendinde var olan imajına bir etki etmediğini ifade etmiştir (Şekil 38).


Fakat bunu yaparken "toplama" animasyonunda, bu animasyonu toplama ile ilgili olduğunu farkettim ve canlandırabildim ancak bunu imajima (var mı onunla bir ilişkisim toplama dair imajim) bir etki etmediğini düşünüyorum

Şekil 38. K1'in toplamaya ilişkin düşünceleri

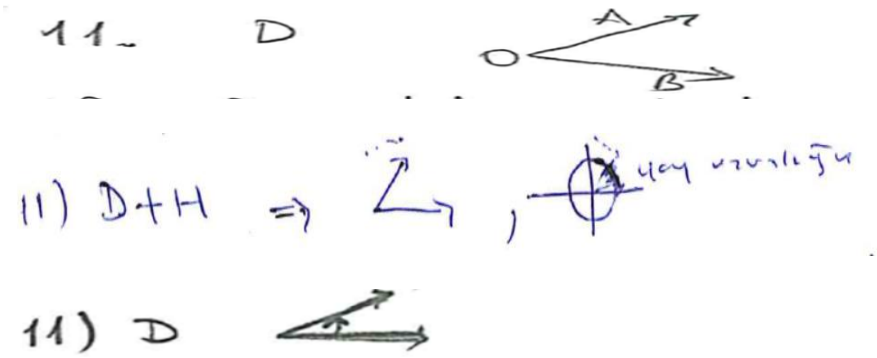
K2 eğitim hayatı boyunca kullandığı bir kavramda hareketli kavram imajı oluşturmayacağını ifade etmiştir.

K2: Hep uğraştığımız. Yani hep bizim eğitim hayatımız boyunca bizim hep beynimizde kullandığımız bir kavram olursa toplama mesela hani her şeyde kullanıyorum ya o yüzden hani o top oradan oraya gitti. Daha basit hani mesela onu ben on kerede izlesem harekete katkıda sağlamaz yani veya kavramla ilgili ama onu görmem iyi olur. Hani bir iki kere görmem iyi olabilir.

Toplama ve Bölmeye ilişkin çalışmadan önce seyredilen animasyonlar hatırlansa da, katılımcıların bu kavramlara ilişkin hareketli imajı benimsemediği görülmektedir. HKİ'nin kabullenilme durumları 4.1.1.3. nolu kısımda açıklanacaktır.

4.1.1.2.4. Açı

Üçüncü görüşme: Katılımcıların açıya ilişkin kavram imajları üçüncü görüşmede katılımcılara verilen soru formları ile belirlenmiştir. Aşağıda (Şekil 39) görüldüğü gibi açıya ilişkin kavram imajını; K1 ve K3 "durgun", K2 ise "durgun - hareketli" olarak ifade etmiştir. Tüm katılımcılar açıyı resim çizerek ifade etmişlerdir. K2, ayrıca başka bir şekil çizerek açıyı yay uzunluğu olarak ifade etmiş ve bu durumda hareketli kavram imajı olduğunu belirtmiştir.



Şekil 39. K1, K2 ve K3'ün açıya ilişkin kavram imajları

Beşinci görüşme: Araştırmanın beşinci görüşmesinde; katılımcılarda açı kavramının HKİ'si oluşturularak problem çözümlerinde kullanıp kullanamayacağı araştırılmıştır. Bu kapsamda doğruda açılar ele alınmıştır. Doğruda açılar ile ilgili birkaç ispatın animasyonu katılımcılara izletilmiştir (İzleme sayısı katılımcıların isteğine bırakılmıştır). Sonrasında hazırlanan soruların katılımcılar tarafından çözümünün yapılması istenmiştir.

Katılımcılar doğruda açılar ile ilgili hareketli kavram imajını kabul etmekte zorlanmışlardır. Aşağıdaki ifadelerden görülebileceği gibi; katılımcılar soru çözerken hareketli kavram imajını zaten bir çözümleri olduğu gerekçesiyle benimsememişlerdir. Daha önceden bildikleri bir konuda HKİ'ye ihtiyaç duymayacaklarını ancak yeni öğrenilen bir konu olursa hareketli imajın faydası olacağı düşüncesinde olduklarını ifade etmişlerdir.

K1: Öğrenci için olabilir ama ben kendimi düşündüğüm zaman soruyu çözüş şeklime çok fazla bir şey katıyor mu? Zaten var benim yolum. Zaten soruda da aşağı yukarı benziyor ya o yüzden çok şey yapamam. Ama ilk defa öğrendiğim bir konu olsa mesela dif geo da bir formül hiç bilmediğim bir sürü kavram olsa, onlarla ilgili bir animasyon olsa ben çok çok faydası olacağını düşünüyorum. O yüzden bunu da eğer bir ortaokul öğrencisinin izletebilecek olursak bence onun açısından oldukça faydalı olacaktır. Hareketli olması çok daha faydalı olacaktır.

K2: Ben aynı şeyi düşünüyorum açıkçası.

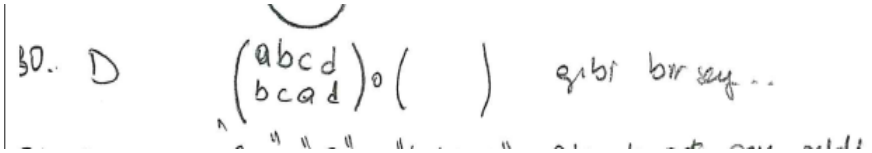
K3: Yani bende.

Doğruda açı ile ilgili hareketli kavram imajı oluşturma katılımcılar tarafından çok fazla benimsenmemiştir. Ancak her kavramda olduğu gibi hareketli kavram imajı beyinlerde oluşmaktadır. Yapılan çalışma sonrasında katılımcıların bu kavrama ilişkin kavram imajlarını değiştirmeyecekleri belirlenmiştir. HKİ'nin kabullenilme durumları 4.1.1.3. nolu kısımda açıklanacaktır.

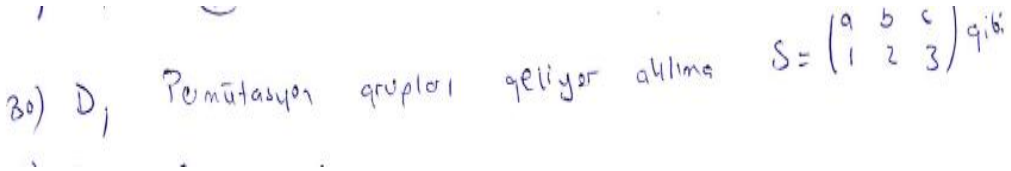
4.1.1.2.5. Karenin Simetri Grubu

Bu kavrama ilişkin açıklamalardan önce permütasyona ilişkin kavram imajının zihinlerde nasıl yer aldığı sunulacaktır. 3.4.1.2. nolu kısımda bu kavramın neden seçildiğine dair açıklamalar yapılmıştır.

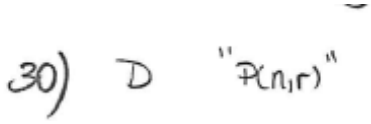
Üçüncü görüşme: Katılımcıların permütasyona ilişkin kavram imajları üçüncü görüşmede katılımcılara verilen soru formları ile belirlenmiştir. Katılımcıların permütasyon kavramına ilişkin kavram imajları aşağıda gösterilmiştir. Tüm katılımcıların bu kavrama ait kavram imajlarını durgun olarak belirttikleri ve genel gösterimini yazdıkları görülmektedir (Şekil 40-41-42). Permütasyona ilişkin gösterimler durgun kavram imajı olarak karşımıza çıkmakta herhangi bir hareketli imajdan bahsedilmemektedir.



Şekil 40. K1'in permütasyon kavramına ilişkin görüşü



Şekil 41. K2'nin permütasyon kavramına ilişkin görüşü



Şekil 42. K3'ün permütasyon kavramına ilişkin görüşü

Altıncı görüşme: Bu görüşmede karenin simetri grubu ile çalışılmaya başlanmıştır. Öncelikle katılımcıların kavram imajlarının olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Katılımcılar karenin simetri grubuna ait kavram imajının olmadığını belirterek kendilerindeki kavram imajını permütasyon grubundaki çarpma işlemi olarak tanımlamışlardır.

K2-K3: Bizde yok bende bir şey yok

K1-K2-K3: Normal çarpma başka bir şey yok

A: Tamamen normal bildiğimiz çarpma

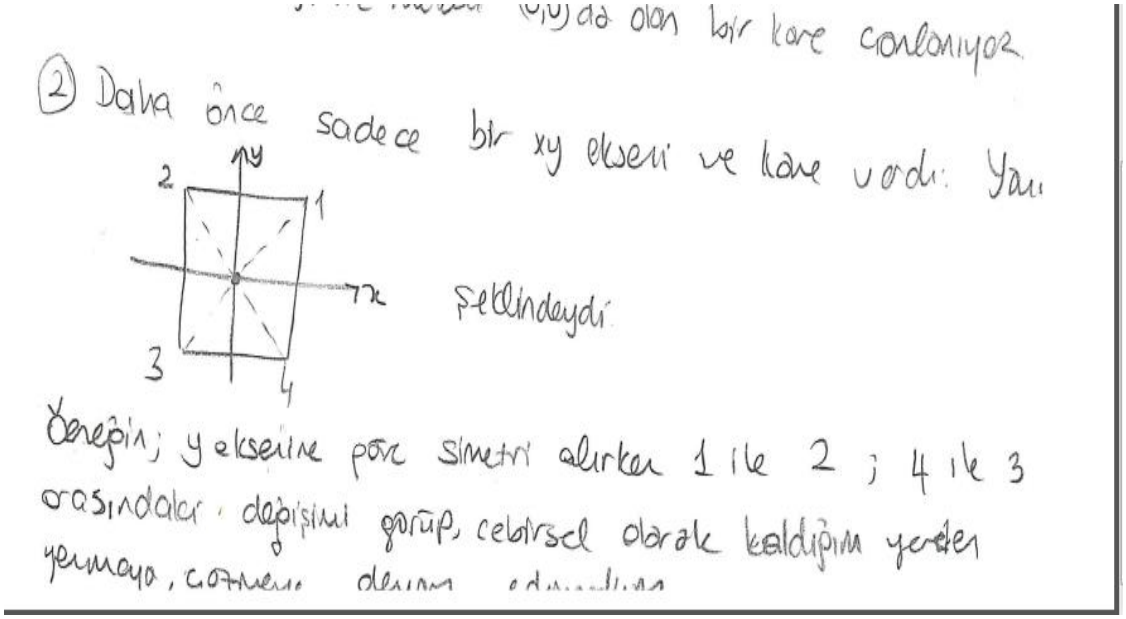
K1-K2-K3: evet

K1 daha önceki deneyimlerini hatırlamış ancak bu deneyimin kendisine herhangi bir etkisi olmadığını belirtmiştir.

K1: Mesela birde ben şeyi ekleyeyim bizim materyal geliştirme dersimizde bir öğrencimiz simetri grubunu yapmıştı ama bende mesela onun hiç etkisi olmamış. Ben şimdi onu fark ediyorum

ya vardı ama iki ayrı parçaydı hani o ikisini birleştirememiş öğrenci mesela oda benim için yine …. Ama şimdi animeted olunca hareketlenince yani.

K1 soru formunda da (Şekil 43) koordinat düzleminde bir kare çizerek kavrama ilişkin imajını belirtmiştir. Bir örnek olarak y eksenine göre simetriyi nasıl yaptığını anlatmıştır. Burada *"değişimi görmekten"* bahsederek işlemleri yaptığını ifade etmiştir. Ancak burada bir çıkarım (akıl yürütme) sonucu simetri işlemini yaptığını görebiliyoruz.



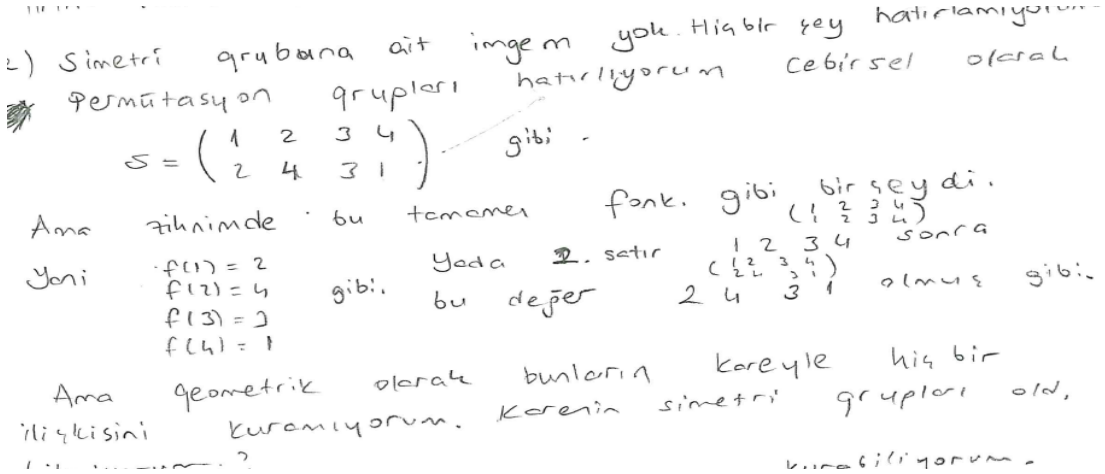
Şekil 43. K1'in karenin simetri grubu ile ilgili kavram imajı

K2 karenin simetri grubunu bir fonksiyon olarak tanımlamaya çalışmıştır.

A: Normal çarpma biliyoruz onun dışında böyle bir hiç imgeniz yok

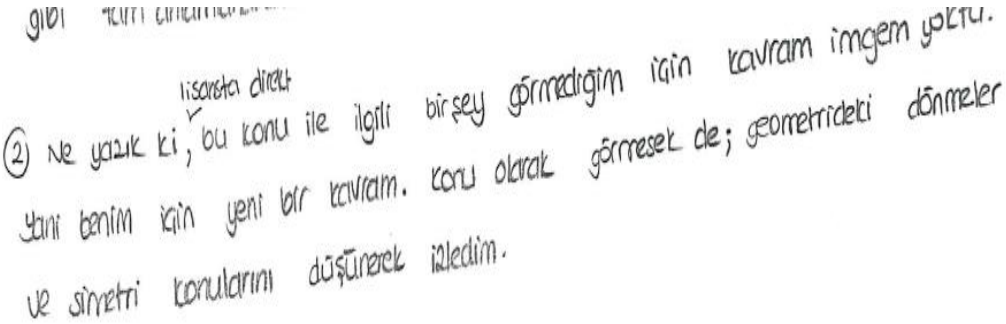
K2: Yok ya ben şunu şöyle görüyorum şunu da şöyle algılıyorum hani açıklamak için yazdım ki mesela f1 2 ye gitmiş hani fonksiyon gibi fonksiyonu almış 4 de götürmüş ama görüntüde hiçbir şey yok yani.

K2'de soru formunda da (Şekil 44) karenin simetri grubuna ilişkin hiçbir şey hatırlamadığını belirterek Permütasyona ilişkin bir gösterimle kendi imajını ifade etmeye çalışmıştır. Bildikleri ile karenin simetri grubunun ilişkisini kuramadığını belirtmiştir.



Şekil 44. K2'nin karenin simetri grubu ile ilgili kavram imajı

K3'ünde soru formunda (Şekil 45) belirttiği gibi daha önce herhangi bir kavram imajı olmadığını görüyoruz.



Şekil 45. K3'ün karenin simetri grubu ile ilgili kavram imajı

Katılımcıların kendilerine ait tam olarak bir kavram imajı olmadığı gibi var olduğunu belirttikleri kavram imajlarının da hareketli olmadığı görülmektedir. Karenin simetri gurubuna ilişkin hareketli kavram imajı oluşmuştur (detaylı olarak 4.2. bölümde açıklanacaktır).

Bu araştırmada limit, türev, toplama, bölme, açı, karenin simetri grubu ile bu kavramlara ilişkin hareketli kavram imajı oluşturmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Limit ve türev kavramları süreç başında durgun kavram imajına sahip olmalarına ve her biri ile birer kez çalışma yapılmış olmasına rağmen katılımcıların hareketli imajı kabul ettikleri

görülmektedir. Ancak önceki kavram imajlarının tamamen değişmiş olduğunu söylenemez. Katılımcılar bu kavramlar için hem durgun hem hareketli imajı aynı anda zihinlerinde bulundurmaktadırlar. Toplama, bölme ve açı kavramlarında ise çalışma sonucunda durgun kavram imajının değişmediği belirlenmiştir. Buna rağmen seyredilen animasyonların katılımcılar tarafından zihinde tutulduğu ve zaman geçtikten sonra da hatırlandıkları ortaya çıkmıştır. Çalışma başında, karenin simetri grubu ile ilgili bir kavram imajı olmadığı ve çalışma sonunda hareketli kavram imajının oluştuğu belirlenmiştir. Tablo 1'de tüm kavramlara ilişkin ilk ve son durum sunulmuştur. Bazı kavramlarda HKİ oluşurken bazı kavramlarda HKİ animasyon olarak zihinde yer almış fakat tam olarak kabullenilmemiştir. HKİ'nin kabullenme durumlarına bir sonraki bölümde değinilecektir.

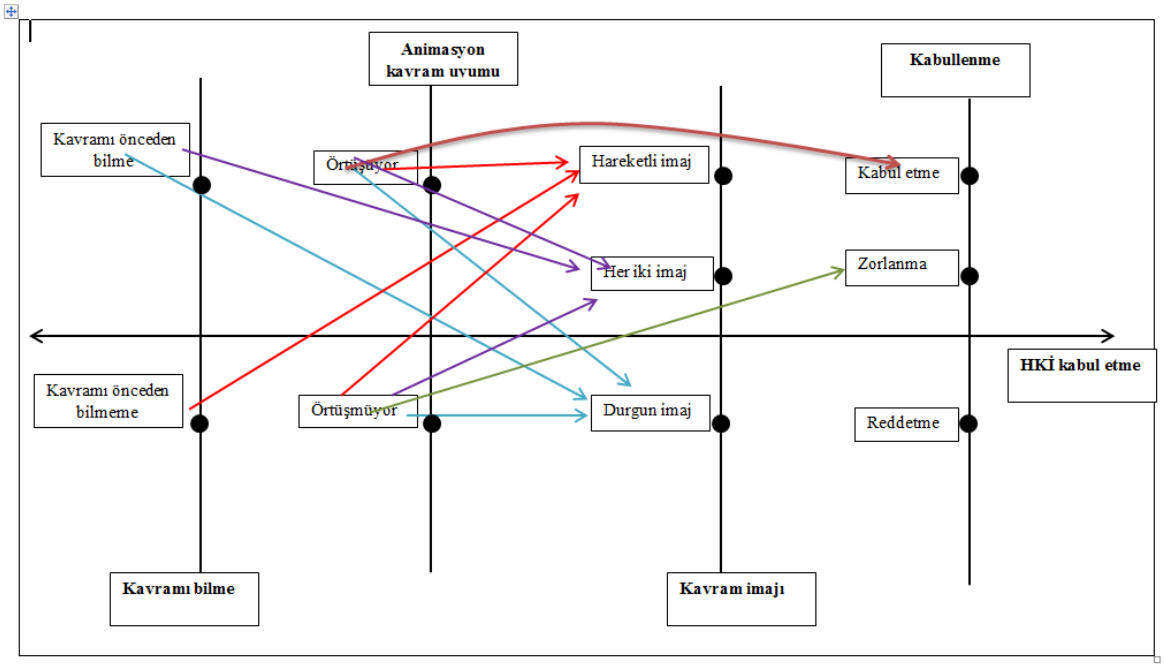
Tablo 1. Araştırmada Çalışılan Kavram İmajlarının İlk ve Son Durumları

Kavram adı	İlk durumu	Son durumu
Limit	Durgun kavram imajı	Hareketli imajı kabullenme
Türev	Durgun kavram imajı	Hareketli imajı kabullenme
Toplama	Durgun kavram imajı	Sadece animasyon
		Durgun kavram imajı
Bölme	Durgun kavram imajı	Sadece animasyon
		Durgun kavram imajı
Açı	Durgun kavram imajı	Sadece animasyon
		Durgun kavram imajı
Karenin simetri grubu	Kavram imajı yok	Hareketli imaj

4.1.1.3. HKİ'nin Kabullenme Durumları

Birinci genel görüşmede; HKİ'nin zihne transferi (oluşması) sonrasında zihinde bulunan kavram imajına etkileri (kabullenme ya da reddetme olup olmadığı) araştırılmıştır. Bu görüşmede bununla ilgili katılımcılara sorular sorulmuştur.

Aşağıda katılımcıların; sorulara verdikleri cevaplar sonucunda elde edilen eksensel kodlama yer almaktadır (Şekil 46). Eksensel kodlama aşağıda açıklanacaktır.



Şekil 46. Hareketli kavram imajının kabul edilmesine ilişkin eksensel kodlama

Hareketli kavram imajının kabul edilmesine ilişkin "kavramı bilme", "animasyon kavram uyumu", "kavram imajı" ve "kabullenme" olmak üzere dört alt kategori oluşturulmuştur. Eksenin alt kategorilerden ayrılması için doğrunun her iki ucunda oklar kullanılmıştır. Alt kategorileri belirten kodlamalar doğrular üzerinde yer alan noktalarla gösterilmiştir. Örneğin "kavramı bilme" alt kategorisi kavramı önceden bilme ve kavramı önceden bilmeme olarak iki özelliğe göre oluşturulmuştur. Kullanılan renkli oklar ve eğri (doğru kullanıldığında karışıklık olduğundan eğri kullanılmıştır) alt kategoriler arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılmıştır.

Katılımcıların soru formlarının incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular (aşağıda açıklanmıştır) sonucunda; "kavramı bilme" alt kategorisi kavramı önceden bilme ve kavramı önceden bilmeme ifadelerinden oluşturulmuştur. "animasyon – kavram uyumu" alt kategorisi örtüşüyor ve örtüşmüyor ifadelerinden oluşturulmuştur. "kavram imajı" alt kategorisi hareketli imaj, her iki imaj ve durgun imaj ifadelerinden oluşturulmuştur. "kabullenme" alt kategorisi kabul etme, zorlanma ve reddetme ifadelerinden oluşturulmuştur (Şekil 46).

Bu kategoriler arasındaki ilişkilerin şu şekilde olduğu ortaya çıkmıştır; Hareketli kavram imajlarının kabul edilebilmesi için kavramın önceden bilinmemesi yeterli olabilmektedir.

Katılımcıların izlediği animasyon hareketli imaj olarak kabul edilmektedir. Ancak kavram önceden bilindiği durumda ise kavram imajı ile animasyon uyumunun olması gerekmektedir. Bu durumda kavram imajı tamamen hareketli imaja dönüşmeyebilmektedir. Uyumun olmadığı durumda da hareketli imaj zihinde oluşabilmektedir. Bu iki durumda hem durgun kavram imajı hem de hareketli kavram imajı zihinde birlikte yer almaktadır. Örneğin limite ilişkin kavram imajı var olan bir katılımcı hem önceki imajını hem de hareketli imajı aynı anda zihninde bulundurmaktadır. Bunu bir güvence olarak görmektedir. Kavram imaj ile animasyonun uyumlu olduğu durumda hareketli imaj daha kolay oluşmaktadır. Bu uyum olmadığında ise hareketli imajın oluşması daha zor olmaktadır. Kavramın önceden bilindiği durumda hareketli kavram imajı reddedilebilmektedir. Hareketli imaj zihinde oluşsa bile kabul görmemektedir. Örneğin toplama ya da açı gibi çok önceden oluşan bir imajın değişmesi mümkün olamamaktadır.

Yukarda sunulan eksensel kodlamada (Şekil 46) elde edilen kategorilere ilişkin bulgular ile kategoriler arasındaki ilişkiler aşağıda sunulacaktır. Her bir başlık altında tüm katılımcıların görüşleri sıra ile paylaşılacaktır.

Animasyon kavram uyumu / Kabullenme/ Kavram imajı

Katılımcıların animasyon kavram uyumu, bunu kabullenmeleri ve oluşan kavram imajlarına ilişkin görüşleri sıra ile paylaşılıp sonrasında kısa bir özet sunulacaktır.

K1'in görüşleri: K1 kendinde kavram imajı olarak bulunan tanımın hareketli olmaması yüzünden hareketli imajdaki (türev) bazı detayları tam olarak bağdaştıramadığı için sorun yaşadığını belirtmiştir.

A: Yani bir de bir şunu söyleyeceğim. Hatırladığım kadarıyla türevi tam olarak yani kafandaki tanımla animasyonu örtüştürmediğinden bahsetmiştin.

K1: Şey mi vardı yani hani orda kafamda benim şey hani bir şey var. Bir türev tanımı var. Bu imajda vardı hani hareketli değildi. Kirişlerin hani bir şekilde yaklaşarak o şey değerine o aldığım nokta neyse onun civarına aldığım değerin oradaki oranın o teğet doğrusuna yaklaşması. Böyleydi. Ama işte hareketlendirirken belki çokta önemi yoktur hani. O x_0y_0 noktasının hareketli olmasının ama garip bir şekilde takıldım yani ben ona.

A: Onları kabullenemedin.

K1: Ama şey güzeldi yani hani o kirişin böyle hareketlenerek teğete yaklaşması ve çakışması o güzeldi yani hani yani o güzeldi onunla bir problemim yokta o diğer tarafta anlamlandıramadım. Yani anlamlandıramadığım bir parçası vardı o animasyonun. Anlatabildim mi?

K1 seyrettiği animasyonla kendinde bulunan kavram imajının örtüşmemesinin kendini çok zorladığını belirtmiştir. Animasyonu tam olarak anlamayınca sorun yaşamaktadır. Açıklanmasına ihtiyaç duymaktadır.

A: Peki bu sizde nasıl bir etki yaratıyor?

K1: Ya ben bir şekilde onu oraya oturtmak için çabalıyorsunuz sürekli kendinizi yiyorsunuz sürekli. Ne anlamı olabilir diye hani anlamlandırmaya çalışmak için uğraşıyorsunuz ama izlerken şu an yok onlar.

A: Ama hala kabul etmedin di mi?

K1: Yok belki biri bana açıklasa bunun anlamının ne olduğunu ya da ne bileğim oradaki doğruyla yukarıdaki noktanın bağlantısı şöyle oklarla çizip o oklar kısaydı falan belki.

Aşağıdaki ifadelerinden de görüldüğü gibi; K1, görüşme esnasında türev animasyonu ile ilgili kendine göre değişiklikler yapar ve animasyonu anlamlandırdığını, kavrama ilişkin hareketli imajı anladığını fark eder.

A: Eee siz istediğiniz değişikliği yapabiliyorsunuz. Gördüğüm kadarıyla.

K1: Yani ama o x_0y_0ın ne olduğunu bilsem hani o hareketli olan. Nokta muhtemelen öyle olduğunu düşününce. Tamam, bunu bir düşüneyim. Evet, gidiyor mesela şimdi x_0 şöyle gidiyor.

A: y de.

K1: Evet y de paraboldü şöyle yukarı doğru gidiyordu. Hıhı orda çakışıyorlar oluyor mesela şimdi. Onu oraya adapte edebiliyorum yani hani limit animasyonunda vardı ya hani çubuklar vardı hani.

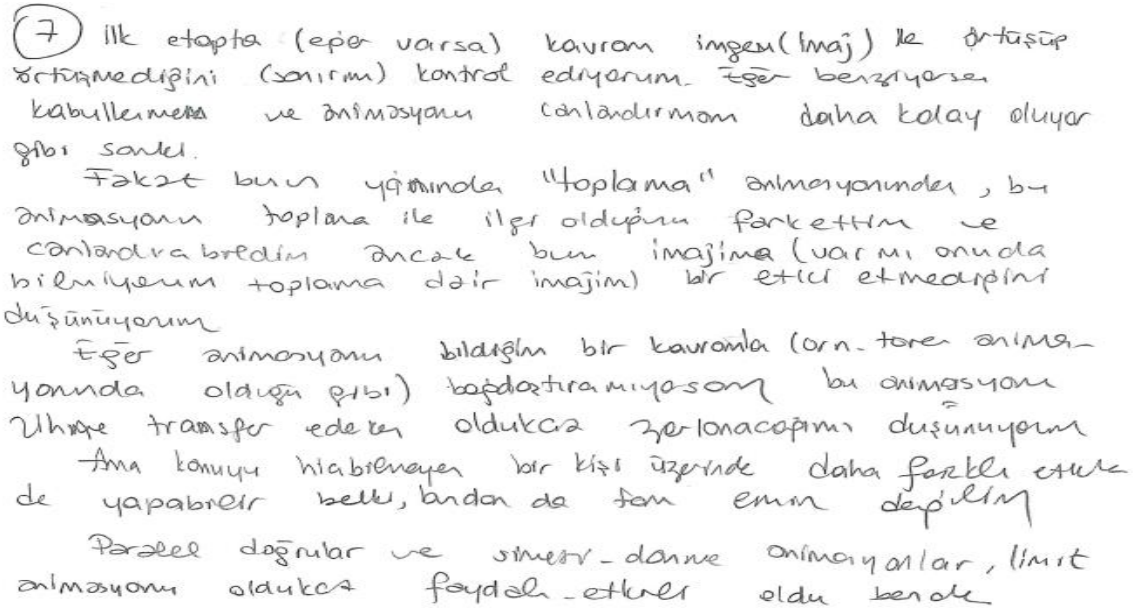
A: Hıhı.

K1: Onun gibi bir şey düşünüyorum. Mesela şimdi öyle oluyor x_0y_0 noktasıydı herhalde onlar gidenler. Şimdi eğer ben orayı şöyle bir şeyle bağlarsam. İple bağladığım zaman. Şu iple bağladım. Bu hareket ettikçe. Hani onun bir lastik olduğunu düşünürsek.

A: Hıhı evet

K1: İşte birisi aşağıya inecek birisi yukarıya çıkacak. O şekilde devam edecek oluyor. Demek ki anladığım zaman oluşturabiliyormuşum.

K1'in soru formunda da (Şekil 47) yukardaki ifadeleri ile örtüşen ifadelere rastlanılmaktadır. Kavram imajı ile animasyon örtüşüyorsa hareketli imajı kabullendiğini aksi takdirde zorlandığını belirtmektedir.


(7) İlk etapta (eğer varsa) kavram imgesi (imaj) ile örtüşüp örtüşmediğini (sanırım) kontrol ediyorum. Eğer benziyorsa kabullenmem ve animasyonu canlandırmam daha kolay oluyor gibi sanki.
Fakat bunun yanında "toplama" animasyonunda, bu animasyonun toplama ile ilgili olduğunu farkettim ve canlandırabildim ancak bunu imajıma (varmı onda bilmiyorum toplama dair imajım) bir etkisi etmediğini düşünüyorum.
Eğer animasyonu bildiğim bir kavramla (örn. türev animasyonunda olduğu gibi) bağdaştıramıyorsam bu animasyonu zihnime transfer edeken oldukça zorlanacağımı düşünüyorum.
Ama konuyu hiabilmeyen bir kişi üzerinde daha farklı etkiler de yapabilir belki, bundan da tam emin değilim.
Paralel doğrular ve simetri-dönme animasyonlar, limit animasyonu oldukça faydalı etkiler oldu benim.

Şekil 47. K1'in kavram imajlarını kabullenme ile ilgili görüşleri

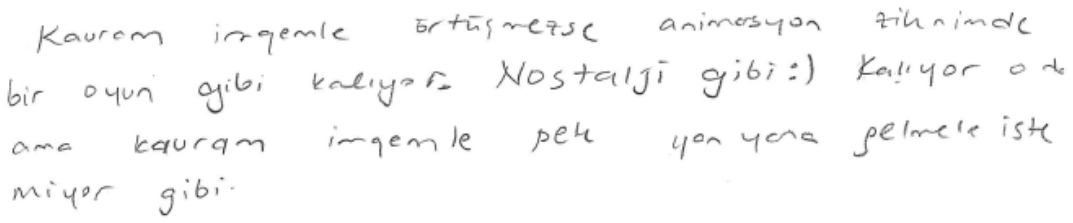
K2'nin görüşleri: Aşağıdaki görüşme kayıtlarında K2 kavram imajı ile türev animasyonun örtüşmesinden bahsetmektedir. K2 "*resim hareketlenince yani kavram imgemle imajımla örtüştüğü*" diyerek, animasyon ile kendi kavram imajı örtüştüğünde resim olan kavram imajından hareketli imaja geçişin kolay olduğunu ifade etmiştir.

K2: Şimdi kavram imgenizle örtüşen ve örtüşmeyen.

A: Mesela türev de miydi?

K2: Haa mesela türevde örtüşüyordu. Yani, oradaki teğet bir animasyon görmedim türev konusunu alırken ama işte grafik falan çizildi x0 y0 onların hepsini çizdim. Ama hareketsiz bir resim vardı. Şimdi o resim hareketlenince yani kavram imgemle imajımla örtüştüğü için öyle diyeyim animasyon daha kola adapte oldum belki içine daha rahat girdim. Hani çabucak açıkçası animasyonu özümseyebildim hani yadırgamadım öyle diyeyim animasyonu. Yani geçişler kolay oldu.

K2 soru formunda (Şekil 48) genel olarak kavram imajı ile animasyon örtüşmezse pek kabul edemediğini ifade etmiştir.



Şekil 48. K2'nin kavram imajlarını kabullenme ile ilgili görüşleri

K3'ün görüşleri: K3, aşağıdaki görüşme kayıtlarında; izlediği animasyonlarda kendisindeki imajla çelişen bir durum olmadığını ifade etmiştir. "*O an çok anlamlandıramadım ama hemen kabullendim mesela."* ifadesi karenin simetri grubu ile ilgili bilgisi olmadığı halde hareketli imajı kabullendiğini belirtmiştir. Sonrasında ise dönme ve simetrilerde zorlanmadan anladığını ifade etmiştir.

K3: Yani izlediğim animasyonlarda böyle çelişen bir durum görmedim, karşılaşmadım. Ama tam örtüş… Yani ne olduğuna anlam veremedim mesela kare animasyonunu ilk izlediğimde dönen bir şey hani konuyla bağlantısını kuramadım. Çünkü daha önce görmediğim bir konuydu. Aslında zor bir şey de değil hani. O an çok anlamlandıramadım ama hemen kabullendim mesela. Hani a bak böyle olunca. Çünkü mantığım alıyordu yani. İşte 90 derece dönünce gerçekten böyle oluyor, bu buraya, şu şuraya geliyor. Ama mesela yine hep kareden veriyorum ama çok üzerinde uğraştığımız için kare dönüyor benim için.

Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi animasyon ile kendilerinde bulunan imaj örtüştüğünde hareketli imajı kabullenmekte zorlanmamaktadırlar. Ancak katılımcılar kendilerinde olan kavram imajı ile animasyon arasında bağ kuramazsa hareketli imajı kabullenmekte zorlandığı gibi reddedebilmektedirler. Örneğin K1 türeve ilişkin animasyon ile kendinde olan kavram imajı arasında bağ kuramadığı için önce kabul edememiştir. Görüşme esnasında animasyonu anlamlandırmayı başarır ve hareketli imajı kabul eder.

Kavramı bilme / Kavram imajı

Katılımcıların kavramı bilme ve kavram imajına ilişkin görüşleri sıra ile paylaşılıp sonrasında kısa bir özet sunulacaktır.

K1'in görüşleri: Yukarıda Şekil 47'de görülebileceği gibi K1, toplama animasyonunu izlediğinde hangi kavrama ait olduğunu anladığını ve zihninde canlandırabilmesine rağmen

kavram imajı değişmemiştir. Bu durum 4.1.1.2.3. kısımda bahsedildiği gibi, K1'in yıllardır bildiği ve kesin emin olduğu bir kavramda bir değişiklik gereği hissetmemesi ile açıklanabilir. Ancak Şekil 47'de görüldüğü gibi paralel doğrular (Aslında doğruda açı ile ilgili animasyonları kastetmektedir.) kavramı bilmesine rağmen hareketli imajı oluşturduğunu görmekteyiz. Simetri-dönme, limit animasyonlarının da kendisi için oldukça faydalı etkileri olduğunu ifade etmiştir.

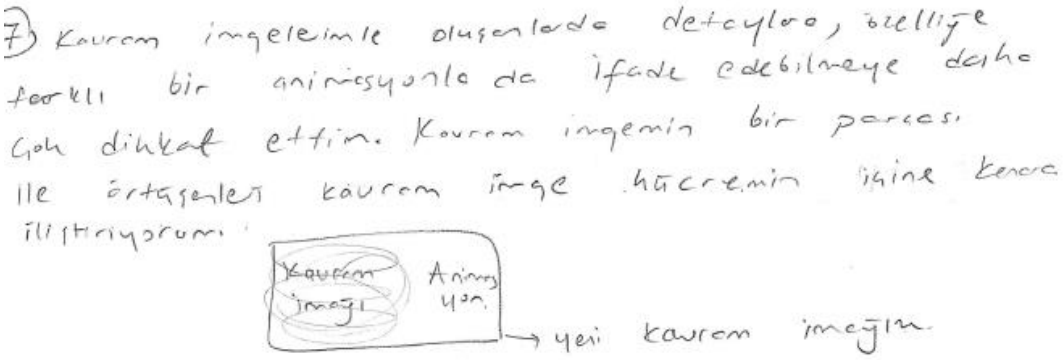
K2'nin görüşleri: K2 bilmediği bir kavram ile ilgili kendisine bilgi verildiği takdirde hareketli kavram imajı oluşturabildiğini belirtmiştir.

K2: Mesela karenin simetri grubu da öyle ilk başta ben simetri diye seyrettim. Sonra karenin simetri grubu diye seyrettik. Hani hiç bilmiyoruz ama yine hiç bir şey olmadı yani ama sonra konudan da siz bahsettiniz mesela işte burada budur. Üçgen 120 derece falan örnek verince haa dedim bunlar demek ki buradan böyle

A: Üçgeni gösterdiğimde çok basit gelmişti değil mi?

K2: Evet evet üçgeni görünce kareye göre daha basit gelmişti.

K2 soru formunda da (Şekil 49) yukardaki ifadelerine ek olarak kendindeki imajla örtüşen hareketli kavram imajlarını önceki imajının yanında bulundurduğunu belirtmektedir.



Şekil 49. K2'nin kavram imajlarını kabullenme ile ilgili görüşleri

K3'ün görüşleri: Daha önceden bildiği kavramlar olan limit ve türev için hareketli imajın oluşabilmesi için biraz daha dikkatli ve daha fazla sayıda seyretmesi gerektiğini ifade etmiştir.

K3: Ama bir türev; Uygulama falan yapmadık üzerinde. Belki ondan belki ihtiyaç şu ana kadar hissetmediğimden o hala yanımda hani zorladığımda hareketlenen yoksa duran bir şey.

A: Peki, bunun bildiğiniz formal tanımlarıyla mesela limitle türev için konuşacak olursak gördüğün animasyonlar birbirini tamamladı mı?

K3: Örtüştü mü?

A: Veyahut da sorun çıkardı mı?

K3: Neyin ne olduğunu onları mesela birazcık dikkatimi vererek daha fazla sayıda izleme ihtiyacı hissettim.

A: Mesela limitte limitin tanımı ile ilgili bir sorun çıktı mı?

K3: Yoo.

A: Yani oldu diyorsun her şey.

K3: Yani oldu ama hani hareket, limit biraz hareketliydi ama her soruyu da hareketlendirerek çözmüyordum.

K3, hem önceki kavram imajının hem de hareketli imajın kendinde bulunduğu ifade etmektedir. Bunun yanı sıra; örneğin limite ilişkin hareketli kavram imajını kabullendiğini, sadece ihtiyaç duyduğunda hareketli imajı kullanacağını vurgulamaktadır.

A: Belki de gereksiz hissettin.

K3: Belki de yani onun için şunlara bakacak olursak hani çelişen bir şey olmadığı için direnme yaşamadım. Kabullendim ama bundan sonra hareketli mi diye sorarsan limit, zorlamazsam hala değil. Yani kabullendim o bir köşede duruyor. İhtiyacım olursa hareketlenir gibi.

A: Yani formal tanım da duruyor o da duruyor. İhtiyacım olursa onu çağıracağım onu kullanacağım diyorsun.

K3: O da duruyor.

Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi; kavramın bilindiği durumda katılımcılar hareketli imajı reddebilmektedir. K1, toplamaya ilişkin bir kavram imajı olduğundan dolayı hareketli imajı kabul etmediğini belirtmiştir. Bunun yanı sıra kavram imajı bilindiği durumda katılımcılar hem önceki imajı hem de yeni oluşturdukları imajı birlikte zihinlerinde tutmaktadırlar.

Animasyon kavram uyumu / Kavram imajı

Katılımcıların animasyon kavram uyumu ve kavram imajına ilişkin görüşleri sıra ile paylaşılıp sonrasında kısa bir özet sunulacaktır.

K1'in görüşleri: K1 türev animasyonunu kendi kavram imajı ile bağdaştıramamıştır. Aşağıdaki ifadesinden hala seyrettiği animasyonun tamamını kabullenemediği görülmektedir. Aşağıdaki ifadelerinden görüldüğü gibi izlediği animasyonun bazı kısımlarını kabullenmemektedir.

A: Nokta derken eksenler üzerinde hareket eden noktalar mı?

K1: Ha evet çok anlamlı olmadığını düşünüyorum ben hala.

K1, görüşmenin başka bir anında "*Ya şey oldu işte hani yani bazı animasyonlarda oldu bazısında olmadı. Türev animasyonunda çok zorlanmıştım. Kabullenmekte."* ifadesi ile türev animasyonu ile kendindeki kavram imajının uyumsuzluğundan bahsetmekte ve kendi için oluşturduğu hareketli imajı *"Haa işte şey hani örtüşmüyorsa tam olarak kabul edemiyorum yani hani türev animasyonunu görürken o noktalar yok benim animasyonumda. Hala yok yani.*" şeklinde ifade etmektedir. K1 kavram animasyon uyumu olmasa bile hareketli imajı zihninde oluşturmaktadır.

K2'nin görüşleri: K2, aşağıdaki görüşme kayıtlarında; kendinde limite ait kavram imajı olarak bulunan tanımı bile tam hatırlamadığını bu yüzden de hareketli kavram imajı ile kendi imajını bağdaştırmakta zorluk çektiğini belirtmektedir.

K2: Ama bir limitte o dikdörtgen de o zaman da bahsetmiştim. Hiç öyle bir şey hatırlamıyorum. Ben epsilon deltalı bir tanım biliyorum. O tanımı bile hatırlamıyorum doğru düzgün. Ama öyle bir tanım gördüğümü hatırlıyorum. Benim kavram imajım oydu yani limitle ilgili. Limit ne dediğiniz zaman. Onunla örtüşmediği için o zamanda öyle olmuştu. Ben ne oluyor diye baktım yani animasyona. Sonra limit animasyonu. Nerde burada limit falan diye anlayamadım yani ne olduğunu.

K2, "*Hani bu tanımı da tam hatırlayamadığım için yani ne olduğunu anlayamadığım için animasyonla şuan bile kopukluk var yani,"* ifadesi ile limite ilişkin kavram imajı ve kavram tanımı olmadığından animasyonla bir bağ kuramadığını ifade etmiştir. Aradan geçen süreden sonra "*animasyonu hatırlıyorum"* ifadesini kullanan K2'nin animasyonla kendisine kazandırılmaya çalışılan hareketli kavram imajının kendinde bulunduğunu ifade etmiştir.

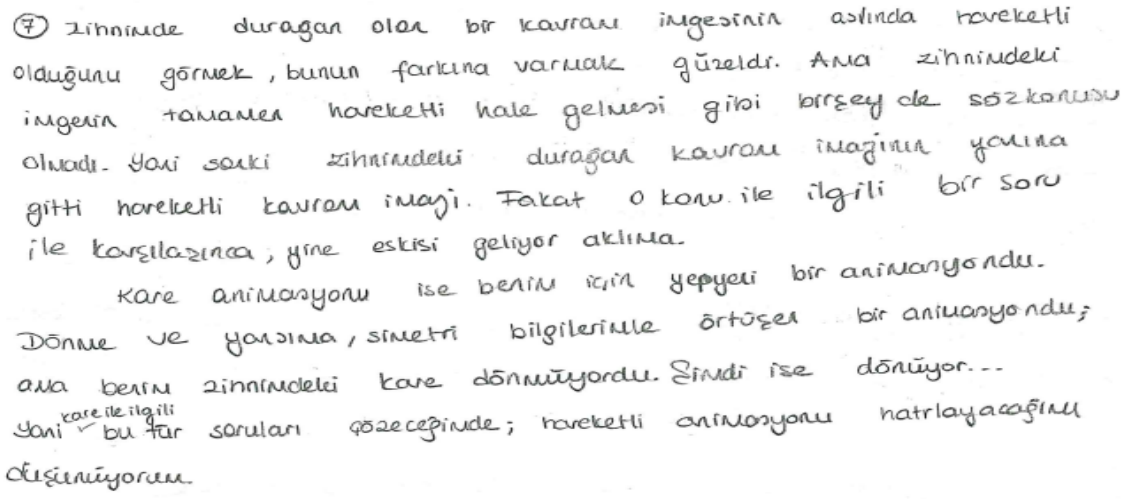
Ancak animasyon ile tanımı tam olarak bağdaştıramamıştır. Bu yüzden de animasyondaki dikdörtgenin küçülmesinin ne anlama geldiğini tam olarak anlayamamaktadır.

A: Bu zaman süreci içerisinde kendi tanımınla bu gördüğün animasyon arasında bir bağ kurabildin mi? Veyahut ta kabullenebildin mi?

K2: Yani benim limit tanımım da yani limit imajım da tanımım da sağlam olmadığı için ben tanımı da hatırlamıyorum. Ve sadece epsilon bir yere giderken ne o delta mı bir yere giderken yani böyle bir şeyler mesela delta epsilon şu şu olur. Yani delta bir yere giderken epsilon sıfırdan küçük olur gibi bir şey hatırlıyorum. Hani bu tanımı da tam hatırlayamadığım için yani ne olduğunu anlayamadığım için animasyonla şuan bile kopukluk var yani, animasyonu hatırlıyorum ama tanımı bilmediğim için kafamda kavramla tam özleştiremiyorum yani. Hani oradaki dikdörtgen küçülüyor ama niye küçülüyor. O gün mesela K1 anlatmıştı. Birazcık böyle konuşurken o zaman bir şeyler şey olmuştu böyle zihnimde ışıldamıştı yani. Aaa şundan diye. Ama şimdi hatırlamıyorum. Açıkçası onları.

K2 kendinde var olan kavram imajı ile seyrettiği animasyondaki hareketli imaj örtüşmediği için kavram imajı ile animasyonu bağdaştıramamış ancak hareketli imaj zihninde yer almaktadır.

K3'ün görüşleri: K3, soru formunda da (Şekil 50) önceden bildiği kavramlarla ilgili olarak hem önceki kavram imajını hem de hareketli kavram imajını birlikte tutacağını belirtirken, yeni öğrendiği kavramlara ilişkin hareketli kavram imajını kullanacağını ifade etmiştir.



Şekil 50. K3'ün kavram imajlarını kabullenme ile ilgili görüşleri

K3'ünde yeni öğrendiği kavramlarda hareketli imajı rahatlıkla kabul edeceği, önceden öğrendiği kavramlarda ise hareketli imajı kabul ettiği ve önceki imajı ile birlikte zihninde bulunduğu görülmektedir.

4.1.1.4. HKİ Oluşturma ve Kalıcılığı

Bu kısımda, katılımcıların hareketli kavram imajını oluşturma durumları ve oluşturulan hareketli kavram imajlarının kalıcılığı üzerine düşünceleri incelenecektir. Bu kısımda eksensel kodlama yapılamadığı için katılımcı görüşleri görüşme sırasına göre sunulacak ve her bir başlığın sonunda kısa bir özet paylaşılacaktır.

4.1.1.4.1. HKİ Oluşturma

Bu kısımda HKİ oluşturma ile ilgili katılımcı görüşleri paylaşılacaktır. Birinci genel görüşmede; katılımcıların araştırma sürecinde HKİ ile ilgili deneyimleri oluştuğu düşünülerek, kendilerinin de HKİ oluşturup oluşturamayacakları sorulmuştur. Katılımcılar kendilerinin HKİ oluşturabileceklerini düşünmektedirler.

K1'in görüşleri: K1, HKİ oluşturabildiğini, integral ile ilgili bir animasyon oluşturduğunu ve bunun gerekli olduğunu ifade etmiştir.

K1: Eee izlemem gerek ya da çok emin değilim gibi düşünmüş olabilirim ama şuan evet oluşturmuşum yani hani şeyle integral…

A: Hıhı

K1: Tanımıyla alakalı animasyonu oluşturmuşum yani bunu yapabiliyormuşum demek ki.

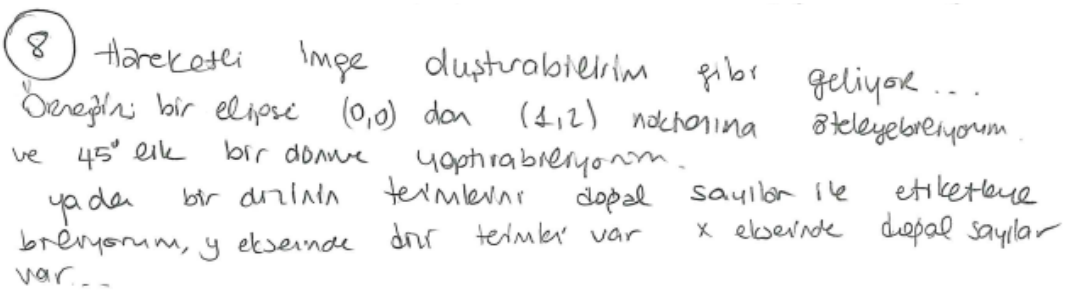
A: Pekâlâ.

K1: Gerekli.

K1 integral ile ilgili animasyonu oluşturma sebebini; "*Yani bu şey için gerekli. Bu integral tanımında ben çok fazla şey hani kendimden daha çok emin olmak için böyle bir şey yapmanın gerekli olduğunu düşünüyorum"* olarak açıklamıştır. Katılımcı bunu kavramın tanımından emin olmak için yaptığını ifade etmektedir. Katılımcı tanımını bilmediği kavrama yönelik hareketli imajı kavram bilgisinden emin olmak için oluştururken, kendisinin kavram bilgisi olarak emin olduğu, yıllardır bildiği konularda hareketli imaj oluşturmadığını görüyoruz. Bu duruma örnek olarak; "*ama mesela hani benim mesela toplamada hala yok. Ya da çarpmada*

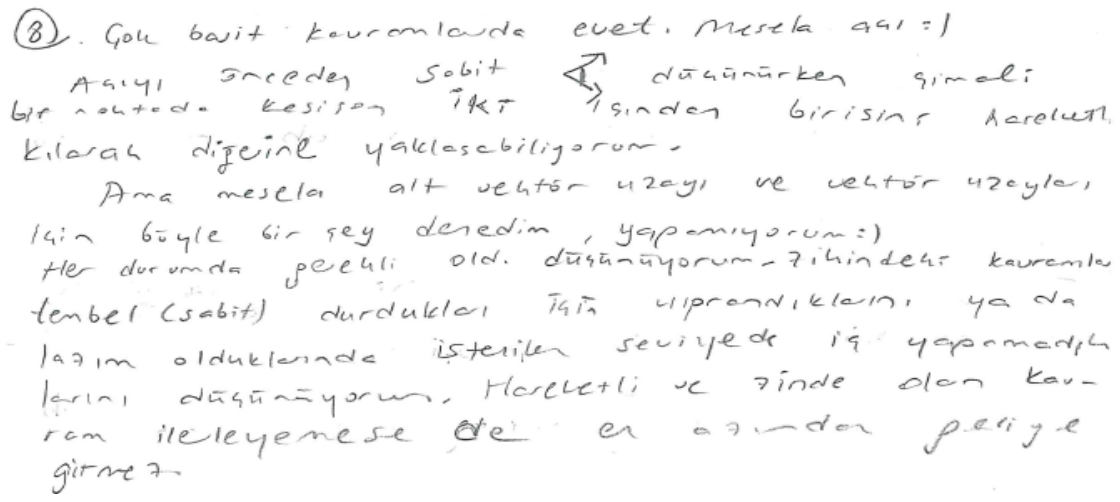
hani böyle aklıma gelen. Ama toplayabiliyorum alt alta çıkarabiliyorum. Dört işlemi yapabiliyorum." ifadesinde belirttiği gibi toplama ve çarpma kavramlarını örnek olarak vermektedir. Bu kavramlar katılımcının yıllardır kendinde var olan kavramlardır. Bu kavramları oldukça benimsediği için bu kavramlara (*4.1.1.2.3. Toplama – Bölme nolu kısımda da açıklanmıştır.*) yönelik kavram imajında bir değişiklik düşünmemektedir.

Aynı zamanda K1'in soru formunda da (Şekil 51) elips ve dizi ile ilgili örnekler verdiği görülmektedir. Katılımcının araştırma kapsamında çalışılmayan integral, elips ve dizi kavramlarına ilişkin HKİ oluşturması, HKİ ile çalışma sürecinden olumlu olarak etkilendiğini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca bu kavramların kendinde tam olarak oluşmadığı kavramları anlamlandırabilmek adına hareketli imaj oluşturduğunu düşündürtmektedir.



Şekil 51. K1'in hareketli imaj oluşturma ile ilgili görüşleri

K2'nin görüşleri: K2 soru formunda (Şekil 52) oluşturabildiği hareketli imaja (açı) ilişkin örnek vermiştir. Her durumda HKİ'nin gerekli olduğunu düşünmesine rağmen bazı kavramlar için (alt vektör uzayı, vektör uzayları gibi) hareketli imaj oluşturamadığını ifade etmiştir. Bunun yanı sıra "*Yani hareketlendirmeye çalışıyorum. Ama açıkçası o konuda çok yetersiz olduğumu düşündüğüm için yani hani o cebirsel kavramı geometrik anlamda doğru yapabileceğime tam inanmadığım için. Mesela hareketlendirsem bile onu zihnimde tutmamak için atıyorum çöpe atıyorum. Hani işte bakıyorum atıyorum.*" ifadesinden görülebileceği gibi katılımcı HKİ oluşturmasına rağmen kendi çekinceleri yüzünden oluşturduğu HKİ'leri beyninden silmektedir. K2'de HKİ oluşturmayı benimsemektedir.

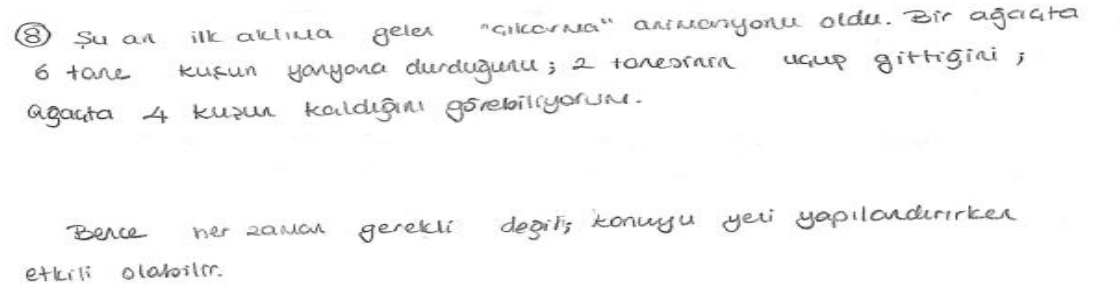


Şekil 52. K2'nin hareketli imaj oluşturma ile ilgili görüşleri

K3'ün görüşleri: K3 ise "*Yani çok da her zaman gerekli olduğuna inanmıyorum. Yani gerek yok hani gibi geliyor."* ifadesi ile her durumda gerekli olmadığına inanmaktadır. Aşağıdaki ifadesinden sadece yeni kavram oluştururken etkili olabileceğini düşündüğünü görmekteyiz.

K3: Yeni karşılaşılacak bir tanımsa ve daha önce ben onunla bir şeyler yapacaksam hani başka yerlere aktarabileceksem, hani başka yerlerde uygulayabileceksem çok hoş olur hani güzel olacağını düşünüyorum. Ama her zaman olmak zorunda değil.

K3 soru formunda (Şekil 53) yıllardır bildiği bir kavrama, "çıkarma" 'ya ilişkin bir hareketli imaj örneği verdiği görülmektedir. Yine burada da yeni kavram oluştururken gerekli olabileceğini belirtmiştir.



Şekil 53. K3'ün hareketli imaj oluşturma ile ilgili görüşleri

Katılımcılar istedikleri zaman HKİ oluşturabilmektedirler. Ancak K1 ve K2'nin, K3'e göre HKİ oluşturmaya daha eğilimli oldukları görülmektedir. K1 ve K2'nin ders anlatma zorunluluğunda doğan bir sorumluluk sonucunda, kavramları daha iyi anlama çabası ile hareketli imaj oluşturdukları söylenebilir. Bundan dolayı K1 ve K2 üzerinde çalıştıkları kavramlara ilişkin hareketli imaj oluşturmaktadır. K3 ise HKİ oluşturmasına rağmen, hareketli imaj oluşturmayı yeni öğrenilecek konular da olması olarak sınırlandırmıştır.

Katılımcıların HKİ oluşturmaya yönelik düşüncelerinin olumlu olduğunun ortaya çıkması üzerine, hangi kavramlarla ilgili HKİ oluşturabilecekleri sorulmuştur. Katılımcılar genellikle geometrik kavramlara ilişkin hareketli imaj oluşturabileceklerini belirtmişlerdir.

K1'in görüşleri: K1 oluşturacağı HKİ'nin daha çok geometrik kavramlarda olabileceğini düşünmektedir.

A: O zaman peki. Başka bir konuda da bunu oluşturabileceğini düşünüyor musun?

K1: Evet, yapabilirim ama böyle sanki geometri kısmı olan böyle hani yerlerde daha meyilli olabileceğimi düşünüyorum yani.

A: Yani daha çok böyle çizgiler, Geometrik şekiller konusunda.

K1: Hıhı

K1, görüşmenin ilerleyen kısmında yine geometrik kavramlara ilişkin hareketlendirmenin olabilmesini *"Dediğim gibi geometri işin içine girdiği zaman böyle hareketli bir şeyleri ya da resme dökülebilecek bir şeylerin olabileceğine kendimi inandırdığım için olabilir."* şeklinde açıklamıştır. K1 geometrik kavramları doğrudan hareketle ilişkilendirmektedir. Katılımcı toplama için küçük çocuklar için oluşturulabilecek hareketli imaja sıcak bakmaktadır. Cebire ilişkin kavramlarda ise özellikle "*cebirin üst konularında"* diye tabir ettiği kısımlarda kavram imajını hareketlendirmenin zor olabileceğini düşünmektedir.

K1: Bilmiyorum yani. Cebirde çok şey yapamıyorum böyle hani bulabileceğimi düşünmüyorum. Mesela hani bir birinci sınıf öğrencisine toplamayı hani mesela toplarla birlikleri küçük toplarla onun birlik basamağını hani onluk basamaklarını hani onluk basamağını orta boy toplarla o şekilde modellemenin onlar için işe yarayabileceğini düşünüyorum açıkçası ama bunun hani cebirin üst konularında bilemiyorum.

K1, "*ben kafamda ama hani cebirde falan normal alt gruplarda falan gruplarda falan devirlilerde falan yani anlamını görebiliyorum ama o şekilde göremiyorum"* diyerek bahsettiği konularda kendi kafasında oluşturduğu anlamlandırmalar olduğunu ancak bunları hareketli bir şekilde

göremediğini ve görmek içinde bir çabası olmadığını belirtmektedir. Hareketli olarak görmeye çalışsa da hareketli imaj oluşturamayacağını, "*Ama olmayacağı yönündeki fikrim daha fazla."* ifadesi ile kabul etmektedir. Buna sebep olarak da yine geometri cebir ayrımını göstermektedir.

K1:Hani yapıyı anlamlandırıyorum ben kafamda ama hani cebirde falan normal alt gruplarda falan gruplarda falan devirlilerde falan yani anlamını görebiliyorum ama o şekilde göremiyorum hareketi çok fazla göremiyorum. Ya hareket ya da hareketlendirme gibi bir çabam yok onda. Öyle diyeyim. Bilemiyorum yani. Cebir de sanki sıkıntılı. Ama üzerine çalışılırsa olur. Belki hani önceki konularda yaptık ta simetri gruplarında yaptık ama orda yine bir karenin simetri grubu vardı yani. Geometrik bir şeydi o da yani. Hani fonksiyonları vardı.

A :Hıhı

K1:Ama bir tarafta da bir kare vardı. Bu şekilde bir eşleştirme vardı yani. O yüzden yani.

A: Peki.

K1: Ama olmayacak diye bir şey yok o da olabilir. Yani. Ama olmayacağı yönündeki fikrim daha fazla.

A: Olmayacağı derken?

K1: Hani cebirde böyle bir hareketli kavram imajının olmaması çok daha zor olması.

A: Olmasada diyorsunuz ben yine de.

K1: Yani.

A: Ben bir şeyleri yaparım diyorsunuz.

K1: Yaparım gibi geliyor yani öyle hissediyorum. Ama belki de vardır bir imajın ama hareketli değil. Anlatabildim mi? Hani anlattığım kosette ki yapıyı anlamlandırmaya çalışırken böyle anlamlandırıyorum onu kafamda. Ama onu böyle hareketlendirebilmek zor gibi.

K1'in aşağıdaki ifadelerinden görüldüğü gibi, katılımcı Cebir kavramları için HKİ oluşturmaya uğraş vermesine rağmen başarılı olamamaktadır. Bunun sebebini ise, "*konunun çok soyut gelmesinden olabilir"* diyerek açıklamaktadır. Kendisi için daha soyut olduğundan hareketli kavram imajı oluşturmanın sıkıntılı bir süreç olacağını düşünmektedir. K1, kendisi için henüz somutlaşmamış kavramlarda hareketli imaj oluşturamamaktadır. K1 buradaki kavramları cebirsel olarak görmektedir. Hareket olmasını sağlayacak geometrik şeyler olmadığını düşünmektedir. Aynı zamanda,

görüşmede bahsettiği "*sayıların inşası"* kendisinin ile kez karşılaştığı bir ders olduğu için, burada karşılaştığı farklı yaklaşımlar henüz beyninde tam olarak oluşmamış olabilir.

A: Peki diğer başka konularda?

K1: Mesela bir şeyde vardı biz sayıların inşasını aldık orda hani reküstif tekrarlamalı fonksiyonlar vardı. Hani işte bir tarafta ki tanımlanan fonksiyonla diğer tarafı alırken yani mesela orda da hani iki tane klasik elips var. Ama hani sanki bir taraftaki hareketlenme diğer tarafta var ama hani çok hareketli bir kavram imajı gibi değil yani o. Mesela var ama yine onu mesela şu an şöyle söyleyeyim. Çok değişkenli fonksiyona harcadığım zamanın hani çok daha fazlasını harcadım o diğer tarafta ama bu taraf hareketlendi o tarafta bir hareketlenme yok. Anlatabildim mi?

A: Hıhı neden böyle oldu sizce?

K1: Şimdi şey konunun çok soyut gelmesinden olabilir. Cebirsel bir yapı olduğuna inandığım için hani sanki illa ki artı eksilerle çarpma bölmelerle olacak bir şey diye kendimi zorlamış olabilirim.

K1'in geometrik olarak düşündüğü kavramlarda ve kendine soyut gelmeyen kavramlarda hareketli imaj oluşturabileceği ortaya çıkmaktadır.

K2'nin görüşleri: K2 tez konusu olarak çalıştığı açı kavramını bu çalışmadan önce hareketlendirmeyeceğini düşünmektedir. Ancak bu çalışmadan sonra *"Ama şimdi biraz daha açığım."* ifadesinden anlaşıldığı gibi bu düşüncesinin değiştiği ve açıyı "*Mesela bir dönme hareketi olarak açıyı düşünebilirim."* ifadesi ile artık HKİ olarak düşünebildiği görülmektedir.

K2: Mesela açı yani tezimde çalıştığım için belki de daha önce sorsanız onda da hareketlendiremezdim. Çünkü açı benim için çok şeydi.

A: Sabit?

K2: Sabit değil de belirsizdi. Belirsiz tam anlamlandıramadığım. Kavram olarak bir kavramdı. Ama şimdi biraz daha açığım. Mesela bir dönme hareketi olarak açıyı düşünebilirim. Yani orada ki ışınların birleşiminden ne kastediliyor. Bunla ilgili belki üzerinde çalışabilirim.

Aşağıdaki ifadelerinde; açının yanı sıra yine geometrik kavramlardan olan geometrik yer kavramından bahsetmiştir. Katılımcı bu konu ile ilgili daha önce neler yaptığını anlattıktan sonra, *"Ama şimdi geometrik yer kavramını yani o cebirsel ifadenin yanında hareketlendirebilirim gibi geliyor."* ifadesi ile artık sadece cebirsel işlemlerle kalmayacağını bu kavramı zihninde hareketlendirebileceğini belirtmiştir. Katılımcı buna örnek olarak çemberi vermiştir. Çember artık onun için hareketli bir imajdır.

K2: Mesela aynı şekilde bir geometrik yer konusu. Hani biz lisansta geometriyi cebirsel gördük. İşte nedir mesela şu şu noktalardan şu düzlemden ve şu doğrudan belirli uzaklıktaki olan noktaların geometrik yeri nedir? İşte alıyorduk onu bir doğrunun bir düzleme olan uzaklığı şudur. Diğeri de budur. Bunları eşitlemem gerekir. O zaman şöyle bir denklem çıkar diyordum. Hep cebirsel görüyorduk yani. Ama şimdi geometrik yer kavramını yani o cebirsel ifadenin yanında hareketlendirebilirim gibi geliyor. Mesela çemberi öyle yaptım ben. Ben çalışana kadar çember kafamda hareketli bir kavram değildi çok fazla.

K2, çembere ilişkin kendi oluşturduğu hareketli imajı;

A: Şimdi nasıl oldu?

K2: Şimdi nasıl oldu mesela direk o x y koordinat sistemini kurup işte merkez 0 0 noktasında belli bir r yarıçapını alıp mesela o 00 noktasından bir anda böyle bir sürü. Hani havai fişek gibi bir sürü r çıkıyor. Bir sürü r nin oluşturduğu o noktalarda hareketli bir şekilde çember oluyor. Yani onu hareketlendirebiliyorum yani.

şeklinde anlatmıştır. Kendi oluşturduğu HKİ'yi tanımlarken "*havai fişek gibi bir sürü r"* ifadesini kullanmıştır. K2'nin oluşturduğu animasyon, ikinci görüşmenin anlatıldığı 4.1.3.2 nolu kısımda animasyon için yaptığı değişiklik önerisini hatırlatmaktadır. Şekil 87.'de görülebileceği gibi teğet vektörünü belirtmek için rengin yanıp sönmesini değişiklik olarak önermiştir. Burada yine bir yanma sönme görülmektedir. K2 oluşturduğu HKİ'lerde kendi için önemli gördüğü kısımlarda dikkat çekici belirteçler kullanmaktadır. Bu durumu "*Bir sürü r nin oluşturduğu o noktalarda hareketli bir şekilde çember oluyor."* ifadesi ile belirtmektedir. Bunu oluşturmasında; "*Ya bunu sizinle yaptığımız derslerden sonra"* ifadesinde görüldüğü gibi bu araştırma sürecinde yapılan çalışmaların etkisi olduğunu düşünmektedir.

A: Kendin mi yaptın bunu?

K2: Bunu kendim yaptım. Evet.

A: Neden nasıl yaptın?

K2: Ya bunu sizinle yaptığımız derslerden sonra hem tezimde çalışıyorum aynı zamanda öğrencilerin çemberden ne anladığını anlamaya çalışıyordum ya sizle de böyle görüyorum ya böyle kendi kendime oldu bilmiyorum niye yaptım yani. Herhalde böyle hareketli şeylerle uğraştığım için bunu nasıl hareketlendirebilirim diye mi düşündüm.

Kendi oluşturduğu animasyonu oldukça benimsemiştir ve "*Yani ben o tanımı bir daha unutmam gibi geldi."* diyerek HKİ oluşturmanın kendisi için olan faydasına değinmiştir.

A: İhtiyaç mı hissettin

K2: Yoo ihtiyaç hissetmedim. Yani çember çemberdir sonuçta yuvarlak şekil ama yani çemberin belli bir noktadan eşit uzaklıktaki noktaların yeri olduğunu o animasyonla noktaların birden belirmesi mesela o eğrinin hareket etmesi böyle olunca çok daha güzel oldu. Gibi geldi. Yani ben o tanımı bir daha unutmam gibi geldi. Anlatabiliyor muyum?

K2, çember ile ilgili oluşturduğu hareketli imajın kendisi için tanımdan daha çok şey ifade ettiğini düşünmektedir. Hareketli imaj oluşturmadan önce; "*Önceden anlamıyordum. Çemberle ilgili özellikler veriyordum mesela çember dendiği zaman."* ifadesi ile belirttiği gibi çember sadece özellikler ya da bir tanımdan oluşmaktadır. Artık kendisinin bu kavrama ilişkin bakış açısının değiştiğini "*Ama şimdi çembere bir anlam yükleyebiliyorum."* ifadesinden görmekteyiz.

A: Evet.

K2: Biri bana çember dese mesela lisanstan çıktım ben. Biri bana çember dese çember derdim işte r yarıçaplı işte böyle hani çemberle ilgili bildiğim her şeyi ağır aksak yan yana koymaya çalışırdım. Ama mesela bir tanım anlam yükleyemezdi. Ama şimdi çembere bir anlam yükleyebiliyorum.

A: Somutlaştırıyor musun?

K2: Evet somutlaştırıyorum. Ama daha çok bence kavramın ne olduğunu daha iyi anlıyorum. Çember kavramının ne olduğunu anlıyorum yani. Önceden anlamıyordum. Çemberle ilgili özellikler veriyordum mesela çember dendiği zaman.

K2, bilgisinden emin olduğu kavramlara için hareketli imaj oluşturabileceğini belirtmiştir. Toplama kendisi için her yönü ile bildiği kavram olduğundan dolayı bu kavram için hareketli imaj oluşturabileceğini ifade etmektedir.

A: Peki konuları sınıflandırabilir misin?

K2: İşte orda genel olarak çok fazla tecrübe edindiğimiz konuları artık kavram tanımından ve ya özelliklerinden hiçbir şekilde korkmadığım kavramları şey yapabilirim. Hani böyle hareketlendirebilirim gibi geliyor.

A: Peki, çok basit olarak toplamaya dönelim isterseniz.

K2: Toplama Hıhı.

A: Toplama üzerinde kendin yeni bir animasyon yapabilirsin sanırım. Zannedersem öyle değil mi?

K2: Evet yapabilirim. Çok basit olur belki ama yeni bir şeyler yapabilirim yani.

A: Bunda endişen yok.

K2: Evet, toplamayı biliyorum. Otursam düşünsem ne yapsam toplamayla ilgili diye değişik bir şey yapabilirim. Onu hissedebiliyorum.

K2 çeşitli cebirsel kavramlara ilişkin de hareketli imajlar oluşturmaktadır. Ancak yukarıda da açıklandığı gibi bilgisinden emin olmadığı durumlarda çekinmektedir. Bunu "*o cebirsel kavramı geometrik anlamda doğru yapabileceğime tam inanmadığım için"* ifadesi ile belirtmektedir. Bu yüzden oluşturduğu hareketli imajları, yanlış bir hareketli imaj oluşturmamak için zihninden attığını belirtmektedir. Görüşme kaydında "*vektör uzayıyla"* ile ilgili oluşturduğu hareketli imajı anlatmıştır (aşağıda sunulmuştur) ve "*Çünkü onu yapabileceğime inanmıyorum"* diyerek kendisine güvenmediğinden dolayı hareketli imajı attığını belirtmiştir.

K2: Şimdi mesela yine aynı şekilde ben lineer cebir dersinin uygulamasını anlatırken kendi kendime bir şeyler yapmaya çalışıyorum. Yani hareketlendirmeye çalışıyorum. Ama açıkçası o konuda çok yetersiz olduğumu düşündüğüm için yani hani o cebirsel kavramı geometrik anlamda doğru yapabileceğime tam inanmadığım için. Mesela hareketlendirsem bile onu zihnimde tutmamak için atıyorum çöpe atıyorum. Hani işte bakıyorum atıyorum. Çünkü yanlış olursa korkuyorum. O hareket doğrusunu öğrenmeye çalışırken beni yanıltabilir. Yani mesela şöyle söyleyeyim vektör uzayıyla ilgili ben kafamda işte mesela değişik bir animasyon hazırladım. İşte mesela küme düşünüyorum yine elips sarı renkli falan böyle. Hani vektör uzayı kuruyorum ya veya hani alt vektör uzayı bir vektör uzayında ki alt vektör uzayı hani orda mesela çok fazla hareketli bir şey yapmaya çalışmıyorum. Çünkü onu yapabileceğime inanmıyorum. Yani o nasıl diyeyim o yeterlilikte olacağım düşünmüyorum o yüzdende düşünüp atıyorum yani ilerde olurda yani ben vektör uzayıyla ilgili alt vektör uzayıyla ilgili bir animasyon görürsem o beni negatif yönde etkilemesin diye.

K2'nin buradaki sıkıntısının hareketli imajı tam olarak doğru oluşturamamasından dolayı olduğunu görmekteyiz. K2 bu durumda kendisine doğruluğu kesin olan bir animasyon verilirse bu animasyon üzerinde çalışarak onu geliştirebileceğini ifade etmiştir.

A: Yani şunu söyleyeceğim doğru bir animasyon kuramamaktan mı?

K2: Evet korkuyorum

A: Endişeleniyorsun?

K2: Evet, öyle bir endişem var. O da benim yetersizliğimden kaynaklanıyor.

A: Şöyle mi olmalı senin için animasyonlar direk verilmeli,

K2: Hıhı

A: Bir kavramı belirlemek için,

K2: Hıhı Hıhı

A: Sen onun üzerinde çalışmalısın.

K2: Evet, onun üzerinde çalışmalıyım. Ben onu belki zenginleştirebilirim yani hani özüne dokunmadan yanlış bir şey yapmadan zenginleştirebilirim yani alt vektör uzayı falan işte hani o zaman bahsetmiştik ya toplamada biz olsak ben olsam şunu da yapardım diye falan. Öyle bir şeyi bir daha düşüne bilirim. Ama böyle üst seviyede bir konuda kendimi yeterli görmediğim için bir endişem var. Yapmıyorum. Yani biri bana verse onu o zaman alırım hiç tereddütsüz. Ama tabi doğru bir şekilde olduğunu bileceğim yani onu alabilirim yani.

K2 hareketli imajı oluşturabileceğini ama çekinceleri olduğunu belirtmiştir. Kavram olarak iyi bildiği konularda hareketli kavram imajı oluşturmakta sıkıntı çekmezken, kavram olarak kendinde tam olarak oturmamış konularda hareketli imajı oluştursa da bu animasyonu kullanmadığını ifade etmiştir. Yine K2'ninde soru formunda verdiği cevapta açı ile ilgili verdiği örnek ve ifadelerinden daha çok geometrik kavramları hareketlendirmek eğiliminde olduğunu söylenebilir.

K3'ün görüşleri: K3 ilk kez karşılaşacağı ve daha sonra kullanabilecekse o kavram için hareketli imaj oluşturmayı düşünmektedir.

K3: Yeni karşılaşılacak bir tanımsa ve daha önce ben onunla bir şeyler yapacaksam hani başka yerlere aktarabileceksem, hani başka yerlerde uygulayabileceksem çok hoş olur hani güzel olacağını düşünüyorum. Ama her zaman olmak zorunda değil.

K3 başından geçen bir olay üzerine bir hareketli imaj oluşturduğunu anlatmıştır. K3 daha çok küçük öğrencilere yönelik öğretimde kullanılabilecek hareketli imajlar üzerinde durmaktadır. K3 soru formunda da (Şekil 53) yine çıkarma örneği vermiştir. K3'ün kendi iyi bildiği kavramlara ilişkin hareketli imaj oluşturmayı düşündüğü söylenebilir.

K3: Bu yeni hareketli imge oluşturabildiniz mi sorusuna da mesela geçenlerde şey oldu. Kuzenim çarpım tablosu 2. Sınıfta çarpım tablosunu öğrenmeye çalışıyor. Sonra birden düşündüm. Ben bunu nasıl bir animasyon yapardım diye düşündüm. Birden şey geldi aklıma işte 2x10 luk bir yumurta kolisi bu mesela 2 lerin çarpım tablosunu bununla öğretebiliriz. Boş koli önce. İki tane yumurta el ele tutup geliyorlar işte. 2 kere 1 2 Sonra 2 tane daha geliyor 4 tane geliyor. 2 kere 2 4. İşte bu 9 larda nasıl olur. Bir portakal hem de böyle meyvelerle şeylerle gösterilen portakal ne

derler ona sandığı olabilir mesela. 9 a 10 luk bir şekilde. Öyle bir animasyon geldi mesela aklıma hani. Basit ama.

K3 kavram imajının tam oluşmadığı durumlarda ise hareketli imaj oluşturmaktan çekineceğini belirtmiştir. Bu durumda hareketli imaj oluşturmak için önce geçici animasyonlar yapacağını, emin olunca ise model animasyon yapacağını düşünmektedir.

K3:Yani konuyu, konuda tam ne olduğunu hani yanlış bir şey yapmada ilk başta biraz çekinirdim. Ama konuyu tam olarak bu bu dediğimde. Önce geçici animasyonlar oluştururdum belki ama biraz yerleştirmekten onu çekinirdim. Sonrasında doğruluğundan emin olunca o zaman daha sabit daha böyle tek model bir animasyon yapmayı düşünürdüm.

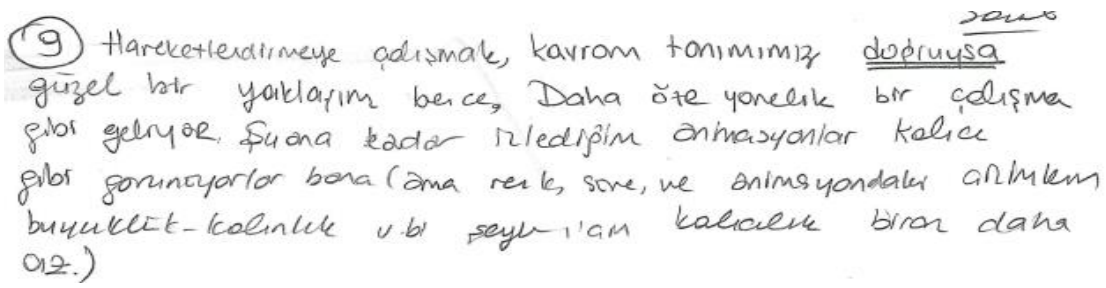
K3'de diğer katılımcılar gibi hareketli imaj oluşturabilmek için kavramı iyi bilmesi gerektiğini düşünmektedir.

Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi; katılımcıların kendilerinin daha iyi bildiği ve üzerinde uğraştıkları kavramlarla ilgili hareketli imajı oluşturabildiklerini, kavramı çok iyi bilmedikleri durumda hareketli imaj oluşturmaktan çekindiklerini görmekteyiz. Katılımcıların somut (geometrik kavramlar, toplama, çıkarma gibi) olarak ifade edilebileceklerini düşündükleri kavramlara ilişkin hareketli imaj oluşturmaya meyilli olduklarını söyleyebiliriz. Katılımcılarla karenin simetri grubu ile ilgili yapılan çalışmalar ve hareketin geometride daha hızlı şekilde oluşturulabilmesinin geometrik kavramlara ilişkin daha hareketli imaj oluşturulmasına yol açmış olabileceği düşünülebilir. Hareketli kavram imajı oluşturabilmek için; kavramı iyi bilme, kavramın kişi için somut olması ve geometrik kavram olması gerektiği belirlenmiştir.

4.1.1.4.2. HKİ'nin Kalıcılığı

Bu kısımda hareketli kavram imajının hangi durumlarda kalıcı olacağı incelenmiştir.

K1'in görüşleri: K1 soru formunda (Şekil 54) hareketli kavram imajının, kavram tanımı doğru olduğunda kalıcı olacağını belirtmektedir. Ancak animasyonlara ilişkin çeşitli detayların daha az kalıcı olacağını düşünmektedir.



Şekil 54. K1'in hareketli imaj oluşturmanın etkileri ile ilgili görüşleri

K2'nin görüşleri: K2, kavram; kendisinin tam olarak bildiği bir kavramsa hareketli imajın kalıcı olacağını düşünmektedir.

K2: Dediğim gibi yani ben o kavramı çemberi hani o animasyonu unutmam yani kolay kolay.

A: Yani kendin oluşturabiliyorsan

K2: Evet. Mesela bunda endişem yok anlatabiliyor muyum? Çember çemberdir çünkü hani. Bunda bir endişem olmuyor ve unutmam yani.

A: Peki, bunu vektör uzaylarında.

K2: Hah çember gibi anlasam.

A: Daha somut.

K2: Evet aynen öyle.

A: Oluşturacaksın.

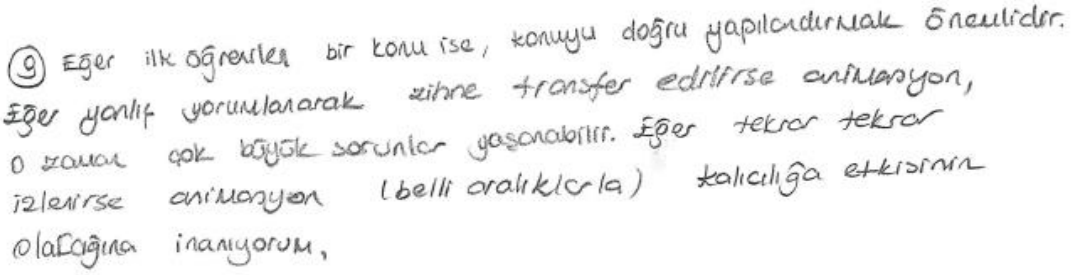
K2: Oluşturabilirim gibi geliyor.

Kavramı iyi bilmediği durumlarda doğru olan animasyonları kullanabileceğini belirtmiştir.

A: Ama şöyle mi diyelim o zaman eğer konuyla ilgili kavram olarak algılayamadıysak özümsemediysek bir başka birinin animasyonuna ihtiyaç duyuyorsunuz.

K2: Hah doğru olduğunu düşündüğüm doğru olduğundan emin olduğum. Bir animasyona ihtiyaç duyuyorum ama konuyu bende özümsediğimi tam olarak algıladığıma inanıyorsam eğer kendim de yapıyorum yani.

K3'ün görüşleri: K3 kavram imajının doğru olması durumunda ve tekrar tekrar izlenmesi durumunda hareketli imajın kalıcı olacağını düşünmektedir.



Şekil 55. K3'ün hareketli imaj oluşturmanın etkileri ile ilgili görüşleri

Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi; kavram imajının bireyin zihninde doğru olması durumunda ya da ilgili konuyu iyi bilmesi (özümsemiş) olması durumunda hareketli kavram imajının kalıcı olacağının düşünüldüğü görülmektedir.

4.1.1. nolu alt başlığın genel özeti: Bu alt başlıkta katılımcıların bu çalışma öncesinde kendilerinde bulunan kavram imajlarının nasıl olduğu, araştırma süresince çalışılan kavram imajlarının bu süreçte nasıl değiştiği, HKİ'nin kabullenilmesi, oluşturulması ve kalıcılığı incelenmiştir.

Katılımcıların birçok kavrama ilişkin kavram imajlarının durgun kavram imajı olduğu hareketli imajın var olduğunu düşündükleri kavramlarda ise katılımcılara sunulan animasyonların etkisi olduğu fiziksel olarak gözlemlenebilen hareket, nesnel ya da üzerinde katılımcılar tarafından kapsamlı olarak çalışılan bir kavram olduğu belirlenmiştir.

Bu araştırmada limit, türev, toplama, bölme, açı, karenin simetri grubu ile bu kavramlara ilişkin hareketli kavram imajı oluşturmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Katılımcılar limit ve türev kavramları için hem durgun hem hareketli imajı aynı anda zihinlerinde bulundurmaktadırlar. Toplama, bölme ve açı kavramlarında ise çalışma sonucunda durgun kavram imajının değişmediği ancak animasyonların katılımcılar tarafından zihinde tutulduğu ve zaman geçtikten sonra da hatırlandıkları ortaya çıkmıştır. Çalışma başında, karenin simetri grubu ile ilgili bir kavram imajı olmadığı ve çalışma sonunda hareketli kavram imajının oluştuğu belirlenmiştir.

Hareketli kavram imajlarının kabul edilebilmesi için kavramın önceden bilinmemesi yeterli olabilmektedir. Ancak kavram önceden bilindiği durumda ise kavram imajı ile animasyon uyumunun olması gerekmektedir. Bu durumda kavram imajı tamamen hareketli imaja dönüşmeyebilmektedir. Uyumun olmadığı durumda da hareketli imaj zihinde

oluşabilmektedir. Bu iki durumda hem durgun kavram imajı hem de hareketli kavram imajı zihinde birlikte yer almaktadır. Kavram imaj ile animasyonun uyumlu olduğu durumda hareketli imaj daha kolay oluşmaktadır. Bu uyum olmadığında ise hareketli imajın oluşması daha zor olmaktadır. Kavramın önceden bilindiği durumda hareketli kavram imajı reddedilebilmektedir. Hareketli imaj zihinde oluşsa bile kabul görmemektedir.

Hareketli kavram imajı oluşturabilmek için; kavramı iyi bilme, kavramın kişi için somut olması ve geometrik kavram olması gerektiği belirlenmiştir.

Katılımcıların somut (geometrik kavramlar, toplama, çıkarma gibi) olarak ifade edilebileceklerini düşündükleri kavramlara ilişkin hareketli imaj oluşturmaya meyilli olduklarını söyleyebiliriz.

Kavram imajının bireyin zihninde doğru olması durumunda ya da ilgili konuyu iyi bilmesi (özümsemiş) olması durumunda hareketli kavram imajının kalıcı olacağının düşünüldüğü belirlenmiştir.

4.1.2. HKİ'nin Oluşum Süreci

Bu alt başlıkta hareketli kavram imajının oluşum süreci incelenecektir. Bilginin duyusal kayıttan kısa süreli belleğe geçişinde etkili olan dikkat ve algı, kısa süreli bellekte depolama için tekrar ve gruplama ve uzun süreli belleğe transfer için, kodlama ve geri getirme süreçlerinden (Senemoğlu, 2009) bu araştırmada dikkat, algı, tekrar, kodlama ve geri getirme süreçleri ele alınacaktır.

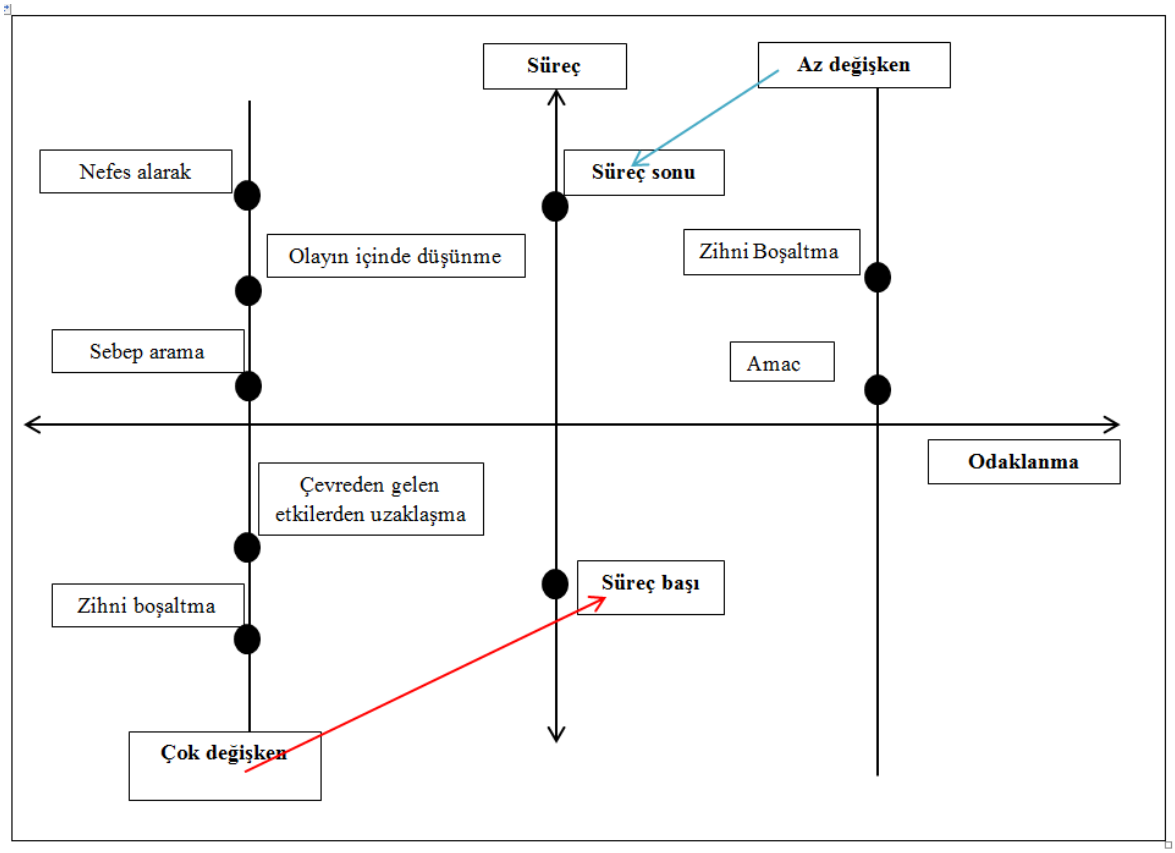
4.1.2.1. Dikkat

Bu alt başlıkta önce katılımcılarla nasıl bir görüşme yapıldığı kısaca açıklanacak ve verilerden yola çıkılarak elde edilen eksensel kodlamaya dair şekil sunulacaktır. Sonrasında ise eksensel kodlama hakkında bilgi verilecektir. Son olarak da eksensel kodlamadaki alt kategorilere dair katılımcı görüşleri sunulacaktır.

Bu araştırmada dikkat ifadesi yerine araştırmacı tarafından odaklanma kelimesi kullanılacaktır. Katılımcıların görüşme kayıtlarında kullandıkları yoğunlaşma ya da konsantrasyon kelimeleri odaklanma kapsamında ele alınacaktır. Birinci görüşmede HKİ'nin daha iyi anlaşılabilmesi için katılımcılarla odaklanma üzerinde durularak

katılımcılardan nasıl odaklandıkları ifade etmeleri istenmiştir. Ayrıca birinci genel görüşmede de bu konu üzerinde durularak odaklanmanın HKİ oluşturmada etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Aşağıda katılımcıların; görüşmeler sonucunda odaklanmaya dair görüşleri sonucunda elde edilen eksensel kodlama yer almaktadır (Şekil 56). Eksensel kodlama aşağıda açıklanacaktır.



Şekil 56. Odaklanmaya dair eksensel kodlama

Eksensel kodlamada iki ana eksen yer almaktadır. Bu eksenlerin alt kategorilerden ayrılması için doğruların her iki ucunda oklar kullanılmıştır. Yatay eksen; odaklanmanın nasıl gerçekleştiğinin belirlenmesi için "odaklanma" olarak seçilmiştir. Bu kategori için "çok değişken" ve "az değişken" olmak üzere iki alt kategori tanımlanmıştır. Bu alt kategoriler bir doğru ile gösterilmiştir. Doğrular üzerinde yer alan noktalar ise bu alt kategorileri oluşturan kodlamalardır. Dikey eksen ise "süreç" olarak düşünülmüş ve çalışmanın sürecinde oluşacak farklılıkları göstermek üzere "süreç başı" ve "süreç sonu"

olarak iki alt kategori olarak tanımlanmıştır. Oklar ise alt kategoriler ile süreç arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılmıştır.

Katılımcıların soru formlarının ve görüşme kayıtlarının incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular (aşağıda açıklanmıştır) sonucunda; araştırmanın başında odaklanabilmek için "nefes alma şeklini değiştirme", "odaklanma eksikliği için sebep arama", "kendini olayın içinde düşünme", "çevreden gelen etkilerden uzaklaşma" ve "zihni boşaltma" gibi birçok farklı yoldan bahsetmişlerdir. Bu ifadeler "çok değişken" alt kategorisini oluşturmak için kullanılmıştır. Katılımcılar araştırmanın sonunda "boş bir zihin" ve "amaçlarının olmasının" odaklanma için yeteceğini belirtmişlerdir. Bu ifadeler ise "az değişken" alt kategorisini oluşturmak için kullanılmıştır (Şekil 56). Uzun süreli bir çalışma döneminden sonra katılımcıların kendileri için daha iyi olacağını düşündükleri bir odaklanma biçimi geliştirdikleri söylenebilir. Odaklanma olmadan hareketli imajın zihne transfer edilebileceği düşünülse de bunun sağlıklı olmayabileceği düşünülmektedir.

Yukarıda bahsedildiği gibi alt kategoriler ile süreç arasındaki ilişkiyi göstermek için oklar kullanılmıştır. Bu eksensel kodlamada oklar, alt kategorileri süreç ile ilişkisini göstermek için kullanılmıştır (Şekil 56).

Yukarıda sunulan eksensel kodlamada (Şekil 56) elde edilen iki alt kategoriye ilişkin bulgular ayrı başlıklar halinde aşağıda sunulacaktır. Her bir başlık altında tüm katılımcıların görüşleri paylaşılacaktır.

Çok değişken

Katılımcıların "çok değişken" alt kategorisine ilişkin görüşleri paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategori için kısa bir özet sunulacaktır.

Araştırmanın ilk görüşmesinde yapılan çalışmada odaklanma üzerinde durulmuştur. Katılımcılara animasyonları izledikten sonra odaklanıp odaklanamadıkları sorulmuştur. Katılımcılar animasyonu ilk kez seyrettikten sonra animasyona odaklanamama sebeplerini aşağıdaki gibi belirtmişlerdir.

K1: Etraftan gelen seslerin etkilediğini.

K2: Kendini başka düşüncelere kaptırdığından.

K3: Neye odaklanacağını belirleyemediğinden.

Animasyonu tekrar odaklanarak seyretmeleri istendiğinde ise, odaklanabilmek için her birinin farklı yollar denediği aşağıdaki ifadelerinden görülmektedir.

K1: Daha derin nefes alıp vererek, kendini diğer düşüncelerden sıyırıp tek bir noktaya bakarak ve kendini animasyonu izlerken düşünerek

odaklandığını ifade etmiştir.

K2: Odaklanmayı artırmak için ne yapabileceğini düşünerek, limit ile ilgili neler öğrendiğini (derste öğretmenin anlattıkları, tahtayı ve grafikleri) hatırlayarak izleyeceği animasyonun önemli noktalarını belirlemek için animasyonu bütün halde

izlemeye karar verdiğini belirtmiştir.

K3: Derin nefes alarak ve x-y düzlemlerindeki hareketin nereye doğru gittiğine odaklanarak ve neye odaklanması gerektiğini düşünerek

odaklandığını ifade etmiştir.

Tüm katılımcıların, üzerinde çalışılacak animasyonla ilgili düşünceleri ön plana çıkararak yoğunlaştıkları görülmektedir. K1 ve K3 ise ayrıca derin nefes alarak odaklandıklarını belirtmişlerdir. Katılımcılar; değişik şekillerde nefes alarak, zihni boşaltmaya çalışarak, sebepleri arayarak, kendini olayların içinde düşünerek ve çevreden gelen etkilerden uzaklaşarak odaklanmaktadırlar.

Animasyon izlerken odaklanılan noktalarda ise;

K1: Harekete ve sarı bölgeye, daha sonra ise sarı bölgenin daralmasına neden olan çubuklara

dikkat ettiğini,

K2: Aralıkların değerlerine odaklanarak hangi noktalarda sarı dikdörtgenin noktaya dönüşümüne, animasyondaki renklere, animasyonun süresine,

dikkat ettiğini,

K3: *Grafik üzerinde x düzleminde noktalar birbirine yaklaşırken y düzleminde noktaların birbirine yaklaştıklarına ve limit noktasının ne olduğuna odaklanmaya çalıştığını ve neye odaklanacağı konusunda animasyonun limit ile ilgili olduğunu bilmesinin etkili,*

olduğunu ifade etmiştir.

Katılımcıların her biri düşüncelerini farklı şekilde ifade etmiş olmalarına rağmen, "sarı bölge", "noktaların yaklaşması", ve " dikdörtgen" gibi ifadeler katılımcıların aslında animasyondaki temel harekete odaklandıklarını göstermektedir.

Katılımcılar animasyonu izlerken hangi noktalara odaklanılmalı sorusuna;

K1, x ve y eksenine daha çok odaklanılmasını,

K2, animasyonun limit kavramı anlaşıldıktan sonra izlenilmesi gerektiğini ve hareketin sadece sembolü olması gerektiğini, temelinde hareketin neyi sunduğu bilinmesi gerektiğini,

K3, fonksiyonun grafiğine, mavi noktaya ve eksenler üzerindeki 0,2 - 0,3 - 0,4 - 0,6 noktalarına odaklanılması gerektiğini ve limit ile ilgili animasyon izlenildiğinin farkında olunarak izlenilmesi gerektiğini

şeklinde cevap vermişlerdir. Ayrıca;

K3, animasyonun limit olduğu söylenmeden izlettirilmesini ve limit konusuna girişte verilmesini önermiştir.

Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi; katılımcılar odaklanılması gereken kısımlara dair farklı öneriler sunduklarını görmekteyiz. Katılımcıların kişisel özelliklerine ve algılarına göre animasyonda farklı kısımlara dikkat ettikleri söyleyebiliriz.

Az değişken

Katılımcıların "az değişken" alt kategorisine ilişkin görüşleri paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategori için kısa bir özet sunulacaktır.

Birinci genel görüşme de katılımcıların odaklanma ile ilgili görüşleri tekrar alınmıştır.

K1'in görüşleri: K1 odaklanabilmek için, animasyonu seyretmeden önce amacını belirlediğini ifade etmiştir.

A: Nasıl odaklanıyorsun animasyonu seyretmeye? Bir değişiklik yaptın mı ilk başladığımızdan beri?

K1: Şimdi benim buradaki amacım ne? Bu animasyon bana neyi öğretecek? İşte bakıyorum hani y- eksenine göre simetriyi öğretecek falan hani ona odaklanıyorum. O zaman demek ki y-eksenine göre simetriyi aldığımda ne oluyorsa teorik olarak bilgim ne oluyorsa bu animasyonda da o olacak diyorum.

K1, zihnini her şeyden temizleyerek; animasyona, animasyonun anlattığı şeylere ve animasyonu zihninde nasıl canlandıracağına odaklandığını belirtmiştir.

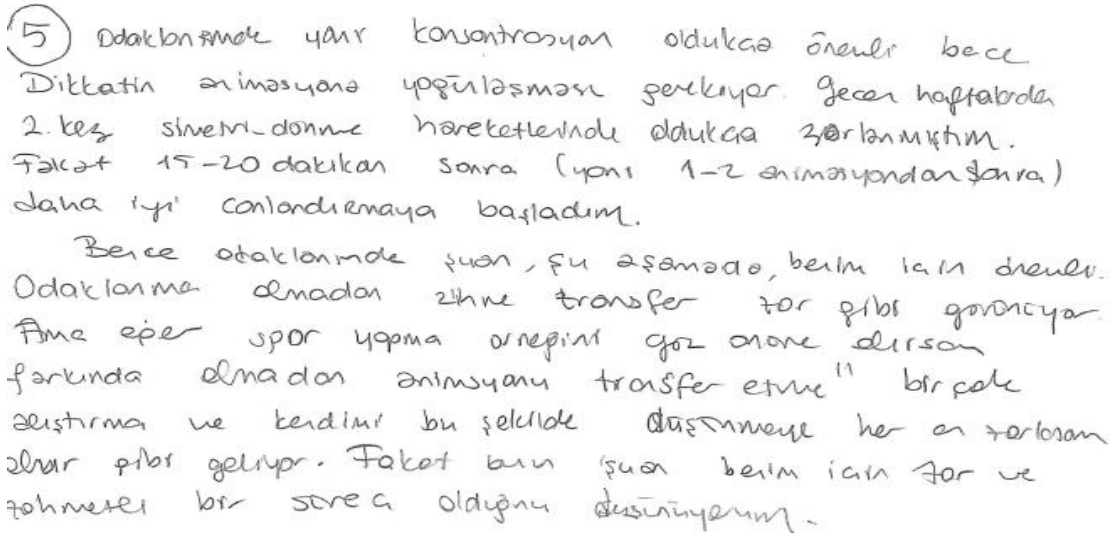
A: Neye odaklanıyorsun peki?

K1: Hah böyle bakarak temizliyorum yani zihnimi her şeyden. Kendi kendime diyorum ki şuan başka bir şey düşünmeyeceksin şuan bizim bir amacımız var. Bu amaçta; bu animasyonun nasıl olduğunu kavrayıp. Hani onu ilk olan bilgimle hani mesela simetri bilgimle onu örtüştürüp hani oda olması lazım ki animasyonu ben anlamlandırıp o şekilde zihnime transfer edeyim diyorum. O şekilde düşünüyorum evet. Sonra bakıyorum ekrana, ekrana bakıyorum ondan sonra da zihnimi boşaltıyorum yani hiçbir şey düşünmemeye çalışıyorum. Düşünmüyorum da hiç bir şey bakıyorum animasyona ve daha sonra ben bunu nasıl kafamda canlandırabilirim benim için ana noktalar hani kodlama dedim ya onları çok sözel kalıyor ama hani.

K1 odaklanmadan, farkına varmadan zihne hareketli bir imajın transfer olamayacağını düşünmektedir.

K1: Yoo şey yani odaklanmak gerekiyor gibi geliyor çünkü biz hep çalışırken odaklandık mesela baktık hani ekrana baktık ama farkına varmadan olabilir mi? Farkına varmadan nasıl bir şey olacak mesela hiç böyle animasyonda hareketli bir şey düşünmüyorum.

K1 soru formunda (Şekil 57) ise özel bir durumu anlatarak önce zorlandığını ifade etmiştir. Tüm katılımcılar için bu durum ile ilgili açıklamalar 4.2.2.6. ve 4.2.2.7. nolu başlıklar altında yapılmıştır. Yine soru formunda zihne transfer için odaklanmanın önemli olduğu ve farkında olmadan zihne transfer olmayacağını ifade etmiştir.


5) Odaklanmada yani konsantrasyon oldukça önemli bence. Dikkatin animasyona yoğunlaşması gerekiyor. Geçen haftalarda 2. kez simetri-dönme hareketlerinde oldukça zorlanmıştım. Fakat 15-20 dakikan sonra (yani 1-2 animasyondan sonra) daha iyi canlandırmaya başladım.

Bence odaklanmada şuan, şu aşamada, benim için önemli. Odaklanma olmadan zihne transfer zor gibi görünüyor. Ama eğer spor yapma örneğini göz önüne alırsan farkında olmadan animasyonu transfer etme" bir çok alıştırma ve kendini bu şekilde düşünmeye her an zorlasan olur gibi geliyor. Fakat bunu şuan benim için zor ve zahmetli bir süreç olduğunu düşünüyorum.

Şekil 57. K1'in odaklanma ile ilgili görüşleri

K2'nin görüşleri: K2 ilk çalışmaya başlanıldığı günden beri odaklanmasının aynı olduğunu belirtmiştir. Odaklanmak için *"İlk başta da şimdide zihnimdeki her şeyi atıyorum"* diyerek, tüm bu süreç boyunca zihninde olan her şeyi attığını belirtmiştir.

A: Ya da genel olarak nasıl odaklandın diyelim?

K2: Valla ben çok değişik düşünmüyorum açıkçası yani hani ben ilk nasıl başlarken nasıl önemsediysem bu işi şimdide öyle önemsiyorum. …… İlk başta da şimdide zihnimdeki her şeyi atıyorum mesela buraya gelirken kafamda çok fazla şey vardı gerçekten. Mesela yolda işte adamlar grev yapmış, ……'ya gitmem lazım falan onları düşünüyorum falan bunların hepsini bıraktım. Şu an aklıma geliyor soru bitti şu an aklıma geliyor onun için bunların hepsinden sıyrıldım, bir kere soruda ne demek istiyor tam anlamıyla anlamaya çalıştım bunu yaptım.

K2'de zihnini her şeyden temizleyerek animasyona ve animasyonu zihninde nasıl canlandıracağına odaklandığını belirtmiştir.

K2: Yani ben çok konsantre olmaya çalışıyorum. Zihnime aktarmaya çalışırken. Dediğim gibi ne yapıyorum. Çok odaklanıyorum. Yani kafamda hiçbir şey yok o animasyondan başka. Yani o animasyonu anlamaktan başka hiçbir şey yok. Tamamen ona konsantre oluyorum. İşte dediğim gibi bütün bunları yaptıktan sonra gözümü kapatıp düşünüyorum hani bilgisayar ekranında değil de ben onu beynimde düşünebiliyor muyum? Kendi içimde bir şeyler yapabiliyor muyum? Onu görmeye çalışıyorum.

Katılımcı farkında olmadan da hareketli imajın zihne transfer olabileceğini iki farklı örnekle anlatmıştır. Aşağıda sunulan örneklerin ilkinde hareketli imajı zihnine transfer edilebileceğini gündelik hayatta karşılaşılabilecek bir durumla açıklamıştır.

A: Farkına varmadan da olabilir mi?

K2: Olabilir bence.

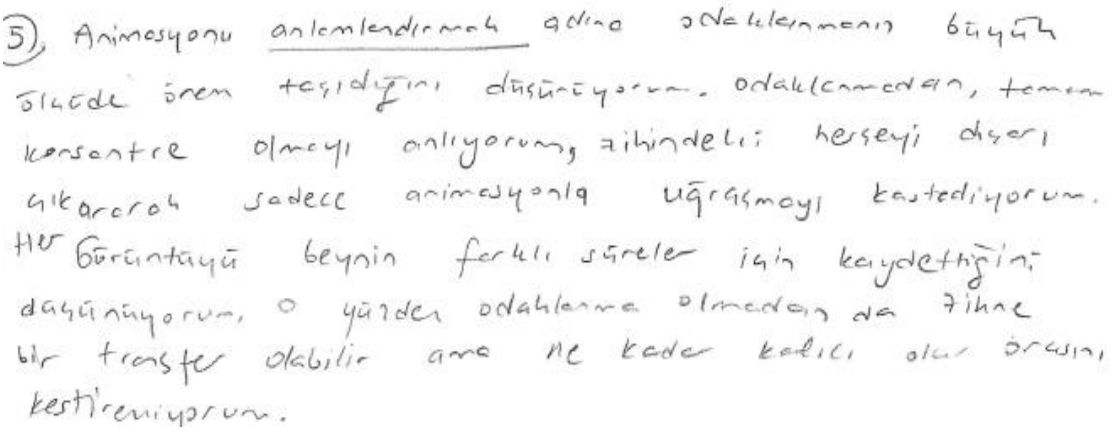
A: İlla odaklanmalı mıyız?

K2: Mesela ben işte otobüste giderken işte camdan dışarı bakarken bir dükkânın üzerinde dijital böyle bir ekranda bir mesela ne animasyonu olabilir? Mesela dükkân ne dükkânı olabilir? Mesela bir alışveriş dükkânıdır. Onun mesela sattığı bir malla ilgili animasyon olsa ona hiç odaklanmadan zihnime transfer edebilirim bence. Otobüsle geçerken olur gibi geliyor yani. Ama ben burada yani teknik bir işle uğraştığım için odaklanma gereği hissettim ama ben burada farkına varmadan da hani genel anlamda animasyonun zihne transfer edilebileceğini düşünüyorum.

İkinci örnekte ise daha önce kendi katıldığı bir derste türevle ilgili bir animasyonun nasıl zihninde kaldığını anlatmıştır.

K2: Evet. Mesela biz Maple la ilgili bir ders yapmıştık mesela orda türevin üstünde bir eğri vardı böyle hareket eden bir eğri o hala aklımda yani o eğrinin böyle dolanması çemberin etrafında falan. Onu hatırlıyorum. Ama hiç özel bir gayret sarf etmedim. Onun için odaklanma ihtiyacı hissetmemiştim. Bir bakıp geçmiştim. Olabilir yani. Bilgisayar ekranına bakıp geçmiştim ama olabilir yani.

K2 soru formunda (Şekil 58) odaklanmak için zihninden her şeyi çıkardığını ve odaklanmadan da hareketli imajın zihne transfer olabileceğini ancak kalıcılığını kestiremediğini ifade etmiştir.


5) Animasyonu anlamlendirmek adına odaklanmanın büyük ölçüde önem taşıdığını düşünüyorum. odaklanmadan, tamam konsantre olmayı anlıyorum, zihindeki herşeyi dışarı çıkararak sadece animasyonla uğraşmayı kastediyorum. Her görüntüyü beynin farklı süreler için kaydettiğini düşünüyorum, o yüzden odaklanma olmadan da zihne bir transfer olabilir ama ne kadar kalıcı olur orasını kestiremiyorum.

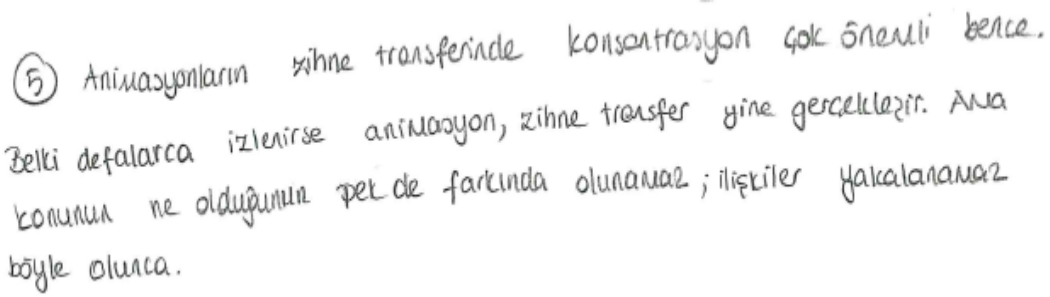
Şekil 58. K2'nin odaklanma ile ilgili görüşleri

K3'ün görüşleri: K3, animasyonun zihne transferi için iki ön şart öne sürmektedir. Bunlar "*Bu biraz izlenme sayısına bağlı"* ve *"ve o an alıcılar açık mı yani o an ben o animasyonda ne anlatıldığına konsantre oluyor muyum? Yani amacım onu öğrenmek mi? O zaman çok rahat olacaktır."* şeklindedir. Zihninin açık ve amacının öğrenme olması durumunda animasyonun zihne transferinin kolay olacağını düşünmektedir. Aksi halde animasyonun zihne transfer olabilmesi için izleme sayısının artacağını ifade etmiştir.

K3: Ama işte diyelim çok yorgunum. Çok zihnim dolu bir amacım da yok. Otururken birisi karşıma gelip bir animasyonu defalarca hipnoz olmuş gibi baksam da herhalde görürüm. Ama kalıcı olur mu bilmiyorum. Ya da orada hani bir başka bir şeye uyarlama gibi bir şey olmadığı için kendimi şartlandırmadığım için aynısını görürüm gibi geliyor. Ama belki bu 4 kere 5 kere izlemede değil de 30 kere gösterilse.

K3'de farkında olmadan zihne transferin olabileceğini bir örnekle açıklamıştır. K3'ün, "*Hani bu şey gibi mesela sabahleyin evden çıkmadan bir müzik dinlediğinizde o bilinçaltınıza yerleşiyor ve bazen gün boyunca hep aynı şeyi mırıldanıyorsunuz. Allah Allah nereden takıldı bu şarkı dilime diyorsunuz. Sonra düşünüyorsunuz ah sabah radyoda çalan müzik. Böyle bir şey olur."* ifadesinde hareketli imaja dair bir şeye rastlanılmadığı için animasyonla ilgili tekrar sorulmuştur. K3 ise bu durumda, *"Çok değişik bir şeyse, hani dikkatimi kendine celp edecek bir şeyse o an kalabilir herhalde."* diye cevap vermiştir. K3 matematik ile ilgili animasyon için ise, "*Olabilir bence. Ya o an dikkatimi çektiyse hatta belki durup bir daha bakarsam."* cevabı ile yine dikkatinin çekmesi şartlı ile olabileceğini vurgulamıştır.

K3 soru formunda (Şekil 59) ise animasyonun zihne transferinde odaklanmanın önemli olduğunu ve farkında olmadan zihne transferin sağlıklı olmayacağını ifade etmiştir.



Şekil 59. K3'ün odaklanma ile ilgili görüşleri

Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi, katılımcılar animasyonların (hareketli kavram imajlarının) zihne transferi için odaklanmanın kesinlikle gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcılar odaklanma için boş bir zihnin yeterli olacağını ve amaçlarını belirlemenin önemli olduğunu düşünmektedirler. K1 odaklanmadan hareketli imajın zihne transferinin kendisi için olamayacağını düşünmektedir. K2 ve K3'ün farkında olmadan da zihne transfer olabileceğini kendi hayatlarından örneklerle desteklediklerini görülmektedir. K2 kalıcılık konusunda sıkıntı yaşanabileceğini, K3 ise animasyonun dikkat çekici bir yanı olursa farkında olmadan zihne transferi olabileceğini belirtmiştir.

4.1.2.2. Algı

Bu kısımda katılımcıların seyrettikleri animasyonların hangi kavrama ait olduklarını belirleyip belirleyemedikleri ve seyrettikleri animasyonlarla kendilerinde bulunan kavram

imajlarının bağdaşıp bağdaşmadığı incelenecektir. Bu kısımda eksensel kodlama yapılamadığı için katılımcı görüşleri görüşme sırasına göre sunulacak ve bu kısmın sonunda kısa bir özet paylaşılacaktır.

Birinci görüşme: Katılımcıların limite ait bir animasyon seyrettiklerini ve algıladıklarını aşağıdaki ifadelerinden görmekteyiz. Tüm katılımcılar animasyondaki sağdan ve soldan yaklaşarak limit noktasına doğru giden noktaların oluşturduğu dörtgensel bölgeyi tarif etmişlerdir. Bu ifade de bize katılımcıların animasyonun ne anlattığını algıladıklarını göstermektedir.

K1: Harekete ve sarı bölgeye, daha sonra ise sarı bölgenin daralmasına neden olan çubuklara

K2: Aralıkların değerlerine odaklanarak hangi noktalarda sarı dikdörtgenin noktaya dönüşümüne, animasyondaki renklere, animasyonun süresine

K3: *Grafik üzerinde x düzleminde noktalar birbirine yaklaşırken y düzleminde noktaların birbirine yaklaştıklarına*

İkinci görüşme: Katılımcılar, kendi zihinlerindeki türeve ait formal tanımları, resimleri ya da şekilleri kendi kavram imajı olarak düşündüklerinden animasyondaki hareket onlara anlaşılmaz gelmiştir. Animasyon ile kavram imajının katılımcıların zihninde tam olarak örtüşmediği, bununda katılımcıları animasyonu anlamlandırma da zorladığı belirlenmiştir.

K1 kendi kafasında olan türev tanımı ile animasyonu bağdaştıramamış olduğundan oldukça zorlanmıştır. K1 özellikle animasyondaki noktaların tanımda neye karşılık geldiğini bağdaştıramamıştır.

K1: x ve y'de giden o gezen noktalar vardı onları kavrayamadım bir kere yani onun animasyonda ne amaçla kullanıldığını kavrayamadım.

O zaman ilgini başka bir tarafa çeken bir nokta olduğu için midir?

K1: Şimdi şöyle Bir şey sanırım bir türev tanımı var benim kafamda. İşte hani F[x]/f[y]-F[y]/x-y gibi diye gidiyor. Bununla oradaki o gezen noktaları bir türlü bağdaştıramadım ve her izlediğimde olaya odaklandım. Yani o yüzden.

Kafasında bulunan cebirsel ifade ile "*hani bir kiriş var o git gide kısalıyor kısalıyor hani bir yerde teğet oluyor"* ifadesinde olduğu gibi animasyondaki hareketleri tam olarak bağdaştıramamıştır.

Türevin tanımı için bir şey ifade etti mi?

K1: Türevin tanımı mı? Onu da yazdım zaten ben. Hani o kirişin teğet olma kavramı var ya hani bir kiriş var o git gide kısalıyor kısalıyor hani bir yerde teğet oluyor. Artık o bittiği nokta sıfır noktasında teğet yani hani o yuvarlaklar olmasa dedim burada da yazdım onu. Hani sadece şu hareketi görsem belki onu hissedebileceğim Ama burada ben animasyon çok dikkatimi çekti. Limitte bu kadar çok farkına varmamıştım. Ben bir benim kafamda bir türev tanımı var. Bir cebirsel bir ifade var. O cebirsel ifadeyle o animasyonu eğer ben bağdaştıramıyorsam.

Evet.

K1: Daha doğrusu onu uyduramıyorsam o olmadı yani.

Çok iyi bir tespit.

K1: Limitte onu yapmıştım ama bunda yapamadım. Bunda başaramadım ben.

Tanımla mı uyuşmadı. Etkiliyor mu peki? Tanımla uyuşmaması etkiliyor mu?

K1: Benim etkiledi yani. Ben limitte çünkü onu yakalayabildiğim için burada onu yakalayamadım o yüzden.

K2, "*Ben türevin tanımını biliyordum. Türevin tanımıyla animasyonu ben bağdaştıramadım."* şeklindeki ifadesi ile kavram ile animasyonu bağdaştıramadığını belirtmiştir.

K3 ise animasyonu zihnindeki kavram imajı ile örtüştürememiş ancak izleme sayısı arttıkça animasyona anlam vermeyi başarmıştır.

Peki, türevle uyuştu mu animasyon sence? Benimsedi mi bünyen?

K3: İlk izlediğimde K1'inde de dediği gibi çok ilişkiyi kuramadım. Şey biliyoruz o kiriş istediğimiz o x 0 noktasındaki teğet olunca eğimi buluyor ama. Birkaç kez izleyince aa bu bu demek bu bu demek şeklinde.

Dördüncü görüşme: Katılımcılara bölme animasyonunu izledikten sonra animasyonun hangi kavramla ilişkili olduğu sorulmuştur. Katılımcılar animasyonun tam olarak hangi kavrama ait olduğunu hemen anlayamamışlardır. Ancak biraz düşününce kavramları bulabilmişlerdir. Aşağıda katılımcıların görüşleri sunulmaktadır.

K1: şimdi bende bir varken çarpma işlemi onu ile ona dönüştürdüğümüzü hani aynısından on tane yan yana geldiğini ve sonra da o çarpma işleminde sonra da bölme işlemi olduğunu ya da ben bir gruplama işlemi olduğunu hani o gruplama işleminden dolayı da bölme işlemi olabileceğini düşündüm.

……

K2: bende hiç anlamadım kavramın ne olduğunu. Üç kere seyrettim yine anlamadım. Ama öyle bir kanı oluştu bende. Yani bir parça on parçaya bölünüyor diye düşündüğüm için bölme olduğunu düşündüm ama ne olduğu hakkında bir şey düşünemedim. Hiçbir şey anlamadım yani.

……

K3: İlk izleğimde anlayamadım kavramın ne olduğunu. Hala çok olmamakla birlikte ikincisinde sanki bölme işlemi anlatılıyormuş gibi geldi.10/2

Toplama animasyonunda ise K1, ikinci seyretmede animasyonu anladığını belirtmiştir.

K1: İkinci olarak da yani izlerken benim ilk izlememin sonunda ben şeyi algılamayı çalıştım oradan 4 geliyor, oradan 6 geliyor. Ne oluyor? Bu 4 ve 6'ya bir şey oluyor aşağıda. Sanki farklı kümeleniyorlarmış gibi geldi. Hani o 4ve 6 için farklı bir sıralama varmış gibi geldi. İlk önce ona odaklandım o yüzden çok anlayamadım. İkincide aa bu toplama işlemi dedim.

K2, "*ben hala daha karmaşık bir şey beklediğim için."* ifadesinden görüldüğü gibi izlediği animasyondaki kavrama yönelik beklentisinin yüksekliğinden dolayı kavramı farklı şekilde algılamıştır. Bu görüşmeden önceki görüşmelerde limit ve türev ile ilgili animasyonlarla çalışılınca katılımcı seyrettiği animasyonu farklı şekilde yorumlamıştır.

K2: Ben hani toplama deyince yani ben hala daha karmaşık bir şey beklediğim için. Ne olduğunu yine anladım ama ben buna toplama demedim Niye demedim. Mesela orda 4 tane grup. Senin söylediğinden farklı acaba ne olabilir.5 kere izledim bu arada diğerini 3 kere izlemiştim.5 kere izledikten sonra yine toplama demedim ben ona. Şey diye düşündüm hani aşağıya doğru geliyor, o dördün yanına bir ekleniyorya,6 top geliyor. Mesela o dördün yanına bir geldiği için beşliklerden onluk sistem kurmaya çalışıyoruz, basamaklar oluşturmaya çalışıyoruz gibi düşündüm. Yani önce beşlikler oluşturmaya çalışıyoruz sonra da beşlikler oluştuktan sonra da iki beşlikten onluk sisteme geçmeye çalışıyoruz diye düşündüm. Hepsini de ona göre cevapladım. Toplama demedim ben animasyona.

K3 ise animasyonda hangi kavramın anlatıldığını anladığını belirtmiştir.

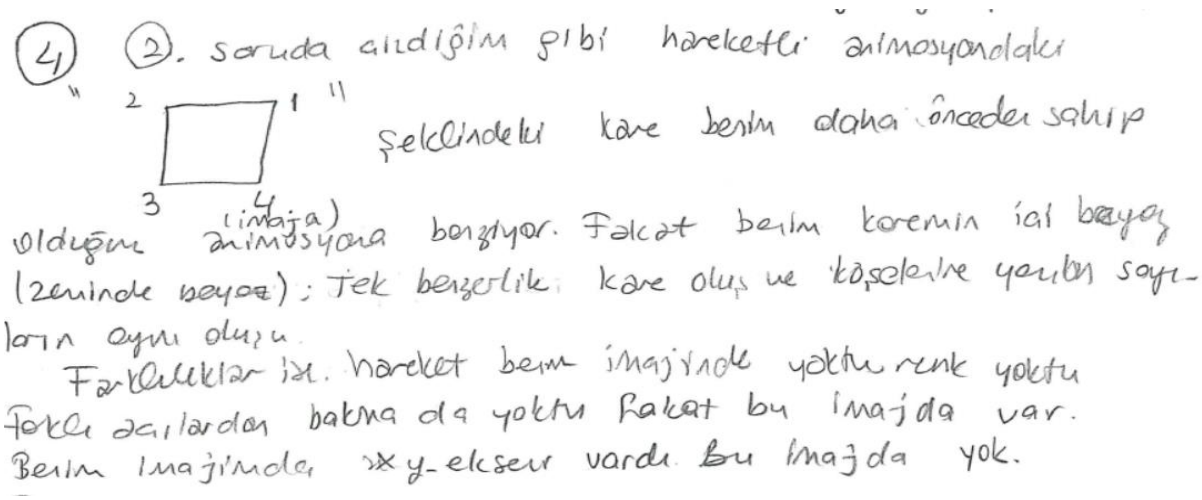
K3: Toplama anlatılıyor

A: evet

K3: 4+7=10+1 yani 11 olarak algıladım animasyonu.

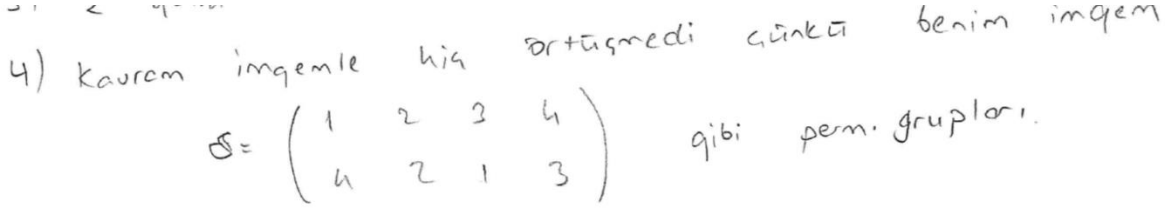
K1 ve K3 her iki animasyonun hangi kavrama ilişkin olduğunu fark edebilmişlerdir. K2 ise her iki animasyon içinde kendine göre daha zor kavram beklentisinden dolayı güçlük çekmiştir.

Altıncı görüşme: Bu görüşmede karenin simetri grubu ile çalışılmıştır. K1 soru formunda (Şekil 60) kendi kavram imajı ile animasyondaki hareketli imaj arasındaki benzerlik ve farklılıkları belirtmiştir. Tek benzerlik olarak " kare oluşu ve köşelerdeki sayılar" göstermiştir. Farklılıklara olarak ise, "hareket", "farklı açılardan bakma", "renk" olarak belirtmiştir. İfadelerinden anlaşıldığı üzere var olduğunu düşündüğü imaj ile animasyon arasında uyuşmazlık olmamıştır.



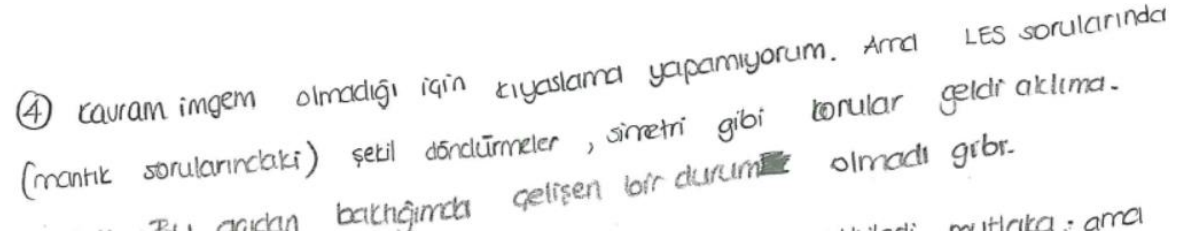
Şekil 60. K1'in animasyon kavram örtüşmesine ilişkin görüşleri

K2 ise permütasyon grubunun gösteriminin kendi imgesi olduğunu belirterek animasyonlarla kendi imajının örtüşmediğini belirtmiştir (Şekil 61).



Şekil 61. K2'nin animasyon kavram örtüşmesine ilişkin görüşleri

K3 herhangi bir imajı olmadığından animasyonlarla imaj arasında bir çelişme olmadığını belirtmiştir (Şekil 62).



Şekil 62. K3'ün animasyon kavram örtüşmesine ilişkin görüşleri

Üçüncü görüşmede katılımcılara herhangi bir animasyon seyrettirilmemiştir. Beşinci görüşmede doğruda açılara ilişkin hareketli kavram imajları izlettirilmiştir. Bu çalışmada katılımcılar animasyonları anlamadıklarına dair herhangi bir görüş belirtmemişlerdir.

Limit animasyonu ile ilgili algılamada herhangi bir sorun yaşamayan katılımcıların türeve ilişkin kendilerinde bulunan kavram imajı ile hareketli imajı bağdaştıramamış ve algılamada sorun yaşamışlardır. Bölme animasyonunda katılımcıların zorlandıklarını ama kendi imajları ile sonuçta bağdaştırdıkları görülmektedir. Toplama ile ilgili bir katılımcı daha zor bir kavram imajı beklentisine girdiğinden önce tam olarak ne anlatıldığını anlamamıştır. Diğer iki katılımcı çok rahat şekilde animasyonda ne anlatıldığını algılamışlardır. Karenin simetri grubu ile ilgili görüşmede katılımcıların tam olarak bir kavram imajları bulunmadığından seyredilen animasyon kavram imajı olarak kabullenilmiştir. Sonuç olarak; seyredilen animasyonla var olan imajın bağdaştığı durumlarda animasyonun anlatmak istediği kavram imajını katılımcılar algılamışlardır. Önceden tam oluşmuş bir kavram imajları olmadığında seyrettikleri animasyonu kavram imajı olarak kabullendikleri söylenebilir.

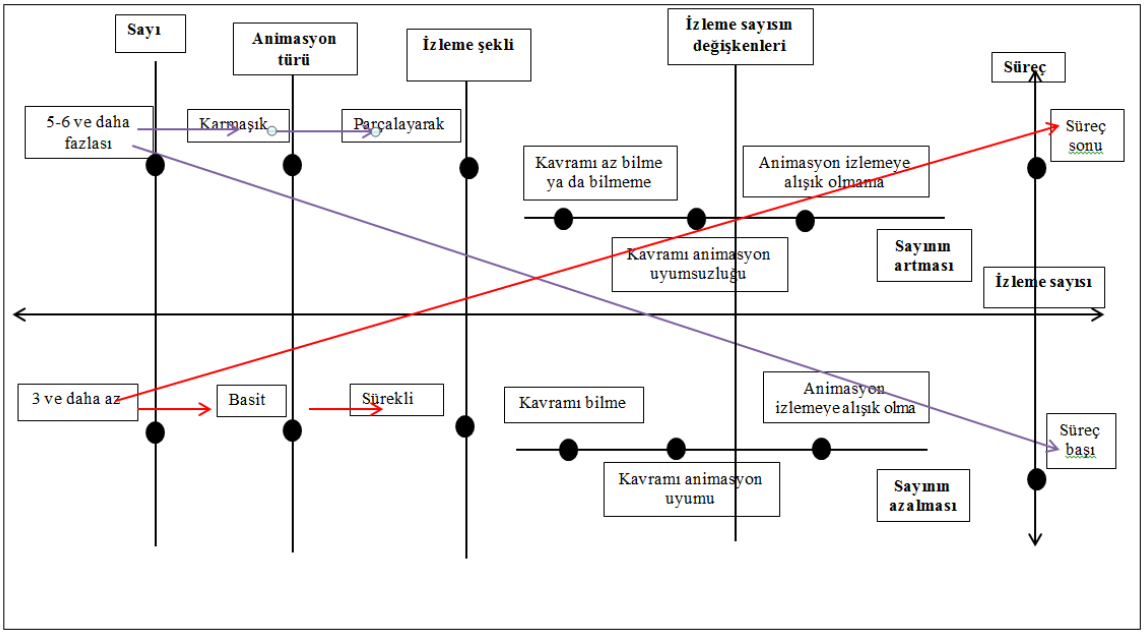
4.1.2.3. Tekrar (İzleme Sayısı)

Bu alt başlıkta önce nelerin sunulacağı paylaşılacak ve verilerden yola çıkılarak elde edilen eksensel kodlamaya dair şekil sunulacaktır. Sonrasında ise eksensel kodlama hakkında bilgi verilecektir. Son olarak da eksensel kodlamadaki alt kategorilere dair katılımcı görüşleri sunulacaktır.

Bu kısımda önce katılımcıların animasyonları izleme sayıları ve araştırma sürecinde bu sayılarının değişimine etki eden faktörler ile HKİ oluşturma ve animasyon izleme sayısı arasındaki ilişkiler ele alınacaktır. Sonra katılımcıların animasyonları izlerken

animasyonun türüne (katılımcıların kendi tanımlamaları doğrultusunda) göre animasyonları izleme şekilleri açıklanacaktır.

Aşağıda katılımcıların; görüşmeler sonucunda odaklanmaya dair görüşleri sonucunda elde edilen eksensel kodlama yer almaktadır (Şekil 63). Eksensel kodlama aşağıda açıklanacaktır.



Şekil 63. İzleme sayısı ile ilgili eksensel kodlama

Eksensel kodlamada iki ana eksen yer almaktadır. Bu eksenlerin alt kategorilerden ayrılması için doğruların her iki ucunda oklar kullanılmıştır. Yatay eksen; izleme sayısına ait özelliklerin yer aldığı "izleme sayısı" olarak seçilmiştir. Bu kategori için "sayı", "animasyon türü", "izleme şekli" ve "izleme sayısının değişkenleri" olmak üzere dört alt kategori tanımlanmıştır. Bu alt kategoriler doğru ile gösterilmiştir. Doğrular üzerinde yer alan noktalar ise bu alt kategorileri oluşturan kodlamalardır. Dikey eksen ise "süreç" olarak düşünülmüş ve çalışmanın sürecinde oluşacak farklılıkları göstermek üzere "süreç başı" ve "süreç sonu" olarak iki alt kategori olarak tanımlanmıştır. Oklar ise alt kategoriler ile süreç arasındaki ve alt kategorilerin kendi aralarındaki ilişkiyi göstermek için kullanılmıştır.

Katılımcıların soru formlarının incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular (aşağıda açıklanmıştır) sonucunda; "sayı " alt kategorisi 3 ve daha az, 5-6 ve daha fazlası ifadelerinden oluşturulmuştur. "animasyon türü" alt kategorisi karmaşık, basit

ifadelerinden oluşturulmuştur. “izleme şekli” alt kategorisi parçalayarak, sürekli ifadelerinden oluşturulmuştur. “izleme sayısının değişkenleri” alt kategorisi sayının artması, sayının azalması ifadelerinden oluşturulmuştur (Şekil 63).

Animasyon izleme sayısı araştırmanın başında daha fazla iken özelikle daha önceden yabancı olunan sürece alışma ile animasyon izleme sayısının azaldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra daha önceden bilinen kavramlarla ilgili seyredilen animasyonlarda izleme sayısı azalırken, kavram animasyon uyumu da buna etki etmektedir. Tam tersi durumlarda animasyon izleme sayısının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca animasyonların basit ya da karmaşık olması animasyon izleme yolunu da değiştirmektedir. Basit olarak adlandırılan animasyonlar sürekli bir biçimde izlenirken, karmaşık olarak adlandırılan animasyonların parçalayarak (aynı anda oluşan her bir hareketin farklı seferlerde izlenmesi) izlenmektedir. Parçalayarak izleme de aynı andan gerçekleşen hareketlerden her birine aynı anda odaklanılamadığı belirlenmiştir. Yine aynı şekilde animasyon karmaşık ise izleme sayısı artarken, basit olan animasyonlarda izleme sayısının azaldığı ortaya çıkmıştır.

Yukarıda sunulan eksensel kodlamada (Şekil 63) elde edilen dört alt kategoriye ilişkin bulgular ayrı başlıklar halinde aşağıda sunulacaktır. Her bir başlık altında tüm katılımcıların görüşleri paylaşılacaktır.

Sayı

Öncelikle “sayı” alt kategorisine ilişkin görüşleri paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategori için kısa bir özet sunulacaktır.

Katılımcıların görüşmelerde izlediği animasyonlara ait izleme sayıları aşağıda paylaşıldıktan sonra, izleme sayılarının süreçte değişimine etki eden faktörler açıklanacaktır.

İkinci görüşme: Bu görüşmede türeve ait bir animasyon seyredilmiştir. Katılımcılar zihinde bir görüntü oluşturmak için 4 – 5 defa izlemenin yeterli olacağını belirtmişlerdir. Animasyonların izlenme sayıları aşağıdaki tabloda (Tablo 2) gösterilmiştir.

Tablo 2. Katılımcıların Animasyonları İzleme Sayıları

Katılımcı	İzleme sayısı
K1	5
K2	4
K3	4

K1'in görüşleri: K1 animasyonu 5 kez seyrettiğini zihninde görebildiğini ancak animasyonda ne anlatılmak istendiğini anlayamadığını belirtmiştir.

Peki, tam olarak animasyonu görebiliyor musunuz?

K1: Görüyorum

Görüyorsun.

K1: Ama yine hani o x, y'lere çok takıldım ya onu bir türlü oturtamıyorum yani o oluşmuyor kafamda hiçbir şekilde.

K1'in görüntüyü hatırlamasına rağmen görüntüdeki renkleri tam olarak hatırlamamıştır. "*Ben beyaz hatırlıyorum. Mesela hiç kırmızı hatırlamıyorum."* diyen K1, animasyonu kendine göre renklendirmiştir.

K2'nin görüşleri: K2 animasyonu dört defa seyrederek zihninde animasyonu detayları ile görebildiğini ifade etmiştir. Aşağıdaki görüşme kayıtlarından görülebileceği gibi diğer katılımcıların aksine daha rahat, zorlanmadan detaylar hakkında konuşabilmiştir.

Detaylar hakkında konuşabiliyor muyuz?

K2: Detayları hatırlıyorum hocam ben. Dört kere izledim. İlkinde sanırım o yuvarlakları fark etmedim ondan sonra hepsinde fark ettim. Koordinat düzlemini, sıfır beş birimlere ayrıldığını, yuvarlak iç bölümün azalan değerler aldığını.

Renkler?

K2: Renkler duruyor. Kırmızı işte parabol, mavi kiriş, pembe. Ama o pembeyi hocam burada dört defa izledikten sonra direk hatırlayamadım yani bir kere daha. Burada ekranda görünce gayri ihtiyarı görünce pembeymiş gibi diğer renkleri hatırladım ama bir tek onu hatırlayamadım.

K3'ün görüşleri: K3, 4 kez animasyonu seyrettiğini belirtmiştir ve animasyonu zihninde görebildiğini belirtmiştir.

K3: Türev Animasyonunu 4 defa izledim. Gözlerimi kapattığımda yani zihnimde görebildim ama çok ayrıntılarıyla değil. Orda renklere takıldım yazdıktan sonra.

Ancak K3'e animasyonun ayrıntıları hakkında sorular sorulduğunda K3 animasyon hakkında yeteri kadar ayrıntıyı hatırlamadığını, hatırladığı ayrıntılar hakkında tereddüde düştüğü gözlenmiştir.

K3: Renklere çok odaklanmamıştım. Beşincide de yine mesela şimdi düşünüyorum. Zemin siyah mıydı diyorum. Herhalde siyah diyorum. Çünkü ben az önce K2'ninde söylediği gibi gözlerimi kapattığımda siyah ekran üzerinde görüyorum animasyonu. Herhalde siyahtı diyorum. Ama mesela şeye dikkat ettim fonksiyonun grafiği kırmızıydı. Teğet doğru maviydi.

Emin misin?

K3: Şu anda bilgiler çok net değil.

Peki, şöyle olmuyor mu şu an bakıp göremez misin? Hani görüp söylersin rengi.

K3: Kiriş pembeydi.

Kiriş pembeydi?

K3: Yani ben öyle görüyorum şu anda. Öyle kodladım. Şey de maviydi.

K3 ayrıntıları hatırlamaması üzerine, kaç kere daha izlerse bu ayrıntıları hatırlayabileceği sorulduğunda "*Belki dört defa daha izlesem…"* diyerek animasyonu daha fazla sayıda izlemesi gerektiğini belirtir. K3'ün aşağıdaki ifadelerinden - örneğin "*içi boş yuvarlak noktaları üçüncü kez de falan görebildim."* ifadesinde olduğu gibi- animasyonu her izlediğinde farklı bir kısmına dikkat ettiğini görmekteyiz. Eğer 4 kere daha izlerse hatırlayamadığı ayrıntıları da bu izlemeler sonucunda fark edeceğini düşünmektedir.

K3: Evet. O zaman o koordinat üzerindeki noktalar olduğuna dikkat ederim. Ama odaklanmadım çok fazla.

O zaman dikkat ettiğin noktalar mı değişiyor? Yani demin şuna bakmıştım sonra buna bakacağım.

K3: Evet dikkat etsem odaklansam onlar da netleşecektir oturacaktır o koordinat ekseninde. Mesela dediğim gibi o eksenin üzerinde hareket eden içi boş yuvarlak noktaları üçüncü kez de falan görebildim. Üçten sonra görebildim.

Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi; kendilerinin belirlediği animasyonu izleme sayıları hareketli imajı genel olarak zihinlerinde görebilmeleri için yeterli olsa da animasyona ait ayrıntıları hatırlamada yeterli olmamıştır. Animasyonun hareketi

hatırlanmasına rağmen katılımcıların renkler üzerinde değişiklikler yaptığı gözlemlenmiştir. Her bir katılımcı renkleri kendine göre değiştirmiştir.

Dördüncü görüşme: Bu görüşmede katılımcılar iki animasyon (bölme ve toplama) izlemiştir(Şekil 16'da bu animasyonlar görülebilir). Kaç kere izlediklerinde hareketli imajın zihinlerinde oluştuğu sorulmuştur. Alınan cevaplara göre oluşturulan tablolar (Tablo 3 - Tablo 4) aşağıda sunulmaktadır.

Tablo 3. 1. Animasyonda Katılımcıların HKİ'yi İzleme Sayısı

Animasyon (bölme)	Katılımcı	İzleme sayısı
4.1.	K1	3
	K2	3
	K3	3

Tablo 4. 2. Animasyonda Katılımcıların HKİ'yi İzleme Sayısı

Animasyon (toplama)	Katılımcı	İzleme sayısı
4.2.	K1	3
	K2	5
	K3	4

İlk animasyon için her bir katılımcı 3 kez seyrettiklerini belirtmişlerdir. Bu görüşmede K2 -4.1.2.2. Algı isimli kısımda anlatıldığı gibi - seyredilen animasyonları daha zor bir kavram beklentisi ile seyrettiği için animasyonların hangi kavramı anlattığına dair zorlanma yaşamıştır. Bu yüzden ikinci animasyonda diğer katılımcılara göre daha fazla sayıda animasyonu izlediğini belirtmiştir. Tablo 3 ve Tablo 4'den görüldüğü gibi katılımcıların izleme sayılarında önceki çalışmaya göre bir düşüş olduğu görülmektedir. Önceki görüşmede katılımcıların ne yaptıklarını tam olarak bilememenin verdiği telaşla animasyonu daha fazla izledikleri söylenebilir. Bu çalışmada ise izleme sayılarında azalma görmekteyiz. Bu da bize katılımcıların hareketli kavram imajı fikrine alıştıklarını düşündürtmektedir. Bunların yanı sıra katılımcıların artık animasyonu nasıl seyretmeleri gerektiğine dair bir fikir geliştirdiklerini de söylemek mümkün olarak görülmektedir.

Altıncı görüşme: Bu görüşmede karenin simetri gurubuna ilişkin dönme ve yansımaların olduğu animasyonlar seyrettirilmiştir (Şekil 11 ve 12'de bu animasyonlar görülebilir). Katılımcılar animasyonları 2 veya 3 arasında değişen sayıda izlediklerinde zihinlerine transfer olduğunu belirtmişlerdir. Animasyonların izlenme sayıları aşağıdaki tabloda (Tablo 5) gösterilmiştir.

Tablo 5. Katılımcıların Animasyonları İzleme Sayıları

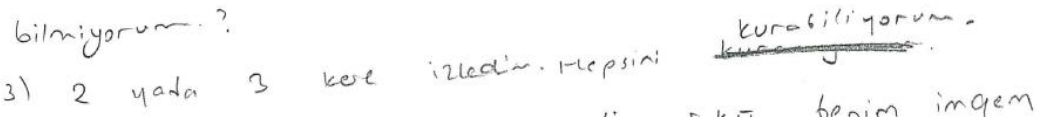
Katılımcı	İzleme sayısı
K1	İlk animasyon 3 sonrakilerde benzer olanların ilki 2 diğeri 1 kez
K2	İlk animasyon 3 diğerleri 2 kez
K3	Hepsini iki kez

K1, animasyonların birbirine benzer olmasının izleme sayısını azalttığını düşünmektedir.

K1: Bende ilk animasyonu üç kere izledim diğerleri bir iki değişiyor ama genelde bu dosyaları açtığımız zaman ilk izlediğimi iki diğerlerini birer kere izledim. Herhalde buda şeyden kaynaklanıyor hani dosyanın ismi y=x ya hani birincisinde y=x si algılamaya çalıştım bunlarda bunun devamı ya da ona benzer animasyonlar dediğim için diğerlerini bir kez izlemem yetti öyle olduğunu düşünüyorum.

K2 animasyonları 2 ya da 3 kere izlemiştir (Şekil 64). K2'de, K1 gibi benzerlikleri fark ettiği için ve animasyonlarda dönme ve simetrilerden sadece birinin olmasından dolayı izleme sayısının azaldığını belirtmiştir.

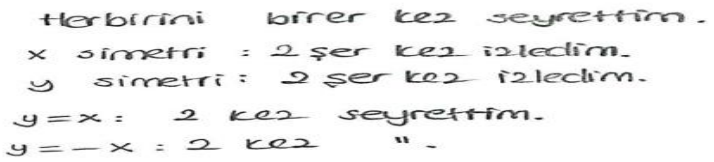
K2: Ben birinci animasyonu ilk açtığımda 3 kere izledim ne olduğunu anlamadım gene hani ne izlememiz gerekiyor diye. Daha sonra işte hani tek açı döndürmesi dönme ötelemedeki dönmeler gibi düşündüğüm için ikişer kere izledim sadece.



Şekil 64. K2'nin animasyon izleme sayısı ile ilgili görüşü

K3'de diğer katılımcılar gibi 2 kere izlemiştir (Şekil 65). Ancak sebebini belirtmemiştir.

K3: Genelde ikişer kez izledim bütün animasyonları da.



Şekil 65. K3'ün animasyon izleme sayısı

Animasyonların ya dönme ya da simetri hareketinden oluşması, animasyonların benzer olması ve hareketli kavram imajı fikrine alışmanın izleme sayısını azalttığı görülmektedir.

Yedinci görüşme: Bu görüşmede karenin dönme ve simetri hareketlerinin çeşitli kombinasyonlarından oluşan örnek animasyonlar izlettirildi (Şekil 103-107 ve 111'de bu animasyonlar görülebilir). Katılımcıların animasyon seyretme sayıları 1 ila 5 arasında değişmektedir. Animasyonların izlenme sayıları aşağıdaki tabloda (Tablo 6) gösterilmiştir.

Tablo 6. Katılımcıların Animasyonları İzleme Sayıları

	Sayı		
	K1	K2	K3
1. Animasyon	3	3	3
2. Animasyon	2	5	2
3. Animasyon	1	3	3

Tablo 6'da görüldüğü gibi; K1 ilk animasyonu 3 kere izlerken sonraki animasyonları izleme sayısı azalmıştır. İlk animasyonu 3 kere izlemesini, animasyonu her seyrettiğinde animasyonun farklı bir kısmını fark etmesiyle açıklamıştır. İlk animasyonu anladıktan sonra diğer animasyonları izleme sayısı azalmıştır.

K1: Bir neden burada değil diye, ikinci de fark ettim ilkinde hiç dikkatimi çekmedi, ikincisinde fark ettim, ondan sonra acaba dedim bire geçmek için yapılan işlemi de mi düşünmem lazım diye sordum. Onu üç kere izledim. İkiyi iki kere izledim. Üç tane hareket olduğunu söylediğiniz için tekrardan hani en sonda bir kere daha izledim, üçüncüyü de bir defa izledim.

K1 izleme yöntemi olarak; animasyonu bir bütün olarak seyredip, her seferde farklı bir kısmına odaklanarak son seyredişinde animasyonun farklı parçalarını birleştirmektedir.

A: *Peki, K2'ninki gibi durdura durdura mı yoksa?*

K1: Yok sürekli izledim ama hani ikinciler ya da buradaki iki ve üçüncüler bunu garanti etmek için. İkinci de hani birinciyi yakaladıysam ikinci izlemem de ikinci dönme ya da simetri hangisiyse veya ona odaklandım. İkisini yakaladıktan sonra bütün olarak bir daha izlemedim.

K2 animasyonları farklı sayılarda izlemiştir. İkinci animasyonu izlerken anlamadığını düşündüğü kısımları anlayabilmek için animasyonu durdurarak seyrettiğini belirtmiştir.

K2: Birinciyi 3 kere seyrettim. Fark etmemiz gereken bir şey mi var diye? İkincisinde de dönmeleri iki izlemede anladım. İki kere seyretmek yetti. Döndü şöyle oldu. Böyle oldu. Ama noktaları yakalayamadığım için hepsi için birer kere daha durdurup durdurup seyrettim. Toplam beş oldu.

A: Toplam beş.

K2: Ama durdurup durdurup özellikle seyrettim. Hepsi aklımda kalmaz diye. Üçüncüsünde de üç kere izledim. Ama bir tanesini hızlı geçtim.

K3'de animasyonları anlayıp anlamadığını kontrol amacıyla izleme sayısının arttığını ifade etmiştir.

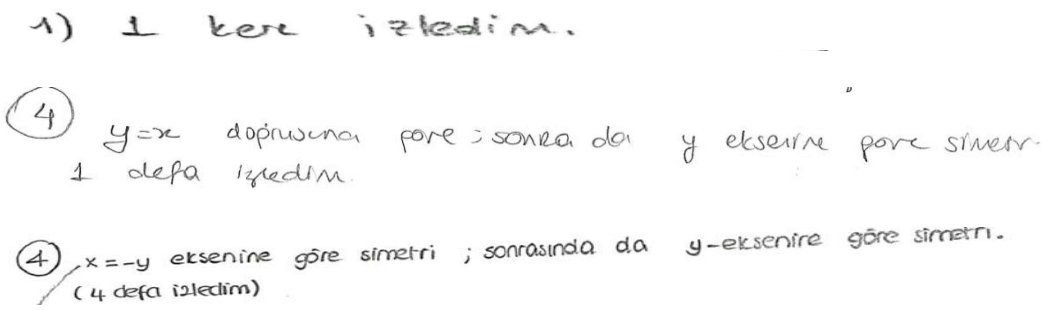
K3: Ben birincisini üç defa izledim. İlkinde biraz yakaladım olayı ikincisinde yazdım. Ama o sayılara takıldım. Bir iki üç dört. Ters gibi geldi. Ondan dolayı için üçüncüyü bir daha izledim. Sonra konuştuktan sonra ona takılmadım artık. İki bir bire benzediğinden dolayı iki kez izledim. Onda hiç sıkıntı olmadı. Dediğim gibi yani ilkinde olayı yakaladım ikinci kontrol oldu. Üçüncüsü diğer ikisine göre birazcık daha karmaşık gibi geldi. Onu üç kere izledim. İkincisinde olayı yakalamıştım ama kontrol amacıyla bir kez daha izledim yani üç oldu üçüncü.

Katılımcılar animasyonları iyi anlamak ve kontrol etmek amacıyla izleme sayılarını artırmışlardır.

Sekizinci görüşme: Bu görüşmede karenin dönme ve simetrilerinin çeşitli kombinasyonlarından oluşan örnek animasyonlar izlettirildi (Şekil 115-119 ve 123'de bu animasyonlar görülebilir).. Katılımcıların soru formlarında ve görüşme kayıtlarında belirttikleri animasyon izleme sayıları aşağıdaki tabloda (Tablo 7) gösterilmiştir. Ancak animasyonları izleme sayıları burada belirtilenden daha fazladır. Bu görüşmede katılımcılar odaklanma/yoğunlaşma sorunları yaşamışlardır. Bu sorun 4.2.2.6. Odaklanamama isimli bölümde ele alınmıştır. Yaşanan bu durumdan dolayı tam olarak izleme sayıları belirlenememiştir.

Tablo 7. Katılımcıların Animasyonları İzleme Sayıları

	Sayı		
	K1	K2	K3
4. Animasyon	1	1	4
5. Animasyon	2	Belirtilmemiş	2
7. Animasyon	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş



Şekil 66. Katılımcıların animasyonları izleme sayıları

Katılımcıların animasyonları daha iyi anlama ve izlediklerinden emin olma çabası, izleme sayısını zaman zaman artırmış olsa da animasyon izleme sayılarının çalışma sürecinde genel bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu azalmanın sebepleri araştırılmıştır. Katılımcılar; yapılan çalışmaya alışma süreci, kavram animasyon uyumu ve kavramı bilmenin izleme sayısını azalttığını düşünmektedirler. Katılımcıların görüşleri aşağıda sunulacaktır.

Katılımcılar; hareketli kavram görüntülerini zihne transfer etmek için gerekli olan izleme sayılarının ilk kez hareketli kavram görüntüleri ile ilgili animasyon seyretmeye başladıkları güne göre azaldığını belirtmişlerdir.

K1'in görüşleri: K1 kendinin algılamasına uygun olan ve kendi kavram imajı bilgisi ile uyumlu olan hareketli imajları daha az seyrettiğini ifade etmiştir.

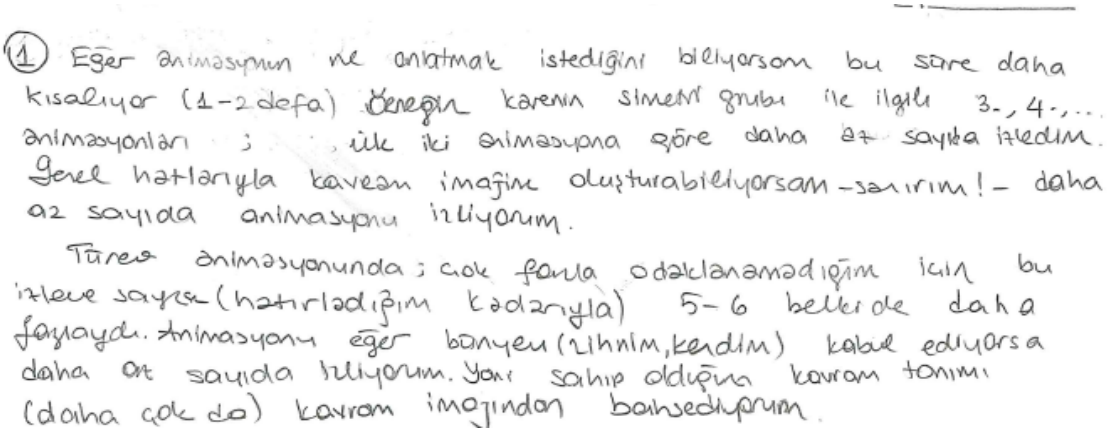
K1: Ben bunun yine konuya bağlı olduğunu düşünüyorum. Benim algılamamla alakalı olduğunu düşünüyorum. Yani benim yapıma, yapımdan kastettiğimde okulla olan bilgime ne kadar uyum sağladığıyla alakalı olduğunu düşünüyorum. Ama genelde 3 de falan yakalamıştım. Yanlış hatırlamıyorsam.

K1 animasyon seyretmeye alışmasının izleme sayısının azalmasında etkili dolduğunu belirtmiştir.

A: Peki yani bir değişim falan oldu mu seyrettikçe? Daha mı az seyretme gereği duydun daha mı çok seyretme gereği duydun?

K1: Yani biraz yatkınlığım olduğunu hissediyorum izledikçe hani ilk başta böyle zorlanıyordum yani düşünürken animasyonları. Ama sonrasında biraz daha sanki adapte oldukça diyelim mesela hani araba kullanmak gibi ya da bisiklet sürmek gibi falan tam olarak aslında o kadar da sert değil de, dediğim şey ama onun gibi olduğunu düşünüyorum.

K1 soru formunda (Şekil 67) ise animasyon ile kendinde var olan kavramın animasyon ile uyumlu olmasının izleme sayısının azalmasında etkili olduğunu ve 1-2 izlemede hareketli imajı oluşturabildiğini belirtmiştir. Animasyonu beyninin kabul etmesinin izleme sayısını azaltacağını ifade etmiştir.


(1) Eğer animasyonun ne anlatmak istediğini biliyorsam bu süre daha kısalıyor (1-2 defa) Örneğin karenin simetri grubu ile ilgili 3., 4., ... animasyonları ; ilk iki animasyona göre daha az sayıda izledim. Genel hatlarıyla kavram imajını oluşturabiliyorsam -sanırım!- daha az sayıda animasyonu izliyorum.

Türev animasyonunda ; çok fazla odaklanamadığım için bu izleme sayısı (hatırladığım kadarıyla) 5-6 belki de daha fazlaydı. Animasyonu eğer bünyem (zihnim, kendim) kabul ediyorsa daha az sayıda izliyorum. Yani sahip olduğum kavram tanımı (daha çok da) kavram imajından bahsediyorum.

Şekil 67. K1'in animasyonu izleme sayısı ile ilgili görüşleri

K2'nin görüşleri: K2 genel olarak 3 kere animasyonu seyretmenin hareketli imajı zihinde oluşturmak için yeterli olacağını düşünmektedir.

K2: Şimdi animasyondan animasyona fark eder diyeceğim. Ama genel bir cevap vermem gerekirse eğer üç defa izlediğimde animasyonu zihnimde tekrar canlandırabiliyorum.

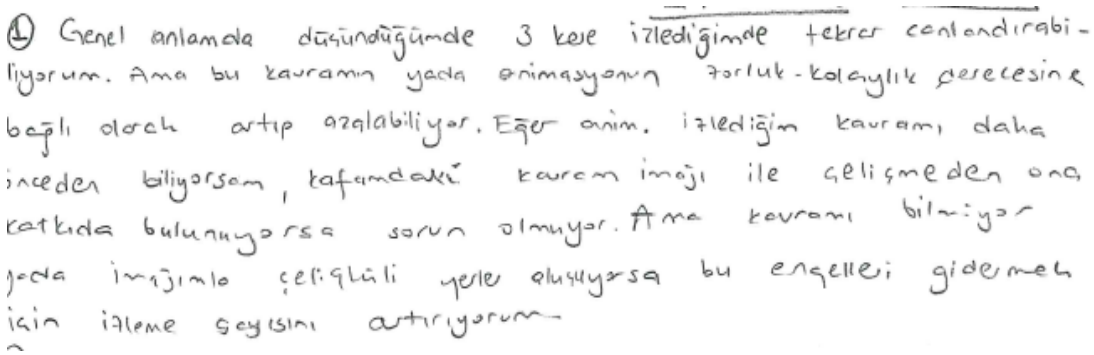
K2'nin aşağıdaki ifadelerinden görülebileceği gibi; kendinin ilk animasyon seyrettiğinde tecrübesiz olduğunu ve yabancılık hissettiğini bu durumunda animasyon izleme sayısını artırdığını ifade etmiştir. Sonrasında ise bu sayının 3 indiğini ifade etmiştir.

K2: İlk mesela …… hocanın odasında seyrettiğimiz o limit animasyonunu ben hatırlıyorum. Ondan sonra çok değişmeler oldu. Çünkü orda şeyde vardı. Hani o güne kadar

hareketli bir animasyonla matematiksel bir kavramı ya da matematiksel bir konuyu anlamaya çalışmadım yani öyle bir tecrübem olmadı. Hiç olmadı daha doğrusu. Belki izleyip geçmişimdir ama o niyetle bir animasyon izlememiştim. O yüzden biraz şeyde vardı böyle işte yabancılığı ilk defa bir animasyon seyrediyor olmanın matematiksel bir kavramla ilgili. O gün mesela çok seyretme ihtiyacı hissetmiştim, kendimiz seyretmiştik hatta baya seyretmiştim yani. Ama sonradan hani animasyonlarda bizim en son yaptığımız simetri grubunda falan üç kere falan genel anlamda yetiyordu.

Katılımcıya, izleme sayısının neden azaldığı sorulduğunda; ilk kez animasyon seyrettiği sıralarda aklına "*Ne yapacağız biz animasyon seyredeceğiz ama bu animasyonu seyrederken de biz aynı zaman da orda anlatılan kavramla ilişkili olduğunu düşüneceğiz"* gibi birçok soru takıldığını belirtmiştir. Ayrıca kendinin "*Limit animasyonda nasıl anlatılır bunu göreceğiz"* telaşına kapıldığını ifade etmektedir. K2, araştırma sürecinde "*Ama sonradan mesela farklı animasyonlarda toplamayı gösterdiniz simetri grubunu gösterdiniz"* ifadesi ile belirttiği gibi farklı animasyonlar seyrederek yabancılıktan kurtulduğunu ifade etmiştir. Yabancılıktan kurtulduktan sonra "*gösterilen animasyonu izleyip o animasyonda ne anlatılıyor ona odaklanmaya çalıştım sadece"* diyerek izleme sayısını azalttığını belirtmiştir.

K2 soru formunda (Şekil 68) verdiği cevapta ise kavramı bilme ve animasyon ile kavramın uyum sağlamasının izleme sayısını azalttığını belirtmiştir.


① Genel anlamda düşündüğümde 3 kere izlediğimde tekrar canlandırabiliyorum. Ama bu kavramın yada animasyonun zorluk-kolaylık derecesine bağlı olarak artıp azalabiliyor. Eğer anim. izlediğim kavramı daha önceden biliyorsam, kafamdaki kavram imajı ile çelişmeden ona katkıda bulunuyorsa sorun olmuyor. Ama kavramı bilmiyor yada imajımla çelişkili yerler oluşuyorsa bu engelleri gidermek için izleme sayısını artırıyorum.

Şekil 68. K2'nin animasyonu izleme sayısı ile ilgili görüşleri

K3'ün görüşleri: K3 araştırmanın ilk başladığı sıralarda her ayrıntıya önem verdiğini bu yüzden izleme sayısının çok olduğunu ifade etmiştir.

K3: Şimdi ilk başta izlediğimiz animasyonlarda şeye takılıyordum yani sanki aynısını görmeye çalışıyordum. Kendimi ona zorluyordum. Renkleri ile oradaki şekillerin rengi, fon rengi. Hepsini aynı anda transfer etmeye çalıştığım için böyle en az 4-5 kez izleme ihtiyacı

hissediyordum. Ama sonrasında özellikle bu karede falan artık tamamen fondan, renkten hiç onlara takılmayıp tamamen olaya odaklanmaya çalıştım.

K3, "*konuya da aşina isem"* diyerek konuyu bilmenin izleme sayısını azalttığını ifade etmiştir. Katılımcı aşağıdaki ifadesinde yine animasyonun ayrıntılarının kendini zorladığını belirtmektedir.

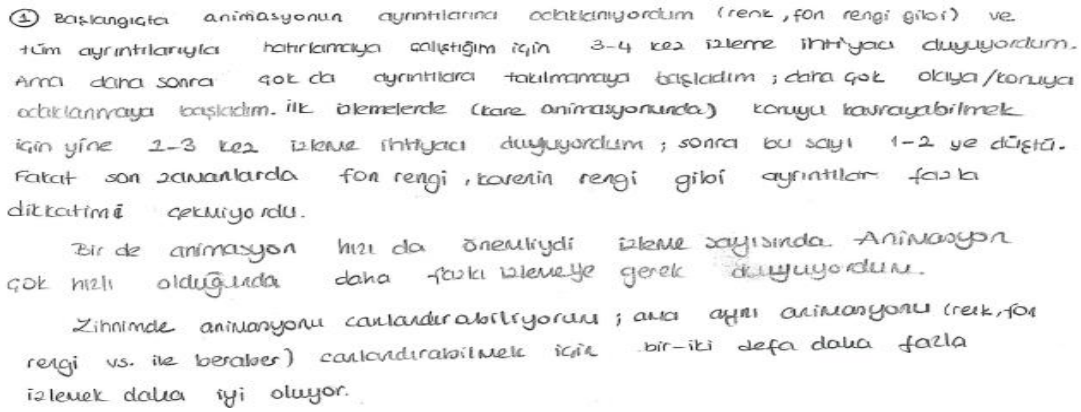
K3: Ama hani bunu bilinçli olarak değil kendimi böyle bir zorlama içine girmeden konuyu özümsemeye çalıştığım için aynısını tıpa tıp hani renkleri falan her şeyi aynı görmeye zorlamadığım için hani konuya da aşina isem eğer çok hani 2 kere de yetebiliyordu. 2-3 kerede.

K3 permütasyon örneği vererek konuyu daha önceden öğrenmediği durumda izleme sayısının arttığı fakat konuyu öğrenince ve animasyonlar alışınca kendine sistematik geliştirdiğini ve izleme sayısının sayının azaldığını belirtmiştir.

A: Peki, en çok zorlandığın hangisi oldu? Böyle bir şey düşünecek olursak.

K3: Mesela kare animasyonunu düşündüğümde mesela ilk başta hızlı gelmişti birazcık. Onu oturtmak da ilk izlediğim ilk hafta yaptıklarımızda biraz değişik gelmişti. Bir de hani permütasyon falan olarak görmemiştik ya grup permütasyon gruplar olarak o şekilde görmediğimiz için herhalde farklı bir şey falan diye izleyip ama geçmişteki bilgilerimle bağdaştırmaya çalışıyordum. Hani permütasyon olarak değil de dönen bir şey var işte bak 1 buraya 2 buraya geliyor şeklinde ama sonradan onda da bir sistematik geliştirince sıkıntı olmadı.

K3 soru formunda da (Şekil 69) yukardaki düşüncelerine benzer olarak; animasyon izlemeye başladığında her şeye çok dikkat ettiği için fazla seyrettiği ancak kavrama odaklandığında izleme sayısının azaldığını belirtmiştir. Süreç ilerledikçe animasyon izleme sayısını 1-2 olduğunu belirtmiştir.


① Başlangıçta animasyonun ayrıntılarına odaklanıyordum (renk, fon rengi gibi) ve tüm ayrıntılarıyla hatırlamaya çalıştığım için 3-4 kez izleme ihtiyacı duyuyordum. Ama daha sonra çok da ayrıntılara takılmamaya başladım; daha çok olaya/konuya odaklanmaya başladım. İlk izlemelerde (kare animasyonunda) konuyu kavrayabilmek için yine 2-3 kez izleme ihtiyacı duyuyordum; sonra bu sayı 1-2 ye düştü. Fakat son zamanlarda fon rengi, karenin rengi gibi ayrıntılar fazla dikkatimi çekmiyordu.

Bir de animasyon hızı da önemliydi izleme sayısında. Animasyon çok hızlı olduğunda daha fazla izlemeye gerek duyuyordum.

Zihnimde animasyonu canlandırabiliyorum; ama aynı animasyonu (renk, fon rengi vs. ile beraber) canlandırabilmek için bir-iki defa daha fazla izlemek daha iyi oluyor.

Şekil 69. K3'ün animasyonu izleme sayısı ile ilgili görüşleri

Katılımcıların araştırmanın başında (K1=5-6, K2=4-5, K3=4-5) olan izleme sayılarının, araştırmanın sonunda 1-3 arasında değiştiğini görmekteyiz. Katılımcıların, araştırmanın başında animasyon seyretmeye karşı kendilerinde bulunan yabancılıktan dolayı animasyonun tüm ayrıntıları görebilmek için animasyonları daha çok izledikleri ortaya çıkmıştır. Çalışmalar devam ettikçe belli bir alışkanlık kazanan ve yabancılıktan kurtulan katılımcıların, animasyonu seyrederken nelere dikkat etmeleri gerektiğini kavramaları sonucunda animasyonları izleme sayıları azalmıştır. Ayrıca kavrama ait ön bilginin olması ve kavram bilindiği durumda ise, kavram ile seyredilen animasyonun birbiri ile örtüşmesinin de animasyon izleme sayısının azalmasında önemli faktör olduğu düşünülmektedir. Zaman zaman katılımcıların animasyonu zihne transfer ettikleri halde emin olmak adına animasyonu daha fazla sayıda seyredebildikleri ortaya çıkmıştır.

Katılımcılar hareketli kavram görüntülerini zihne transfer etmek için genel olarak çalışmanın başında daha fazla olan animasyon seyretme sayılarının alışma süreci, kavram animasyon uyumu ve kavramı bilme ile azaldığını düşünmektedirler.

4.1.2.3.1. HKİ Oluşturma ve Animasyon İzleme Sayısı Arasındaki İlişki

Katılımcıların "izleme sayısının değişkenleri" alt kategorisine ilişkin görüşleri paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategori için kısa bir özet sunulacaktır.

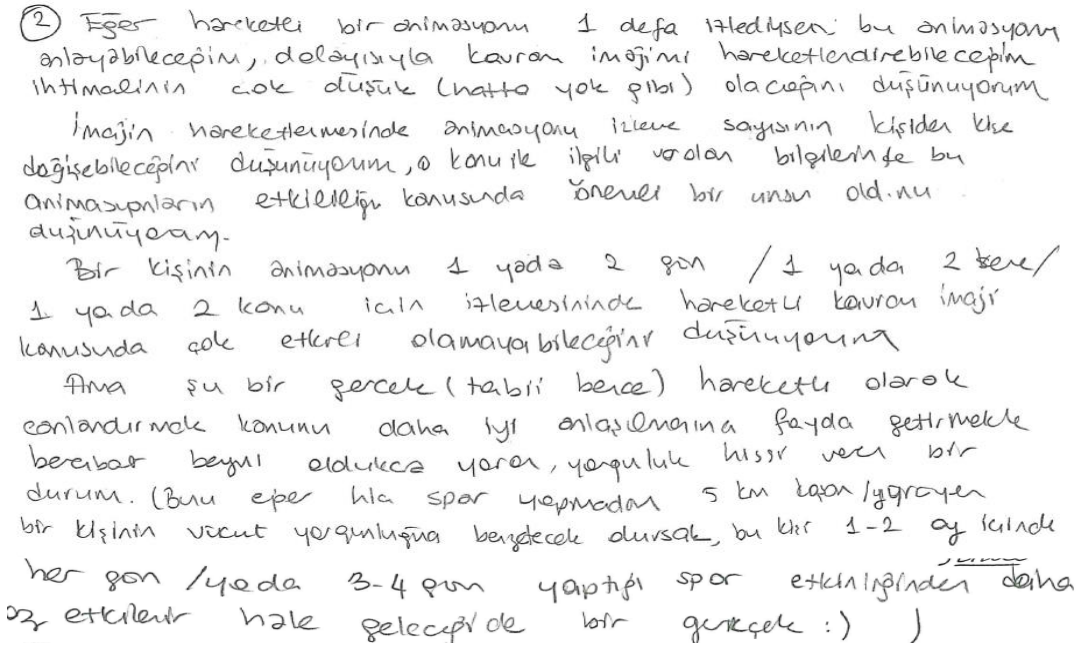
Bir önceki kısımda animasyon izleme sayıları ve bu sayıların süreçte değişimi incelenmiştir. Bu kısımda ise katılımcıların HKİ oluşma sürecinde animasyonları izleme sayılarına etki eden faktörler incelenecektir. Katılımcıların animasyon izleme sayılarına süreçte değişimi ile HKİ oluşturma sürecindeki animasyon izleme sayılarına etki eden faktörlerin benzer oldukları görülmüştür. Aşağıda katılımcıların görüşleri sunulacaktır.

K1'in görüşleri: K1, HKİ oluşma sürecindeki animasyon izleme sayısının az olabilmesi için; "*Sanki bir konuyla ilgili var olan bir bilgin varsa bir tanımın bir şeyin en azından bir alt yapın varsa"* ve *"bu animasyonu da o alt yapınla özdeşleştirebiliyorsan, tabi bu alt yapında doğruysa o zaman animasyonun izleme sayım çok düşük olur."* şeklinde iki şart belirtmiştir. Katılımcı, kavram bilgisine sahip olunması yanı sıra kavram animasyon uyumunun da gerekli olduğunu düşünmektedir. Animasyon seyretmeden önce kavrama ait bilgi olmamasının ise HKİ oluşturma sürecinde izleme sayısını artıracağını belirtmiştir.

K1: Hah konuyu bilmiyorsan kavram olarak bilmiyorsan, ya da kavramı bilsen bile hangi kavram eşleştiğini kuramıyorsan animasyonun o zaman ee işte çok fazla sayıda izlemek gerekebilir. Ama bu animasyonları izleme sayım arttıkça konuyla bağlantı kurabilir miyim ondan emin değilim. Anlatabildim mi demek istediğim şeyi?

A: Hıhı evet anladım.

K1 soru formunda (Şekil 70) hareketli kavram imajının oluşabilmesi için kısa süre ya da az sayıda izlemenin her kavram için yeterli olmayacağını, tıpkı spor yapar gibi uzun süreye yayılmasının (sürekliliğin) uygun olacağını ifade etmiştir.



Şekil 70. K1'in animasyonu izleme sayısı ve kavram imajı ile ilgili görüşleri

K2'nin görüşleri: K2'de K1 gibi kavram imajının hareketlenmesinde animasyonu izleme sayısının kişinin bilgi seviyesi ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Daha basit (ya da izleyenin yeterli bilgisi olduğu denilebilir) konularda bu sayı az iken, yeni öğrenilen ya da az bilgi sahibi olunan kavramlarda bu sayının artacağını ifade etmiştir.

K2: Şimdi bence bazı animasyonlarda yani o animasyonu seyreden kişinin konuyla ilgili bilgi seviyesine ya da yeterliliğine bağlı. O bahsettiğimiz mesela hani toplama animasyonunu veya daha basit bir kavramla ilgili olan bir animasyonu seyrederken bence çok da fazla izlemenin gereği yok gibi geliyor. Ama seyreden kişi o konu ya da kavramla ilgili yeni yeni şeyler öğreniyor veya yeterli seviyede bilgiye sahip değilse yani çok fazla tecrübe edinmemişse o kavramla ilgili izlenme

sayısının yani o hareketi sağlamak açısından önemli olduğunu düşünüyorum. Yani ne kadar çok izlenirse ilk aşamada o kadar önemli olduğuna inanıyorum.

K2 yukarıda söylediklerini karenin simetri grubu ve toplama animasyonları ile örneklendirmiştir. Karenin simetri grubu ile ilgili önceden bilgisi olmadığı için izleme sayısının daha çok olduğunu, toplama ile ilgili animasyonda ise daha az sayıda izlediğini belirtmiştir.

K2: İşte simetri grubunda oldu mesela yani ilk izlediğimizde hiçbir şey anlamamıştım. ..... O animasyonu seyrettikten sonra ve konunun ne olduğunu öğrendikten sonra konuyu anlamamda çok yardımcı oldu animasyonlar.

A: İzlenme süresi arttı mı peki bu sürede? Hani ilk baktın hiç bir anlam veremedin belki de…

K2: Hıhı evet arttı. Evet arttı. Yani anlamaya çalışırken anlamaya çalışırken izlenme sayısını soruyorsun di mi?

A: Hıhı

K2: İzlenme sayısı arttı. Tabi ki arttı hani bir toplama animasyonunu seyrederken mesela bir ayrıntılara dikkat etmedim iki hadi bilemediniz üç olsun hani animasyonun içine girdiğinizde hareketlenme falan her şeyini hesap edersek. Ama diğerinde beş on

A: Daha fazla.

K2: Evet oldu yani çok izlediğim.

K2 başka bir görüşme kaydında yine ilk kez öğrenilen kavramlarda izleme sayısının artacağını belirtmiştir.

A: Peki, oluşmasının değişmesinde ya da hareketlenmesinde hani bu hareketlendirmeyi falan sağlamayı yapması açısından?

K2: Hım evet. İşte önemli olduğunu düşünüyorum özellikle yani yeni bir konu oldursa.

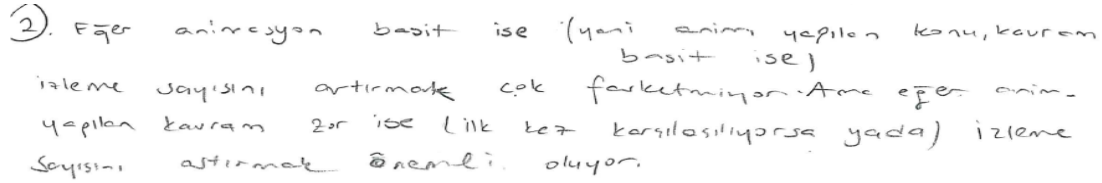
A: Yani kısaca özetlemek gerekirse benim anladığım şu. Eğer yeni bir konu olursa.

K2: Hıhı.

A: İzlenme sayısı biraz daha arttırıyor.

K2: Hareketi arttırmak açısından.

K2 soru formunda da (Şekil 71) animasyon izleme sayısının kavramı bilmeye göre (kolay/zor) değiştiğini ifade etmiştir.



Şekil 71. K2'nin animasyonu izleme sayısı ve kavram imajı ile ilgili görüşleri

K3'ün görüşleri: K3'de diğer katılımcılar gibi HKİ oluşturabilmek için konuyu bilip bilmemenin etkili olacağını düşünmektedir.

K3: Eğer hiç bilmediğim bir konuyla ilgili bir animasyon izlersem ve benim için orada o renkler ton aynı aktarmaya zorlarsam kendimi yine herhalde bir 5 kere falan izleme ihtiyacı hissederim. Ama konuya özümseme konuya odaklanırsam eğer konuyu anlamaya çalışırsam çok da zor bir şey değilse sanırım 2-3 kez yetecektir diye düşünüyorum.

Bu durumu bir örnekle açıklamıştır. Toplama animasyonunu basit olarak düşünmektedir.

K3: O toplam animasyonu daha basitti hani konu olarak orada verilen mesaj daha basitti. Onu daha net görebiliyorum mesela.

Ayrıca Karenin simetri grubu ile ilgili yapılan çalışmalar sırasında bu animasyonların uzun süre izlenmesinin, *"Herhalde çok fazla iç içe olunca o zaman hani rüyalarına bile girer oldu."* ifadesi ile belirttiği gibi kendisi üzerinde oldukça etkili olduğu görülmektedir.

K3: Kareler tamamen dönüyor yani hatta sizle sonra çalıştığımda söylemiştim ya 3 hafta falan karelerle ilgilendik hatta son hafta şey rica etmiştiniz her gün birkaç kez izleyelim. Bir 5 -10 dakikamızı ayırıp izleyelim. Hatta siz çaldırıyordunuz falan. O hafta herhalde çok haşir neşir olduğumdandır Perşembe günü yattıktan sonra gece birden irkilerek uyandığımı hatırlıyorum. Kareler dönüyordu böyle fırıl fırıl. Sonra öyle bir şey olmadı mesela. Herhalde çok fazla iç içe olunca o zaman hani rüyalarına bile girer oldu.

K3'ün aşağıdaki görüşme kayıtlarından görüldüğü gibi; katılımcı seyredilen animasyonun başka yerlerde kullanma zorunluluğu olduğu takdirde kalıcı olacağını düşünmektedir. Bu yüzden karenin simetri grubu ile yapılan çalışmaların kendisi üzerinde etkili olduğunu ve kalıcı olacağını ifade etmiştir.

K3: ……. Yani o animasyonda verilen konuyu başka alanlara uygulama zorunluluğum olduğunda, bir konu veriliyor. Onu ben karşıma çıkan bir probleme uyarlamaya çalıştığımda mesela veya aynı şeyi tekrar tekrar izlediğimde o zaman daha farklı olur yani. Hem özümseme

daha iyi oluyor gibi geliyor. ……Amacının ne olduğu. Hani konuyu mu anlamaya çalışıyorum. Yeni gördüğüm bir şeyse önce bir olay nedir? Hani ona odaklanıyorsun.

…….

A: Konuyu anlamaya odaklandığın zaman renkler veya şunlar bunlar gidiyor. Peki, bu kareleri döneceğim ben yine. Görmemiştin bunlarla ilgili böyle bir şey. Peki, sende kalıcı olacak mı? İleriki zamanlarda bu şekilde öğrendiğin bir şey. Ya da…

K3: Mesela karelerle 3 hafta haşır neşir olduk. Kalıcı olacağını hani net bir şey söyleyemem ama öyle olur, olur gibi geliyor.

A: Yani 3 hafta.

K3: Uygulamalar yaptık.

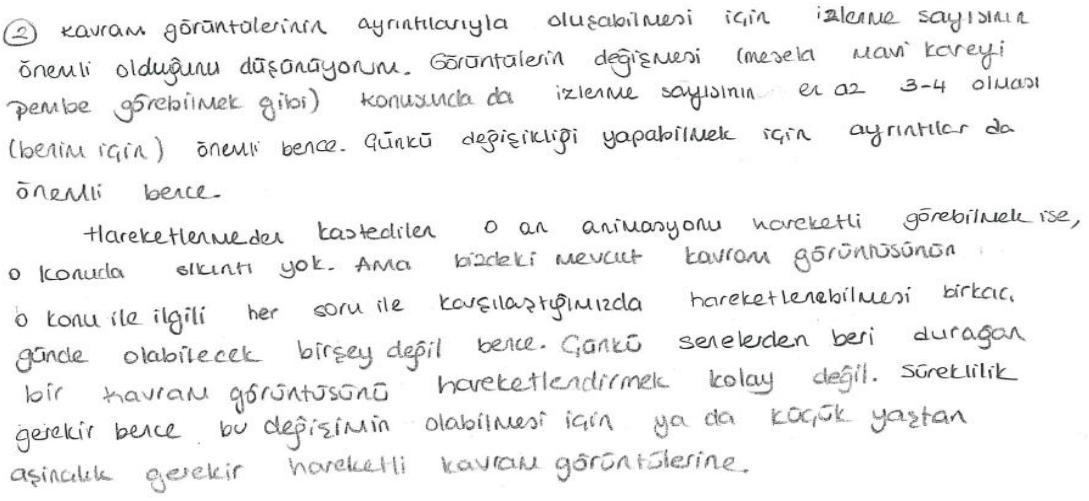
A: Şu anda aradan bir 2 ay falan geçti rahat.

K3: Geçti.

A: Akşam biraz baksan. Yani muhakkak hepimizde öyle olur. Bir şeyden uzak kalınca biraz bakma ihtiyacı…

K3: Biraz hatırlama ihtiyacı hissederim şu an. Ama iki izlemede veya birer kez x=, y=x eksenine göre dönünce birim nereye geliyor falan, bir de sistematik geliştirdiğim için sıkıntı olmayacağını, yani kalıcı olacağını inanıyorum.

K3 soru formunda da (Şekil 72) seyredilen animasyonlarda değişiklik yapabilmek için daha fazla seyredilmesi gerektiğini belirtirken var olan kavram imajlarının değiştirilebilmesi için sürecin önemli olduğunu belirtmiştir.


(2) kavram görüntülerinin ayrıntılarıyla oluşabilmesi için izleme sayısının önemli olduğunu düşünüyorum. Görüntülerin değişmesi (mesela mavi kareyi pembe görebilmek gibi) konusunda da izleme sayısının en az 3-4 olması (benim için) önemli bence. Çünkü değişikliği yapabilmek için ayrıntılar da önemli bence.

Hareketlenmeden kastedilen o an animasyonu hareketli görebilmek ise, o konuda sıkıntı yok. Ama bizdeki mevcut kavram görüntüsünün o konu ile ilgili her soru ile karşılaştığımızda hareketlenebilmesi birkaç günde olabilecek birşey değil bence. Çünkü senelerden beri durağan bir kavram görüntüsünü hareketlendirmek kolay değil. Süreklilik gerekir bence bu değişimin olabilmesi için ya da küçük yaştan aşinalık gerekir hareketli kavram görüntülerine.

Şekil 72. K3'ün animasyonu izleme sayısı ve kavram imajı ile ilgili görüşleri

Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi HKİ oluştururken izlenen animasyondaki kavram biliniyorsa ve kavram imajı ile izlenen animasyon arasında uyum varsa animasyon izleme sayısının daha az olacağı ortaya çıkmıştır. Ayrıca HKİ oluşturma sürecinde animasyonların kısa bir süre ya da az sayıda izlenmesi yerine daha uzun bir süreye yayılmasının ve daha çok seyredilmesinin önemli olduğunu belirtmişlerdir.

HKİ oluştururken animasyon izleme sayısı ile genel anlamda animasyon izleme sayılarının değişimi ile ilgili ortaya çıkan faktörlerin benzer olduğu görülmektedir. Katılımcıların kavramı bilmesi, kavram animasyon uyumu ve animasyon izlemeye alışık olması (süreç olarak da düşünülebilir) halinde izleme sayısının az olacağını düşündükleri ortaya çıkmıştır. Bunlar olmadığında ise izleme sayısının artacağı düşünülmektedir.

Tablo 8. Kavram İmajı ve Animasyon İzleme Sayısı Arasındaki İlişki

Animasyon izleme sayısının azalması	Animasyon izleme sayısının artması
Kavramın bilinmesi	Kavramı az bilme ya da bilmeme
Kavram imajı animasyon uyumu	Kavram imajı animasyon uyumsuzluğu
Animasyon izlemeye alışık olma	Animasyon izlemeye alışık olmama

4.1.2.3.2. Animasyonu İzleme Şekli

Katılımcıların, "izleme şekli" ve "animasyon türü" alt kategorilerine ilişkin görüşleri paylaşılıp sonrasında ise kısa bir özet sunulacaktır.

Katılımcılar animasyonları zihinlerine transfer ederken (oluştururken) animasyonun kendi tanımlamalarına göre basit ya da karmaşık (4.2.2.1. Kullanılan Animasyonun Karmaşıklığı kısmında daha geniş olarak değinilmiştir.) olması durumlarında farklı şekilde izleme eğilimindedirler.

4.2.2.1. Kullanılan Animasyonun Karmaşıklığı kısmında açıklandığı üzere katılımcılar için sürekli olan ve aynı andan birden fazla hareket (ya da olaylar dizisi) içermeyen animasyonlar basit olarak adlandırılmıştır. Katılımcılar, bu tür animasyonları zihne transfer ederken (oluştururken) sürekli (animasyonun bütününü ara vermeden) izlediklerini ifade etmişlerdir.

K1'in görüşleri: Yukarıda açıklanan durumu K1, karenin simetri grubunu örnek vererek açıklamıştır. "*eğer sadece bir hareket yaptırıyorsanız"* ifadesi ile yukarıda açıklanan basit animasyonu tanımlamakta, "*onun tamamını izlemek yeterli yani bir section olarak, süre vermeden."* ifadesi ise animasyonu sürekli izlediğini belirtmektedir.

K1: Hani ben o şeye dönebilir miyim genel konuşmak yerine dönme animasyonundan düşünebilir miyim?

A: Tabi tabi düşünün.

K1: Mesela orda eğer sadece bir hareket yaptırıyorsanız, onun tamamını izlemek yeterli yani bir section olarak, süre vermeden.

A: Evet anladım.

K2'nin görüşleri: K2, aşağıdaki görüşme kayıtlarında; basit animasyon olarak düşündüğü limit animasyonunu nasıl izlediğini anlatmıştır. Katılımcı, "*Limit mesela olsun orda parçalamaya kalkarsak. Mesela oradaki bütünlük bozulurdu."* ifadesi ile limit animasyonu sürekli olarak izleyeceğini belirtmektedir. Buna gerekçe olarak da "*Limitte hani o dikdörtgenin küçülmesini parçalamanın çok anlamı yok bence. Gibi geliyor."* ifadesi ile açıkladığı gibi animasyonun basit oluşunu göstermektedir.

A: Peki, bu, başka bir animasyonu da hiç parçalamadan izledin mi? Böyle durdurmadan veyahut ta.

K2: Şey karenin simetri grubunda mı?

A: Yok başka bir animasyon. Limit?

K2: Limit mesela olsun orda parçalamaya kalkarsak. Mesela oradaki bütünlük bozulurdu. Çünkü aslında şey olabilir. Animasyonda ne kadar fazla hareket olursa, ne kadar birbirinden bağımsız hareket diyelim hatta. Olursa o kadar çok parçalama ihtiyacı hissediyorum. Ama mesela animasyonda birbirine bağımlı ya da tek bir hareket olursa…(düşünür)

A: Süreklilik?

K2: Hah mesela süreklilik diyebiliriz. Ya da devamlılık. Ya ben limiti orda kessem, mesela işte o doğrunun belli bir hareketini izliyorum ya orda. Mesela yükselmesini izliyorum. İşte orda yukarı çıkmasını hani orda parçalamaya gerek yok. Onların hepsi birbirine bağımlı hareketler bir tek hareket gibi düşünüyorum yani.

A: Diğeriyle karıştırmış olmayasın.

K2: Ne dedim ben.

A: Doğrunun yukarı gitmesi deyince.

K2: Evet evet türevle karıştırdım. Ben yanlış söyledim. Limitte hani o dikdörtgenin küçülmesini parçalamanın çok anlamı yok bence. Gibi geliyor.

Katılımcılar aynı anda birden çok hareket içeren ve birbirinden bağımsız olarak gerçekleşen hareketleri içeren animasyonları karmaşık olarak adlandırmışlardır zihne transfer etmek için parçalayarak izleme eğilimindedirler. Katılımcılar; parçalayarak seyretmeyi animasyonun farklı hareket ya da olay içeren her bir bölümünü ayrı ayrı izlemek olarak düşünmektedirler. (Bu kısım açıklanırken araştırma kapsamında olmayan katılımcıların sadece izlediği bir animasyona ait görüşleri de kullanılacaktır.)

K1'in görüşleri: K1 animasyonlardan örnekler vererek sürekli ve parçalayarak izlemesi için gereken şartları açıklamıştır. K1 genel olarak, "*birkaç hareket varsa"* diye açıkladığı animasyonları "*Yani parçalara ayırmak beni çok rahatlattı animasyonun tamamını görmeye çalışırken adım adım."* şeklinde izlemektedir.

K1: Ama eğer ki birkaç hareket varsa o hareketi ben parçalara ayırarak animasyonun tamamını oluştururken çok daha faydalı olduğunu düşündüm ve o şekilde hareket ettim. Yani daha böyle mizacıma doğama daha doğrusu yani onu kendime adapte etmeye çok daha yardımcı olduğunu düşündüm ve o şekilde yaptım. Yani parçalara ayırmak beni çok rahatlattı animasyonun tamamını görmeye çalışırken adım adım.

K1 türev animasyonunu yukarıdaki açıkladığı izleme şeklinde izlemediğini, animasyonda bir süreklilik olduğunu belirtmektedir

A: Peki başka bir animasyon üzerinde düşünecek olursan tek bir tanesine bağlı kalmadan mesela türev animasyonu?

K1: Türev animasyonunda orda çok gerekli değil gibi sanki çünkü şey yani bir süreklilik var orda hani bir kiriş var o kiriş orda bir tanede teğet doğrusu var. O teğet doğrusuna yaklaşıyor. Hani burada bölmeyi gerektiren fazla bir şey yok gibi

K1 parçalayarak izlediği animasyona örnek olarak aikido ile ilgili animasyonu vermiştir. "*O aikido da izlediğimiz harekette hani kişinin mesela el odaklı olarak yaptığı bir hareket var bide aynı anda mesela vücudunu döndürerek hani ayağını döndürerek yaptığı bir hareket var."* örneği ile açıkladığı gibi; birçok farklı hareketi bir arada bulundurduğundan ve hareketlerin eş zamanlı gerçekleşmesinden dolayı bu animasyonu parçalayarak izlediğini anlatmıştır. Katılımcı her bir parça için tekrar animasyonu seyredeceğini *"Hani bunun gibi eş zamanlı olan hareketler varsa, onları belki iki parçada izleyebiliriz"* gibi bir ifade ile anlatmaktadır.

"*Animasyon ne kadar karmaşıksa o ölçüde parçalara ayırmak gerekiyor belki."* ifadesi de animasyon karmaşık olduğun zaman izleme sayısının artacağını düşündürtmektedir.

A: Ya da şöyle sorayım mesela yine bu animasyonu ele alalım türev animasyonu. Belli bir zaman durdurup, düşünüp sonra tekrar.

K1: Yoo onda gerek yok demek ki o animasyonun çeşidine göre değişiyor yani. Ama mesela şey geliyor aklıma hani bir şey izlemiştik ya aikido hareketleri, mesela orada da parçalamak kesinlikle gerekli. Anlatabildim mi? Ya da şöyle diyebiliriz. Animasyon ne kadar karmaşıksa o ölçüde parçalara ayırmak gerekiyor belki.

A: Sizce daha mı kolay transfer oluyor?

K1: Ben öyle olduğunu düşünüyorum. Çünkü mesela hani şey orda bir şey var. Başka bir şey düşünmeye çalışıyorum. O aikido da izlediğimiz harekette hani kişinin mesela el odaklı olarak yaptığı bir hareket var bide aynı anda mesela vücudunu döndürerek hani ayağını döndürerek yaptığı bir hareket var. Hani bunun gibi eş zamanlı olan hareketler varsa, onları belki iki parçada izleyebiliriz. Ya da hani türev animasyonunda aşağıda bir noktaları var ben çok takılmıştım mesela.

A: Evet evet noktalar hareket ediyordu.

K1: Hah hareket ediyor çok takılmıştım mesela ama o hâlbuki koordinatmış mesela hani o bağlantıyı kurmak adına mesela onu iki kere izleyebiliriz. Hani, sanki farklı yerde olan iki hareket gibi. Bunu da öyle düşünebiliriz yani.

K2'nin görüşleri: K2 animasyonda birbirini takip eden çok fazla hareketler olursa bu animasyonu parçalayarak izleyeceğini belirtmektedir. K2 bu durumu karenin simetri grubuna ilişkin bir örnekle açıklamıştır. "*Hani bir x ekseni etrafında dönüyor. Bir y=x ekseni etrafında dönüyor. Doksan derece dönüyor."* diyerek anlattığı animasyonu, "*değişik hareketler olunca ardı ardına onları parçalama ihtiyacı hissettim açıkçası"* ifadesi ile açıkladığı gibi parçalayarak izlemektedir.

K2: Mesela karenin simetri grubunda o dediğiniz oldu. Yani mesela özellikle ilk başta seyrederken hani öncelikle y=x ekseni etrafında dönüyordu. Mesela orda bir kapatıp. Olayı idrak edip sonra mesela x- ekseni etrafında döndürmek. Hani yaptım da onu daha çok işime yaradı. Yani niye öyle oldu. Belki animasyonun içinde fazla hareket olduğundan ötürü öyle oldu. Hani bir x ekseni etrafında dönüyor. Bir y=x ekseni etrafında dönüyor. Doksan derece dönüyor. Böyle değişik hareketler olunca ardı ardına onları parçalama ihtiyacı hissettim açıkçası ilk seyrederken. Yani o öyle yaptığım zaman daha iyi anladığımı hissettim. Daha iyi anladığımı düşünüyorum

K2, aikido da ise birbirinden bağımsız hareketleri olduğunu bu yüzden bu animasyonu parçalamak gerektiğini düşünmektedir.

A: Peki bu başka bir animasyonu da hiç parçalamadan seyredebilirdin değil mi? Böyle durdurmadan veyahut ta.

K2: Şey karenin simetri grubunda mı?

A: Yok başka bir animasyon. Mesela toplama.

K2: Toplama olmasın değiştirelim. Hani hep toplamaya takılıp kalmayalım.

A: Bir şey izlemiştik biz hani aikido ile ilgili.

K2: Haha orda mesela aynı söylediğim şey. Birbirinden bağımsız çok hareket var. Yani oradaki mesela her hareket işte bileğin kavranmasını karşıda ki adama ne bileyim. Uygun pozisyona getirilmesini kaldırmak için ya da uygun pozisyona getirmek için bunların hepsi bence birbirinden bağımsız hareket. Aslında ayrı ayrı düşünülmesi gerekiyor. O yüzden parçalamak. Orda da hissetmiştim.

K2, bütünü oluşturan birbirinden bağımsız hareketler olduğunda her birini ayrı ayrı izlemek gerektiğini düşünmektedir.

A: Bütünü oluşturan çok hareket varsa

K2: Evet. Bütünü oluşturan birçok bağımsız hareket varsa.

A: Özellikle bağımsız.

K2: Evet, bağımsız diyorum özellikle çünkü bence onların hepsi birbirinden bağımsız yani şöyle diyeyim bağımsız derken ben o hareketlerin hepsini alsam hepsi ayrı ayrı birer animasyon olur bence. Öyle diyeyim yani.

A: Evet.

K2 yukarıdaki ifadesini yine aikido animasyonunu örnek vererek açıklamıştır. Birbirinden bağımsız olarak gerçekleşen her bir hareketi "*Yani bir bileğini kavrarken seyrederdim bir de sol ayağını arkaya alırken seyrederdim."* ifadesi ile örneklediği gibi her seyrettiğinde farklı bir kısmına odaklanarak seyredeceğini belirtmektedir.

K2: Çünkü yani aikidoyu düşünerek söylüyorum. Çünkü bileğini kavrarken aynı zamanda sol ayağını geri alıyorsa bu işte yine birbirinde bağımsız hareket olduğu için ben yine ikisini aynı düşünürdüm. Yani bir bileğini kavrarken seyrederdim bir de sol ayağını arkaya alırken seyrederdim. Aynı zamanda bileğini de yapıyor diye. Yani o yüzden yine parçalardım gibi geliyor yani

A: Bu sefer bir zaman diliminde iki ayrı hareketi izlemiş olacaksın.

K2: Olsun. Benim için fak etmezdi. Yani şey mi oldu. Ee hani bir hareket değil de birden fazla hareket aynı…

A: Aynı zaman diliminde gerçekleşiyor. Peki, bunu parçalar mıydın yoksa ikisini aynı anda birlikte mi izleyecektin.

K2: Yok. İkisini aynı anda seyrederdim ama yani kavram olarak ikisi kafamda bir olurdu.

A: Önce bir kendisine odaklanırdın. Ne oldu ne yaptı. Sonrada diğerine.

K2: Evet. Yani şöyle diyeyim ilk kıvırırken sol ayağını arka tarafa atıyor olabilir. Ama ben önce elini nasıl kıvırdığına bakardım sonra durdururdum mesela. Sonra işte ayağını arkaya nasıl attığına bakardım. Belki bir de sonra ikisine birlikte yaptığına yani.

K2 animasyon ne kadar karmaşık ise, o kadar parçalanarak izlenebileceğini düşünmektedir. Buradan animasyonun karmaşıklığı ölçüsünde daha fazla sayıda izleneceğini düşünebiliriz.

A: O zaman animasyonun karmaşıklığı.

K2: Evet animasyon ne kadar karmaşıksa ne kadar fazla hareket varsa aynı anda ya da aynı süre zarfında o kadar çok parçalanabilir bence.

K3'ün görüşleri: K3'de karmaşık animasyonları parçalayarak izleyeceğini diğer katılımcılar gibi aikido animasyonu ile anlatmaktadır. Katılımcı bu animasyonu zor olarak nitelendirmektedir. Katılımcının , *"Bir el hareketini öğreneyim sonrasında tekrar tekrar izleyip elini böyle yapıyor, elini tamamen oturttuktan sonra bu sırada ayak ne yapıyor"* ifadesinde görüldüğü gibi, animasyondaki hareketleri tek tek öğrenmek düşüncesindedir. Katılımcı bu durumu "*Defalarca defalarca izlemek isterdim"* diye açıklamaktadır.

……

K3: Çok zor bir animasyondu.

A: Çok zordu. Peki, orada nasıl bir yol izlerdin. Öğrenmek için. Öyle bir şeyi öğrenmek zorunda kalsaydın o şekilde

K3: Anladım. Herhalde onun hızını yavaşlatıp ve durdura durdura izlemek isterdim sanırım. Ya ne yapıyor şu an elini ne yapıyor. Defalarca defalarca izlemek isterdim. Ama yapabilir misin? Diye sorarsan yapamazdım gibi geliyor. Ya ne kadar izlersem izleyeyim uygulama gerektirdiği zaman daha farklı.

A: Anladım. Yani şöyle söyleyeceğim. Orada işte mesela aynı anda işte birkaç hareket birden gerçekleşiyordu hani hatırlarsan.

K3: Evet

A: Diyelim ki bir 5 saniyelik süreçte eli bir yerde, ayağı bir yerde, kolu bir yerde falan. Bir şeyler yapıyordu. Bunu nasıl izleyecektin peki, hani sürekli dedin ya durdura durdura durdura. Ama nesine bakarak

K3: Yine hani belli bir noktaya odaklanmazsam işte o da karışır. Yani el hareketini öğrenirdim önce, ayakla çok ilgilenmezdim herhalde. Orada sanki parçaya bakardım gibi geliyor. Bir el hareketini öğreneyim sonrasında tekrar tekrar izleyip elini böyle yapıyor, elini tamamen oturttuktan sonra bu sırada ayak ne yapıyor. Öyle mi izlerdim. Herhalde öyle yapardım hocam.

Basit (sürekli olan ve aynı andan birden fazla hareket ya da olaylar dizisi içermeyen animasyonlar) diye adlandırılan animasyonlar sürekli ara vermeden izlenmektedir. Karmaşık (anda birden çok hareket içeren ve birbirinden bağımsız olarak gerçekleşen hareketleri içeren animasyonlar) diye adlandırılan animasyonlarda ise aynı anda gerçekleşen hareketler farklı farklı izlenip hepsi zihne transfer edildikten sonra bu parçaları birleştirilerek zihinlerinde bütünleştirilmektedirler. Ayrıca karmaşık animasyonlarda animasyondaki her bir hareket için animasyon tekrar izleneceği için bu tür animasyonlarda izleme sayısının daha çok olacağı ortaya çıkmaktadır.

Tablo 9. Animasyonları Transfer Ederken İzleme Şekli ile Animasyon Türü Arasındaki İlişki

İzleme yolu	Animasyonun türü
Sürekli	Basit
Parçalayarak	Karmaşık

4.1.2.4. Kodlama

Bu kısımda, katılımcıların kodlamaya ilişkin görüşleri paylaşılacaktır. Bu kısımda eksensel kodlama yapılamadığı için katılımcı görüşleri görüşme sırasına göre sunulacak ve sonuçta kısa bir özet paylaşılacaktır.

Birinci genel görüşmede katılımcılara animasyonları zihne transfer ederken (oluştururken) nasıl bir yol izledikleri sorulmuştur. Ancak katılımcıların bu konuda kendilerinin tam olarak nasıl bir yol izlediklerini fark etmedikleri gözlenmiştir.

K1'in görüşleri: K1 öncelikle izleme şeklini ifade etmiştir.

K1: İşte şey hani parçalara ayırarak izlemek ya da parça parça düşünerek beyne aktarmaya çalışmak çok faydalıydı yani strateji olarak böyle bir şey diyebilirim, çok anlamlandırabildiğim bir şeyde değil yani.

Sonra odaklandığını ve animasyonun hangi konuya ait olduğunu belirlemeye çalıştığını belirtmiştir. Kendi ifadesi ile "*kodlamaya çalışıyorum"* diyerek gördüklerinden yola çıkarak konuyu belirlediğini ifade etmiştir.

K1: Hani izliyorum izlerken ama odaklanıyorum. Yani ben bunu nasıl düşünebilirim. Karşımda görüntü yokken bu ekran yokken ben bunu nasıl canlandırabilirim. Şimdi böyle bir soru sorunca da önce şeye bakıyorum ne oluyor mesela işte paralel doğruların üzerinde yeni bir paralel doğru belirip aşağıya doğru iniyor diyorum mesela hani sanki kodlamaya çalışıyorum o animasyonu. Yani izlerken onun mantığını çözmeye çalışarak kodlamaya çalışıyorum yani ne oluyor burada.

Animasyonda gördüğü her bir hareketi düşünerek hangi kavrama ait olduğunu, "*neden sonuç ilişkisine"* dayanarak bulduğunu belirtmiştir. Katılımcı neden sonuç ilişkilerini kendi için kodlama olarak düşünmektedir. K1, bunu süreçte seyrettiği animasyonları örnek vererek açıklamıştır.

A: Nasıl bir kod bu?

K1: Nasıl bir kod hımmm mesela şey hani bakıyorum bir doğru var diyorum. Daha önce paralel doğrularda hani sağa bakan açılarla sola bakan açıların birbirine eşit olduğunu düşünmeye çalışmıştık ya öyle bir etkinlik vardı. Doğrunun bir tanesi birden bire iki doğru oluyordu. Niye bu iki doğru oldu sonra o iki doğru yavaş yavaş ötelenerek tam o kırılma noktasında kayıyordu. Bu neden böyle bir şey olabilir diyorum mesela hani evet diyorum yani burada iç ters açıları oluşturacak ya da yöndeş açıları oluşturacak. Hani sanki neden sonuç ilişkisine yakın bir kodlama gibi. Neden bu hareket yapılıyor yani. Mesela bunu şeyde yapamamıştım. Hani bir tane top on parçaya ayrılıyordu ya onu mesela neden böyle bir şey var ben bunu neden yapıyorum, neden böyle bir şey olmuş sanki animasyonun hikâyesini ortaya çıkarmaya çalışıyorum. Ne anlatıyor bana hikâyesi ne? İşte başlangıçta giriş kısmıyla gelişme kısmıyla sonuç kısmıyla diye bakıyoruz ya bir şey okuyunca bir hikâyeyi yani.

A: Hıhı

K1: Birine anlatma istediğimizde onun nasıl olduğuna bakmak isteriz. Sanki onun gibi.

A: Hani kendi zihninde bazı tasvirler mi yapıyorsun onunla ilgili.

K1: Tasvir ya da ne diyeyim. Kodlama çok güzel uyuyor yani demek istediğim şeye yani hani kodlamada da yaparız ya bir şey hani mesela ne yaparız bir şeyi kodlarken. Bir şeyi mesela kodlamak istediğimizde, ben mesela ben şey gibi düşünüyorum kodlamayı bana hatırlatıcı bir cümle. Mesela işte akşam bir öğrenciye kitap getirmem gerekiyor. Hani mesela şey yapıyorum anımsatmayı açıyorum kitap yazıyorum. Belli bir saatte çalıyor ve ben onu okuyunca o kitabın o öğrenciye vermem gerektiğini hatırlıyorum. Hani çok genel bir ifade olmuyor benim için kitap.

K1: Anlatabildim mi hani burada da mesela diyorum ki o paralel doğru oraya gidiyor neden gidiyor.

A: Şundan dolayı gidiyor.

K1: Şundan dolayı gidiyor. Evet, yani oraya gitmesi yeterli oluyor çükü ben onun oraya gittiği zaman onun ne anlam ifade ettiğini biliyorum.

K2'nin görüşleri: K2 animasyonu ilk izlediğinde geneline baktığını sonrasında ise her izlemesinde animasyona ilişkin farklı bir şeye dikkat ederek animasyonun anlattığı kavramı anlamaya çalıştığını ifade etmiştir.

K2: Şimdi ilk önce ne oluyor diye bakıyorum. Yani bir filme bakar gibi bakıyorum. Olaya bakıyorum ne olup bitiyor diye. İkincisinden burada hani yani animasyonun içindeki objeleri birbiriyle ilgili bağlantılarına bakıyorum. Aralarında nasıl bir ilişki var. Yani mesela ne olabilir? Oradaki limitteki o kareyle hani o kare küçülürken oradaki alan altta x- eksenindeki değer ya da y-ekseninde ki değer nasıl değişiyor ona bakıyorum. Üçüncüde bunların hepsine çok daha dikkatli bakmaya çalışıyorum. Burada şimdi zihne transfer bu benim şimdi animasyonu anlamak için yaptığım transfer yani hani ne olup bitiyor bunu anlamak için. Aslında zihne transfer etmeye başlarken ki ilk adımım ilk aşamam.

Bazı animasyonlarda ise animasyonun içerisine girmeyi denediğini belirtmektedir.

K2: Animasyonu anladıktan sonra animasyonuna da göre içine girilip girilemeyeceğini düşünüyorum. Yani kendimi o hareketin orada olup biten şeyin içinde olmayı düşünmeye çalışıyorum. Hani içinde olabilir miyim içine girebilir miyim diye. Bazen yapıyorum bazen yapamıyorum. Mesela karenin simetri grubunda çok fazla yapamamıştım. Daha doğrusu o aklıma gelmemişti. Bu da var. Ama limitte olsun şeyde olsun, toplamada olsun onları da düşünmüştüm. Yani zihne transfer ederken bunları yapıyorum.

K3'ün görüşleri: K3 ilk izlemede konuyu belirlediğini, sonrasında detayları belirlediğini ifade etmiştir.

K3: Mesela toplama animasyonunda ilk izlediğimde burada toplama yapılıyor ilk birkaç kez izlediğimde tamamen orada ne anlatılmak isteniyor, bana ne veriyor bu animasyon. Ona

odaklanıyorum ilk izlediğimde. Sonra konuyu özümsedikten sonra eğer tıpkı aynısını görecem diyorsam bu sefer renkleri topun rengini işte halının rengini bunlara mesela odaklanmaya çalıştım. Sonrasında da aynısını görmeye çalıştım.

Sonrasında ise "*4-5 kere izleyince"* animasyonun aynısını gördüğünü ifade etmiştir.

A: Bu aynısını görmeyi nasıl yapıyoruz?

K3: Gözümü kapattığım zaman yani ön tarafa geliyor yani. Defalarca izleyince böyle 4-5 kere izleyince sanki bilgisayarın ekranı gözümü kapattığımda gözlüğüm oluyor yani. Hatta beynimin içine yani daha da içeride şey oluyor ve görüyorum. Yani siluet gibi böyle renkli bir şey yani.

A: O zaman beynimizin içinde bir ekran var.

K3: Sanki evet öyle gibi. Hani bazen mesela gözümüzü böyle gözümün önünde sinek uçuşur gibi olur falan böyle bazen. Öyle bir şey beynimin içinde görüyorum yani nasıl anlatayım.

Katılımcıların daha çok belli bir kavramı düşünerek o anki durumlarını açıkladıkları belirlenmiştir. Nasıl bir yol izlediklerini tam olarak ifade edememektedirler. Nasıl bir strateji izlediklerini belirlemek amacı ile bu durumu düşünmeleri istenmiştir.

İkinci genel görüşme: Bu görüşmede katılımcılardan bu konudaki fikirleri tekrar istenmiştir.

K1'in görüşleri: K1'in aşağıdaki görüşme kayıtlarında da görüldüğü gibi; öncelikle "*Ne oluyor."* sorusuyla animasyon izlemeye başladığını ve animasyonda gördükleri ile ilgili "*Yani animasyona baktığım an ben bununla ilgili ne biliyorum."* sorusunu sorduğu görülmektedir. Böylelikle izlediği animasyonun hangi konuya ait olduğunu belirlemektedir. Konuyu belirleme esnasında önceki bilgileri ile gördüklerini karşılaştırdığını belirtmiştir.

A: Neler yapıyorsun? Yani en azından yaptığın şeyleri anlat. Bir animasyona baktığımda şöyle oluyor. Sonra şöyle yapıyorum.

K1: Haa anladım. Ya önce bir animasyonu anlamaya çalışıyorum. Ne oluyor. Hani orda ne oluyor hani onu bir anlamaya çalışıyorum. İşte şey eksen varsa eksenler üzerindeki noktalara bakıyorum. Ne yapıyor? Eğriyse işte bir fonksiyon grafiğiyse bu grafik ne yapıyor? Mesela şu üçgeni falan düşündüğüm zaman. Üçgen var. Tamam. Bir kare var. Tamam. Burada sayılar var. Hani birazda şey oluyor olabilir. Yani animasyona baktığım an ben bununla ilgili ne biliyorum. Birim çemberle bir grafik yan yana ya da bir çemberle analitik bir çemberle grafik yan yana geldiği zaman neyi düşünmeliyim ben? Trigonometri olabilir diyorum mesela.

A: Hıhı.

K1: Hani izlerken sanki bu benim hangi matematik bilgimle ilgili diye bir bakıyorum sanki. Eğer bulabildiysem çok rahat izliyorum animasyonu.

K1 konuyu belirledikten sonra odaklandığını belirtmiştir.

K1: Bir de şey hani konsantre oluyorum.

A: Konsantre olmalıyım diyorsun.

K1: Evet. Yani şuradayım ama bir noktaya biraz önce de oldu mesela limit animasyonunu hatırla dediğinizde ben yaptım yani onu mesela bir noktaya odaklandım ve onu hatırlamaya çalıştım. Kendimi bir şekilde zorladım hani sanki böyle bir animasyonu hatırlamaya çalışırken sanırım hani bir şekilde özel bir ilgi göstermek gerekiyor. Ve bu özel ilgiyi animasyonu hani beyne aktarmak mı diyeceğiz ona? Öğrenmeye çalışmak mı diyelim ne diyelim?

K1 odaklanmayı "*özel bir ilgi"* olarak ifade etmektedir. Bu özel ilgi sonucunda "*Yani ben bunu nasıl canlandırabilirim kafamda ben bunları kafamda canlandırmak için neleri hatırlamalıyım neleri çok iyi burada kavramam lazım. Baktığım zaman ilk olarak şeyi hatırlamam gerekiyor benim. Daha önce matematik bilgimle bir yerde örtüşüyor mu?"* gibi sorulara cevap bulabildiğini belirtmektedir. Bunların çok kısa bir sürede gerçekleştiğini belirtmektedir.

K1: Bunu görmem lazım. Onu gördükten sonra, tabi bu çok kısa bir sürede oluyor sanırım. İlk animasyona baktığımda ikinci üçüncü saniyede bunu hatırlamam lazım ki daha sonra bir yerle ilişkilendirmem lazım ki o animasyonun devamını…

A: Anlayabilesin.

K1 sonrasında animasyonun kritik noktalarını (temel taşlarını) belirlediğini ifade etmiştir. Bunu nasıl yaptığını limit animasyonu ile örneklendirmiştir.

K1: Anlayabileceğim ve aktarmak için uğraşabileyim. Onu izledikten sonrada hani yine bu şeyde de vardır ya. Mesela kritik noktaları belirleriz işte. Buradan buradan buradan geçer deriz ve çizeriz. Mesela hani şeyde de yapıyoruz onu sinüs fonksiyonu çizerken de bilindik açıları çiziyoruz haa demek ki şöyle bir şey yani silüetini görüyoruz

A: Yaklaşık.

K1: Haa ben diyorum ki işte burada ben neyi bilmeliyim mesela limiti düşünüyorum limit animasyonunu ben neyi bilmeliyim? Limitte hani x te bir sayı etrafında toplanma var. Neydi bir buçuk muydu üç buçuk muydu? Neydi o sayıyı hatırlamıyorum. Bir sayı etrafında toplanma var. Y de de bir sayı etrafında toplanma var. Ama bunu da yani bu çubuklar doğru parçaları yardımıyla yapıyordu. Ve orda da gitmem gereken ulaşmam gereken bir nokta var diyorum. Öyle.

K1 tüm düşüncelerini genel olarak konuyu belirleme, odaklanma, önemli kısımları belirleme olarak belirtmiştir.

A: Yani ben anladığım kadarıyla

K1: Yani temel taşlarını belirliyorum ben.

A: Anladım. Yani animasyona bakıyorsun önce hangi konuyla ilişkili olduğunu düşünüyorsun.

K1: Düşünüyorum.

A: Bu arada animasyona iyice odaklanıyorsun.

K1: Odaklanıyorum kesinlikle. Yani şey hani durup animasyona bakıyorum hani ne varsa ondan kendimi bir şekilde ayırıp. Anlatabildim mi?

A: Hıhı. Yani sadece o konu.

K1: Hıhı. Sadece o konu

A: Ondan sonrada animasyonun kritik noktaları dediğin önemli noktalarına.

K1: Evet, önemli kısımlarını.

A: Önemli kısımlarına dikkat ediyorsun.

K1 en son olarak da animasyondaki hareketin amacını belirledikten sonra hareketlendirdiğini ifade etmiştir.

K1: Hani ben nelerine odaklanırsam ben bunu canlandırabilirim kafamda. Ha oda konuşmanın başında dediğim gibi hareket. Hareket nereye gidiyor bu hareketin amacı ne? Hareket ne olacak sonunda? Mesela hani şey hani türeve bakacak olursak hareket ne oluyor? Kesenin hani o eksenin limit noktası hani şey f(x0,y0) sarıyı at (tanımı söylüyor) yada her neyse tam tersi olacak şekilde hani bir şey var bir hareket var orada.

A: Onu anlamaya çalışıyorsun.

K1: Onu anlamaya çalışıyorum.

K2'nin görüşleri: K2 animasyonu zihne transfer ederken odaklanmanın önemli olduğun belirtmiştir.

A: Peki, zihne transfer ederken konsantrasyonun önemi var mı?

K2: Var kesinlikle. Konsantre olmazsam edemem zaten. Yani dediğim gibi bilmediğim şeyler de daha çok konsantre olmam gerekiyor. Yani hani anlamlandıramadığım animasyonu

oradan bile belli aslında konsantrasyonun çok önemli olduğu daha çok çünkü yoğunlaşmam gerekiyor.

K2 animasyonun hangi konuya ait olduğunu belirlemektedir.

A: ……Adı nedir gibi bir şey düşünüyor musun?

K2: Tabi tabi onu düşünüyorum yani ilk seyrettim mesela siz hani üç kere seyrettiriyorsunuz ya. Bir kere seyrettirip kapatsanız ben onu şey yapamam ne ki bu ya falan olurum yani düşünemem dahi.

K2 animasyonun her bir parçasını ayrı ayrı düşündüğünü ifade etmektedir. Bu düşüncesini görüşme sırasında izlediği animasyon ile "*Mesela bu animasyon için konuşursam, bu işte parabol olması hiperbol olması elips olması çember olması ayrı ayrı sanki parçalı şekildeymiş gibi onları sonra bir bütün halde hayal ediyorum yani parçalayıp birleştiriyorum gibi düşünmüştüm."* şeklinde açıklamaktadır.

A: Evet. Şimdi en son görüşmemizde. Şey konuşmuştuk. Bu animasyonu zihnimize nasıl transfer ettiğimizi hani bir sistematiği var mı? Bir süreç varsa nasıl gelişiyor, Onu düşünmeni istemiştim.

K2: Evet

A: Bunu düşünmene fırsatın oldu mu bilmiyorum.

K2: Oldu. Yani görüşmeden sonra düşünmüştüm yakın zamanda düşünmedim de hani mesela sizle görüştükten sonra. Hani bir sistematik ben bunu zihnime nasıl atıyorum. O zamanda benzer bir söylemiştim. Yine farklı bir şey çıkaramadım ben hani parçalıyorum önce hani parçalıyorum derken. Nasıl diyeyim bunun için konuşayım. Mesela bu animasyon için konuşursam, bu işte parabol olması hiperbol olması elips olması çember olması ayrı ayrı sanki parçalı şekildeymiş gibi onları sonra bir bütün halde hayal ediyorum yani parçalayıp birleştiriyorum gibi düşünmüştüm.

K2 animasyonu parça parça zihnine aktardığını, bu süreç sonunda bütün bir animasyon elde ettiğini belirtmektedir.

A: İlk bakışta parçalamaya mı çalışıyorsunuz yoksa.

K2: Yok ilk bakışta bu ne ki diye bakıyorum. Ama üç kere seyrettikten sonra zihnimde canlandırmamı istediğiniz zaman onları parça parça bütünleştiriyorum kafamda.

A: Parça parça bütünleştiriyorsunuz.

K2: Evet.

A: Animasyonu hiç parçalamadan da aklında tutabiliyor musun? Yani öyle bir de.

K2: Yani zaten transfer ederken öyle yapıyorum. Hani parçaları bütünleştiriyorum. Yoksa bende parça parça değil yani hayal ederken.

A: Yani.

K2: Yani onları atarken parçaları birleştiriyorum yani sistematik sormuştunuz ya siz. Ben sadece sistematik olarak bunu yaptığımı düşünüyorum. Ama mesela bu animasyon benim kafamda parçalı değil. O hareket devamlı bütün halde devam ediyor. Animasyon bitene kadar.

A: Ama sen bunu alırken diyorsun.

K2: Alırken.

A: Parçalar halinde alıyorum.

K2: Evet evet.

A: Daha sonra.

K2: Birleştiriyorum.

K3'ün görüşleri: K3, animasyon izlerken önce odaklandığını sonrasında ise animasyonun hangi konuya ait olduğunu belirlediğini ifade etmiştir.

A: Animasyonu zihnine nasıl transfer ettiğini düşünecektin.

K3: Evet. Bunu gerçekten ara ara düşünmeye çalıştım. Ama hala net bir cevap veremiyorum. …… Şimdi biz de animasyonu izlerken belki önce hareketsiz olarak olaylara odaklanıyoruz. Önce işte ne anlatmak istediğini ilk izlediğimde belki anlıyoruz. Ondan sonra ikincisinde bunu şimdi mesela yapmadım ben ama x ekseni üzerinde nasıl bir değişiklik oluyor. Mesela koordinat eksenini şey yaparak birazcık daha ayrıntılara odaklanıyorsunuz. Onları beyinde bir yerlere alıyorsunuz. Hareketsiz bir şekilde belki. Sonra onları hani çizgi film kareleri gibi hareketlendiriyor olabilir miyim dedim ama kendimde bile net cevabını bulamadım.

A: Ya mesela

K3: Acaba öyle mi oluyor diye.

K3 görüşmenin başka bir anında teyit etmek için sorulan "*Önce tamamına bir bakıyorsun. Ben yanlış anlamadıysam."* sorusuna, "*Evet, önce bir hani ne bu, neyle ilgili mesela. Şimdi matematikle ilgili izliyoruz ama ney anlatıyor bana. Çok ayrıntılı olmuyor ilkinde onu bir gönderiyorum sinyal olarak. Matematikle, işte trigonometri ile ilgili bir şey diye."* cevabını vermiştir. Yine buradan da görüldüğü gibi, önce animasyonun tamamına bakıp, sonrasında konuyu belirlediğini ifade etmiştir.

Aşağıdaki görüşme kayıtlarında da yine; animasyonu ilk izlemede genelden özele inceleyip, sonraki izlemelerde ise ayrıntıları (aşağıda animasyonda bulunan şekiller ve renklerini örnek vermiştir) zihnine sinyal olarak gönderdiğini belirtmiştir. Zihnine gönderdiği ayrıntıların hareketsiz olduğunu "*Sonra hareket veriyorum sanki."* ifadesinden görmekteyiz.

A: Önce bir konu belirliyorsun herhalde.

K3: Evet, gitgide yani genelden özele doğru götürüyorum. Sonra yavaş yavaş ayrıntıları 2. 3. İzlemede eğer aynen görmek istiyorsam mesela renk sinyalini de gönderiyorum beynime. İşte fonksiyon şu renk, işte kiriş doğrusu şu renk, doğrusu bu renk bak orada bir nokta var. Ayrıntıları da sinyal olarak gönderiyorum. Sonra hani o anı da yaşadığım için hani hareketli halini de biliyorum. Gözümü kapatınca sanki o işte noktayı koydum, koordinat eksenini çizdim. Sonra hareket veriyorum sanki.

Önce hareketsiz olan ayrıntıların zihnine yerleştikten sonra istemsiz şekilde bir hareket oluşturduğunu ifade etmiştir.

A: Nasıl veriyorsun o hareketi.

K3: Gözümü kapattığımda istem dışı diyeceğim.

A: İstem dışı.

K3: Ya istemeden.

A: O zaten hareketleniyor mu?

K3: Evet.

A: Burası çok kapalı kalıyor.

K3: Gerçekten hani gerçekten düşündüm de mesela işte dolmuşla giderken de düşündüm. Reklam işte reklam şeyleri falan da. Bunlar reklam olsa. O gün de konuşmuştuk. Bazen istemeden de alırız bazı şeyleri. Ben buna inanıyorum. Hani müzik örneğini falan vermiştik.

A: Sabah çıkarken ağzımıza.

K3: Onu istemem ben o şarkıyı ama belki de en iğrenç şarkıdır. Ama gün boyu ağzımdan da düşmez yani hani. Kızar dururum kendime ama dilime takılmıştır. Belki de öyle olabiliyordur. İstemeden de görebiliyoruz ama şartlandırıp da görürsek belki daha uzun hatırlıyoruz. O an için sonra ayrıntılar yine gidiyor.

Katılımcılar animasyonu zihne transfer için (animasyonun oluşturulması) öncelikle odaklanmayı gerekli görmektedirler. Odaklanma sağlandıktan sonra animasyonun hangi

kavrama ait olduğunu belirlemektedirler. Daha sonra animasyona ilişkin önemli noktalar, detaylar ya da ayrıntılar belirlenmektedir. Katılımcıların önce animasyonun konusunu belirlemesi ve sonrasında ise detayları belirlemesi, zihinleri dışında gerçekleşen kendi müdahaleleri olmayan bir olayda genelden – özele doğru bir ilerleyiş içerisinde olduklarını göstermektedir. Katılımcılar animasyonda gördükleri ayrıntıları resim olarak zihne transfer ettiklerini sonrasında bu resimlere bir hareket kattıklarını belirtmişlerdir. Kendi müdahaleleri olan zihinde hareketlendirme ise, parçalardan bir bütün oluşturma şeklinde gerçekleşmektedir. Tablo 10'da bu süreç özet olarak sunulmuştur.

Tablo 10. Animasyonun Zihne Aktarılma Stratejisi

Strateji (genelden-özele / parçadan- bütüne)
Odaklanma
Kavramın ne olduğunu belirleme
Detayları belirleme
Hareketlendirme

4.1.2.5. Geri Getirme

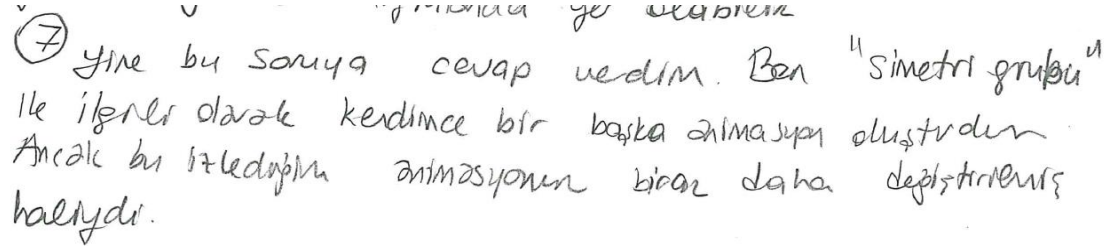
Bu kısımda; HKİ tekrar düşünüldüğünde, seyredilen animasyonlar ile beyinde oluşan HKİ arasındaki benzerlik ve farklılıklar sunulacaktır. Bu kısımda eksensel kodlama yapılamadığı için katılımcı görüşleri görüşme sırasına göre sunulacak ve sonuçta kısa bir özet paylaşılacaktır.

4.1.2.5.1. HKİ'nin Değişimi

Araştırma sürecinde zaman zaman seyredilen animasyonlarla ilgili çeşitli sorular sorularak animasyon ile oluşan HKİ arasındaki benzerlik ve farklılıkların belirlenmesine çalışılmıştır. Kimi zaman seyredilen animasyon ile ilgili, kimi zamanda daha önceki görüşmelerde seyredilen animasyonlara yönelik sorular sorulmuştur. Katılımcıların kendi oluşturdukları HKİ'lerde istemli ya da istemsiz olarak çeşitli değişiklikler yaptıkları gözlenmiştir. Bu duruma ilişkin katılımcı görüşleri aşağıda sunulmaktadır.

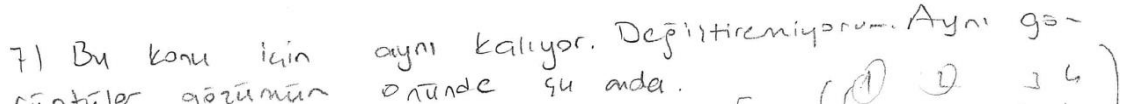
Altıncı görüşme: Bu görüşmede (karenin simetri grubu) katılımcıların animasyonu seyreder seyretmez animasyonu anlattıklarında animasyonda değişiklikler yaptıkları belirlenmiştir.

K1 soru formunda (Şekil 73); kendine yeni bir animasyon oluşturduğunu, oluşturduğu animasyonun izlediği animasyonun değiştirilmiş hali olduğunu belirtmiştir.


(7) Yine bu soruya cevap verdim. Ben "Simetri grubu" ile ilgili olarak kendimce bir başka animasyon oluşturdum Ancak bu izlediğim animasyonun biraz daha değiştirilmiş halidi.

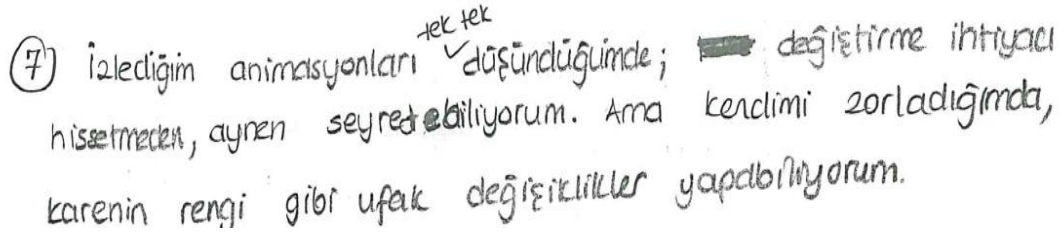
Şekil 73. K1'in değişikliğe ilişkin görüşü

Soru formunda (Şekil 74) K2, görüntüyü değiştiremeyeceğini belirtmiştir.


7) Bu konu için aynı kalıyor. Değiştiremiyorum. Aynı gö-

Şekil 74. K2'nin değişikliğe ilişkin görüşü

K3'de soru formunda (Şekil 75) animasyonu değiştirme ihtiyacı hissetmediğini, kendini zorlarsa renkte değişiklik yapabildiğini ifade etmiştir.


(7) İzlediğim animasyonları tek tek düşündüğümde; [redacted] değiştirme ihtiyacı hissetmeden, aynen seyredebiliyorum. Ama kendimi zorladığımda, karenin rengi gibi ufak değişiklikler yapabiliyorum.

Şekil 75. K3'ün değişikliğe ilişkin görüşü

Ancak bu görüşmede; K2 ve K3 karenin simetri grubu ile çalışırken, izledikleri animasyonlarda x ve y eksenleri olmamasına rağmen çalışma esnasında kendileri zihinlerinde oluşturdukları HKİ'ye hayali eksenler eklemişlerdir. K1 daha önceden (4.1.1.2.5. nolu kısımda görülebilir.) bu eksenlerin kendi kavram imajında olduğunu ifade etmiştir ama diğer iki katılımcının kavram imajlarında eksene ilişkin bir ifadeleri olmamıştır. Aşağıdaki ifadelerden de görülebileceği gibi; K1, "*karede simetri grubunu düşündüğüm zaman kesinlikle x y ekseni çıkıyor"* ifadesinde bu eksenlerin sürekli kendi HKİ'sinde olduğunu belirtmektedir. K2 ve K3 ise süreçte ekseni oluşturduklarını ifade etmektedirler. Örneğin K2 bunu, "*ben animasyonu seyrederken oturtmuştum"* ifadesi ile anlatmaktadır. K3 ise "*Hayalimiz var yani."* ifadesi ile desteklemektedir. Ayrıca K2 bu eksenleri artık oluşan HKİ'nin bir parçası olduğunu *" mesela zihnimde canlandırdığım zamanda kendinden var zaten o eksenler var ekseni çiziyoruz yani kendimiz."* ifadesi ile belirtmektedir.

K1: Ben bu animasyonu bire bir hatırlamaya çalıştığım zaman bu animasyonu bire bir hatırlayabiliyorum. Zemin siyahtı yan dönüyorsa zemin beyazdı falan diyebiliyorum ama bir karede simetri grubunu düşündüğüm zaman kesinlikle x y ekseni çıkıyor, mesela benden hareketli bir manzara.

K2: Evet evet bende …….(anlaşılmıyor) böyle ben animasyonu seyrederken oturtmuştum mesela zihnimde canlandırdığım zamanda kendinden var zaten o eksenler var ekseni çiziyoruz yani kendimiz.

K3: Evet evet direk orijini alıyorum.

K2: 0 alıyorum bende direk orijin de döndürüyorum hâlbuki hiç kullanmayayım dedim o eksenleri direk dönme olsun ama herhalde bir.

K3: Hayalimiz var yani.

*K2: Özellikle x eksenini aldık ki x y ye göre özellikle onda direk oturturdum hani**……**bir les sorusu da olsa onu direk x orijine oturtup öyle döndürüyorum gibi düşünürdüm ……. ben çünkü direk izlerken de kurdum kafamda yoktu ama kurmuştum yani.*

Katılımcılar daha önceden zihinlerinde yer alan ya da kendilerine makul gelen değişiklikleri zihinlerine transfer ettikleri (oluşturdukları) HKİ'lere ekledikleri görülmektedir.

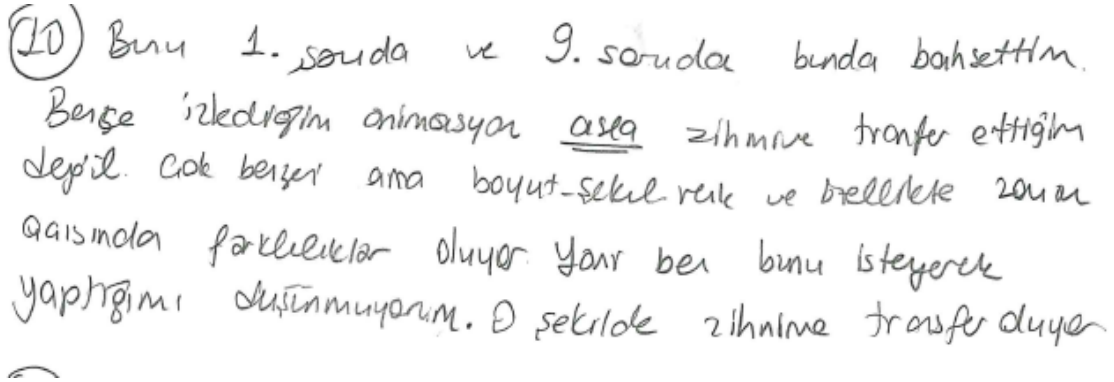
Genel görüşmelerde; katılımcıların hareketli imajları geri getirme sırasında hareketli imajlar üzerinde bilinçli ya da bilinçsiz olarak yaptıkları değişiklikler incelenmiştir.

Birinci genel görüşme: Bu görüşmede katılımcıların genel olarak seyrettikleri animasyonlarda yaptıkları değişiklikler üzerine görüşleri alınmıştır.

K1'in görüşleri: K1 animasyonlarda hız renk gibi şeyleri değiştirdiğini ya da tamamen renksiz gördüğünü, animasyonları kendine göre değiştirdiğini ifade etmiştir. Seyrettiği animasyonla zihnindeki animasyon arasında farklar olduğunu ve önemsiz bulduğu şeyleri değiştirdiğini belirtmiştir.

K1: Kendime uyarlıyorum. Evet, kendimce bir şeyleri ya hızını değiştiriyorum ya rengini değiştiriyorum. Benim için önemli değilse belki renksiz görüyorum. Mesela tabanı beyaz görmüyorum zemini sadece kareyi görüyorum. Hakikaten öyle yani. Çok yani böyle bir zemin üzerine oturtma gibi bir çabam olmuyor. Yani izlerken.

K1 soru formunda (Şekil 76) seyrettiği animasyonla zihninde oluşanın asla aynı olmadığını ve bu değişiklikleri isteyerek yapmadığını belirtmiştir.



Şekil 76. K1'in zihne transfer edilen animasyondaki değişiklikler ile ilgili görüşleri

K2'nin görüşleri: K2'de renk ya da şekil olarak animasyonları değiştirdiğini belirtmiştir. Animasyonla zihnindeki animasyon arasında bariz farklar olduğunu, örneğin " *Hepsi siyah mavi mor hiç bir şey yok mesela."* ifadesi ile renkleri zihninde tutmadığını görmekteyiz.

K2: Gördüğüm bir animasyon değişiyor mu?

A: Yani bu renk olabilir. Süre olabilir. Hani ipucu olması açısından.

K2: Değişiyor. Karenin simetri grubunda benim yaptığım şu an hani dedim ya hani ara ara düşünüyorum diye ne bir renk var ne bir, bir şey var. Sadece boşlukta koordinat eksenleri var kare var. Hepsi siyah renkli ve rakamlar var. Hepsi siyah mavi mor hiç bir şey yok mesela.

K2, ayrıntıları beyninde tutmamasının sebebini "*işime yaramayacak ayrıntıyı atıyorum."* şeklinde belirtmiştir. Kendinde kalan kısmı ise, "*işime yarayacak esas şeyleri kendi işime yarayan şeyleri alıp onları kullanıyorum."* olarak ifade etmiştir.

Animasyonların özüne hareketlerine odaklandığını işine yarayacak kısımların kaldığını ifade etmiştir.

K2: Şimdi düşününce aklıma geliyor. Daha çok şey oluyor herhalde. Ayrıntıyı yani işime yaramayacak ayrıntıyı atıyorum. Ama benim işime yarayacak esas şeyleri kendi işime yarayan şeyleri alıp onları kullanıyorum.

A: Onlar üzerine çalışıyorsun.

K2: Yani öyle daha kolay geliyor.

A: Sizce yararlı olan şeyleri değiştiriyorsunuz.

K2: Değiştiriyorum işte mesela dediğim gibi.

K2, karesel bölge siyah olmamasına rağmen kendi oluşturduğu karenin "*Tel, telden siyah kare"* olduğunu belirtmektedir. Fakat bu değişikliği "*Niye yaptım bilmiyorum."* diyerek istemsiz bir değişiklik olduğunu ifade etmektedir. Her şeyi siyah olarak düşünmesinin sebebi olarak da, "*Siyah istemedim. Siyah işte. Ama pembe siyah ya siyah gördüğümüz için herhalde şu yazı bile siyah niye siyah niye pembe yazmadınız mesela onun için yani benimki de siyah."* diye özellikle tercihi olmadığını belirtmektedir.

A: Siyah yapıyorsunuz.

K2: Hah siyah yapıyorum. Mesela direk. Hani bir de kare boş yani. Hani orada mavi bir zemin vardı ya.

A: Karenin üzeri maviydi.

K2: Hah işte mavi zemin yoktu dediğim karenin zemini hani. Zemin karesel bölgeydi ya onu demek istedim benim ki öyle değil. Tel, telden siyah kare dönüyor.

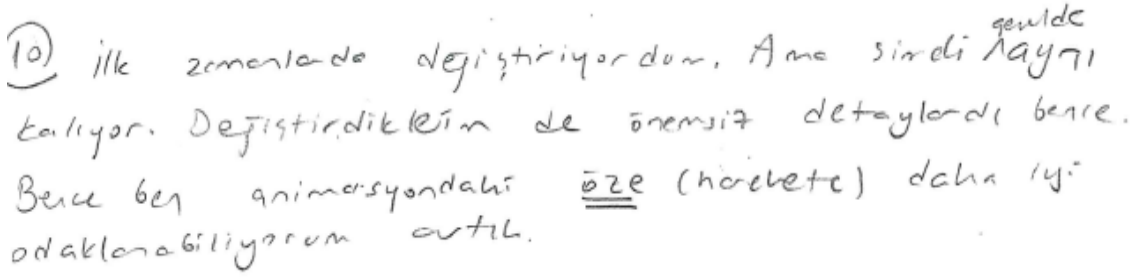
A: Öyle bir değişiklik.

K2: Yaptım Evet. Niye yaptım bilmiyorum. Dönüyor yani sadece siyah ve de

A: Rengini istediğin gibi değiştiriyorsun.

K2: Siyah istemedim. Siyah işte. Ama pembe siyah ya siyah gördüğümüz için herhalde şu yazı bile siyah niye siyah niye pembe yazmadınız mesela onun için yani benimki de siyah.

K2 soru formunda da (Şekil 77) yine animasyonun özünün kaldığını önemsiz ayrıntıları değiştirdiğini ifade etmiştir.

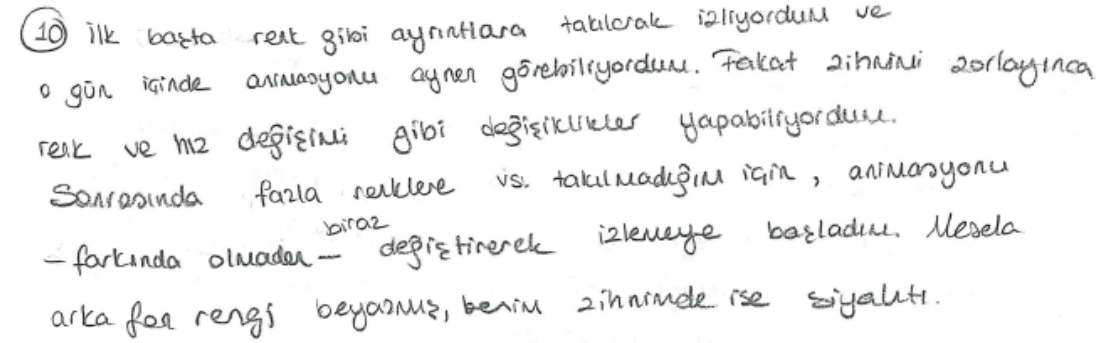


Şekil 77. K2'nin zihne transfer edilen animasyondaki değişiklikler ile ilgili görüşleri

K3'ün görüşleri: K3 ilk seyrettiği animasyonlarda her şeyi aynen aldığını ve istediği değişiklikleri yapabildiğini belirtmiştir.

K3: Şimdi ilk başlarda dediğim gibi ilk izlediğimde her şeyi bütünüyle almaya çalıştığım için aynısını görmeye çalıştığım için renkleriyle, fon rengiyle, her şeyiyle aynen alabiliyordum. Sonrasında da sonrakilerde de eğer bu böyle bir çabaya girsem yine tıpkısının aynısını görürdüm. Ama değişiklik de istediğimde yapabiliyorum renklerini..

K3 soru formunda (Şekil 78) yine ilk sıralarda animasyonun ayrıntılarını değiştirdiğini ifade etmiştir. İlerleyen süreçte ise animasyonu farkında olmadan değiştirdiğini belirtmiştir. K3'ün renklere vs. takılmadığını belirtmesi animasyonun özüne odaklandığını göstermektedir.



Şekil 78. K3'ün zihne transfer edilen animasyondaki değişiklikler ile ilgili görüşleri

Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi, animasyonlardaki renk, süre gibi çeşitli detaylar süreç içinde değişmektedir. Katılımcıların beyninde oluşan HKİ'ler kendilerine göre yeniden yapılanmaktadır. Katılımcılar animasyonlardaki bazı detayları – bu detayları önemsiz olarak görmektedirler – atarak animasyonun temel kısımlarını zihinde tutmaktadırlar.

İkinci genel görüşmede katılımcıların görüşlerinde değişiklik olup olmadığının belirlenmesi için değişikliklerle ilgili sorular katılımcılara tekrar sorulmuştur. Sorulardan önce katılımcıların seyrettiği animasyonları nasıl hatırladıklarının belirlenmesine çalışılmıştır. Katılımcılara öncelikle daha önceden üzerinde çalışılan animasyonlara ilişkin sorular soruldu. Katılımcılar soruları cevapladıktan sonra animasyonlar izlettirilerek kendi hatırladıkları detaylar ile animasyonlarda var olan detaylar arasındaki farklar ve nedenleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

K1'in görüşleri: K1 limit ve türev animasyonlarını hatırladığı kadarı ile anlatır. K1'in aşağıdaki ifadelerinden görülebileceği gibi animasyonlarla ilgili temel olan bilgileri vermiştir. Animasyondaki kavramı anlatan hareketleri anlatabilmiştir. Sadece limit için "*Sarı bir bölgeydi. Sonra çubuklar kırmızıydı"* şeklinde renge ilişkin bir detaydan bahsetmiştir. Ayrıca türev için "*ilk teğet görüntüsünü izlediğimizde hatırlamaya çalıştığımda benim için teğet yoktu orda ama sonradan oldu"* diyerek arkadaşları ile konuştuktan sonra animasyonu tam olarak anladığını belirtmiştir.

A: Ben şunu sormak istiyorum türev ve limit animasyonlarını hatırlıyor musun?

K1: Evet.

A: Bütün hepsini…

K1: Evet hatırlıyorum. Mesela hani limitte şey vardı. Hani x küçülüyordu. Y küçülüyordu. Bunlar küçülürken aradaki o dikdörtgensel bölge yavaş yavaş küçülüyordu. Ve o eğrinin üzerinde ki noktanın üzerine yoğunlaşıyordu. Sarı bir bölgeydi. Sonra çubuklar kırmızıydı. Öyle hatırlıyorum zemin beyazdı. O dikdörtgensel bölge sarıydı ve o da böyle küçülüyordu. Sonra o limit noktasına yavaş yavaş yaklaşıyordu.

A: Türevi hatırlıyor musun?

K1: Türevi de hatırlıyorum. Biraz karmaşıktı benim için ama yine de hatırlıyorum. Yani işte bir parabol vardı. Ya da parabole benzer bir eğri tam adını koyamıyorum. Ondan sonra bir kesen vardı. Sonra da o kesenin bir noktası sabitti. Zaten onun teğet noktası olduğunu sonradan

anlıyoruz. İşte diğer noktayla değiştiriyoruz yaklaşıyor. O teğet olan noktaya o yaklaştıkça kesen de değişiyor. Kesen en son o teğetle çakışıyor.

……

K1: Ama o teğetin sabit olduğunu sonra arkadaşlarla konuştuktan sonra oturttum. Daha önce ben teğet doğrusu olup olmadığından emin değildim. Ondan sonra konuştuktan sonra ben o eksende teğet yapıştırdım yani. Hani anlatabildim mi ilk teğet görüntüsünü izlediğimizde hatırlamaya çalıştığımda benim için teğet yoktu orda ama sonradan oldu.

K1 limit ve türeve ait animasyonları seyreder ve kendi hatırladığı animasyonla gördüğü animasyon arasındaki farkları anlatır. Bu farkların animasyonun anlattığı kavramın özü ile ilgili değil de daha çok renk, boyut ya da animasyondaki bazı şeylerin yerleri olduğu görülmektedir. K1'in ifadelerinden görüldüğü gibi animasyonların anlattığı temel şeylerin kaldığını görmekteyiz. Limit ile ilgili verdiği detaylarda oldukça farklılıklar olduğu aşağıdaki ifadelerinde görülmektedir. Hem çubuk rengi hem de daralan dikdörtgenin yönünün farklı olduğu ortaya çıkmıştır.

A: Evet şimdi önce bir limite bakalım.

K1: Bakalım aynı mı? (İzleme anı)

A: Değişen bir şey?

K1: Çubuklar kırmızı değilmiş eğri kırmızıymış. Bir de ben dikdörtgensel bölgeyi ben yatay hatırlıyordum o dikeymiş. Böyle bir şey canlandırmıştım. Ama sayıları hatırlamıyorum

Türev ile ilgili de kendi hatırladığı animasyon ile seyrettiği arasındaki farkları elleri ile ekran üzerinde göstermiştir.

K1: Şimdi buradaki farklılıkları söyleyeyim mi?

A: Söyle.

K1: Benim için kesen eksenin altında değil de eksenin şuralarında falandı. Şuradaydı ve buradan itibaren yaklaşıyordu ama bu çok uç noktadan başlamış.

A: Hıhı

K1: Ama şimdi anlamlandırdım.

A: Peki

K1: Hani anlayamıyorum diyordum ya oturdu yani o ne yaptığı evet x ve y değeriymiş o.

A: O noktaların ne olduğunu

K1: Çok daha iyi oldu şimdi. Birde bir şey daha söyleyeyim şunu hatırlamıyorum yani eğimin değişip de en son ona geldiğini.

K2'nin görüşleri: K2 öncelikle limit ve türeve ait hatırladığı şeyleri anlatır. K2'ninde animasyonlara ait çok fazla detay veremediğini animasyonların anlattığı kavramlara ilişkin temel şeyleri anlattığını görmekteyiz. K2, limit ile ilgili dikdörtgenin küçülmesini ve dikdörtgenin sarı rengini hatırlamıştır. Türev animasyonunda ise animasyondaki temel hareketleri hatırlamıştır.

K2: Limiti düşüneceğim di mi?

A: Evet, ilk seyrettiğimiz animasyon

K2: Kısmen hatırlıyorum. Ama tamamen değil hepsini değil hatırlayamıyorum. Tamamen hatırlayamıyorum yani.

A: Neler hatırladığını bana söyleyebilir misin?

K2: Eksenleri hatırlıyorum. Yani o koordinat eksenlerinde y ekseninde ve x ekseninde oradaki sarı renkli sanırım dikdörtgenin küçüldüğünü hatırlıyorum. y- ekseninde bir değer hatırlıyorum yani ona karşılık gelen bir değer olduğunu hatırlıyorum. Gene x ekseninde düştüğü değer, ama ne değeri onu hatırlayamıyorum ama sadece o dikdörtgenin küçüldüğünü hatırlıyorum.

……

A: Pekâlâ şimdi birde türev animasyonumuz vardı. Onu hatırlıyor musun?

K2: Hatırlıyorum

A: Onu biraz anlatır mısın?

K2: Bir dakika hatırlıyorum da biraz düşüneyim çok kabaca. Hareket eden doğrumuz vardı eğriye teğet olan hareket eden doğru vardı. Ve o doğru diğer doğruyla çakışana kadar yani onun üstüne gelene kadar hareket ediyordu.

A: Hıhı

K2: Bunu hatırlıyorum yine eksenlerin üzerinde olduğunu hatırlıyorum bir eğri üzerinde

A: Renk falan hatırlıyor musun?

K2: Bunda hiç renk hatırlamıyorum.

A: Hiç mi?

K2: Iıh onda sarıyı hatırlıyordum. Ama bunda hiç renk hatırlamıyorum.

K2'nin ifadelerinden görüldüğü gibi animasyonların anlattığı temel şeylerin kaldığını görmekteyiz. Animasyonların seyredilmesinden sonra kendi hatırladığı ile gördükleri arasında farklar olduğunu belirtmiştir. K2 limite ait animasyondaki sayısal değerleri hatırlamadığını belirtmiştir.

K2: Şu 0,4 0,2 0,4 0,6 işte onları hiç hatırlamıyordum.

A: Hıhı

K2: Sadece o değerlerin küçüldüğünü ve dikdörtgeninde küçüldüğünü,

A: Bir daha seyretmek ister misin?

K2: Olur.

A: Şimdi senin hatırladığınla bunun arasında farklılık var mı? Şimdi senin şöyle hatırlayıp da burada farklı olan bir şey var mı?

K2: Yok

A: Yok mu yani hiçbir şey

K2: Yok yani ama hani değerleri hiç hatırlamıyorum. Sadece y deki eksendeki değer olduğunu ve o değere yaklaştığını bunun da yine bir x- ekseninde ki bir değere yaklaştığını ama nerede geldiğini nasıl yaklaştığı hiç onlar yok yani.

Türev için kendi hatırladığı ile seyrettiği animasyon arasında büyük fark olduğu ortaya çıkmıştır. Türev animasyonunda önceden kafasında olan formal tanımla seyrettiği animasyonu birleştirdiğini görmekteyiz. Bu farkların animasyonun anlattığı kavramın özü ile ilgili değil de daha çok renk, boyut ya da animasyondaki bazı şeylerin yerleri olduğu görülmektedir.

K2: Bunların hiçbiri yoktu kafamda yani renk olarak

A: Arasında ki farklar neler?

K2: Arasında ki farklar. Bir kere eğri böyle değildi. İlk size söylediğimde, yani parabol görmedim. Sadece şu şey şuna benzer yani şey gibi. Yani bizim lisansta hocaların türevi anlatırken hani tahtaya çizdiği türevi anlatırken delta fx bölü delta orada çizdiği bir eğri direk şöyle yani şu onun üzerinde eğim aldığı o ona benziyordu. Parabol değildi kesinlikle orda ama iki doğru vardı. Doğrunun biriside tam böyle bu kadar aşağıdan değil de. Mesela sabit olan şuradan eğriyi kesip yaklaşıyordu. Bu kadar aşağıdan değildi.

A: Aşağıdan değildi.

K2: Yok değildi.

A: Peki bu üzerindeki küçük noktalar var mıydı? Şunlar?

K2: Yok yok.

A: Onları da hatırlamıyorsun.

K2: Sadece eksenler şu eksenler vardı.

A: Biri eğri biri hareketli bir tane sabit doğru.

K2: Evet

A: Doğru. O kadar.

K2: Evet

A: Renkte yoktu.

K2: Renkte yoktu. Noktaları da hiç hatırlamıyorum.

K3'ün görüşleri: K3 limit ve türeve ait hatırladığı şeyleri anlatır. K3'ünde animasyonlara ait çok fazla detay veremediğini animasyonların anlattığı kavramlara ilişkin temel şeyleri anlattığını görmekteyiz. K3'de diğer katılımcılar gibi limite dair bir daralmadan bahsetmiştir. Ancak diğer katılımcıların hatırladığı sarı renkli bölgeyi hatırlamamıştır. Renkleri ve diğer şeyleri hatırlamamıştır. Türev animasyonu içinde yine kavramı anlatan hareketleri anlatmıştır.

A: Şimdi ilk sormak istediğim şey şu. Sene başında ilk çalışmaya başladığımızda limit animasyonu seyretmiştik.

K3: Evet

A: Hatırlıyor musun?

K3: Çok çok net hatırlamıyorum.

A: Neler hatırlıyorsun?

K3: Limit animasyonunda onu hani 1-2 kere izledik ya üzerinde de çalışmadığımız için bir fonksiyon vardı. Fonksiyonda bir dakika bir daralma oluyordu. Y de daralma olunca x de de bir şeye karşı geldiğini görüyorduk. Çok net hatırlamıyorum.

A: Renkler falan.

K3: Renkler, mavi kırmızı falan sanki hatırlıyorum ama yok çok net değil. Hiç net hatırlamıyorum yani.

….

A: Şimdi sırada bizim türev animasyonumuz var.

K3: Türev vardı.

A: Onu hatırlıyor musun? Bir de onu konuşalım da ondan sonra bakalım istersen.

K3: Türev animasyonunda kirişin gittikçe sabit bir nokta aldığımızda gittikçe küçüldüğünü ve sonra tek bir noktada teğet oluyordu yani kirişler o noktada.

A: Kirişler miydi? Yoksa birisi kiriş değil miydi?

K3: Bir tanesi sabit duruyordu. Bir tane doğru değil mi?

A: Evet.

K3: Bir tanesi sabit duruyordu. Bir tanesi galiba hareket edip onunla çakışıyordu, teğetle çakışıyordu.

A: Teğetle çakışıyordu. Renk falan hatırlıyor muyuz?

K3: Hayır.

K3'ün ifadelerinden görüldüğü gibi animasyonların anlattığı temel şeylerin kaldığını görmekteyiz. Animasyonların seyredilmesinden sonra kendi hatırladığı ile gördükleri arasında farklar olduğunu belirtmiştir. K3 limite dair pek bir şey kalmadığını söylemekle birlikte ilk animasyonu anlattığında bir daralmadan bahsetmektedir.

A: Animasyona bakalım.

K3: Beyazmış bak mesela.

A: Bak bakalım görebiliyor musun rahat bir şekilde şöyle çevireyim. Işık falan şey yapıyorsa söyle.

K3: Mavi kırmızı, ama ne ne renkti. Yoktu.

A: Sarı bölgeyi hatırlamadın değil mi?

K3: Hayır hatırlamadım.

……

K3: Bunda siyahmış. Bunlar tamamen gitmiş. Hani o an çok net hatırladığımı düşünüyordum ama çakışıyordular de mi?

A: Evet, bir çakışma olduğunu söylemiştin,

K3: Evet.

A: Zaten. Bir daha seyredelim istersen.

K3: Evet, şuna da dikkat etmiştik. Gittikçe x ekseni üzerinde tam eksen üzerinde de bir açık top hareket ediyor. Sonra…

A: Bir daha ister misin?

K3: Yok.

A: Yine bunu bir gözünde canlandırmanı istiyorum.

K3: Tamam.

A: Peki, kendi beyninde bir değişiklikler yapmış mısın bunlarla ilgili. Hatırlamadığın kısımlar değil de hani şöyleydi deyip de.

K3: Ana noktalarını mesela bunun hatırlıyorum. Limiti neredeyse o sarı bölge falan hiç yoktu. O çok daha gitmiş.

K3, yine türev animasyonundan da renk vs. detayları hatırlamamaktadır. K3 üzerinde uğraşmadığı için sadece ana hattının yani animasyonu oluşturan hareketlerin kaldığını belirtmiştir. K3'ün türeve ilişkin limite göre daha çok şey hatırladığı görülmektedir.

K3: Ama türev, türev de ana hattıyla kalmış yani renkler fon rengi bunlar tamamen gitmiş. Bunlara dair hatırlayamadım.

A: Zaman,

K3: Değişiklik derken yok hayır.

A: Kendin

K3: Değişiklik yapmamışım. Yani daha doğrusu hani kendi başıma şu an sorduğunuzda düşündüm. Arada durup da düşünmedim. Ama kareleri mesela geçen günlerde düşündüm. Belki üzerinde çok uygulama yaptık ya.

A: Evet

K3: Birazcık ondan dolayı hani değişiklik falan yapmaya çalıştım. Bunda çok zorlamadık ya kendimizi

A: Sadece kavramaya çalıştın.

K3: Ondan dolayı. Hani düşünmedim, belki düşünsem zorlasam farklı bir şeyler görebilirdim. Bilmiyorum.

A: Ama baya çok şey hatırlamıyor gibisin değil mi?

K3: Evet

A: Neden acaba? Yani uğraşmadığımız için mi. Düşünmediğimiz için mi?

K3: Evet, ona bağlıyorum ben.

A: Ona bağlıyorsun.

K3: Yani ana hat kalıyor türev. Onu da birazcık tanımdan falan da belki çıkarıyoruz.

K3 üzerinde daha çok uğraştığı karenin simetri grubundaki karenin renginden ve kare ile yapılan hareketlerden bahsetmiştir.

K3: Türev biraz kalmış limit gitmiş yani ama karelerle çok uğraştığımız için mavi kareler mesela uçuk mavi kareler falan vardı. İşte y ekseni, x ekseni etrafında döndürmeler yapıyorduk. Sağa doğru uğraşıyorduk daha çok. Sağa dönmeler yapıyorduk.

A: Karede daha çok mu kaldı?

K3: Evet, o çok daha bariz kaldı yani.

A: Peki, belki.

Daha çok odaklanarak izlediği toplamaya ilişkin animasyona ait daha çok detay hatırladığını ifade etmiştir. Toplamadaki cisimden (*Topaç olarak*) bahsetmektedir. Bunlara sebep olarak da kendini animasyonun içinde görmeye çalışmasını göstermiştir.

K3: Mesela toplama da kaldı. Biraz o şeyden de olabilir o ana daha iyi konsantre olmuştum olaya. Basit bir konuydu ve kendimi içinde görmeye çalışmıştım. Belki de görmüştüm mesela. Belki o birazcık daha K2'nin türevdeki o şeyi hoşuma gitmişti. Kendimi topun üzerine koyup hareket ettiğimi görüyorum falan dedi ya o.

A: Doğrunun üzerinde başıma çarpacak falan.

K3: Evet

A: Ondan mı esinleniyorsun?

K3: Belki ondan esinlenmiş olabilirim. Hani öyle bir çabaya girmedim toplam animasyonunu izlerken ama. Yani görmek istedim o an ve gördüm mesela.

A: Daha net olarak şu anda aklında yani toplam animasyonu.

K3 :Topaç falan mesela birazcık daha net.

Katılımcıların aradan geçen süreden sonra, limit ve türeve ilişkin hatırladıkları (geri getirdikleri) şeyin genel olarak animasyondaki ana hat, temel düşünce diye tanımlanabilecek kavram imajının temeli olan hareketin kaldığı görülmektedir. Renk, süre, şekil gibi birçok detayın süreç içerisinde zihinden atıldığı ya da bireye göre değiştiği

görülmektedir. K1 ve K2'nin limit ve türeve ait animasyonları K3'e göre daha iyi hatırlaması her ikisinin bu kavramlarla sürekli ilgili olmalarından kaynaklanabilir. Katılımcılarla animasyonlara ilişkin diğer detayları tam olarak hatırlayamamaların sebepleri üzerine konuşulmuştur. Aşağıda bu durumun sebepleri açıklanmaya çalışılmıştır.

K1'in görüşleri: K1, "*Hareket kalıyor. Ama hareketin şeyi değil süresi değil oluş biçimi."* ifadesi ile animasyonlardan ana fikri aldığını detayları kendinin oluşturduğunu belirtmiştir. K1 bunu bir örnekle açıklamıştır (aşağıda görülebilir.). "*ana fikir bence ben ana fikri çekiyorum o bende kalıyor. Detayları bir şekilde sonradan kendimde oluşturabiliyorum."* ifadesi ile de belirttiği gibi detayları kendi yeniden oluşturmaktadır.

A: Ee genel olarak şunu soracağım seyrettiğin animasyonlarda neler kalıyor aklında?

K1: Hareket kalıyor. Ama hareketin şeyi değil süresi değil oluş biçimi. Mesela hani şeyde mesela hani o hareketler arasında ki bağlantıyı kurabiliyorum mesela o sinüs fonksiyonunun işte ne oluyor bir değer var değeri ben diğer grafikte gösteriyorum y değeri olarak. Eşlenen değer olarak gösteriyorum.

A: Ama zannedersem şey olabilir ufak tefek detaylar.

K1: Detaylarda değişiklikler var mesela ben o çubukları kırmızı hatırlıyorum ama animasyonda izlediğimde siyah ya da mesela ben grafiği ne bileyim mesela burada ki grafik şöyleyse ben onu şöyle hatırlayabilirim. (elle gösterir)Anlatabildim mi?

A: Yani kendin muhakkak bir şeyinde değişiklik yapıyorsun anladığımı kadarıyla

K1: Yapıyorum evet onu kesinlikle yapıyorum ve şey düşünüyorum yani hani bence ben tecrübelerim doğrultusunda, bu yaptığımız çalışmalar doğrultusunda ve bu animasyonları izlerken bence şey gibi bir şey gibi düşünürsek bir hikâye gibi düşünürsek bir hikâyenin ana fikri vardır hani detayları vardır. Mesela atıyorum kişi ne yapıyordur ırmak kenarında dolaşıyordur. İşte çiçeklerin rengi şöyledir böyledir hani onu çok güzel yazar yapar. Yani yazar çok güzel yapar ama okuyan o detayları ne kadar hatırlar? Yani derenin yanına gidip çiçek topladığını hatırlar ama hani hangi çiçeği hangi sırada topladığını hatırlamaz. Ama hani o hikâyenin bir ana fikri vardır bence ana fikir bence ben ana fikri çekiyorum o bende kalıyor. Detayları bir şekilde sonradan kendimde oluşturabiliyorum.

A: Kendinde oluşturuyorsun.

K1: Ya da düşünürken detaylar değil de hani ben o ana fikri geçiriyorum kafamdan o animasyon için.

K1 ilk seyrettiği animasyonlarda her şey önemli iken bazı şeylerin zamanla silinebildiğini belirtmiştir. Kalanların kendine yarayan kısımlar olduğunu ifade etmiştir. Bu kısımları ise, "*ben bunu kendim nasıl tekrar görürüm dediğim zaman bir kodlama yapıyorsan eğer bir şeyler varsa ben o nasıl görürüm cevabını alıp."* şeklinde tarif etmektedir. Katılımcı animasyondaki hareketi hatırlayacak en temel şeyleri beyninde saklamaktadır.

A: Yani ilk başlarda şekil renkler falan senin için önemli oluyor. Ama sonra silinebiliyor.

K1: Evet, sonradan silinebiliyor. Evet, aynen öyle

…….

A: Belki de bir alışkanlık kazanınca artık bazı detayların önemi kalmıyor mu?

K1: Aynı konuysa evet. Olabilir. Hani diyorum ya hep bir yatkınlık vardır. Ya hani ne bileyim hani müzik aleti çalarken de öyledir. İlk başlarda baya dikkat edersin ama bir yerden sonra sonra el kendiliğinden gider bulur falan yeri. Ya hani ana fikir dediğimde bu hani alet çalmak dediğimde temelinde yatan mantık aynı.

A: O zaman beynin kendine yarayan kısımları alıyor.

K1: Hah aynen öyle ben öyle olduğunu düşünüyorum. Yani ben, ben bunu kendim nasıl tekrar görürüm dediğim zaman bir kodlama yapıyorsan eğer bir şeyler varsa ben o nasıl görürüm cevabını alıp.

A: Hıhı.

K1: Onları hatırlıyorum bence.

K1 yaptığı değişikliklerin kavramın özünü değiştirmediğini belirtmiştir. Bunu limit animasyonu ile açıklamıştır. Limit animasyonundaki rengin ya da şeklin farklı olmasının bir önemi olmadığını belirtmiştir. "*Nasıl diyeyim onu uzun dikdörtgen ya da kareye benzer bir dikdörtgen olarak hatırlamanın kavramın özüne yönelik bir değişiklik yaptığını düşünmüyorum."* ifadesi ile görülebileceği gibi, animasyondaki herhangi bir detayı, herhangi bir rengi ya da herhangi bir şekli başka bir şekilde görmenin kendisi için öğrenmeye etki etmediğini belirtmiştir.

A: Yaptığın değişiklikler o zaman herhalde senin daha iyi öğrenmene sebep olan şeyler ya da daha kalıcı olmasına sebep olan şeyler denebilir mi?

K1: Yaptığım değişiklikler derken.

A: Hani mesela diyorsun ki kırmızı görüyordum ama o çubukları sonradan siyah olduklarını gördüm.

K1: Yani açıkçası ben onu kırmızı olarak hayal etmemin o animasyonu kırmızı olarak görmemin benim o kavramı daha iyi öğrenmem için bir araç olduğunu düşünmüyorum. Mesela hani siz bana dediniz ya hatırlamaya çalış ne renk gördünüz diye. Hani o zaman aklıma geldi herhalde kırmızıydı dedim. Yani hani gör dediğiniz zaman ama sadece o noktadaki sarıyı gördüm yani hani zeminin beyaz olduğunu gördüm diğerlerinin rengi beni hiç ilgilendirmedi. Ama renk konusunda değil ama animasyonun oluş biçiminde daha iyi kendimi adapte ediyor olabilirim. Fiziksel şartlar değil de hani o ana tema diyoruz ya yani o ana fikirde ben kendime göre bir şekilde en iyi hatırlayabileceğim şekilde hatırlıyorum herhalde. Çünkü mesela o dikdörtgen benim için kareye benzerdi biraz daha yataydı.

A: Evet. Ama orda daha…

K1: Ama ben şöyle düşünüyorum. Nasıl diyeyim onu uzun dikdörtgen ya da kareye benzer bir dikdörtgen olarak hatırlamanın kavramın özüne yönelik bir değişiklik yaptığını düşünmüyorum. Anlata bildim mi?

A: Anladım.

K1: Yani ben onu uzun dikdörtgen de hatırlasaydım benim için kavramın animasyon şekli aynı şekilde olacaktı.

A: Yani.

K1: Ama herhalde daha yatkın oluyorum ona o yüzden öyle.

K1'in ifadelerinden; animasyonu ilk seyrettiğinde önemli olan bazı detayların zaman içinde kaybolduğunu, K1'in kavramın özünü değiştirmeden kendine göre değişiklikler yaptığını ve animasyonu yeniden oluşturduğunu görülmektedir. K1'in ilk görüşmede ifade ettiği şeylerle ikinci görüşme de ifade ettiği şeylerin birbiri ile örtüştüğünü görmekteyiz.

K2'nin görüşleri: K2 animasyondaki renklerin bir önemi olmadığını düşünmektedir. Kendisi için önemli olan animasyondaki temel kısımlardır. Bunu "*orda eğri eğim doğru işte ve teğet bunları hatırlamam daha önemli gibi geliyor yani."* ifadesi ile belirtmektedir.

A: Peki, gördüğüm kadarıyla renkler…

K2: Renk yok.

A: Bazı detaylar gitmiş neden

K2: Neden gitmiş? Bence çok önemli değil orada renk hiçbir önemi yok. Animasyonun hani türev animasyonu bu hani benim orda parabolün kırmızı olduğunu diğerinin pembe diğerinde mavi doğru olduğunu bilmemin bence hiçbir amacı yok yani sadece benim orda eğri eğim doğru işte ve teğet bunları hatırlamam daha önemli gibi geliyor yani.

K2 animasyon sürecinin başında renklerin önemi olup olmadığı konusunda emin olmamakla birlikte hatırladığını belirmiştir. Animasyonlara ait sürelerinde kendi zihninde değiştiğini belirtmiştir (Katılımcının üzerinde konuştuğu animasyon limit animasyonudur). K2 kendi yaptığı değişikliği "*Kendim ayarladım herhalde. Çünkü yakındı onu ona yaklaştırdım yani. Hani hiç bu kadar uzun sürmedi. Çünkü sizinki daha şey yukarıdan.*" şeklinde açıklamaktadır.

A: Peki, ilk seyrettiğinde bu renklerin bir önemi var mıydı?

K2: Evet vardı. Yani bilmiyorum önemi var mıydı ama hatırlıyordum en azından.

A: Biz sormuştuk hangi renkti falan diye.

K2: Evet evet.

A: Çoğunu hatırlıyordun.

K2: Hatırlıyordum. Hatırladığımı düşünüyorum yani.

A: Ama işte bu ekim civarındaydı. Altı yedi ay falan oldu. Sizde şeyleri gitmiş herhalde süre falanda kalmadı. Değil mi?

K2: Süre derken?

A: İşte bu animasyonun kaç saniye olduğu.

K2: Yok, yok yok hiç biri kalmadı sadece hareket ediyordu. Hareket var. Ama süre aynı sürede mi hareket ediyordu? Yok, mesela daha yakındı sanırım benimki daha çabuk bitiyordu.

A: Hımmm.

K2: Bu kadar uzak değildi.

A: Belki süreyi falanda sen kendine göre ayarladın.

K2: Kendim ayarladım herhalde. Çünkü yakındı onu ona yaklaştırdım yani. Hani hiç bu kadar uzun sürmedi. Çünkü sizinki daha şey yukarıdan.

K2 seyrettiği animasyonda animasyonu doğrudan anlatan şeyler dışında kalanları,- örneğin; "*Ama mesela bunun mavi bunun sarı olması hani kavramlar açısından bu animasyonun neyi anlattığı açısından bence önemli değil gibi yani o yüzden tutmadım herhalde.*" ifadesinde olduğu gibi - zihinde tutmanın gerekli olmadığını düşünmektedir. Önemsiz olarak gördüğü detayları attığını ve kendine yeni bir animasyon oluşturduğunu belirtmiştir. Oluşturduğu yeni animasyonda; seyrettiği animasyon ile "*Yani mesela dediğim gibi bu eğri kesinlikle parabol değildi. Şaziye Hocanın derste çizdiği o şeydi. Yani klasik bir eğriydi yani.*

Üstünde eğim hareketleri yapabildiğimiz." ifadesi ile belirttiği gibi önceki kavram imajını birleştirmektedir.

A: Neden yani aklında tutabilir miydin yoksa neden bu renkler aklında kalmadı.

K2: Yani ben şöyle söyleyeyim ben bunu izlesem kapatsam. İki gün sonra sorsanız bu renkleri yine hatırlamayabilirim. Niye çünkü ben bunları izledikten sonra bu detayların çok önemli olduğunu düşünmüyorum.

A: Neden

K2: Bilmiyorum bana onun renginin kırmızı renkli olması ne bileyim yani şu ikisinin farklı renkte olduğu önemli.

A: Birinin pembe birinin mavi.

K2: Hah bende pembe değildi sanki biri siyah biri beyaz gibiydi ya da biri siyah biri gri gibiydi. Ama mesela bunun mavi bunun sarı olması hani kavramlar açısından bu animasyonun neyi anlattığı açısından bence önemli değil gibi yani o yüzden tutmadım herhalde.

A: Tamam demek ki gereksiz olan şeyleri attın.

K2: Attım mı bilmiyorum yani.

A: Beyin bunu bu şekilde kabul etmiyor mu?

K2: Yani bence burada ki tek şey ben bunları önemsiz gördüm yani.

A: Önemsiz gördüğün için yani.

K2: Evet, ben bunları dediğim gibi animasyonun amacına animasyonun içinde ki kavramlara.

A: Hıhı.

K2: Ne anlattığıyla ilgili, ilgili bir detay görmedim. Benim için burada rengin çok önemi yoktu hiçte hatırlamıyorum.

A: Yani kendin animasyonun içinde.

K2: Evet.

A: Kendine göre değişiklikler yapıyorsun.

K2: Yapıyorum. Yani yapmışım yani.

A: O görülüyor.

K2: Yani mesela dediğim gibi bu eğri kesinlikle parabol değildi. Şaziye Hocanın derste çizdiği o şeydi. Yani klasik bir eğriydi yani. Üstünde eğim hareketleri yapabildiğimiz.

K2'nin ifadelerinden; ilk animasyon seyrettiği dönmede bazı detayları önemli görüp hatırladığı ancak zamanla bunların kaybolduğu, detayların kendisi için bir önemi olmadığı görülmektedir. Katılımcının detayları atarak önceki kavram imajı ile izlediği animasyonu birleştirip kendisine yeni bir animasyon oluşturduğunu görmekteyiz. K2'ninde ilk görüşme ile ikinci görüşmedeki fikirlerinin örtüştüğü görülmektedir.

K3'ün görüşleri: K3, limit animasyonuna ile ilgili detayları anlatırken sürecin başlarında animasyonu aynısını görme çabasında olduğundan renkleri aklında tuttuğunu ancak sonrasında "*Ama renkler herhalde çok da önemli değil."* diye düşüncesini değiştirmiştir. Animasyondan kalanın; "*ana fikir, ne anlatmak istediği az çok kaldı yani o kaldı."* olduğunu belirtmiştir.

A: Limitte o sarı o sarı bölgeyi falan hatırlamamıştın ama bir dikdörtgen onu hatırlıyorsun değil mi?

K3: Onu evet y-ekseni, x-ekseni hani daralma olduğunu o noktada.

A: Peki, o sarı bölgeyi neden sarı olduğunu hatırlamadın sence? Gerek mi duymadın?

K3: Renk olarak mı yoksa.

A: Renk olarak hani.

K3: Yoksa bölge olarak hepsini zaten hatırladım.

A: Dikdörtgeni falan hatırladın.

K3: Çok önemli değil herhalde. Hani o ana mesela izlettirdiğinizde aynısını görme çabasındaydım. İlk izlediğimde. O zamanda pür dikkat çok iyi konsantre olup renkleriyle aklımda tutmaya çalışıyordum. Bazen karıştırıyordum hatta görürken kendim. Ama renkler herhalde çok da önemli değil. Ondan dolayı hani renkler işte fonksiyonun rengi ne renk falan aynı şekilde göremedim karşımda ama ana fikir, ne anlatmak istediği az çok kaldı yani o kaldı.

K3'ün limite ait düşüncelerinin tüm animasyonlar için de öyle olduğu ortaya çıkmıştır. İlk defa seyredilen animasyonlar için aynısını görmenin önemli olduğunu düşünmektedir.

A: Şey mi oluyor? Konunun daha çok ne olduğuna mı odaklanıyorsunuz? Peki, mesela animasyonu işte ilk defa görsen bilmediğin bir konuyla ilgili.

K3: O zaman renkler önemli. İşte mesela ilk izlemelerimizde hani animasyonu görmeye çalışalım diye onda odaklanırdım. Hani aynen görmeye çalışmaya odaklanıyordum. Onun için renkleriyle ya onlara da dikkat etmeye çalışıyordum. Ve animasyonu izleme sürem de daha fazla oluyor. Çünkü aynısını görmeye çalışıyordum.

Fakat ilerleyen süreçte, animasyonun "*Ne anlatmak istediğine."* odaklandığını belirtmektedir. Detayların önemli olmadığı - hatta daha önceden seyredip detaylarını verebildiği animasyonlar için de renk gibi detayların kaybolduğu - ortaya çıkmıştır.

A: Daha sonra.

K3: Öyle bir kendimi şeyde hissediyordum ama şu an çok da önemli olmadığını düşünüyorum.

A: Şu anda seyredeceğin animasyonda neye odaklanıyorsun o zaman? Yani neyi düşünürsün?

K3: Ne anlatmak istediğine.

A: Ne anlatmak istediğine.

K3: Evet.

A: Yani rengin bir önemi olmaz diyorsun.

K3: Yani biraz amacımıza da bağlı. Aynısını göreyim derseniz o zaman önemli olur. Ama bana burada animasyonla belli bir konu hakkında bilgi vermekse amaç, o konuyu öğrenmemse bense önemli değil mesela bu tür konularda. Belki başka bir şeyde renk önemlidir.

A: Ama aynısını göreyim dediğimiz şekilde de izlediklerinizi şimdi sorduğumda.

K3: Yine yoktu.

A: Yine yoktu gördüğüm kadarıyla.

K3: O an için.

A: O an için.

K3: O an için önemli, yoktu ama dediğimiz gibi. Yine kalmıyor yani.

A: O zaman hani kendi kendimize beynimiz.

K3: Aynen kalmıyor.

K3 zaman içerisinde kendine gereksiz gelen şeylerin zihinden atıldığını ve ana fikrin kaldığını belirtmiştir. Renklerin kullanılması gereken yerler olduğunu, ancak bir matematik sorusunda renk kullanmanın çok da gerekli olmadığını ifade etmiştir. "*Herkes istediği gibi boyayabilir o topu"* ifadesinden ayrıntıları bireyin kendisinin oluşturabileceğini düşündüğünü görmekteyiz.

A: Beynimizde bunları gereksiz kısımları mı atıyoruz acaba ya da bize göre mi gereksiz kısımları atıyoruz.

K3: Zamanla mı?

A: Zamanla.

K3: Bence öyle.

……

K3: Renkler gitmiş mesela.

A: Renkler gitmiş. Bir önemi var mı mesela renklerin?

K3: Bence yok

A: Şey

K3: Bunlarda yok. Belki başka bir resim animasyonu izlense mesela. Onu aynen çizmek için faydalı yani. Mesela çimenler yeşil, bunda önemli olabilir. Ama.

A: Ama.

K3: Burada bir matematik konusu anlatılmaya çalışılıyor. Ve renkler de o konu için bir önem arz etmiyor. Yani ders anlatırken mavi top düşünün demiyoruz. Orada top olması yeterli mesela sonuçta. Herkes istediği gibi boyayabilir o topu

K3 animasyonda ana fikrin önemli olduğunu gerisinin kalmadığını ifade etmiştir.

A: Peki, genel olarak sorsam zaman, aradan geçen zaman animasyonların zihinde kalmasına ilişkin avantajı, dezavantajı bunlar neler sence?

K3: Yani ayrıntılar, renkler falan bunlar gidiyor diye düşünüyorum. Ne kadar o zaman aynısını göreyim diye zorlarsanız zorlayın gittiğini düşünüyorum. Ama ana fikrin kalıcı olduğunu düşünüyorum. Özellikle üzerinde uğraştıysam anlatmak istediği şeyin kaldığını düşünüyorum. Belki onunla ilgili soru çözerken o mudur diye kavrayamayacaksın ama.

K3, beynin zamanla seyredilen animasyondan bazı detayları attığını ve üzerinde çalışılan, odaklanılan şeylerin kalabileceğini düşünmektedir.

A: Peki, zaman renkleri falan alıp götürmüş dedin. Peki, bu renkleri zaman alıp götürüyor mu yoksa siz bilerek beyniniz mi atıyor. Bu konuda bir şey söyleyebiliyor musun?

K3: Beynimiz atıyor galiba.

A: Neden?

K3: Yani hani unutmak çok bildiğimiz bir şeyi bile bir zaman sonra unutabiliyoruz ki bunu üzerinde de çalışmadıysak o animasyonu kullanarak hayatımızın bir döneminde bir şeyler

yapmadıysak yapsak bile yani gidebilir. Hani o an neye odaklandığımıza bağlı, neyin dikkatimizi çektiğine bağlı.

K3'ün ifadelerinden; ilk seyrettiğinde animasyonu aynen görme çabasından dolayı detayları aklında tuttuğu ancak zaman içersin de gereksiz şeylerin zihinden atıldığı ve animasyonun aynen kalmadığı görülmektedir. Yine K3'ünde ilk görüşme ile ikinci görüşmedeki fikirlerinin örtüştüğü görülmektedir.

Animasyon izlendikten sonra, oluşturulan HKİ'ye dair neler hatırlandığı (geri getirildiği) sorulduğunda genel olarak kavram imajını anlatan kısımların katılımcıların zihinlerinde yer aldığı ortaya çıkmıştır. Katılımcılar kendi oluşturdukları HKİ'leri hemen animasyonu seyreder seyredemez değiştirebilmektedirler. Bu değişiklik bazen kendi zihinlerinde bulunan ya da o an kendilerince uygun gördükleri bir şey olabilmektedir. Karenin simetri grubu ile ilgili animasyonu seyreder seyretmez katılımcılar kendi oluşturdukları animasyonlara x ve y eksenleri eklemişlerdir. Ayrıca süreç içerisinde animasyonlardaki renk, süre gibi çeşitli detaylar değişmektedir. Seyredilen animasyonlardan geriye kalan tek şey genelde animasyondaki kavram imajını anlatan temel hareketler/kısımlar olmaktadır. Beynin detayları gereksiz görerek attığı düşünülmektedir. Katılımcılar, beyinlerinde HKİ'leri kendilerine göre yeniden yapılandırmaktadır ve sorulduğunda hatırlanan (geri getirilen) bu HKİ'ler olmaktadır.

4.1.2. nolu alt başlığın genel özeti: Bu alt başlıkta; bireyin bilgiyi işleme fonksiyonunu yerine getirirken kullandığı bilişsel süreçlerden dikkat, algı, tekrar, kodlama ve geri getirme (Senemoğlu, 2009) süreçleri incelenmiştir.

HKİ'nin oluşabilmesi için odaklanmanın (dikkat) gerekli olduğu ve süreç başında birçok farklı odaklanma yöntemi kullanılırken süreç sonunda boş bir zihin ve amacın olmasının yeteceği ortaya çıkmıştır.

Seyredilen animasyonla var olan imajın bağdaştığı durumlarda animasyonun anlatmak istediği kavram imajını katılımcılar algılamışlardır. Önceden tam oluşmuş bir kavram imajları olmadığında seyrettikleri animasyonu kavram imajı olarak kabullendikleri belirlenmiştir.

Animasyon izleme sayısı (tekrar) araştırmanın başında daha fazla iken özelikle daha önceden yabancı olunan sürece alışma ile animasyon izleme sayısının azaldığı ortaya çıkmıştır. Daha önceden bilinen kavramlarla ilgili seyredilen animasyonlarda izleme sayısı

azalırken, kavram animasyon uyumu da buna etki etmektedir. Ayrıca animasyonların basit ya da karmaşık olması animasyon izleme yolunu da değiştirmektedir. Basit olarak adlandırılan animasyonlar sürekli bir biçimde izlenirken, karmaşık olarak adlandırılan animasyonların parçalayarak (aynı anda oluşan her bir hareketin farklı seferlerde izlenmesi) izlenmektedir. Parçalayarak izleme de aynı andan gerçekleşen hareketlerden her birine aynı anda odaklanılamadığı belirlenmiştir. Yine aynı şekilde animasyon karmaşık ise izleme sayısı artarken, basit olan animasyonlarda izleme sayısının azaldığı ortaya çıkmıştır.

Animasyonun zihne transfer (kodlama/oluşturma) için öncelikle odaklanma gerekli görülmektedirler. Odaklanma sağlandıktan sonra animasyonun hangi kavrama ait olduğu, daha sonra ise animasyona ilişkin önemli noktalar, detaylar ya da ayrıntılar belirlenmektedir. Önce animasyonun konusunun belirlemesi ve sonrasında ise detayların belirlemesi, zihin dışında gerçekleşen bireyin kendi müdahalesi olmayan bir durumda genelden – özele doğru bir ilerleyiş içerisinde olduğu belirlenmiştir. Animasyonda görülen ayrıntılar resim olarak zihne transfer edildikten sonra bu resimler hareketlendirilmektedir. Bireyin kendi müdahalesi olduğu zihinde hareketlendirme ise, parçalardan bir bütün oluşturma şeklinde gerçekleşmektedir.

Genel olarak kavram imajını anlatan kısımların katılımcıların zihinlerinde yer aldığı ortaya çıkmıştır. Katılımcılar kendi oluşturdukları HKİ'leri animasyonu seyreder seyredemez ya da süreç içerisinde değiştirebilmektedirler. Süreç içerisinde animasyonlardaki renk, süre gibi çeşitli detaylar değişmektedir. Seyredilen animasyonlardan geriye kalan tek şey genelde animasyondaki kavram imajını anlatan temel hareketler/kısımlar olmaktadır. Beynin detayları gereksiz görerek attığı düşünülmektedir. Katılımcılar, beyinlerinde HKİ'leri kendilerine göre yeniden yapılandırmaktadır ve sorulduğunda hatırlanan (geri getirilen) bu HKİ'ler olmaktadır.

4.1.3. HKİ Oluşum Sürecinde HKİ'ye İlişkin Çeşitli Özellikler

Bu alt başlıkta HKİ oluşum sürecinde elde edilen ve paylaşılmasının yararlı olacağı düşünülen HKİ'ye ilişkin çeşitli özellikler açıklanacaktır.

4.1.3.1.Görüntünün (Hareketli İmajın) Oluşma Yeri

Bu kısımda; hareketli imajların beyinde oluştukları yer incelenecektir Bu kısımda eksensel kodlama yapılamadığı için katılımcı görüşleri görüşme sırasına göre sunulacak ve sonuçta kısa bir özet paylaşılacaktır.

İkinci görüşme: Katılımcılar animasyonu gördükleri yer olarak beyinlerinin farklı bölgelerini işaret etmişlerdir. K1 ve K3 göze yakın yer olarak tarif ederken K2 direk zihnimde demiştir. Ancak K2 gözlerini kapattığında görüntünün dışarıda bir düzlemde olduğunu ifade etmiştir. Katılımcıların animasyonu beyinlerinde gördükleri yerler Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11. Animasyonun Zihinde Görüldüğü Yer

Katılımcı	Gördüğü Yer
K1	Kafatasına yakın, gözüme yakın, dışarıda değil
K2	Zihnimde görüyorum, gözümü kapattığımda siyah bir zeminde görüyorum, siyah bir zemin hatta kâğıttan düzlem, yukarıda ve ön tarafında bir yerde
K3	Ön yukarı tarafta yani gözün hemen yakınında, iç kısımlarda orta kısımlarda

Dördüncü görüşme: Katılımcıların hareketli kavram imajını gördükleri yerlerin değişip değişmediğinin belirlenmesi amacı ile animasyonu nerede gördükleri sorulmuştur.

K1 ilk animasyonda;

K1: Benimde şöyle beynimin içinde şu alnımda yani alnımın şuralarında bir yerlerde. Tam kemiğin yine yine arkasına doğru bir yerlerde ama tutup da onları böyle böyle yaptığımızda gözümün önüne geliyor.

derken ikinci animasyon için

K1: Benim içinde durum yine aynı yani yine şurada alnımın orda gördüm

demiştir. K1 her iki animasyonu görme yeri olarak hemen hemen aynı yeri tarif etmiştir.

K2 diğer katılımcıların aksine görüntüyü beyninin içinde değil dışarıda gördüğünü belirtmiştir.

K2: Bende yine aynı yerde gördüm ama tam tersi ben gözümün önünde gördüm. Yani tam ...şöyle yukarda bir yerde yani şu hizada ama gözümün önünde. İçinde değil yani..

A: Yani kafamızın içinde değil dışında

K2: İçinde değil evet dışında.

K2 ikinci animasyonda da görüntüyü gözünün önünde gördüğünü belirtmiştir.

K2: Birinci soruda yine aynı şekilde orda görüyorum. Gözümün önünde görüyorum.

K2'de her iki animasyonu görme yeri olarak aynı yeri tarif etmiştir.

K3 ise ilk animasyon için;

K3: Ben yine aynı yerde gördüm, yani beynimin üst orta tarafında gözlerimle beynin yarım küre arasında gözüme yakın bir yerde ama gözümün arka tarafında gözün arka tarafında görmüş gibi oldum ama siyah bir ekranda

derken ikinci animasyon için;

K3: Yine animasyonu tekrar düşündüğümde yine siyah odada siyah ekranda izliyormuşum gibi oldu.

diyerek aynı yeri tarif etmiştir. Katılımcıların animasyonları beyinlerinde gördükleri yerler Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. 1.ve 2. Animasyonların Zihinde Görüldüğü Yer

	Katılımcı	HKİ Gördüğü Yer
Toplama	K1	Beyne yakın, alnın içinde
	K2	Gözün önünde.
	K3	Gözün arka tarafında, ama siyah bir ekranda.
Bölme	K1	Beyne yakın, alnın içinde
	K2	Gözün önünde.
	K3	Siyah odada siyah ekranda izliyormuşum gibi oldu. Ama birazcık da zorlayınca kendimi onları halı gibi halının üzerinde gibi

Katılımcıların hareketli kavram imajlarının görüldükleri yerlerin üzerinde çalışılan iki animasyon için değişmediği görülmektedir. K1 ve K3 görüntüyü beynin içinde gördüğünü

belirtirken, K2 diğer katılımcıların aksine görüntüyü gözünün dışında gördüğünü belirtmiştir.

Ancak katılımcılar farklı durumlarda gördükleri yerlerin değiştiğini ifade etmişlerdir. K1 ve K3 animasyonu anlattıklarında animasyonu gördükleri yerlerin değiştiğini söylemişlerdir. Görüntü artık gözlerinin önüne gelmektedir.

K1: Ama animasyonu anlatmaya kalkarsam hemen gözümün önüne geliveriyor hemen topları görüyorum. İçerde olduğunu görüyorum. Elimi kolumu oynatmadan buradan görüyorum.

……

K3: Bende aynı şekilde gözümü kapattığımda düşündüğümde K1'in bahsettiği yere yakın evet aynı yukarı tarafta beynimin üst tarafında ama birazcık daha içeriye doğru yani beynimin içinde görüyorum.

A: Gözünün ön tarafı.

K3: Ama anlatmaya çalıştığımda ön tarafta görüyorum.

K3: Ben fazla gözümü kapatınca başımın döndüğünü hissettim. Gözümü kapatıp düşündüğümde hareketten midir bilmiyorum, o animasyondan mıdır, birden gözümü açma hissine kapıldım.

K2 ise gözü kapalı ve açık durumlarda seyrettiği animasyonu farklı yerlerde gördüğünü belirtmiştir.

K2: Gözümü kapattığımda bende yani şu alnımın şu kemiğe yakın bir yerde görüyorum. Ama gözümü açtığım zaman gözümün önünde yukarıda bir yerde görüyorum.

Bu çalışmada katılımcılarla farklı bir izleme şekli ile çalışıldığından (Görüşmeler kısmında detaylı olarak anlatılmıştır.) katılımcıların farklı bakış açısı geliştirdiği görülmektedir. Katılımcılar gözleri açık olduğu durumda hareketli imajı gözlerinin önünde gördüklerini belirmişlerdir. Buda bize katılımcıların hareketli kavram imajını gözlerinin önündeki bir ekranda gördüklerini düşündürtmektedir.

İkinci genel görüşme: Katılımcılara ikinci genel görüşmede türev ve limite ilişkin daha önce üzerinde çalışılan animasyonlar seyrettirilmiştir. Katılımcılardan animasyonları zihinde görmeleri istenmiştir.

K1 ve K3'ün önceki çalışmalarda olduğu gibi animasyonu zihinde gördükleri yerlerin değişmediği belirlenmiştir.

A: Peki nerde görüyorsun bunları?

K1: Yine şurada tam şurada.

A: Alnında?

K1: Hıhı şurada görüyorum evet.

A: Her zaman hep aynı yerde gördüğünü söylemişsin sen ama.

K1: Şey ama evet evet öyle.

A: Karelerde de mi aynıydı?

K1: Evet onda da aynı.

A: Hep alnında?

K1: Alnımla beynim arasında bir boşluk varsa ya o varsa yani öyle bir yer varsa orada görüyorum. Ya da tam beynimin ucunda alına en yakın yerde.

……

A: Nerede görüyorsun.

K3: Yine aynı yerde beynimin içinde ön tarafa doğru.

A: Ben daha önceki şeylere de baktım, yine beynimin ön ve yukarı tarafında diyorsun.

K3: Evet.

A: Ben merak ediyordum hani gördüğün yer zamanla değişiyor mu diye?

K3: Yok, aynı yerde görüyorum yani.

A: Aynı yerde

K3: Yani sanki gözümün gözüm biraz gözümün arka tarafında gibi hani yukarı derken kast ettiğim o evet.

K2 daha önceki çalışmalarda seyrettiği animasyonu diğer katılımcılardan farklı yerlerde gördüğünü belirtmişti. Diğer katılımcıların aksine gözünün önünde gördüğünü belirtmişti. Aşağıdaki görüşme kayıtlarından görüldüğü gibi; bu görüşmede seyrettiği animasyonu beyninin içinde gördüğünü belirmiştir.

A: Peki, nerede görüyorsun?

K2: Nerede görüyorum? Ya sanki içinde gibi beynimin.

A: Beyninin içinde

K2: Ama gözümü kapatmadım o yüzden öyle olabilir.

A: Bir gözünü kapatıp dener misin?

K2: Gözümü kapattığımda çünkü önümde gibi görüyorum. Kapatıp deneyeyim. Yok, içinde görüyorum. Yani içinde görüyorum

A: İlk seyrettiğinde nerde gördüğünü hatırlıyor musun?

K2: Hatırlamıyorum ama gözümü kapattığımda sanki şurada, şurada bir yerde hemen şu ön tarafında görüyormuşum gibi oluyordu.

A: Ön tarafında

K2: Hıhı

A: Burada şey demişsin siyah zemin kâğıt üzerinde gördüğünü söylemişsin.

K2: Hımmm

A: Daha sonra da boşlukta gördüğünü söylemişsin. Üzerine şey yapınca. Neden değişti acaba yer?

K2: Niye değişti? Kapattığım zaman. Boşlukta demişim ya orda gözümü kapattığım zaman beynimin içinde ama yine bir beynimin içinde ki bir boşlukta.

A: Hıhı

K2: Ama içinde yani gözümün önünde ya da siyah bir yerde görmedim.

A: Boşlukta diyorsun

K2: Evet ama beynimin içinde zihnimin içinde gibi önü mde değil. Bu sefer gözümün önünde değil yani.

İkinci animasyon seyredildikten sonra tekrar görülen yer kontrol edilir. Aşağıdaki görüşme kayıtlarından görülebileceği gibi; K2'nin yine seyrettiği animasyonu beyninin içinde gördüğü ortaya çıkar.

A: Pekâlâ, şimdi bir daha bunu görmeye çalış

K2: Görmeye çalışayım tamam

A: Nerede gördün?

K2: Yine aynı yerde

A: Yani

K2: Zihnimin içinde, boşlukta havada yani.

A: Hıhı

K2: Ama mesela gözümün önünde havada değil mesela şurada havada değil. Yani.

A: Nerede?

K2: Bu tarafta arka tarafta

A: Arka tarafta yani alnınla beyninin arasında mı?

K2: Evet

A: İçinde yani

K2: Evet, evet içinde yani

A: İçte beyninin içinde

K2: Hıhı gözümün önünde ki boşlukta değil e beynimin içinde ki boşlukta.

K2'nin seyrettiği animasyonu beyninde gördüğü yerin tam olarak belirlenebilmesi için sorulara devam edilir. K2'nin başının orasında yukarıda görüntüyü gördüğü ortaya çıkar.

A: Tam orta mı diyebiliriz. Başınızın tam ortası mı?

K2: Ortada yukarı doğru diyeyim.

A: Ortada

K2: Hani saçlarıma yakın

A: Biraz sende değişikler görüyorum da o gördüğün yer açısından bunun sebebini merak ediyorum.

K2: Niye olabilir bilmiyorum ama kapatınca daha önce gözümü kapatınca hep gözümün önünde görüyordum. Şimdi gözümün önünde görmüyorum. Hatta renklerini görüyorum. Tabi şimdi gördüğüm için. O hareket eden eksendeki noktaları falanda görüyorum. Gördüğüm için ama yoksa görmüyordum.

K2'nin seyrettiği animasyonların beyinde gördüğü yer tarifleri değişince araştırmacı tarafından başka bir animasyon izlettirilerek tekrar kontrolü sağlanır. Sinüs fonksiyonu ile ilgili animasyon K2'ye gösterildikten sonra katılımcının gördüğü yerde değişiklik olup olmadığı kontrol edilmiştir. Animasyonun beyinde görülme yerinin hangi şartlar altında değiştiğinin belirlenmesi için sorular sorulmuştur. Aşağıdaki görüşme kayıtlarında görülebileceği gibi; K2 yine görüntüyü gözünün önünde gördüğünü belirtmiştir.

A: Yer nasıl aynı mı?

K2: Yok önümde.

A: Önünde mi?

K2: Hıhı gözümün önünde.

A: Neden?

K2: Bilmiyorum. Bu sefer gözümün önündeydi yani hatta kontrol etmek için bekledim gözümün önünde.

Bu durumun sebebinin ne olabileceği katılımcıya sorulur. Katılımcı, bu durumu "*Yani bir daha bakayım. Bunu gözümün önüne almaya çalışıyorum. Evet, bunu ben ilk defa gördüğüm için açıkçası."* diyerek açıklar. Aşağıdaki görüşme kayıtlarından görülebileceği gibi; görüşmenin devamında "*bunu beynimde daha iyi canlandırabilmem için daha çok çaba sarf ediyorum."* ve *"daha çok konsantre olma gereği hissettim"* ifadeleri ile görüntüyü gözünün önünde görmesinin sebepleri olarak belirtir.

K2: Daha çok canlandırmak bunu beynimde daha iyi canlandırabilmem için daha çok çaba sarf ediyorum. Bu bir bu kesin yani. Mesela daha önce türevde falan hem bir alışkanlık hem de şey vardı. Zaten biliyordum. Bir de bir iki kere gördüm çok daha kolay olmuştu.

A: Hıhı

K2: Ama bunda ilk defa gördüm hani oradaki birim çemberde hareket eden bir eksi bir yan tarafta işte açı değerleri gibi düşündüm ben.

A: Hıhı

K2: O açı değerlerini hani onları görebilmek için daha çok konsantre olma gereği hissettim onun içinde sanki ittim gözümün önünde o yüzden.

A: Hıhı

K2: Daha çok o konsantre gücü mü diyeyim o ön tarafa itti.

A: Konsantre gücü.

K2: Evet daha çok konsantre olmak için çaba sarf ettim.

Katılımcı ile çalışma devam ederken araştırmacı tarafından "*Peki daha sonra hani bir daha seyretsen beyninin içinde görebilir misin? Acaba?"* sorusu sorulur. K2, türevle ilgili animasyonun beyninde görülme sebebi olarak üzerinde konuşulmasını yani kavramın kendisi için anlaşılır hale gelmesini sebep göstererek bu animasyon içinde aynı şekilde kendisi için anlaşılır hale gelirse beyninin içinde görebileceğini belirtmiştir.

K2: Bilmiyorum ki yani görürüm. Bu sinüs eğrisinde siz böyle biraz konuşsanız. Türevde hani o gün konuştuğumuz gibi. Biraz böyle üzerinde yorumlar yapsak falan.

A: Hıhı

K2: İşte bak burası böyle böyle oluyor. Görürüm şimdi.

Cisimlerle ilgili animasyon seyredildikten sonra yine animasyonun beyinde görüldüğü yer hakkında sorular sorulduğunda; K2 "*İçinde gördüm yine."* diyerek beyninin içinde gördüğünü belirtmiştir. Buna sebep olarak da "*Bilmiyorum kolay geldi çünkü"* diyerek, animasyonun anlattığı kavramları bildiğini anlatmıştır.

A: Hâlbuki daha karışık gibi sanki.

K2: Yani şöyle bir şey kolay geldi. Çünkü hani bunları tanıyorum. Hani animasyonda ne anlatıldığını az çok hani konik kesitleri ne olduğunu görebiliyorum ama diğerinde gözümün önünde niye gördüm diyelim. Diğerinde daha çok ne oluyor? Daha çok anlamaya çalıştım daha çok yoruldum gibi.

Görüşmenin devamında görüntüleri yine gözünün önünde ve beyninde görmesinin sebeplerini açıklamıştır. Burada yine izlediği animasyondaki kavramı bilirse çok çaba sarf etmediğini ve beyninde gördüğünü, eğer kavramı bilmiyorsa hem kavramı anlamak hem de zihinde canlandırabilmek için daha çok çaba sarf ettiği için gözünün önünde gördüğünü anlatmıştır.

K2: Bu daha kolay geldi açıkçası şu var ben eğer animasyonun içinde ki şeyin ne olduğunu biliyorsam. Ne anlattığını biliyorsam bu sefer zihnimde canlandırmak için çaba sarf etmeme gerek kalmıyor. Ama hem hareketleri hem de ne anlattığını anlamlandırmak istiyorsam daha çok konsantre olmam gerekiyor. Demin ki fonksiyonda olduğu gibi. Bu sefer daha çok konsantre olma ihtiyacı hissediyorum sanki.

A: Daha çok konsantre olma ihtiyacı hissedince gözünün önüne mi atıyorsun?

K2: Evet, gözümün önüne atıyorum itiyorum yani onu resmen. Bunda mesela kapatıp o mavi zemin kırmız çizgiler hemen içinde hareketi yaptım sadece. Anlatabiliyor muyum? Yoksa anlamı biliyorum buradaki anlamı.

K2'ye toplama ile ilgili animasyonu izlediğinde görüntüyü yine gözünün önünde gördüğü hatırlatıldığında;

A: Ben çünkü baktım böyle hani içinde olmak kısmında onda da yukarıda bir yerde gözümün önünde demişsin.

K2: İşte bak o zaman da mesela anlamamıştım ne olduğunu. Hani ben çok anlamlandırmaya da çalışmıştım ya.

A: Evet evet.

K2: Sistem taban aritmetiği gibi düşünmüştüm ben yani orda nasıl diyeyim ne olduğunu anlamlandırma çabam da olursa işin içinde bu sefer itiyorum gözümün önüne.

şeklinde cevap vermiştir. Yine burada da animasyonda anlatılan kavramı anlamadığı için görüntüyü gözünün önünde gördüğünü belirtmiştir. İkinci genel görüşmede katılımcıların seyrettikleri animasyonları beyinlerinde gördükleri yerler Tablo 13'de sunulmaktadır.

Tablo 13. Animasyonun Zihinde Görüldüğü Yer

	Katılımcı	Hareketli kavram İmajını Gördüğü Yer	
İkinci genel görüşme	K1	Alnımla beynim arasında bir boşluk varsa ya o varsa yani öyle bir yer varsa orada görüyorum. Ya da tam beynimin ucunda alına en yakın yerde.	
	K2	HKİ anlaşılıyor ise	Gözümün önünde ki boşlukta değil beynimin içinde ki boşlukta. Ortada yukarı doğru diyeyim. Hani saçlarıma yakın
		HKİ anlaşılmıyor ise	Gözümün önünde
	K3	Yani sanki gözümün gözüm biraz gözümün arka tarafında gibi hani yukarı derken kast ettiğim o evet.	

K1 ve K3 seyrettikleri tüm animasyonları aynı yerde –beynin içinde, ön tarafta- gördüklerini ifade etmiştir. K2 ise animasyonları gördüğü yer konusunda bir ayrıma gitmiştir. K2 anlamadığı animasyonları dışarıda gözünün önünde, anladığı animasyonları ise beyninin içinde gördüğünü belirtmiştir. Bu durum tüm çalışma sürecinde devam etmiştir. Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi; katılımcıların animasyonları gördüğü yer değişmemektedir.

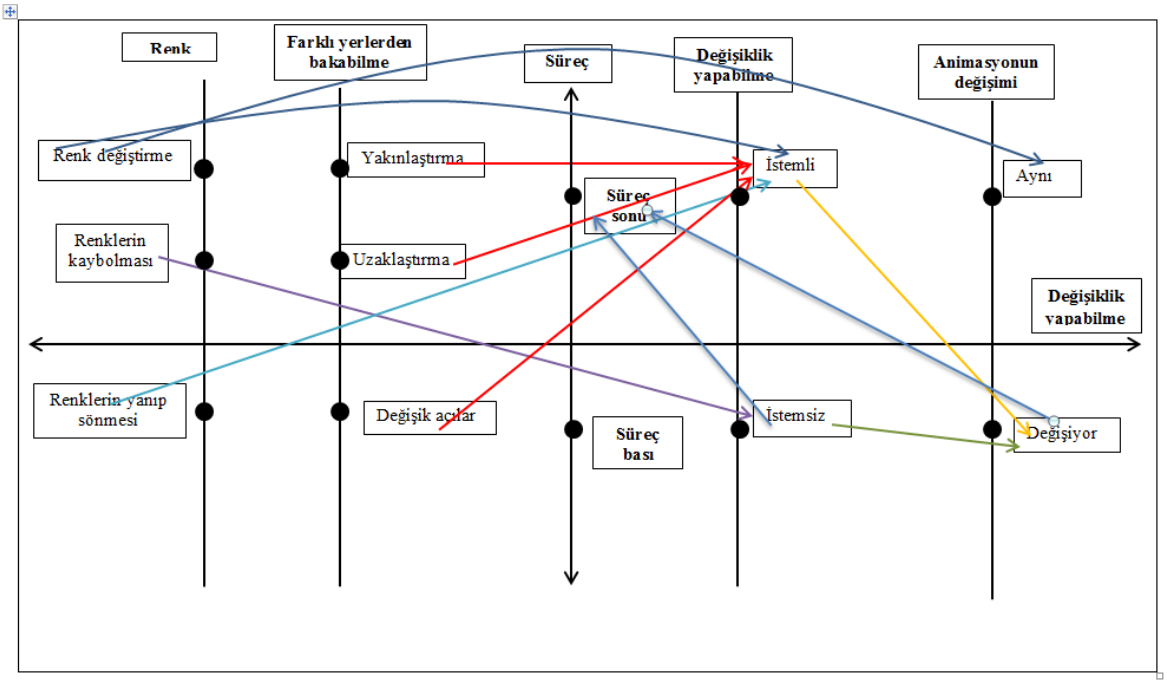
Tablo 11-12-13'den görüleceği gibi katılımcılar hareketli imajı "alın lobu" (alın bölgesinde bulunur ve yargılama, yaratıcılık, problem çözme ve planlama gibi amaçlı eylemlerin meydana geldiği yerdir (Jensen, 2006))'nda görmektedirler. Ayrıca katılımcıların kısa süreli/çalışan bellek ile çalıştıkları düşünüldüğünde hareketli imajın ön loblarda (Sousa, 2001, s. 41-45) oluştuğu görülmektedir.

4.1.3.2. Animasyonu Çeşitli Durumlara Göre Yeniden İzleyebilme ve İstemli Değişiklik Yapabilme

Bu alt başlıkta önce katılımcılarla nasıl bir görüşme yapıldığı kısaca açıklanacak ve verilerden yola çıkılarak elde edilen eksensel kodlamaya dair şekil sunulacaktır. Sonrasında ise eksensel kodlama hakkında bilgi verilecektir. Son olarak da eksensel kodlamadaki alt kategorilere dair katılımcı görüşleri sunulacaktır.

İkinci görüşmede katılımcıların animasyonu çeşitli durumlara göre zihinde canlandırıp canlandıramadığının belirlenmesi için animasyonun seyredilmesinden sonra katılımcıların bu durumları zihinde canlandırmaları istenmiştir. Katılımcıların çeşitli durumlara göre animasyonları zihinden canlandırmalarının yanı sıra bu canlandırmalar sonucunda animasyonda oluşan değişimler belirlenmeye çalışılmıştır.

Aşağıda katılımcıların; görüşmeler sonucunda animasyonda değişiklik yapabilmeye dair görüşleri sonucunda elde edilen eksensel kodlama yer almaktadır (Şekil 79). Eksensel kodlama aşağıda açıklanacaktır.



Şekil 79. Değişiklik yapabilmeye ilişkin eksensel kodlama

Eksensel kodlamada iki ana eksen yer almaktadır. Bu eksenlerin alt kategorilerden ayrılması için doğruların her iki ucunda oklar kullanılmıştır. Yatay eksen; katılımcıların

seyrettikleri animasyonlara ait değişiklik yapıldığının açıklanabilmesi amacıyla "değişiklik yapabilme" olarak seçilmiştir. Bu kategori için "renk", "farklı yerlerden bakabilme", "değişiklik yapabilme" ve "animasyonun değişimi" olmak üzere dört alt kategori tanımlanmıştır. Bu alt kategoriler doğrular ile gösterilmiştir. Doğrular üzerinde yer alan noktalar ise bu alt kategorileri oluşturan kodlamalardır. Dikey eksen ise "süreç" olarak düşünülmüş ve çalışmanın sürecinde oluşacak farklılıkları göstermek üzere "süreç başı" ve "süreç sonu" olarak iki alt kategori olarak tanımlanmıştır. Oklar ise alt kategorilerin kendi aralarındaki ilişkiler ve alt kategorilerle ile süreç arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılmıştır.

Katılımcıların soru formlarının incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular (aşağıda açıklanmıştır) sonucunda; "renk" alt kategorisi renk değiştirme, renklerin kaybolması ve renklerin yanıp sönmesi ifadelerinden oluşturulmuştur. "animasyon – kavram uyumu" alt kategorisi örtüşüyor ve örtüşmüyor ifadelerinden oluşturulmuştur. "farklı yerlerden bakabilme" alt kategorisi yakınlaştırma, uzaklaştırma ve değişik açılardan bakabilme ifadelerinden oluşturulmuştur. "değişiklik yapabilme" istemli, istemsiz ifadelerinden oluşturulmuştur. "animasyonun değişimi" aynı değişiyor ifadelerinden oluşturulmuştur (Şekil 79).

Yapılan görüşmelerde özellikle talep edilmediği zaman katılımcıların ayrıntılara (renk, süre, boyut gibi) dikkat etmediği, ayrıntıları değiştirmek için çaba sarf etmediği, ancak ayrıntılarda herhangi bir değişiklik olursa bu değişikliklerin genelde istemsiz olduğu ortaya çıkmıştır. Katılımcının beyninin kendi algılarına göre değişiklikler yaptığı görülmektedir. Ayrıca katılımcıların daha çok önemsediği bir iş olduğunda anında yapılan değişiklikler bile beyin tarafından algılanamamaktadır. Katılımcı tüm dikkatini, enerjisini yaptığı işe verince, olayın özüne odaklanınca diğer şeylerin bir önemi kalmadığı görülmektedir. Bunların yanı sıra katılımcılardan talep edildiği zaman yakınlaştırma, uzaklaştırma ve değişik açılardan bakabilmeyi gerçekleştirebildikleri, renklerle ilgili istedikleri gibi değişiklikler yapabildikleri belirlenmiştir.

Yukarıda sunulan eksensel kodlamada (Şekil 79) elde edilen dört alt kategoriye ilişkin bulgular aşağıda sunulacaktır. Her bir başlık altında tüm katılımcıların görüşleri paylaşılacaktır. Tüm alt kategoriler hakkında bilgi verildikten sonra kısa bir sunulacaktır.

Farklı yerlerden bakabilme

Katılımcıların "farklı yerlerden bakabilme" alt kategorisine ilişkin görüşleri paylaşılacaktır.

K1'in görüşleri: K1'in görüntüyü genel hatları ile zihnine aktardığını görmekteyiz. Yakınlaştırma ve uzaklaştırmayı duraklayarak yapabildiğini belirtmiştir.

Zoomlama uzaklaşma açı değiştirme.

K1: Mesela fotoğraf makinesindeki zoomlama kadar şey değil. Fotoğraf makinesine bakarsınız gider gelir. Bu sanki duraklama varsa da onu hissetmiyormuş gibi gitmiyor. Duruyorum tekrar gidiyorum. Duruyorum tekrar gidiyorum.

Sürekli bir zoomlama değil de aşama aşama.

K1: Evet aşama aşama.

K1 farklı açılardan bakabildiğini ifade etmiştir. "*Ekranı şöyle çevirip bakabildim Yani buradan böyle gidebildiğini"* gibi ifadelerinden de görülebileceği gibi, anlatırken elleri ile tariflerde bulunmuştur. Ancak görüntünün arkasında kendini düşündüğünde başarılı olamamıştır.

Açı diyoruz sonra.

K1: Açıyı değiştirebildim. Yani mesela.

Değişik bir açıdan bakabiliyorsun.

K1: Bunu ekran kabul edelim. Ekranı şöyle çevirip bakabildim Yani buradan böyle gidebildiğini gördüm şöyle etrafında şu şekilde dolaştığını gördüm. Ama arka tarafına geçince orda yapamadım. Çünkü tersten..

Arka tarafına geçebildin yani

K1: Nasıl?

Arka tarafına geçebildin..

*K1: Arkasına geçtiğimde bir şey kuramadım.(*K3'de aynı şekilde animasyonun arka tarafından izlemek istediğinde aynı sıkıntıyı yaşamıştır.*)Düşünemedim onu. Mesela rakamlar ters olacak sayılar ters olacak dedim ama. Onu şu şekilde görebildim sanki. Bilmiyorum Acaba bakıştan bunu mu kastediyorsunuz ama mesela şöyleyken şu şekilde çevirebildim. Hareket halindeydi*

Kamera gibi kullandın.

K1: Evet kamera değişti ama.

K1 boyutu değiştirebildiğini belirtmiştir ve animasyondaki doğruyu hortuma benzeterek iki boyutu üç boyut haline getirmiştir. Ancak süreklilikte başarılı olamadığını belirtmiştir.

Üç boyutlu görebildin. Tepeden baktığında sanki falan.

K1: Şimdi ben üç boyuta da geçebilirim. Mesela Tek başına doğru gibi değil de şurada bir kıvrılma var ya çıkıntı masanın çok hafif. Boru gibi hortum gibi biraz daha hafif bir boyut katabilirim.

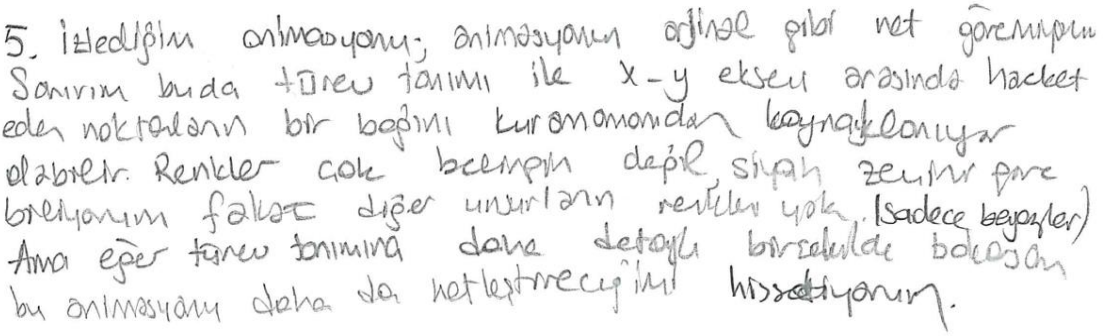
Sürekli izleyebiliyor musun? Yani baştan sona.

K1: O zaman mı o zamanda işte kesik oluyor. Direk ekranda baktığım gibi net değil.

Şu anda izleyebilir misin tam olarak?

K1: İlerliyor ama noktalar. Noktalar bağımsız. Ya bu giderken Nokta şurada olabiliyor yani.

K1 net bir görüntünün olmadığını belirtmiştir (Şekil 80). Görüntüyü net olarak görememesini animasyon ile kendinde olan türev tanımı arasındaki uyumsuzluğu göstermektedir.



Şekil 80. K1'in netliğe ilişkin görüşleri

K2'nin görüşleri: K2 animasyonu yakınlaştırma da zorlanmazken uzaklaştırmada zorlandığını belirtmiştir.

Peki zoomlama uzaklaşma açı.

K2: Zoomlama yapabildim hocam şöyle.

Zoomda pek zorluk olmuyor demi

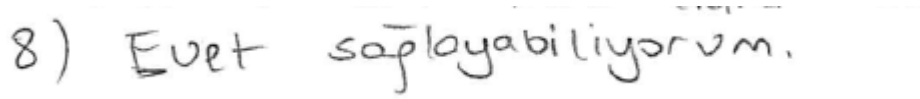
K2: Yakınlaştım ama uzaklaşmak daha zor geldi bana. Yakınlaşırken zorlanmadım şöyle zorlanmadım. Bütün düşündüm ilk önce yakınlaştım belli bir noktaya kadar. Tümünü

görebileceğim yere kadar. Gene uzaklaştım daha zor oldu. Parça parça da yakınlaşmaya çalıştım. Bir noktasına yoğunlaşabildim grafiğin. Hatta oradaki üst sıfır noktasının kirişin ucunun iki sıfırın hareketini görebildim yakınlaştım yakınlaşabildim yani. Sadece o parçasını daha hiç o teğet doğrusunu görmeden.

K2 animasyonu istediği açıdan görebileceğini bir örnekle açıklamıştır. Soru formunda (Şekil 81) ise sürekliliği sağlayabildiğini belirtmiştir.

Açı?

K2: Ben buraya aynen yazdım bilmiyorum ama hani. Şimdi ilk önce baktım. Açı ne olabilir diye düşündüm. Sonra pozitif yönde doksan derece yani doğrusu dedim sağa gideyim. 90 derece sağa gideyim.



Şekil 81. K2'nin sürekliliğe ilişkin görüşleri

Katılımcı çalışma esnasında kendini animasyonun içinde görebilmiştir. Katılımcı animasyonu görebildiğini içine girebildiğini ifade ederek, çeşitli açılardan animasyona baktığında neleri görebildiğini anlatmıştır. Katılımcının ifadeleri aşağıdadır.

K2: 90 derece sağa gideyim. Şöyle şimdi koordinat düzlemi var ben tam karşıdayım.

Şu an görüyor musun koordinat düzlemini?

K2: Görüyorum. Karşımda görüyorum beynimde değil.

Çok iyi.

K2: Şimdi buradayım doksan derece gittim. Hani tam ucundaki o ok var ya tam onun önündeyim yani. O grafiğe öyle baktım. Kirişin o uç noktasını hareket ettirdim bir an kayboldu parabol öyle gittiği için ve teğet doğruyla çakıştı. Hani size yanıp söndürüyorum ya.

Peki hiç hayatında oradan bakmış mıydın?

K2: Yok hayır hiç bakmamıştım

O zaman ilginçti demi..

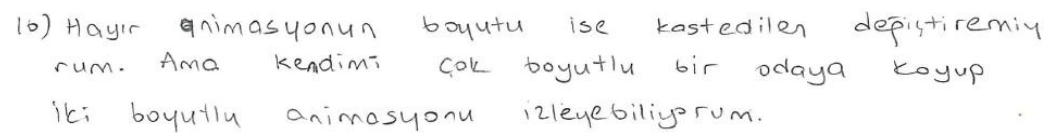
K2: Evet hiç de düşünmedim yani çünkü olabiliyor mu dediğiniz için olabiliyor mu diye düşündüm görebildim. Arkasına geçtim 180 derece grafiğin arkasına geçtim. Aynen hareketi tekrar

şimdi de görebiliyorum. O şekilde gördüm. Ama sayıları ters çevirmedim. Onu da K1 söyleyince fark ettim. Normalde sayılar rakamlar tersten durur

Sayılar yine aynen duruyor diyorsun.

K2: Daha doğrusu ben harekete odaklandım hani açıda. Çok dikkat etmedim. Gene 270 bu tarafa geldim hocam. Bu sefer şey yaptırdım Aşağı doğru indiğini gördüm. Hatta bir de üç boyutlu neler yapabiliyorum diye uğraştığım zaman çıktı bunlar ne kadar düşünebiliyorum diye. İçine girmeye çalıştım animasyonun

K2 soru formunda (Şekil 82) animasyonun boyutunu değiştiremeyeceğini ifade etmiştir.



Şekil 82. K2'nin boyut değiştirmeye ilişkin görüşleri

Ancak sözlü ifadelerinde animasyonu nesnel hale getirerek animasyona boyut katmıştır. K2'nin aşağıdaki ifadelerinden görülebileceği gibi, animasyonun içine girdiğinde animasyonu elle tutulur bir nesne gibi düşünerek grafikle etkileşimde bulunabildiğini ifade etmiştir. Burada katılımcının animasyondaki kavramı anlamasa da görüntünün zihne transfer edilebildiğini hatta görüntü ile istediği gibi oynayabildiğini göstermektedir.

K2: O uç sıfır noktasındaki kirişin doğru parçası gibi düşündüm. O doğru parçasının ucuna oturduğumu hayal ettim. Hatta ayağımda ayakkabı.

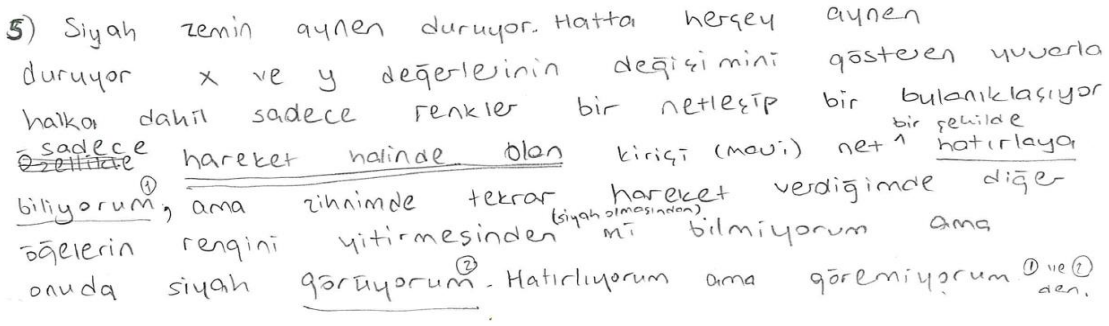
İçine girebildin. Evet.

K2: O ucunda oturdum ve parabolün üstünde geriye doğru ve yukarıya doğru hareket ettiğimi hissedebildim. Ve kafamın da teğet doğruya çarptığını hissedebildim.

Değiyor evet.

K2: Neler yapabiliyorum içine girebiliyor muyum deyince kiriş doğru parçasının ucuna oturmak ayaklarımı sallamak onlar aklıma geldi.

K2, soru formunda (Şekil 83) görüntünün net olduğunu, renkleri hatırladığını ancak renklerin çok net olmadığını ve görüntüyü hareketlendirince tüm renkli şekillerin hepsinin siyaha dönüştüğünü ifade etmiştir.



Şekil 83. K2'nin netliğe ilişkin görüşleri

K3'ün görüşleri: K3 animasyonun ayrıntılarını hatırlamasa da genel olarak animasyonun görüntülerinin zihninde yer ettiği gözlemlenmiştir. K3 yakınlaştırma ve uzaklaştırma yapmakta rahat olduğunu belirtmiştir. Yakınlaştırma ve uzaklaştırma da belli bir noktadan sonra zorlandığını belirtmiştir.

Peki zoom yapma uzaklaşmak açıyı değiştirmek mümkün oluyor mu?

K3: Yakınlaştırma uzaklaştırma yapabiliyorum

İstediğin yere yapabiliyor musun?

K3: Yavaş yavaş hareket ettirebiliyorum

Bir noktaya zoomlamak değil de bütün olarak yakınlaşmak uzaklaşmak şeklinde mi?

K3: Evet yavaş yavaş geliyor gidiyor. Ve ileri gittiğinde daha net oluyor. Küçük bir şey böyle net Ama ayrıntılar iyice gidiyor. Yakınlaştığında sanki dikkat daha dağılıyor… Netliği bozuluyor gibi geliyor. Ama uzakta da bir sorun olduğunu hissediyorum. Belli bir şeyden sonra artık…

K3 açıyı değiştirmekte zorlanmaktadır. Süreklilikte ise istediği zaman görüntüyü sürekli olarak izleyebildiğini ifade etmiştir.

Ama zoomlayıp geri çağırıyorsun. Peki, açı değişebiliyor mu? Başka bir açıdan bakabiliyor musun?

K3: Onda… Onu yapamıyorum

O da belki boyutla ilgili olabilir. Peki, sürekli izleyebiliyor muyuz? Başından sonuna kadar… Şu anda belki olmaz ama o zaman. İzleyebiliyor muyuz?

K3: Evet. Hıhı. Yani izlemek görüntü istediğim sürece sürekli izleyebiliyorum. Ama isteyeceğim önce.

Evet.

K3: Görmek istiyorum onu dediğimde düşündüğümde istediğim kadar sürekli izleyebiliyorum

K3 boyutu değiştiremeyeceğini belirtmiştir (Şekil 84).

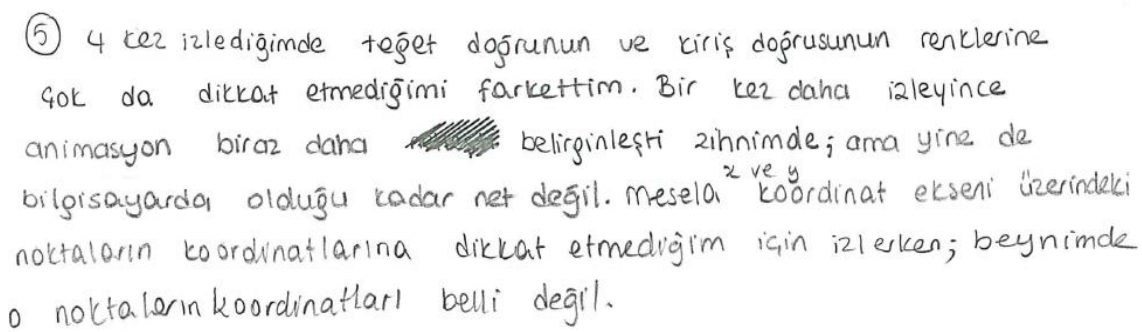
Boyut değişir mi?

K3: Boyut. Iı. Boyuttan kastınız uzaklaşma yakınlaşmaysa onu yapabiliyorum ama üç boyutlu göremiyorum.



Şekil 84. K3'ün boyut değiştirmeye ilişkin görüşleri

K3 animasyonu net olarak göremediğini belirtmiştir (Şekil 85). Animasyonun çeşitli ayrıntılarına dikkat etmediğinden bu netliği yakalayamadığını düşünmektedir.



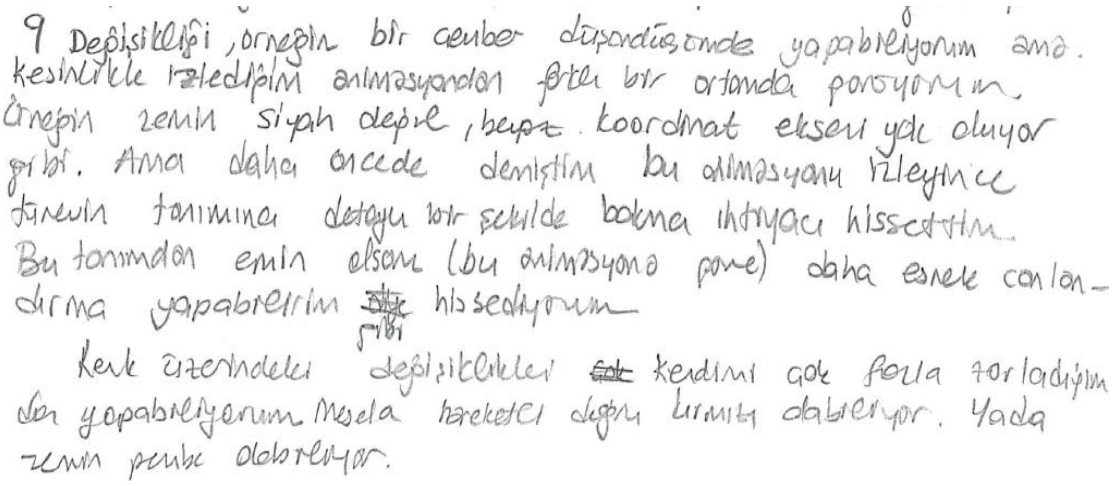
Şekil 85. K3'ün netliğe ilişkin görüşleri

Bu alt kategori ile ilgili özet bir sonraki alt kategori ile birlikte sunulacaktır (Tablo 14 – sayfa 213).

Renk / Değişiklik Yapabilme / Animasyonun Değişimi

Katılımcıların bu üç alt kategoriye ilişkin görüşleri aşağıda paylaşılacaktır.

K1'in görüşleri: K1 soru formunda (Şekil 86) tanım ile animasyonu bağdaştıramadığından çok fazla değişiklik yapamayacağını kendini zorlarsa ancak renklerde bir değişiklik yapabileceğini belirtmiştir.


9 Değişikliği, örneğin bir çember düşündüğümde yapabiliyorum ama. kesinlikle izlediğim animasyondan farklı bir ortamda paylaşıyorum. Örneğin zemin siyah değil, beyaz. koordinat ekseni yok oluyor gibi. Ama daha önceden demiştim bu animasyonu izleyince fonun tanımına değişik bir şekilde bakma ihtiyacı hissettim. Bu tanımdan emin olsam (bu animasyona göre) daha esnek canlandırma yapabilirim ~~gibi~~ gibi hissediyorum

Renk üzerindeki değişiklikleri ~~fok~~ kendimi çok fazla zorladığım için yapabiliyorum. Mesela hareketli değişen birimiş olabiliyor. Yada zemin pembe olabiliyor.

Şekil 86. K1'in yaptığı değişikliklere ilişkin görüşleri

K1 değişiklik yaparken kendi animasyonu oluşturmayı denemiştir. Oluşturduğu animasyonda renklerin kendiliğinden değiştiğini, koordinat düzleminin de yok olduğunu belirtmiştir. Katılımcı "*Kendiliğinden değişti"* diyerek belirttiği gibi buradaki değişiklik istemsiz olarak meydana gelmiştir.

Değişiklik yapabildin mi?

K1: Mesela değişiklik çemberdeki teğete bakayım dedim. Hani onun kirişini böyle bir doğru kesse çemberi şöyle bir gitse dedim. Ama fon siyah değil renksiz oldu beyaz oldu.

Değiştirdiğinde yani fon da değişti.

K1: Fon değişti.

Kendiliğinden değişti.

K1: Ama şöyle bir şey. Olan fonu değiştirmek değil de hani başka bir teğet animasyonu kurabilir miyim kafamda diye düşündüm buna benzer.

Fon isteğin doğrultusunda mı değişti kendiliğinden mi değişti?

K1: Kendiliğinden değişti. Mesela x y koordinat düzeni yok oldu. Hiç yok. Geometri sorusu çözer gibi oldu. Burada bir tane çember doğru gidiyor. Böyle ilerliyor.

K1 animasyonda yaptığı değişiklikleri anlatırken sürekli ellerini kullanarak sanki bir yere çizermiş gibi göstermektedir. Sonraki görüşmelerde de katılımcıların elleri ile kendilerine destek oldukları görülmüştür.

Şu anda görüyor musun o yaptığını?

K1: Evet.

Nerde görüyorsun orda mı görüyorsun?

K1: Ama şimdi buraya aktardım gibi oldu. Yani şurada çizer gibi. Şunu yapınca buraya geldi hocam.

Demek ki taşınabiliyormuş.

K: Orda görüyorum ben de.

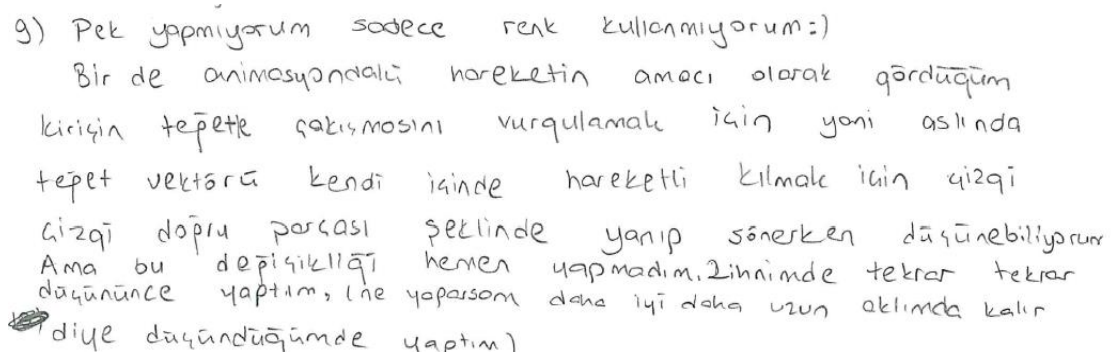
Buradaki bir şeyi taşıyabiliyorsa…

K1: Şöyle yapabiliyorum. Şöyle yaptığımda evet orda çember var böyle doğru var gidiyor falan.

Yani görüyorsun.

K1: Elimi şöyle yaptığımda evet. Sanki beynimdeki animasyonu şöyle nasıl diyeyim kontör geçmek olur ya öyle. Karbon kâğıdıyla. Öyle oldu.

K2'nin görüşleri: K2 soru formunda (Şekil 87) pek değişiklik yapmadığını sadece renkle ilgili bir değişiklik yaptığını belirtmiştir. Bu değişiklik kirişin teğetle çakışmasını vurgulamak ve teğet vektörünü belirtmek için rengin yanıp sönmesi şeklindedir. Katılımcı bu değişikliği uzun süre düşünerek yani istemli olarak yaptığını belirtmektedir.



Şekil 87. K2'nin yaptığı değişikliklere ilişkin görüşleri

K2 animasyon görüntüsünün zihninde daha kalıcı olmasını sağlamak amacı ile yaptığı değişiklikler de kendine özgü belirteçler kullanmıştır. Ancak katılımcı yaptığı değişiklik (rengin yanıp sönmesi) sonucunda animasyona ilişkin diğer renklerin tamamen değiştiğini belirtmiştir. Katılımcı kendi istediği değişikliği yaparken diğer kısımlarda istemsiz değişikliklerin meydan geldiği görülmektedir.

K2: Değişiklik yapmak çalıştığım zaman zihnimde detaylarla ilgili yani düşünüyorum ilk aklıma gelen oradaki teğet doğrunun orda yanıp sönen kesik çizgili bir şey olduğu mavinin de hareket edip onunla çakıştığı yani o doğruyla çakışacak

Böyle bir değişiklik bünye kabul ediyor mu? Öyle olmasını istediği için mi yoksa sen biraz zoraki mi değiştiriyorsun? Bu da önemli belki zihnin öyle kabul etmiyor burada sunulduğu gibi. Bir şeyleri değiştirip daha mı iyi kabul eder? Ama öyle bir şey belli değil. Aklımıza gelen değişiklik

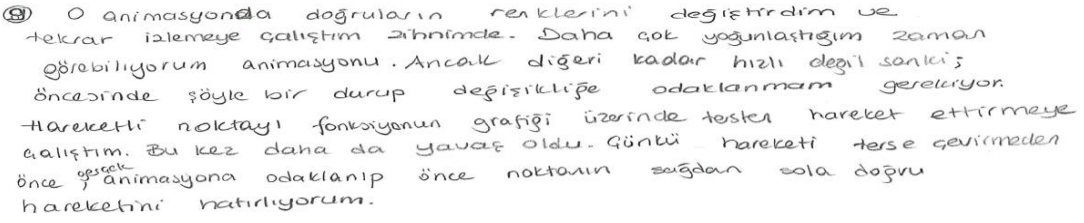
K2: Aklıma o geldi. Hareketli olsa teğet doğru ben buradaki animasyondaki amacım hareketin amacının daha iyi yerine oturabileceğini ikisinin çakışmasının daha akılda daha uzun süre kalacağını düşündüm. Bunu yapmaya çalışırken bir yandan yanıp sönmesini de düşünüyorum. Bunu yapmaya çabalarken de renkleri kaybettim yani değişti. O renkleri sağlayamadım. Kırmızı yeşil siyah gri beyaz gibi gördüm

Gibi. Renkler. Evet. Evet.

K2: Yanıp söndü ama renkler gitti.

K1 ve K2'nin yaptıkları değişikliklerde oluşan yeni animasyonda katılımcıların yapmayı düşündüğü değişiklikler oluşmuştur. Her iki katılımcıda kendi istediği değişikliği yaparken animasyonun orijinal halini kaybetmişlerdir. Beynin animasyonu kabul etmesi için kişiye göre yeniden düzenlenmesi esnasında kişinin kabul etmediği ya da kendine uygun gelmeyen yerlerin atıldığı ya da yeniden düzenlendiği görülmektedir.

K3'ün görüşleri: K3 soru formunda (Şekil 88), doğruların renklerini değiştirdiğini belirtmiştir. Bu değişikliği yapmanın kendini yavaşlattığını ve değişiklik yapmadan önce odaklanması gerektiğini ifade etmiştir.


9) O animasyonda doğruların renklerini değiştirdim ve tekrar izlemeye çalıştım zihnimde. Daha çok yoğunlaştığım zaman görebiliyorum animasyonu. Ancak diğeri kadar hızlı değil sanki; öncesinde şöyle bir durup değişikliğe odaklanmam gerekiyor. Hareketli noktayı fonksiyonun grafiği üzerinde tersten hareket ettirmeye çalıştım. Bu kez daha da yavaş oldu. Çünkü hareketi terse çevirmeden önce (gözlerimi) animasyona odaklanıp önce noktanın sağdan sola doğru hareketini hatırlıyorum.

Şekil 88. K3'ün yaptığı değişikliklere ilişkin görüşleri

K3 görüşme kayıtlarında benzer düşünceler belirtmiştir. Burada da yine yavaşlamadan bahsetmiştir. Yaptığı değişiklik olarak, "*kiriş doğrusu sarı olsun diğeri de teğet doğrusu da fosforlu yeşil olsun"* şeklinde belirtmiştir. K3 değişiklik yaparken animasyonda kendi isteği dışında herhangi bir değişikliğin olduğuna dair herhangi bir şey belirtmemiştir. Başka bir değişiklik yapmaya çalıştığında - tersten izlemek- zorlandığını ancak yeteri kadar izleyip zihninde animasyon netleşirse değişlikleri daha hızlı yapabileceğini değişiklik sayısının artacağını belirtmiştir.

Güzel. Değişiklik yapabiliyor muyuz?

K3: Değişiklik yapmaya çalıştığımda biraz zorlanarak ve animasyon yavaşlayarak yapabiliyorum. Mesela nasıl izlemeye çalıştım. O kiriş doğrusu sarı olsun diğeri de teğet doğrusu da fosforlu yeşil olsun şeklinde kodlayarak o şekilde izlemeye çalıştım.

Yaptığın değişiklik buydu yani öyle mi?

K3: Bir de söylediğim gibi tersten izlemek istedim. Tersten nokta. Onu yapabilmek için de durdum şöyle bir. Nokta nasıl gidiyordu önce onu düşündüm daha sonra geri geri gittim. Yine yavaşladı öncesinde ve gerçek animasyonu bir düşünmem gerekiyor. Pat diye tersten izlemeyi yapamıyorum. Kodlayarak yapıyorum.

Peki yine bir tahmin. Acaba beş defa daha izledikten sonra bu değişimler daha kolaylaşabilir mi?

K3: Hıhı evet. Öyle gibi gibi…

İlk şart animasyonu çok sağlıklı görüp değişiklik mi yapmak mı yoksa çok sağlıklı görmeden değişiklik yapabilir miyiz?

K3: Şu anda yapabiliyorum. Belki yapacağım değişiklik sayısı artabilir. Ve daha hızlı olabilir. Hani diyorum ya bir duruyorum önce bir animasyonu. Zihnimde daha netleşirse animasyon daha çabuk geçiş yapabilirim..tersten hareket ettirebilirim. Renklerini değiştirebilirim.

Tablo 14'den görüldüğü gibi katılımcılar zihinlerine transfer ettikleri görüntüler üzerinde yakınlaşma - uzaklaşma yapabilmekteler ve süreklilik sağlanmaktadır. Katılımcılar istemli ya da istemsiz olarak animasyonda değişiklikler yapabilmektedirler. Yapılan değişiklikler daha çok renklerin değiştirilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Açı değişikliği de katılımcılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar değişik açılardan animasyonu izleyebilmektedirler. Görüntünün arkasına geçip görüntüyü izlemekte zorlanmışlardır. Görüntünün net olarak zihinlerde oluşmadığını düşünmektedirler. Boyut değiştirmek

katılımcıları zorlamış olsa da K1'in bunu yapabildiği ortaya çıkmıştır. Katılımcıların görüntüyü olduğu gibi transfer etmesi ve kendileri için çok yeni bir deneyim olması boyut değişikliğine engel olmuş olabilir.

Tablo 14. Katılımcıların Animasyonun Çeşitli Durumlarda İzlemelerine İlişkin Görüşleri

	K1	**K2**	**K3**
Netlik	Yok	Var	Yok
Yakınlaştırma	Yapabiliyor	Yapabiliyor	Yapabiliyor
Uzaklaştırma	Yapabiliyor	Yapabiliyor	Yapabiliyor
Süreklilik	Yapamıyor	Yapabiliyor	Yapabiliyor
Değişiklik	Yapabiliyor	Yapabiliyor	Yapabiliyor
Boyut Değişikliği	Yapabiliyor	Kısmen	Yapamıyor
Değişik Açılardan Bakma	Yapabiliyor	Yapabiliyor	Kısmen
Görüntüyü Arkadan İzleme	Yapamıyor	Belirtilmemiş	Yapamıyor

Animasyonun zihne transfer edilirken çeşitli değişikliklere uğrayabildiğini ve katılımcıların zihne transfer ettikleri görüntüleri farklı şekillerde izleyebildiklerini görmekteyiz. Görüntüleri zihne aktardıktan sonra bu görüntülerin farklı şekillerde izlenmesi kavram imajının hareketlenmesi ve kalıcı olması için bir yol olarak düşünülebilir.

Sekizinci görüşme (karenin simetri grubu): Katılımcılar animasyonu izledikten sonra görüşme esnasında araştırmacı tarafından aynı animasyon üzerinde değişiklik yapılıp katılımcılara tekrar izlettirilmiştir. Katılımcıların animasyon üzerinde yapılan değişiklikleri fark edip edemeyecekleri araştırılmıştır.

Bu görüşmede, katılımcılara 7. animasyon seyrettirilip alternatif üretme süreci ve başka konularda konuşulduktan sonra (15-20 dakika sonra), animasyonda zemin rengi değiştirilerek 7. animasyon yeniden seyrettirilmiştir. Zemin ilk seyredilen animasyonda siyah iken beyaz olarak değiştirilmiştir. Animasyon yeniden düzenlendiğinde zeminin beyaz olması K2 ve K3 tarafından fark edilmemiştir.

A: Ben şunu merak ediyorum daha önceki animasyonlarda mesela şey diyordunuz hani karanlık bir odada gibi görüyorum kendimi. Orda oturuyorum karşımda seyrediyormuşum gibi. Ya da bilgisayar ekranı siyahtı. Bugün dikkat ederseniz tüm animasyonlarda…

K2: Siyah zemin vardı.

A: Siyah zemin vardı değil mi?

K1: Zeminlerin Hepsi beyazdı.

A: Hepsi beyazdı.

K2: Öyle miydi?

A: Evet.

K3: Aa

K2: Aa. Allah Allah.

A: Beyaz ve mavi.

K3: Aa siyahtı.

A: Ama kenarı siyahtı mekânımız yani bizim çalıştığımız yer beyazdı.

K3:K2: Evet. Doğru. Hiç dikkat etmedim.

K1: Ben de şey yapıyorum burada izliyorum beyaz buraya geliyorum siyah oluyor. Yazılar mor oluyor falan.

K2: Hiç fark etmedim yani ben ayrımı da fark etmedim hani burada siyah gördüm benimkiler de böyleydi diye siyah dedim.

Araştırmacı, zemini farklı renklerde animasyon seyrettirmesine rağmen katılımcılar bunun farkında değildir. Örneğin K2, "*Ne beyaz ne siyah."* diyerek rengi görmediğini ifade etmiştir. Katılımcıların seyrettikleri animasyondan geriye sadece animasyonun hareketi kalmıştır. Bu görüşmede katılımcıların problem çözme ile uğraşması, dikkatlerini buna vermesi sadece beyinlerinde dönen bir kare oluşturmuştur.

A: Peki bir şey soracağım bunun zemin rengi siyah ya da beyaz olması- çünkü birkaç animasyonda ben mesela beyaz ya da açık renkler kullandım zeminde- bir şeyi değiştiriyor mu?

K2: Ben hiç hatırlamıyorum şuan zeminleri.

A: Öyle mi?

K2: Sadece dönen kareyi hatırlıyorum.

A: Dönen kare hiç.

K2: Ne beyaz ne siyah.

K3: Bende daha çok siyah zemin gibi ama zemine çok odaklanmadığım için hani her zaman siyah görüyorum çok hatırlamıyorum.

K1: Ben ikisini de hatırlıyorum ama çok rahatsız etmiyor beni yani siyah ya da beyaz oluşu.

Daha önceki görüşmelerde siyah zemin rengine sahip animasyonlar seyrettikleri için son animasyondaki zemin renginin de siyah olduğunu düşünmüşlerdir. Örneğin katılımcıların önceki görüşmelerde "*siyah ekran görüyorum"* ifadesini kullandıkları hatırlanacaktır. K1 bazı farklılıklar fark etmiş olmasına rağmen araştırmacı sormadan bunu belirtmemiştir. K1 animasyonda zeminin beyaz olduğunu fark etmesine rağmen, "*Hep siyah mı izlemiştik daha önce?"* ifadesi ile şaşkınlığını belirtmiştir. K2 ve K3 ise farklı zemin rengine sahip animasyonlar seyrettiklerini fark etmemişlerdir. K2 , "*Ben yani hiçbir fark addetmediğim için en son siyahı gördük diye hep siyahtı dedim."* ifadesi ile daha önceki izlediği animasyonlardan dolayı etkilendiğini belirtmektedir. Bu görüşmede izledikleri animasyonlarda da siyah zemin olması katılımcılarda bir şartlanma oluşturmuş gibi gözükmektedir. Son seyredilen animasyondaki zemin renginin beyaz olduğunu fark edememişlerdir.

A: Ben size iki tane farklı animasyon seyrettirdim fark ederseniz. Birisi tamamen siyahtı.

K2: Onu fark ettim yani iki de farklıydı zeminleri

A: Ancak karşılaştırdığım zaman fark ettiniz.

K2: Karşılaştırdığınız zaman

K2: Ben onu da fark etmedim. Yani hani arka fona hiç takılmadım.

A: Daha önceki ifadelerinizde onu söylüyordunuz bana bugün hiç söylemeyince ben şaşırdım.

K3: Ama ben hala siyah görüyorum yani.

K1: Yo ben beyaz olduğunu fark ettim de daha önce siyah dediğimizi hatırlamadım ben de. Hep siyah mı izlemiştik daha önce?

A: Genelde siyah izlemiştik.

K1: Ha… Evet, evet hatırladım siyahtı.

K2: Ben yani hiçbir fark addetmediğim için en son siyahı gördük diye hep siyahtı dedim. Hani bizimkiler de böyleydi diye.

K1: Belki beyaz izlesen beyaz diyecektin belki de.

K2: Hiç bilmiyorum. Ama sanki siyah gibi ya yok. K3 diyor ya benimkisi siyah gibi

K3: Ben kendim gözümü kapattığımda siyah...

K2: Benimde siyah. Siyah izlemişim gibi sanki.

Katılımcılar ilk görüşmelerde animasyonun çeşitli ayrıntılarına dikkat etmekteydiler. Bu görüşmede buna dikkat etmediklerini görüyoruz. Katılımcılar için karenin rengi ya da zeminin rengi önemli olmamıştır. Katılımcılar animasyondaki harekete odaklanmaktadırlar. K3 bunu, "*Olaya konsantre oluyoruz galiba. Arkaya çok da takılmıyoruz"* diyerek belirtmiştir. Katılımcılar sadece animasyonu anlamaya odaklanmışlardır.

K3: Çok da etkilemiyor galiba arka fon.

A: Yani ne bileyim başlarda baya çok mu hani ilk defa gördüğünüz için dikkat ettiğinizden mi renk falan söylüyordunuz. Sonra ne olduysa birden şey fark ettim sizde böyle arka fonda şu vardı falan gibi.

K2: Hiç dikkat etmedim

K3: Olaya konsantre oluyoruz galiba. Arkaya çok da takılmıyoruz

K2: İş biraz ciddileşince hocam

…….

K2: Onu söylemek için dedim biraz daha bir şeyler yapmak durumunda kalınca.

K3: Ayrıntılara çok takılmıyoruz muyuz acaba

Katılımcılara animasyonlar üzerinde kendilerinin değişiklik yapılıp yapılmadığı sorulduğunda, karenin ya da zeminin rengini değiştirmediklerini belirtmişlerdir.

A: Peki siz de değişiklik yapıyor musunuz? Mesela karenin rengini değiştiriyor musunuz?

K3: Ben yine açık mavi. Ama zeminim siyahtı.

A: Zemin siyahtı. Senin?

K2: Benim de aynı öyleydi. Yani daha doğrusu ben zemin hatırlamıyorum yani siyahtı dedim ama hiç dikkat etmedim..

K1: Aynen ben de hatırlamıyorum ama beyazdı gibime geliyor. Burada beyaz izlediğim için belki.

K2, asıl işinin karenin dönme ve simetrileri ile ilgili hareketler yaptırmak olduğunu ve böyle bir değişikliğin kendi için daha çok iş demek olduğundan bir değişiklik yapmayı gerekli görmemektedir.

A: Karenin rengini neden değiştirmiyorsunuz? Hep açık mavi kalıyor

K2: Çünkü diyorum ya tek işimiz orda kare falan değil döndürüp rakamları takip etmek asılmak yani rakamları tutabilmek çekebilmek onu hareket ettirebilmek.. O yüzden mavi görmüşüm mavi niye değiştireyim ki. Niye zorlayayım ki yani bir daha

K3 ise değişiklik içim kendisini zorlaması gerekeceğini düşünmektedir. Ayrıca yaptığı işe odaklandığı için değişiklik yapmayı gerekli görmemektedir.

K3: Ama zorlayınca ikisini de değiştirebiliyorum ben. Zemini de karenin rengini de. Ama öyle bir kaygı taşımıyorum kafamda canlandırırken sadece olaya odaklanmaya çalışıyorum alternatif üretmeye çalıştığımız için.

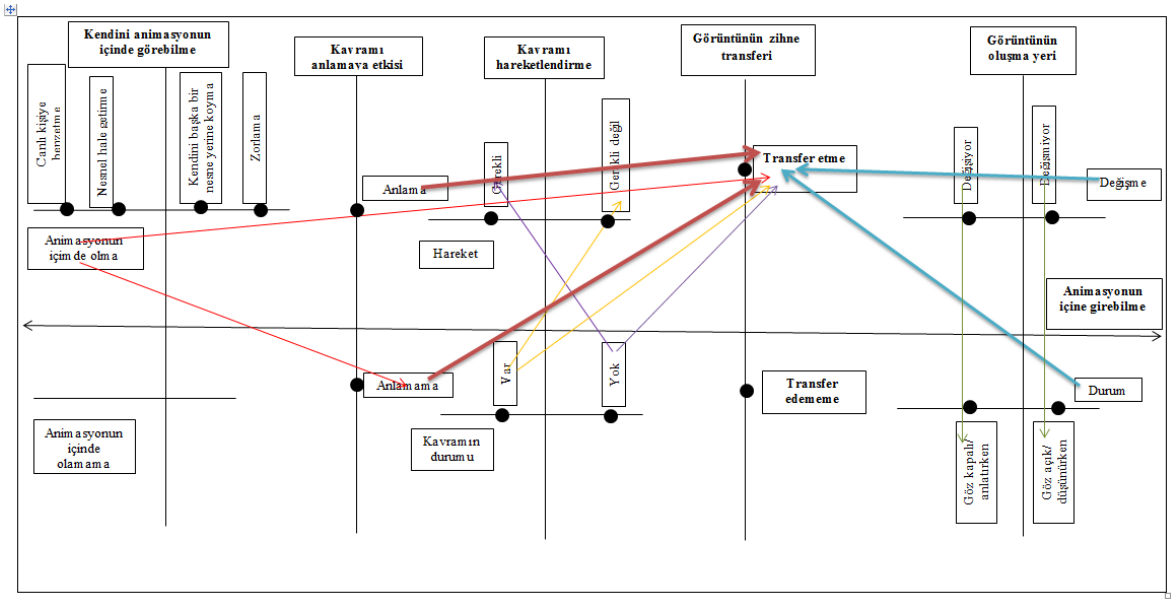
Katılımcıların ifadelerinden de görüldüğü gibi; problem çözmeye odaklanmışlardır. Kendileri için önemli olan işe, alternatif üretmeye çalışmaktır. Herhangi bir değişiklik onlar için ikinci planda kalmaktadır. Yaptıkları iş kendilerini yorduğundan ayrıca kendilerine yeni bir iş eklemek istememişlerdir. Katılımcıları zorlayan, onlar için daha önemli olan durumlar ortaya çıkınca; katılımcıların detayları pek umursamadığı, kendileri için önemli olan olaylara yoğunlaştıkları gözlenmektedir.

4.1.3.3. Animasyonun İçinde Olma

Bu alt başlıkta önce katılımcılarla nasıl bir görüşme yapıldığı kısaca açıklanacak ve verilerden yola çıkılarak elde edilen eksensel kodlamaya dair şekil sunulacaktır. Sonrasında ise eksensel kodlama hakkında bilgi verilecektir. Son olarak da eksensel kodlamadaki alt kategorilere dair katılımcı görüşleri sunulacaktır.

Dördüncü görüşmede hareketli imajın zihne transferinin gerçekleşmesinin sağlanması amacı ile katılımcılarla farklı bir deneyim gerçekleştirilmiştir. Katılımcılardan kendilerini seyrettikleri animasyonun içinde görmeleri istenmiştir. Bölme ve toplamaya ilişkin iki animasyonla çalışılmıştır. Gerçekleştirilen bu deneyim sonucunda katılımcıların görüşleri paylaşılacaktır.

Aşağıda katılımcıların; görüşmeler sonucunda odaklanmaya dair görüşleri sonucunda elde edilen eksensel kodlama yer almaktadır (Şekil 89). Eksensel kodlama aşağıda açıklanacaktır.



Şekil 89. Animasyonun içinde olabilmeye ilişkin eksensel kodlama

Animasyonun içinde olmaya ilişkin 4.1.3.1. nolu kısımdan da (Görüntünün (Hareketli İmajın) Oluşma Yeri) faydalanarak yukarıdaki eksensel kodlama oluşturulmuştur. Bu eksenin alt kategorilerden ayrılması için doğrunun her iki ucunda oklar kullanılmıştır. Yatay eksen; katılımcıların kendilerini animasyonun içinde görebildiklerini gösteren "animasyonun içine girebilme" olarak seçilmiştir. Bu kategori için "kendini animasyonun içinde görebilme", "kavramı anlamaya etkisi", "kavramı hareketlendirme", "görüntünün zihne transferi", ve "görüntünün oluşma yeri" olmak üzere beş alt kategori tanımlanmıştır. Bu alt kategoriler bir doğru ile gösterilmiştir. Doğrular üzerinde yer alan noktalar ise bu alt kategorileri oluşturan kodlamalardır. Oklar ise alt kategoriler arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılmıştır.

Katılımcıların soru formlarının incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular (aşağıda açıklanmıştır) sonucunda; "kendini animasyonun içinde görebilme" alt kategorisi animasyonun içinde olma, animasyonun içinde olmama ifadelerinden oluşturulmuştur. "kavramı anlamaya etkisi" alt kategorisi anlamama ve anlamama ifadelerinden oluşturulmuştur. "kavramı hareketlendirme" alt kategorisi hareket ve kavramın durumu

ifadelerinden oluşturulmuştur. “görüntünün zihne transferi” alt kategorisi transfer etme, transfer etmeme ifadelerinden oluşturulmuştur. “görüntünün oluşma yeri” alt kategorisi değişme ve durum ifadelerinden oluşturulmuştur (Şekil 46).

Animasyonun içinde olabilme kavramı anlamaya etki ettiği gibi hareketli imajı zihne transfer etmeyi de sağlamaktadır. Bu durumda kavram anlaşılmasa bile hareketli imajın zihne transferi sağlanmaktadır. Görüntünün zihinde oluşma yerinin farklı olmasının hareketli imajın zihne transferinde engel teşkil etmediği belirlenmiştir. Kavrama ilişkin imajın olduğu durumda hareketli kavram imajına daha öncede belirtildiği gibi gerek duyulmamaktadır. Bu durumda da katılımcılar kendini animasyonun içinde görebilmektedirler.

Yukarıda sunulan eksensel kodlamada (Şekil 89) elde edilen beş alt kategoriye ilişkin bulgular aşağıda sunulacaktır. Her bir başlık altında tüm katılımcıların görüşleri paylaşılacaktır.

Görüntünün oluşma yeri

Görüntünün oluşma yeri 4.1.3.1. nolu kısımda açıklanmıştır. Kısaca hatırlatmak gerekirse; K1 ve K3 HKİ’yi sürekli aynı yerde görürken K2 gözü açık ve kapalı olduğu durumlar için farklı yerlerde gördüğünü belirtmiştir. Ancak bu durum HKİ’nin zihne transferinde bir engel teşkil etmemiştir.

Kendini animasyonun içinde görebilme / Görüntünün zihne transferi

Katılımcıların “kendini animasyonun içinde görebilme” alt kategorisine ilişkin görüşleri paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategori için kısa bir özet sunulacaktır.

Dördüncü görüşme: Yukarıda da bahsedildiği gibi bu görüşmede katılımcılarla farklı bir deneyim gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmedeki katılımcı görüşleri sonucunda “kendini animasyonun içinde görebilme” alt kategorisi oluşturulmuştur. Ayrıca “görüntünün zihne transferi” alt kategorisi ile ilişkisi de bu kısımda açıklanacaktır.

Katılımcılar animasyonları izledikten sonra izledikleri animasyonların içinde kendini görüp göremeyecekleri sorulmuştur. Önce bölmeye ilişkin animasyonu izlemişlerdir ve

kendilerini animasyonun içinde görebildiklerini ifade etmişlerdir. K1 bunu zorla yaparken K2 ve K3 zorlamadan bahsetmemiştir.

K1 animasyonu seyrederken kendini animasyonun içinde görmemiştir fakat zorlayınca animasyonun içine girebildiğini belirtmiştir.

K1: Ben izlerken hiç şey yapmadım …… tamamen laptop ekranında izledim animasyonu. Tekrar izlediğimde de içinde değildim animasyonun ama zorladım zaman hani bunun içinde olabilir miyim diye zorladığım zaman topun üzerine çıkabildim yani. Tek tek böyle dalga dalga alttan topların gittiğini düşünebildim ama zorladım kendimi.

K1, başka bir ifadesinde "*Şimdi yine bende ilk ekrana bakarken aynı şekilde arkadaşlar gibi ekranda izlerken kendimi hiç içinde düşünmedim ama sonra okuyunca kendimi içinde hissetmek için zorladım. Zorladım mı yine ilk karşıma izlediğim animasyon geldi."* diyerek yine kendini zorlayarak animasyonun içinde olduğundan bahsetmiştir. Görüşmenin devamında elleri ile gördüğü görüntüyü anlatmıştır. "*top şu kadar yakınlıktaydı bana", "onun arkasında şöyle bir boyut var,", "top burada şöyle geldiler"* şeklindeki ifadelerden de anlaşılacağı üzere katılımcı animasyonun içinde kendini görebilmektedir.

K1: Sonra zorla içine girmeye çalıştım ve yine siyah bir odadayım ve yine bir zemin var ama top şu kadar yakınlıktaydı bana, şuradaydı top büyüklüğü de şöyleydi.

A: Daha yakın.

K1:Çok yakın hayalimde yaratmışım demek ki ondan sonra onun arkasında şöyle bir boyut var, arkasından toplar çıktılar yan tarafa yani 20 derecelik falan bir açıyla izledim yani top burada şöyle geldiler. Bir tarafı bana doğru geldi bir tarafı başka tarafa doğru gitti çok yakından izledim yani.

K2, "*direk topun üstündeydim"* diyerek zorlanmadan kolayca kendini animasyonun içinde görebildiğini belirtmiştir. Bu görüşmeden önceki görüşmelerde de olduğu gibi animasyonu elle tutulur nesnel bir varlık haline getirip etkileşime girmiştir. K2 animasyonun hangi kavram ile ilgili olduğunu anlayamadığından sadece toplarla oynadığını, kavramın ne olduğunu bilse daha farklı olacağını belirtmiştir.

K2: ……siyah bir ekranda değildim de sanki direk topun üstündeydim animasyonun içerisinde hani girebilir miyim diye düşününce direk topun üstünde hayal ettim kendimi hani direk topun üstündeydim. Topun üstünde küre üzerinde hani hafif yalpalamalar nasıl diyeyim hani zor bela üzerinde durmaya çalışarak o on tane topun o toptan çıktığını düşündüm o şekilde hissettim. Yani belki de yani soruya da zaten özellikle şey yazdım tam olarak izlerken anlasaydım ben bu

kavramı hani ne ifade ettiğini tam olarak anlayamadığım için içine girmek bana sadece toplarla oynamak gibi bir şey oldu animasyonda. Ya hani izlemeden ben birin 10a bölüneceğini onun beş beş bölüneceğini düşünerek izleseydim içinde olmak çok daha fark ettirirdi. Bu birazda basit bir kavram olduğu için belki de hissedemiyorum hani içinde olmak daha iyi mi olur yoksa fark ettirir mi? Ama bence zor bir kavram olsa içinde olmak daha çok fark ettirir ama bunu da geçen animasyonlara göre söylüyorum. Bu animasyona göre söylemiyorum çünkü bu animasyonun neden olduğunu anlayamadım o yüzden.

K3 önce animasyonu sadece izlemiştir. Araştırmacının isteği üzerine animasyonu tekrar izlediğinde ise siyah odada, siyah bir ekranda izlediği hissine kapılmıştır.

K3: Ben izlerken o düşünce ile izlemedim ama burada tekrar düşündüğünüzde deyince tekrar düşündüğümde sanki laptop da değil sanki siyah ekranda görüyorum demiştim ya sanki siyah ekranın içindeyim hiç kimse yok simsiyah bir odadayım da o animasyonu oradan izliyorum hissine kapıldım.

Animasyonu kendine çok yakın bir mesafeden izlediğini belirtmiştir.

K3: O şekilde oldu yani laptop ekranında değil de kimsenin olmadığı simsiyah bir odada izlediğimi gördüm. Daha yakındım yani.

A: Yakınlık mesafesi ne kadardı?

K3: Yani...nasıl diyeyim şu duvarda izliyordum sanki daha iç içeydim. Yakındım derken yani mesafe değil.

A: Yani bir metre filan gibi bir şey olabilir mi?

K3: şurada görüyor gibi..hıhı bir metre gibi.

Katılımcılar ikinci animasyonu (toplama) seyrettikten sonra ilk animasyonun (bölme ile ilgili) aksine çok daha rahat animasyonun içinde olduklarını ifade etmişlerdir. Katılımcıların belli bir deneyimden sonra animasyonun içinde olmayı daha rahat başardıkları görülmektedir.

K1 ilk animasyonda zorlanırken - ilk animasyonu bir hazırlık aşaması gibi düşünülecek olursa- toplama animasyonunda zorlanmadan bahsetmemiştir. K1,*"sanki odanın ışığı gibi"* kendini başka bir nesne yerine koyarak izlediğini belirtmiştir. K1 kendini tamamen animasyonun içinde görebilmiştir. Bir önceki animasyonu, nasıl gördüğünü anlatırken olduğu gibi bu animasyonu nasıl gördüğünü anlatırken de elleri ile tariflerde bulunmuştur. Örneğin "*bakıyorum şuradan 4 top geliyor, buradan 6 top geliyor sonra arkadan bir tane geliyor."* ifadesinde topların geldiği yerleri elleri ile göstermiştir.

K1: Yine de o toplara bakmak için üçüncüyü izledim ben yani ve izlerken de hani bir önceki soruda vardı ya, kendinizi içinde düşünebiliyor musunuz, bu soruda yine bunu cevaplayacağımı düşündüğüm için izlerken kendimi içinde görmeye çalıştım. Yani izlerken görmeye çalıştım daha önce düşünerek görmeye çalışmıştım ama burada izlerken görmeye çalıştım ve mesela şu yerde oluyor. Bende şu masanın hizasındayım. Bir metrelik mesafeden olan o büyük halı, halı olarak görmedim gerçi ama daha büyük dikdörtgenin en tepesindeyim. Bakıyorum böyle sanki odanın ışığı gibi.

A: Yukarıdan bakıyorsun?

K1: yukarıdan baktım evet ama yine de çok uzak değilim ve bakıyorum şuradan 4 top geliyor, buradan 6 top geliyor sonra arkadan bir tane geliyor. Halının üzerinde değildim yani tepesindeydim. Sanki asma bir kat gibi. Camekânın üstünde üzerine şöyle yatmışım gibi öyle gördüm yani.

K2 ise yine kavramı tam olarak anlamamakla birlikte bölme animasyonunda olduğu gibi oldukça rahat bir şekilde animasyonun içinde kendini görebilmiştir. *"İşte 4 tane geldi,6 tane gelince mesela ben 6 olduğunu fark ettim ben bir tanesini tuttum itekledim diğer 4 tanesinin yanına", "Sonra büyük bir top yaptım"* gibi ifadelerinden görüldüğü gibi animasyonu kendine göre düzenleyip elle tutulur bir varlık gibi düşünerek onları dokunabildiğini nesnelleştirdiğini görüyoruz.

K2: Ben de o alt tabakada içine girildikçe o alt tabakanın üstüne çıkabildim. Yukarıdan yani böyle hoplayıp zıplayan biri gibi kendimi öyle hayal ettim yani. Yukarıdan toplar gelecek ben onları ilk önce beşlik toplayacağım sonra da beşlikler oluşursa elimde 2 tane beşlikleri ona çevireceğim elimde kocaman bir topum oluşmuş olacak. Onluk sistemde basamak değerinde elimde bir tane olacak diye düşündüm. İşte 4 tane geldi,6 tane gelince mesela ben 6 olduğunu fark ettim ben bir tanesini tuttum itekledim diğer 4 tanesinin yanına.2 tane beşlik oldu. Sonra o iki beşlik olunca hani 2 beşlik elde ettim ya zaten onu beklediğimi de düşünerek o 2 beşliği oluşturdum. Sonra büyük bir top yaptım sonra o bir tane haline geldi. Bir tane olduğu için o orda kaldı. Sonra ben tam o ikisinin ortasından öyle ekrana bakabiliyordum yani.

K3 ilk animasyonda siyah bir ekranda seyrederken ikinci animasyonda kendini animasyon akışı içerisinde görebilmiştir. Animasyon sürecini yaşadığını belirtmiştir. "*on olunca tamam diyordum sen dışarıda kal"* diyerek sanki canlı bir varlıkla konuşuyormuş gibi anlatmıştır.

K3: Ama birazcık da zorlayınca kendimi onları halı gibi halının üzerinde gibi gördüm o topları ve ben o büyük halının üzerine oturduğumu, bağdaş kurduğumu ve o topların bana doğru

geldiğini gördüm. Hatta o toplama işlemini kendim yaptım birleştiriyordum on olunca tamam diyordum sen dışarıda kal. O şekilde gördüm.

Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi ilk animasyon seyredildikten sonra katılımcılar seyrettikleri animasyonun içinde kendilerini görebilmişlerdir. Kendilerini toplarla etkileşim halinde anlatabilmişlerdir. Hatta animasyonun hangi kavrama ait olduğunu kavrayamadıkları durumlarda bile katılımcıların kendilerini animasyonun içinde görebildikleri ortaya çıkmıştır (4.1.2.2. Algı isimli başlık altında açıklanmıştır). K2 toplama animasyonunu daha zor bir kavram beklentisi içine girdiğinden dolayı farklı bir kavram olarak düşünmüştür). Hareketli kavram görüntüsünün zihne transferi gerçekleşmiş denilebilir. Dolayısı ile kendini içinde hissetme hareketli kavram görüntüsünün zihne transferi için bir yol olarak düşünülebilir.

Katılımcılar topları canlı kişiye benzeterek, nesnel hale getirerek, kendini başka bir nesne yerine koyarak ya da zorla animasyonun içine girebildiklerini belirtmişlerdir. Katılımcıların animasyonun içinde olma tanımları Tablo 15'de sunulmaktadır.

Tablo 15. Katılımcıların Animasyonun İçinde Olma Tanımları

Animasyonun İçinde Olma
Canlı kişiye benzetme
Nesnel hale getirme
Kendini başka bir nesne yerine koyma
Zorla içinde hissetme

Beşinci görüşmede; animasyonun içinde olup olamayacakları katılımcılarla yeniden denenmiştir. Katılımcılar önceki çalışma kadar yoğun olmasa da kendilerini şartlandırdıkları takdirde yapabildiklerini belirtmişlerdir.

K3: Ben kendi kendimi şartlandırmayınca olmuyor.

K1: Şartlandırırsam yapabiliyorum.

Katılımcılar düşünürler…

K3: Şartlandırırsam oluyor ama geçen haftaki kadar yoğun değil.

A: O konunun üzerine yoğunlaşmıştık

K3: Belki ondan dolayı.

K1 kendini açı ile ilgili animasyonun içinde gördüğü gibi ayrıca animasyona boyut kattığını da ifade etmiştir.

K1: Ben gördüm. Bodrum katlarında olur ya öyle bir boru tam o köşede duruyordum. Borunun orda köşeden bakıyorum. Öyle bir şey gördüm.

K2 üzerinde çalışılan açı kavramı ile örnekler vererek özellikle uğraştığında animasyonun içine girebildiğini belirtmiştir. Türev animasyonunda çok daha rahat olduğunu belirterek burada gerekliliğin zorluğa sebep olacağını ifade etmiştir.

K2: Ben alıyorum, o şeyi koyuyorum üzerine. Sonra böyle bir şeyler çiziyorum. O aradaki 100 oluyor ya 100 taşınıyor ya kafamda geriye de 20 kalıyor ya 20 oldu diyorum. Ama bu içine girmek ekstra bence düşündüğümüz zaman oluyor gerçi. Benim o şeyde öyle olmamıştı, teğette. Direk ben içinde görmüştüm kendimi. Bak demek ki gereklilikle alakalı olabilir. Hakikaten öyle. Bunda izlemem gerektiği için izliyorum, ama öbüründe çok beğenerek gerekli olduğunu düşünerek izlemiştim.

K3 deneyince açı animasyonun içinde kendini görebilmiştir.

K3: Ben mesela herhangi açı 100 olduğunu.100'ün üzerine oturduğumu ve kaydığımı hissettim. Hani soru çözümü olarak değil de, içinde bir parça olarak.

Katılımcılardan istenmediği takdirde kendilerini animasyonun içinde görmeye zorlamadıkları ortaya çıkmıştır. Katılımcılar bu görüşmede tamamen problem çözmeye odaklandığından dolayı istenmeden animasyonun içinde olmayı gerekli görmemiş olabilirler. Ancak animasyonun içinde olmaları istendiğinde katılımcıların bunu başardığı görülmektedir.

Birinci genel görüşme: Bu görüşmede katılımcıların kendilerini nasıl animasyonun içinde hissettiklerinin açıklanması amacı ile sorular sorulmuştur.

K1'in görüşleri: K1, "*Hani böyle bir daha şey yapıyor netleştiriyor animasyonu böyle bir şeyin olması ama eğer ki siz o animasyonu oluşturmuşsanız."* ifadesi ile kendini animasyonun içinde hissedebilmek için kendi oluşturması gerektiğini belirtmiştir. Animasyonu kendi oluşturduğu için farklı yönlerden bakması gerekmediğini, bunun detayları görmede faydalı olabileceğini düşünmektedir.

K1:. Animasyon oluşmuşsa içine girmek yandan bakmak ya da tepeden bakmanın çokta etkisinin olmadığını düşünüyorum. Yani ilk animasyonu kafanıza yerleştirmek istediğiniz de bir faydası olabilir. Hani daha iyi özümsemeniz için detayları inmeniz için faydası olabileceğini

düşünüyorum. Ama animasyon olmuşsa hani olmuş animasyona ben yandan bakayım içine gireyim bakayım…

K1 bu durumu kendi oluşturduğu bir animasyonla örneklemiştir. Aşağıda oluşturduğu animasyon sunulmaktadır. Katılımcının anlatımından anlaşıldığı üzere; oluşturduğu prizmanın her bir ayrıntısına hâkim olduğunu, karşısında bir ekranda canlı bir görüntü oluşturabildiğini ve "*altına girip bakabilirim. Evet, şuan altına girip baktım"* ifadesi ile de kendini animasyonun içinde görebildiğini görmekteyiz.

A: Aynı örneği istiyorum şimdi hani demiştin ya bana böyle prizmaları tepeden görüyorum diye. Mesela orda nasıl diyeyim uçarak mı gittiğini düşünüyorsun?

K1: Yok yok ben kamerayım orda elimi kolumu bacağımı göremiyorum ben bir kamerayım. İşte böyle bir küçücük dy dx işte veya $x_i y_j$ deltalarını alıyorum neyse. Alıyorum böyle karalanmış olan ya da karalanıyor böyle küçük kareler dikdörtgenin üzerinde ya da dikdörtgenler. Bu dikdörtgenlerin üzerinden böyle bir şey çıkıyor yine böyle o dikdörtgene ait bir nokta alıyorum. Nokta ikilisi alıyorum ve o nokta ikilisi o anda birden bire ama çok hızlı bir şekilde yüzeyin üstüne çıkıyorum bir çizgiyle birlikte yüzeyin üzerine çıkıyorum. Ve yüzeyin üzerine işaretlediğim nokta da $F(x_i)F(y_j)$ oluyor. İşte diyorum buda yükseklik diyorum mesela sonra oradan kare oluşuyor aman prizma oluşuyor.

A: Peki, ne bileyim bu yapılan olay bir boşlukta mı oluyor yoksa bir zemin üzerinde mi oluyor? Yani sen kendini.

K1: Haa bak o hiç yok yani. Zemin ilgilendirmiyor beni. Boşluk gibi herhalde oturmuyor havada yani altına girip bakabilirim. Evet, şuan altına girip baktım yani $F(x_i)$ evet gördük onu yukarıda.

A: Ve bunu nasıl yapıyorsun yani nasıl oluyor? Bunu nasıl tarif edebilirsin?

K1: Valla döndürüyorum şimdi yani z- ekseni dönüp duruyor böyle. Şeffaf ama sanki yani şeffaf derken evet yani şeffafta oluyor. Beyaz da oluyor.

K1 animasyona o kadar hâkimdir ki, "*Ellerimizle şöyle yaptığımızda"* diye dokunabildiği, somut bir nesne gibi elleri yardımıyla animasyonu hareket ettirdiğini düşünmektedir.

A: Zihninde mi görüyorsun şu anda yoksa gözünün önünde mi görüyorsun?

K1: Şu an zihnimde ama şöyle yapınca sanki buraya geliyor. Ellerimizle şöyle yaptığımızda.

A: Zaten bu ellerden kurtulamadık.

K1: Ya evet yani şey hani şey diyoruz ya delta x_i var deyince geliveriyor hemen gözümün önüne geliveriyor.

A: Biraz el kol hareketi yardımı ihtiyacımız var.

K1: Ya el kol hareketi sanki el kolla beraber sanki onla beraber şey bağlı cisim böyle hacmi olan yani uzayda yer kaplayan bir şey haline geliyor. Sanki daha somutlaşıyor. Ama zihnimdeyken de gayet güzel.

K1 kendi animasyonunu oluşturmasına ve animasyonun içinde dolaşabilmesine rağmen bunu nasıl yaptığını tam olarak bilememektedir. Bu durumu izlediği bir dizi ile açıklamaya çalışmıştır. Bu anlatım sonunda oluşturduğu animasyonla her türlü etkileşimde olabileceğini "*Evet ikisini de yapabiliyorum o duruyor ben etrafında dolaşıyorum ya da ekseni olduğum yerde şöyle çevirebilirim yani."* ifadesi ile açıklamaya çalışmıştır.

A: Size bir şey söyleyeceğim hani bunu nasıl yapıyorsunuz? Sağa gidiyorsun sola gidiyorsun hani bu normal hayattaki gibi bir hareket mi? Nasıl bir şey?

K1: Normal hayattaki bir hareketten normal hayattaki bir animasyon için mi yoksa?

A: Hayır hayır hayır mesela o şeyde.

K1: Yok hayır şey gibi HEROES u izlediniz mi bilmiyorum CNBC de bir tane dizi var şeyde.

A: Yok izlemedim.

K1: Orada da mesela insanlar uçuyorlar falan uçabilme kabiliyetleri var hani DNA'ları o kadar gelişmiş ki hani yeni bir türmüş gibi çıkıyorlar ortaya. Hani orda mesela uçan bir karakter vardı. Mesela o da şey nasıl böyle şey birden bire uçuveriyor mesela hani hızı birden bire artabiliyor birden bire yavaşlayabiliyor birden bire yüzeye iniveriyor. Yani bu hani uçak gibi ağır değil hareket belki bir kuş gibi. Kuşun hareketi mesela daha hızlı ya. Şimdi şey oldu bende dönebiliyorum. O şey xyz koordinat sistemi de dönebiliyor. İkisi de dönebiliyor yani bende sabit kalabilirim o da sabit olabilir.

A: Şimdi sen mi dönüyorsun yoksa o mu?

K1: Hayır ikisini de yapabiliyorum.

A: Hımm ikisini de yapabiliyorsun yani.

K1: Evet ikisini de yapabiliyorum o duruyor ben etrafında dolaşıyorum ya da ekseni olduğum yerde şöyle çevirebilirim yani. Hani böyle mouse la tutup çeviriyorsunuz ya şeyleri onun gibi oluyor.

A: Yapıyorsunuz bunu ama nasıl yapıyorsunuz işte?

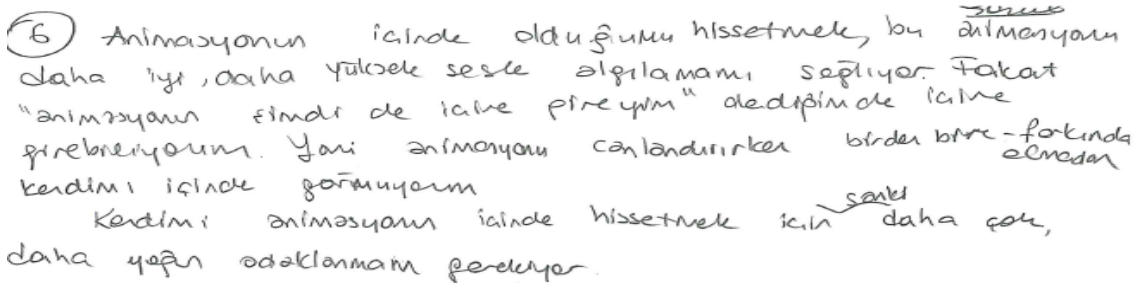
……

Tüm bu konuşmalardan sonra aşağıdaki görüşme kayıtlarından da görülebileceği gibi "*şu anki konuşmaya başlarken sadece delta x i delta y yi görüyordum böyle bir doğruyla birden bire çıkıp hani yüzey üzerine çıkıp bir noktayı işaretlemek yetiyordu bana. Hani şimdi başka açılardan görüyor musunuz dediğiniz zaman görmeye başladım."* ifadesi ile K1 kendini tamamen animasyonun içinde hissettiğini belirtmektedir. K1'in kendi animasyonun oluşturduğunu ve istediği gibi o animasyonu seyredebildiğini görmekteyiz. K1'in hareketli kavram imajını oluşturabildiğini ve zihninin bu şekilde düşünmeye başladığı görülmektedir.

K1: Hayır ben hani bunun yani hissedilmesinin çok zor olduğunu düşünüyorum. Yani hani ben yapıverdim yani hani ben daha önce bu şu anki konuşmaya başlarken sadece delta x i delta y yi görüyordum böyle bir doğruyla birden bire çıkıp hani yüzey üzerine çıkıp bir noktayı işaretlemek yetiyordu bana. Hani şimdi başka açılardan görüyor musunuz dediğiniz zaman görmeye başladım. Yani şuan çok uzakta görebiliyorum çok yakında görebiliyorum. Hatta delta x i delta y i o dikdörtgen üzerine oturup yukarı bakabiliyorum. Yani oturup bakarken yine bir kameraymışım gibi kendimi görüyorum yani.

K1'e tekrar animasyonun içine nasıl girebildiği sorulduğunda, önce "*İşte benim merakımı gidermek olan yer burası onu çok şey yapamıyorum. Sezinleyemiyorum yani."* demiştir. K1' de hala nasıl yaptığını bilmemektedir. Sonra; "*Yani hani bir sürece yayacaksak mesela hani o konuyu öğrenme gibi bir zorunluluğum var benim. Çünkü anlatmam gerekiyor. Anlatacağım için öğrenmek zorundayım."* şeklinde bir cevap vermiştir. K1'in ders anlatma sorumluluğu sonucunda; "*Yani nasıl bir araya getirebilirim nasıl sunabilirim diye"* düşündüğünü ve sonrasında "*İlk aklıma gelen şey hani onu bir şekilde görselleştirmek oldu."* diye kendi animasyonunu oluşturduğunu belirtmiştir. Yine oluşturduğu animasyonu anlatmıştır. "*Ne anladığımı görmek istedim. Sanırım hani böyle bir eğilimimiz var hani ne anladığımızı tekrar bir görmek teyit etmek adına böyle bir şeyi yapıyor olabiliriz ya herhalde."* diyerek yine anlatacağı konuyu önce kendisinin öğrenmesi gerektiği için böyle bir yola başvurduğunu belirtmiştir.

K1 soru formunda (Şekil 90) animasyonun içinde olmanın animasyonu daha iyi anlamasına sebep olduğunu, özellikle düşündükten sonra gerçekleştirdiğini ve daha yoğun odaklanma gerektirdiğini belirtmiştir.



Şekil 90. K1'in animasyonun içinde olma ile ilgili görüşleri

K1 dördüncü görüşmede bir zorlanmadan bahsederken bu görüşmede o zorlanmadan bahsetmediği gibi çok rahatlıkla kendini kendi oluşturduğu animasyonun içinde görebilmektedir. Bunu nasıl yapabildiğini hala tam olarak açıklayamamaktadır.

K2'nin görüşleri: K2'ye araştırmanın ikinci görüşmesinde (türev); kendini animasyonun içinde gördüğü hatırlatılmıştır. K2'nin aşağıdaki ifadelerinde, örneğin "*Yani mesela orda o bahsettiğim türevde orda doğrunun üzerinde oturup başımın diğer doğruya değmesi arada yakında bir sosis olacağım anlamına gelir"* cümlesinden de anlaşılacağı gibi katılımcı kendini tamamen canlandırdığı animasyonun içinde görmektedir. Animasyondaki doğrunun gerçekten kendine çarpacağını düşünmektedir. K2 animasyondaki şekilleri yine canlı birer nesneymiş gibi düşünmektedir.

A: Hani kendini ben şeyde dikkat etmiştim. Türevde ben o doğrunun üzerinde oturdum ayaklarımı sallıyordun. Sonra diğer doğru değecek gibi konuşmuştun.

K2: Evet.

A: Ve bu beni çok şaşırtmıştı açıkçası.

K2: Yani mesela orda o bahsettiğim türevde orda doğrunun üzerinde oturup başımın diğer doğruya değmesi arada yakında bir sosis olacağım anlamına gelir. Yani o doğrunun o doğruyla çakışacağını gösterir. Orada mesela işime yarar gibi görünüyor. Yani işime yarayacağını düşünüyorum açıkçası orda ben animasyon içerisindeyken.

K2 animasyonun içine girebildiği toplama animasyonun da türev animasyonu kadar kendinde etkili olmadığını düşünmektedir.

K2: Ama toplamada da hissetmiştim mesela kendimi o tabaka ya da halı demiştik ya onun üstünde top geliyor falan hani hatta ben orada detay aradığım için çok fazla beşer beşer gruplamıştım falan. Orda ne işime yarayabilir. Orda çok işime yaramaz gibi geliyor açıkçası. Yani ben onu bilgisayar ekranından topların geldiğini hatırlasam yeter. Ama öbüründe mesela bir

doğruyla diğer bir doğrunun çakışması vardı. Mesela orda ben tam animasyonda olmam gereken yerdeydim. Yani hareket eden doğrunun orda. Onu da düşündüm. Animasyondan animasyona fark eder bence.

K2 animasyonun içine girebildiğini ancak bunu nasıl yaptığını tam olarak bilmemektedir.

A: Peki bunu nasıl yapıyorsunuz nasıl animasyonun içinde oluyorsunuz?

K2: Direk içindeymişim gibi yani.

A: Nasıl yani bir boşlukta mı?

K2: Boşluk evet.

A: Ne vardı?

K2: Yok yok hiçbir şey yoktu. Hani mesela bilgisayarınızın ekranında yaptığınız animasyon. Mesela diyelim ki siyah yüzeyde yapılıyorsa hani oradaki siyah zemin ekranı kaldırsanız sonsuzluktur ya. Yani sonsuz bir uzayın içerisinde orada bir animasyondur yani. Bende öyleydim yani.

A: Nasıl hareket ettin?

K2: O da yoktu hiçbir şey yoktu. Hiç kavram yoktu yani.

A: Orda olduğunu nasıl düşündün yani.

K2: Yok yok direk doğrunun üzerinde düşündüm. Kendim oturuyor gibi düşündüm yani.

A: Doğrunun sana çarptığını.

K2: Hıhı evet.

A: Hissettin yani nasıl bu kadar mı gerçekçiydi?

K2 animasyonun içinde olmayı tam bir gerçeklik içinde yaşadığını ifade etmektedir. Hatta "*Uçaktan havalanırken böyle birden şey olur ya"* diyerek bu hissini belirtmiştir. Animasyonun içinde olabilmesi için sadece bunu düşünmesi yetmektedir.

K2:…… Direk yani içerisine girebilir miyim? Diye düşündüm. Gözümü kapattım. Nasıl diyeyim size yani hani biz ekranda şu şekilde şurada görmüştük ya o animasyonu tam şuradaydı. Mesela ben gözümü kapattığım zaman eee oradaki animasyonun içinde şu tarafa bakarak hani doğru hareket ediyordu ya. Yüzüm sağ tarafa bakarak hani laptop ekranına göre söylüyorum. Yüzüm sağ tarafa bakarak önüm bu tarafa dönük ve arkamda y- eksenine dönük bir şekilde oturuyordum. Yani onun içinde oturdum oradaki doğrunun böyle böyle yukarı gittiğimi bile düşündüm yani. Uçağa bindin mi bilmiyorum. Uçaktan havalanırken böyle birden şey olur ya. O yükselmeyi işte öyle hissettim yani. Tam öyle demeyeyim de o an onu düşünmedim çünkü.

Uçaktaymışım falan. Ama yukarı doğru bir hareketin olduğunu ve yukarıdaki doğruya çarpacağımı kafamın değeceğini düşündüm.

K2 ilk olarak yönlendirme ile animasyonun içinde olduğunu sonrasında ise düşündüğünde yapabildiğini ifade etmiştir. Fakat animasyonun içinde nasıl olduğunu bilememektedir.

A: Peki, nasıl içinde olmanı gerektiren sebep neydi? Mesela karede yapmadım diyorsun. Farkları neydi?

K2: Yani orda … hoca içine girebiliyor musunuz dedi. Bende denedim oldu. Özel bir şey sarf etmedim. Hani özel bir çaba ne için diyeyim. Evet, istediğim için girdim yani. Yoksa bir de ilk defa seyrediyoruz ya hani ben bu animasyonun içine mi girmeliyim ne yapmalıyım zaten animasyon görüyorum kavramlarla ilgili falan hiç düşünmemiştim. Hani içine girebilir miyiz acaba dedim girdim. Evet.

A: Ama nasıl yaptığını bilmiyorsun.

K2: Evet nasıl içine girdim bilmiyorum. ……Ama tam anlattığım gibi. Yani laptop ekranında gördüğüm o şeyi ekseni x koordinatı y koordinatı uzayda sonsuz bir şey ya hani oda falan değil yani bir yer değil yani orada dediğim gibi yani yüzüm o tarafta oturuyor gibi düşündüm gözümü kapatınca.

A: Ama nasıl olduğunu hala bilmiyorsun?

K2: Yok bilmiyorum. Bilmiyorum. Gerçekten bilmiyorum nasıl olduğunu. Toplamada da öyle yani yine ben onun üzerindeydim. Yine onu siz söylemeden yaptım mesela. Animasyonda gördüğüm için o plakanın üzerinde toplara elimle onalar yön vermem falan.

K2 tam olarak bilmediği konuda bunun aklına gelmediğini belirtmiştir. Orada kendisi için önemli olanın animasyonu anlamak olduğunu ifade etmiştir.

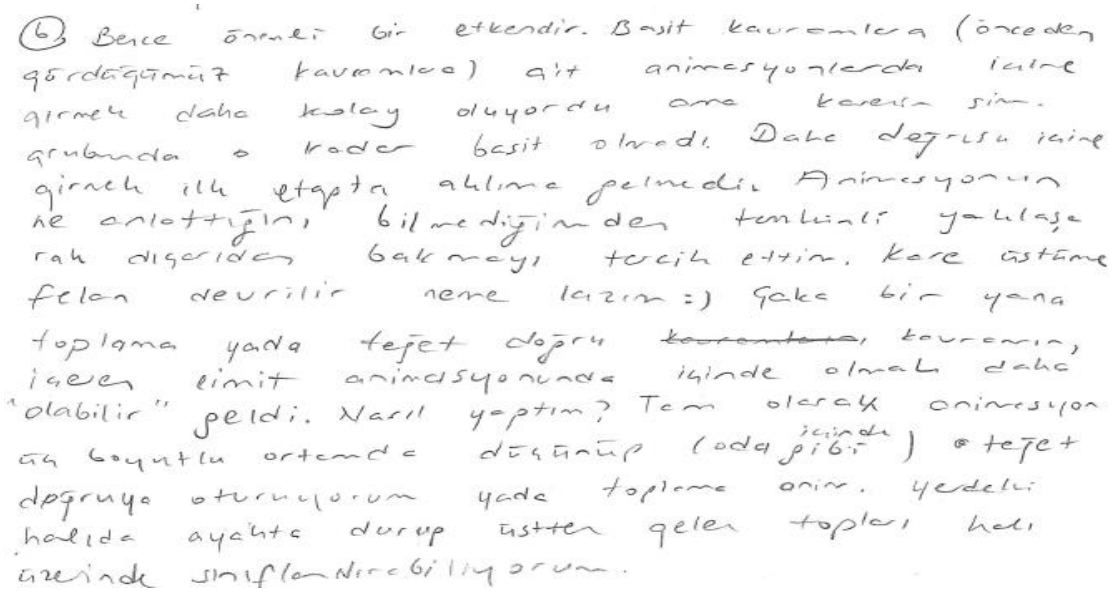
A: Karede de çok etkili olabilirdi diye düşünüyorum ben.

K2: Ama karede ben başımın çaresine bakmak durumundaydım. Yani konuyu anlamak için. Yani orada daha çok içine gireyim mi diye böyle eğlenceli şeyler değildi. Mesela düşünürken. Orda daha çok ne oluyor? Ne bitiyor? Ben bunları anlamalıyım diye falan düşündüm yani.

A: Telaşa düştün

K2: Telaşa düştüm doğru.

K2 soru formunda (Şekil 91) öncelikle kendine basit gelen kavramlarda animasyonun içinde olabileceğini ifade etmiştir. Karenin simetri grubunda kavramı bilmediğinden animasyonun içinde olmayı ilk etapta düşünmediğini belirtmiştir.



Şekil 91. K2'nin animasyonun içinde olma ile ilgili görüşleri

K2'de K1 gibi animasyonun içine girebilmektedir. Yine animasyonla etkileşimde bulunabilmektedir ancak bunu nasıl yaptığını tam olarak açıklayamamaktadır.

K3'ün görüşleri: K3 kendini zorlayınca bildiği bir konu olursa animasyonun içine girebildiğini ve bunun eğlenceli olmasına rağmen çok da gerekli olmadığını belirtmektedir.

K3: Biraz K2'nin söylediklerinden de esinlenerek o toplama mesela animasyonunda kendimi zorladım o an. Hani zorlarsam içine girebiliyorum. Daha eğlenceli bir hale getiriyor hani olayın içinde olmak. Ya bir de şuradan bakayım, bir de buradan bakayım. Ama şart olmadığını düşünüyorum Daha güzel olacaktır belki daha eğlenceli olacaktır. Daha güzel yani daha güzel bir kare animasyonunda hep dışarıdan baktım gibi geliyor. Hani çok olayın içine girmedim ama özümsediğimi düşünüyorum. Biraz tekrar sayısı ile falan alakalı.

A: Mesela karenin üzerinde böyle tam döndüğünde düşeceğini hissetmek yine eğlenceli olur muydu?

K3: Kendimi zorladığımda işin içinde görebiliyorum kendimi.

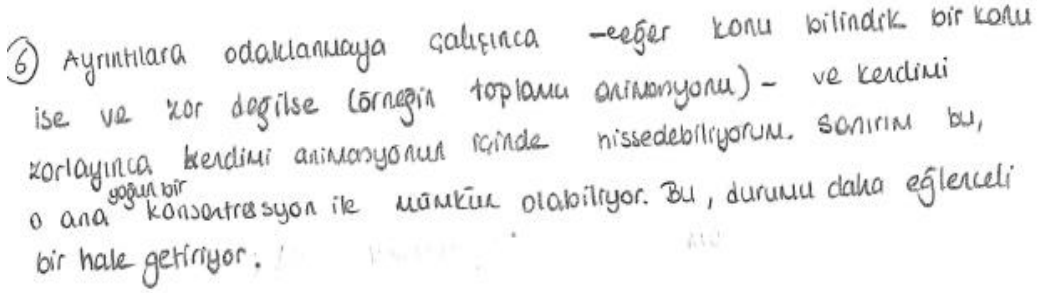
A: Ama buna da gerek yok diyorsun galiba.

K3: Yok, şart değil bence.

A: Öyle olmadan da.

K3: Evet, gayet güzel özümsenebiliyor.

K3 soru formunda da (Şekil 92) yukardaki düşüncelerinin yanı sıra animasyonun içinde olabilmenin yoğun konsantrasyon gerektirdiğini belirtmiştir.



Şekil 92. K3'ün animasyonun içinde olma ile ilgili görüşleri

K3 animasyonun içine nasıl girebildiğine dair herhangi bir açıklamada bulunmamıştır. Bunun yanı sıra kendini zorlarsa animasyonun içinde olabileceğini belirtmiştir.

Katılımcıların kendileri için gerekli gördükleri durumlarda kendilerini animasyonların içinde görebilmektedirler. Katılımcıların ifadelerinden; kendilerini animasyonun içinde gördükleri durumlarda, katılımcıların kavramı iyi bildikleri sonucuna varıyoruz. İyi bilinmeyen kavramlarda bu durumun gerçekleşmediğini görebiliyoruz. Ancak bu durumun nasıl gerçekleştiği katılımcılar tarafından açıklanamamaktadır. Katılımcılar bu durumu isteyince yapabiliyorum şeklinde açıklamaya çalışmışlardır. Ancak bu animasyonun içinde olmayı açıklamaya yeterli değildir.

Genel olarak bu kısmı özetleyecek olursak; katılımcıların canlı kişiye benzetme yaparak, nesnel hale getirerek, kendini başka bir nesne yerine koyarak ya da zorla animasyonun içine girilebildiği belirlenmiştir. Animasyonun içine girilmesi özellikle talep edilmediği sürece katılımcıların bunu gerçekleşmediği, istendiği zaman ise bazen biraz zorlanılsa bile rahatlıkla yapılabildiği görülmüştür. "4.2.3. HKİ'nin ve PÇY'nın Günlük Hayatta Kullanımı" kısmında katılımcıların kendi oluşturdukları animasyonların içine girebildikleri görülecektir.

4.1.3.3.1. Animasyonun İçinde Olmanın Kavramı Anlamaya Etkisi

Bu başlık "Kavramı anlamaya etkisi", "kavramı hareketlendirme" ve "görüntünün zihne transferi" alt kategorileri arasındaki ilişkiler bu başlık altında açıklanacaktır.

Kavramı anlamaya etkisi

Katılımcıların **"**Kavramı anlamaya etkisi**"** alt kategorisine ilişkin görüşleri paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategori için kısa bir özet sunulacaktır.

Katılımcılar animasyonun içinde olmanın bu kavramları anlama düzeyinde kendilerine pek bir etkisi olmadığını ancak genel olarak düşünülürse kavramı anlama düzeyinde bazı çekinceleri olmasına rağmen etkili olabileceğini ifade etmişlerdir.

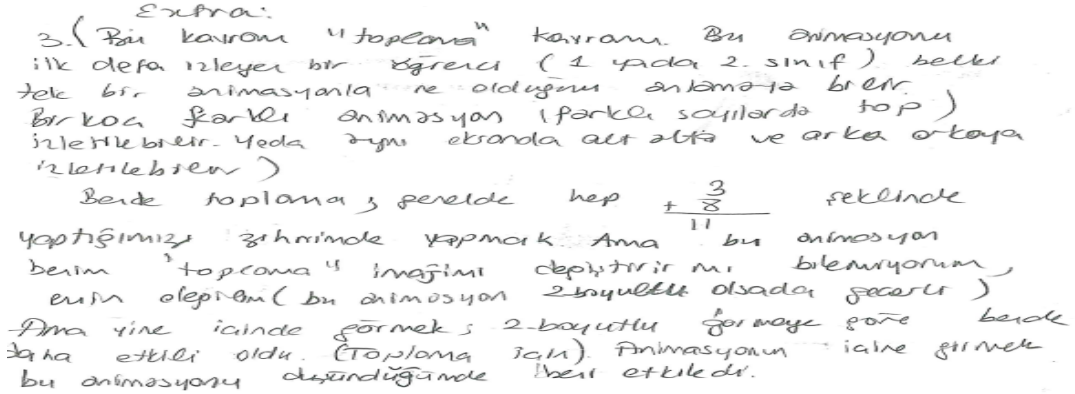
K1'in görüşleri: K1, aşağıdaki ifadelerinde ve "*Tereddütlüyüm ama genel olarak iyi yönde etkili olabileceğini düşünüyorum* animasyonun" cümlesinden görüldüğü gibi animasyonun içinde olarak kavramı anlamaya genel olarak olumlu bakmaktadır.

K1: Tam olarak kavramın ne demek istediğini anlayamadığımdan olabilir ama şimdi çıkardım bunu ben hani olumlu olabileceğini düşünüyorum ama her kavrama uygulanabilir mi yoksa her kavrama uygulanmalı mı burada biraz şeyim hani..

A: Tereddüt.

K1: Tereddütlüyüm ama genel olarak iyi yönde etkili olabileceğini düşünüyorum. animasyonun içine girmek, kendimi içinde düşünmek..

Ancak soru formunda (Şekil 93) ifade ettiği gibi "toplama" yı örnek vererek çeşitli öneriler getirmekte ve animasyonun ilkokul seviyesinde daha etkili olacağını düşünmektedir. Bu kavram için animasyonun içinde olmanın kendisini etkilediğini düşünmektedir.



Şekil 93. K1'in animasyonun içinde olmaya dair görüşü

K1, görüşme kayıtlarında önceki kavram imajını;

K1: Benim kafamda bir toplama imajı var ve bu toplama imajı şu yani 2 sayı toplamak istiyorsak alt alta yazıyorsun şeklinde ama yine bu fotoğraf. Ve düşünüyorum 8,3 filan ne yapmam

lazım şunu yapmam lazım biçiminde. Acaba bu animasyonla bunun yerini değiştirebilir miyiz toplamanın. Çok zor olduğunu düşünüyorum ben. Yani sorulan soru bu değil ama ben bunu düşündüm. Ya benim toplama imajıma etki yapar mı diye düşündüm. Ne 2 boyutlusu nede 3 boyutlusu benim şu durumumu çok zor değiştirir gibi geliyor.

şeklinde tanımlayarak, imajını değiştirmeyeceğini belirtmiştir. K1'in buradaki endişesinin toplamaya ilişkin hareketli imajı zihinde oluşturmaktan daha çok "*Yani küçük sayılarda bunu kullanabilirim ama mesela bir 38 ve 142'yi toplarken bu animasyonu çok zor canlandırırım kafamda." i*fadesinden de görüldüğü gibi çok basamaklı sayıları toplamayı kafasında nasıl canlandıracağıdır.

K2'nin görüşleri: K2 ise izlediği animasyondan örnekler vererek düşüncelerini açıklamıştır. K2 animasyonu izlemeden kavramın neye ait olduğu bilinirse etkili olacağını düşünmektedir.

K2: Yazdım tam olarak izlerken anlasaydım ben bu kavramı hani ne ifade ettiğini tam olarak anlayamadığım için içine girmek bana sadece toplarla oynamak gibi bir şey oldu animasyonda. Ya hani izlemeden ben birin 10'a bölüneceğini onun beş beş bölüneceğini düşünerek izleseydim içinde olmak çok daha fark ettirirdi. Bu birazda basit bir kavram olduğu için belki de hissedemiyorum hani içinde olmak daha iyi mi olur yoksa fark ettirir mi?

K2'nin "*Ama bence zor bir kavram olsa içinde olmak daha çok fark ettirir ama bunu da geçen animasyonlara göre söylüyorum."* ifadesi, katılımcının türev fonksiyonundaki;

K2: O uç sıfır noktasındaki kirişin doğru parçası gibi düşündüm. O doğru parçasının ucuna oturduğumu hayal ettim. Hatta ayağımda ayakkabı.

İçine girebildin. Evet.

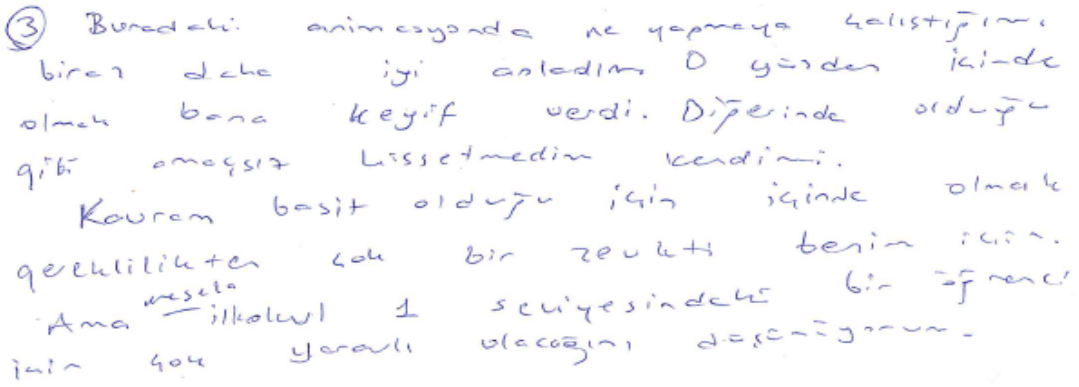
K2: O ucunda oturdum ve parabolün üstünde geriye doğru ve yukarıya doğru hareket ettiğimi hissedebildim. Ve kafamın da teğet doğruya çarptığını hissedebildim.

Değiyor evet.

K2: Neler yapabiliyorum içine girebiliyor muyum deyince kiriş doğru parçasının ucuna oturmak ayaklarımı sallamak onlar aklıma geldi.

ifadelerini hatırlatmaktadır. Katılımcı türevle ilgili animasyonu seyrederken çok rahatlıkla kendisinden talep edilmeden animasyonun içinde kendini görebilmiştir.

K2 soru formunda (Şekil 94) ise animasyonu anladığında bu durumdan keyif aldığını belirmiştir. İlkokul öğrencisi için yararlı olacağını düşünmektedir (Şekil 90).



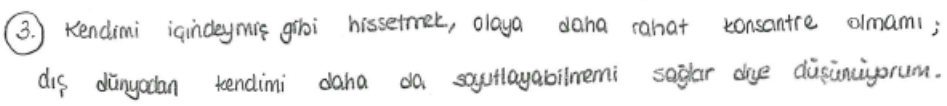
Şekil 94. K2'nin animasyonun içinde olmaya dair görüşü

K3'ün görüşleri: K3 hem görüşme kaydında hem de soru formunda (Şekil 95) animasyonun içinde olabilmeyi daha iyi yoğunlaşmak için bir yol olarak görmektedir ve faydalı olduğunu düşünmektedir.

K3: Ben mesela yani bir odadayım demiştim ya hiçbir şey yoktu beynim daha bir böyle beynimi meşgul edecek etrafta hiçbir objenin olmadığını hissettim o an kapı falan da yoktu sadece o toplar vardı.

A: hıhı

K3: Yani olaya daha iyi konsantre olunabilir hissine kapıldım. Sanki dış dünyadan daha kolay soyutlanabilirim yani olaya daha iyi konsantre olabilirim gibi geldi.



Şekil 95. K3'ün animasyonun içinde olmaya dair görüşü

Katılımcılar kendi düşünme seviyelerinde; Toplama ve Bölme kavramları için animasyonun içine girebilmenin bu kavramlara ilişkin kendilerinde kavramı anlamaya yönelik çok fazla etkili olacağını düşünmemektedirler. Bu kavramların kendileri için çok bilindik kavram olmasının buna sebep olduğu görülmektedir. Katılımcılardan biri animasyonun içinde olmanın kendisi için daha zor konularda faydalı olacağını ifade etmiştir. Bir diğeri ise animasyonun içinde olmanın yoğunlaşmak için faydalı olabileceğini düşündüğünü belirtmiştir.

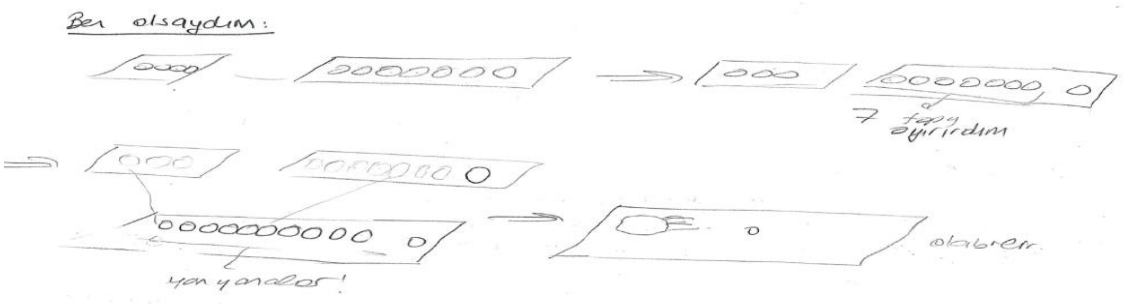
Kavramı hareketlendirme / Görüntünün zihne transferi

Katılımcıların "kavramı hareketlendirme" "görüntünün zihne transferi" alt kategorilerine ilişkin görüşleri paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategoriler için kısa bir özet sunulacaktır.

Katılımcıların toplama kavramını hareketli imaj olarak düşünüp düşünemediklerinin ve görüntüyü zihne transfer edip etmediklerinin belirlenebilmesi için onlardan kendi animasyonlarını oluşturmaları istenmiştir. Katılımcıların oluşturdukları animasyonları, seyrettikleri toplama animasyonuna çeşitli değişiklik önerileri getirerek oluşturmuşlardır. Seyrettikleri animasyondan bağımsız bir animasyon önerisi getirememişlerdir.

K1, araştırmacı tarafından seyrettirilen animasyonu ilkokul birinci sınıf öğrencileri için anlaşılır olacağını düşündüğü şekilde yeniden düzenlemiştir. 3+8 işleminde 8 top olan kısmı 7 ile 1 şeklinde ayırarak kendi animasyonunu oluşturmuştur (Şekil 96). Ayrıca kendi hedef kitlesi için bir animasyonun yeterli olmayacağını, "*Birkaç tane farklı animasyonlar görmesi gerektiğini"* ifadesi ile de farklı animasyonlar gerektiğini düşünmektedir.

K1: Mesela yeni toplama öğrenen birinci sınıfta olan biri olsa nasıl öğrenebilir diye düşündüm. Ya da ona bir faydası olur mu diye düşündüm. O zamanda şey düşündüm mesela burada tamam toplamanın mantığını vermeye çalışıyorsak bunun tek bir animasyonla olamayacağını yani tek bir animasyonla genelleme yapamayacağını düşündüm öğrencinin. Hani mesela en azından bir tarafta 3 top, diğer tarafta bir 12 top, yani 12 top olmasında 9 top olsun. Birkaç tane farklı animasyonlar görmesi gerektiğini belki hani biri duracak biri orta ekranda başlayacak. Hepsinin daha ne olduğunu hatırlayabilmesi açısından böyle bir şey olabileceğini düşündüm.

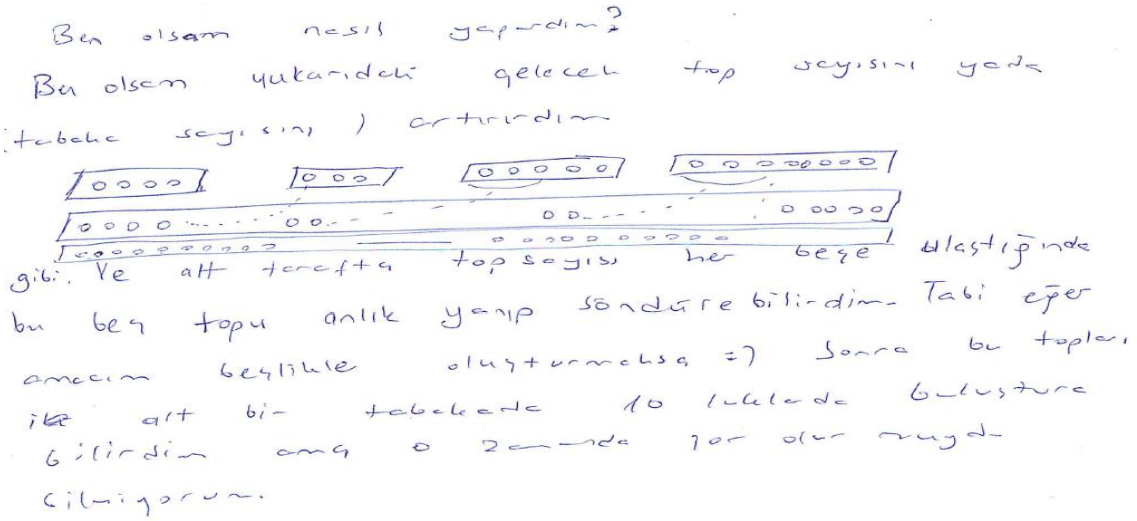


Şekil 96. K1'in yeni animasyon önerileri

K2 ise tabaka sayısını ve top sayısını artıracağını belirtmiştir (Şekil 97). Toplar birleşip istenen sayıya ulaştığında, topların renginin yanıp sönmesini önermiştir ve görüşme

kaydında daha detaylı şekilde açıklamıştır. Yine K2'ninde seyredilen animasyonu temel alarak üzerinde değişiklik yaptığı görülmektedir.

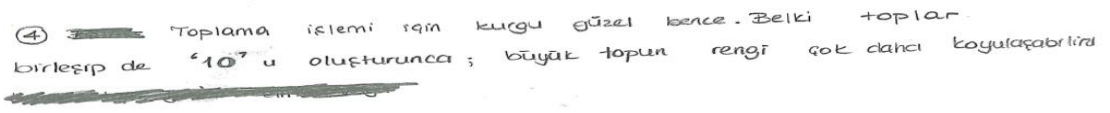
K2: Ben yine beşlik sistem olarak düşündüğüm için ne olabilir hani en büyük ihtimalle bu beşlik sistem içinde güzel bir animasyondu ya da ben böyle anladığım için. Ne yaptım. Yukarıdaki tabaka sayısını belki biraz daha arttırabilirdik diye düşündüm. Mesela 4 vardı 7 vardı ya hani o 4,3,7,5 gibi. Yine farklı toplar gelecek 5 oldukça alt tabakaya düşecek beşlik gruplar. Yine K3'ün söylediği gibi beşlik gruplar beşe ulaştığı anda yanıp sönecek böyle ya da bir koyu bir açık olacak, anlık bir şey yani. Sonra bir alt tabakada da 2 beşlik oluştuğu anda da bir onluk sistem oluştuğunu, kalanlarında yanında durabileceğini. Ama şunu da söyleyeyim daha da zor olabilirdi yani anlamak.



Şekil 97. K2'nin yeni animasyon önerileri

K3 ise toplar onluk olduğunda koyulaşması önerisini getirmiştir (Şekil 98). K3'de seyrettiği animasyonda ufak bir değişiklik yaparak kendi animasyonunu oluşturmuştur.

K3: o topları birleştirince daha koyu renge dönüşebilirdi, o onlukla birliğin rengi faklı olabilirdi, onları birleştirdikçe gitgide koyuluğunu görebilirdik. Koyu rengi görebilirdik.



Şekil 98. K3'ün yeni animasyon önerileri

Şekil 96-97-98 ve katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi; katılımcılar seyrettikleri animasyondan bağımsız yeni bir animasyon önerisi getirememişlerdir. Katılımcılar

seyrettikleri animasyonun bazı kısımlarını değiştirerek kendi animasyonlarını oluşturmuşlardır. Kendilerine sunulan toplamaya ilişkin HKİ'yi kabullendiklerini, bu hareketli imajı zihne transfer ettiklerini görmekteyiz. Örneğin K1, Şekil 36'da toplamaya ilişkin kavram imajı olmadığını belirtmesine rağmen HKİ olarak yeni bir animasyon oluşturabilmektedir.

4.1.3. nolu alt başlığın genel özeti: Bu alt başlıkta HKİ oluşum sürecinde HKİ'ye ilişkin çeşitli özellikler (Sırası ile Görüntünün (hareketli imajın) oluşma yeri, Animasyonu çeşitli durumlara göre yeniden izleyebilme ve istemli değişiklik yapabilme, Animasyonun içinde olma) incelenmiştir.

Katılımcılar seyrettikleri tüm animasyonları aynı yerde –beynin içinde, ön tarafta- gördükleri belirlenmiştir.

Katılımcılar zihinlerine transfer ettikleri görüntüler üzerinde yakınlaşma - uzaklaşma yapabilmekteler ve süreklilik sağlanmaktadırlar. Katılımcılar istemli ya da istemsiz olarak animasyonda değişiklikler yapabilmektedirler. Yapılan değişiklikler daha çok renklerin değiştirilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Açı değişikliği de katılımcılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar değişik açılardan animasyonu izleyebilmektedirler. Görüntünün net olarak zihinlerde oluşmadığı belirlenmiştir. Özellikle talep edilmediği zaman katılımcıların ayrıntılara (renk, süre, boyut gibi) dikkat etmediği, ayrıntıları değiştirmek için çaba sarf etmediği, ancak ayrıntılarda herhangi bir değişiklik olursa bu değişikliklerin genelde istemsiz olduğu ortaya çıkmıştır. Katılımcının beyninin kendi algılarına göre değişiklikler yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca katılımcıların daha çok önemsediği bir iş olduğunda anında yapılan değişiklikler bile beyin tarafından algılanamamaktadır.

Animasyonun içinde olabilme kavramı anlamaya etki ettiği gibi hareketli imajı zihne transfer etmeyi de sağlamaktadır. Bu durumda kavram anlaşılmasa bile hareketli imajın zihne transferi sağlanmaktadır. Görüntünün zihinde oluşma yerinin farklı olmasının hareketli imajın zihne transferinde engel teşkil etmediği belirlenmiştir. Kavrama ilişkin imajın olduğu durumda hareketli kavram imajına daha öncede belirtildiği gibi gerek duyulmamaktadır. Bu durumda da katılımcılar kendini animasyonun içinde görebilmektedirler.

4.2. Hareketli Kavram İmajını Karenin Simetri Grubu ile İlgili Problem Çözme Sürecine Etkisi

Bu bölümde oluşturulan hareketli kavram imajının problem çözme sürecine etkisinin belirlenmesi yapılan çalışmalar anlatılacaktır. Anlatılan çalışmalar; "Hareketli Kavram İmajları İle Problem Çözebilme", "Problem Çözme Sürecinde (PÇS) Karşılaşılan Zorluklar" olmak üzere iki alt başlık altında sunulacaktır. İlk alt başlıkta katılımcıların problem çözme yaklaşımları ve sürecin problem çözme yaklaşımları üzerindeki etkileri açıklandıktan sonra, hangi durumlarda HKİ'nin problem çözmede kullanılabileceği açıklanacaktır. Son olarak da HKİ'nin kullanıldığı problem çözümleri ile ilgili yapılan çalışmalar sunulacaktır. İkinci alt başlıkta ise HKİ kullanılan PÇS'de karşılaşılan zorluklar açıklanacaktır.

4.2.1. HKİ ile Problem Çözebilme

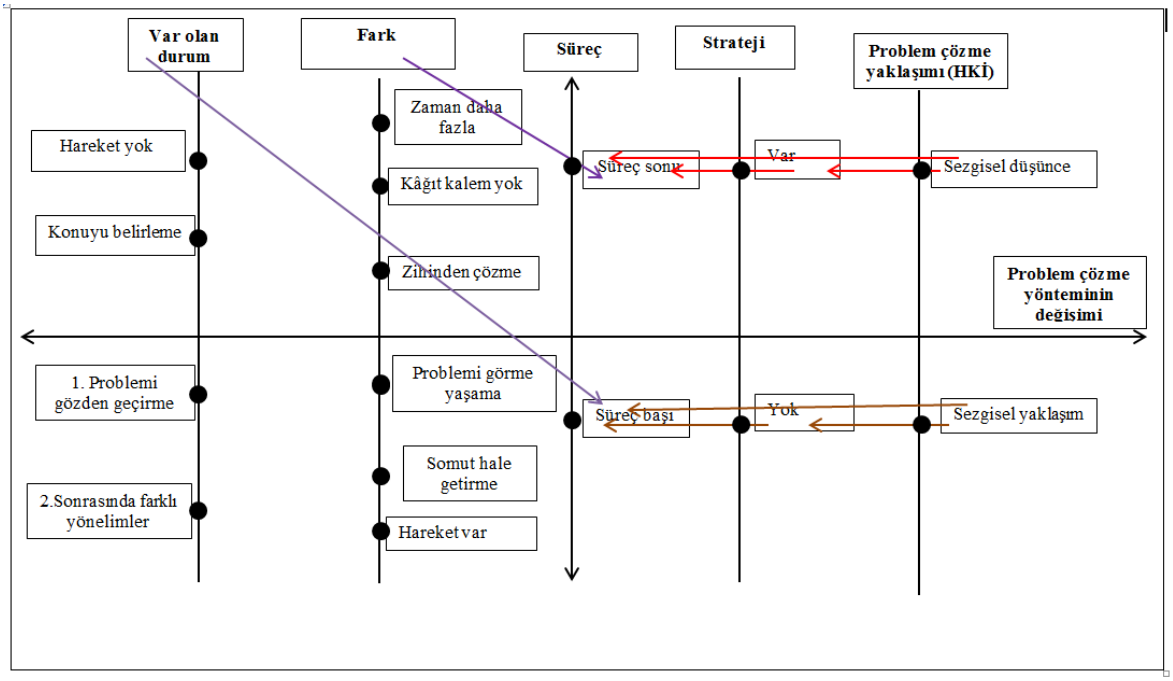
Bu alt başlıkta katılımcıların problem çözme yaklaşımları (PÇY) ve süreçte değişimi, HKİ'nin problem çözmede kullanılıp kullanılamayacağı ile HKİ kullanarak ile problem çözme durumları incelenecektir.

4.2.1.1. Katılımcıların Problem Çözme Yaklaşımları ve Bu Yaklaşımların Süreçte Değişimi

Bu alt başlıkta önce katılımcılarla nasıl bir görüşme yapıldığı kısaca açıklanacak ve verilerden yola çıkılarak elde edilen eksensel kodlamaya dair şekil sunulacaktır. Sonrasında ise eksensel kodlama hakkında bilgi verilecektir. Son olarak da eksensel kodlamadaki alt kategorilere dair katılımcı görüşleri sunulacaktır.

Bu alt başlıkta öncelikle katılımcıların PÇY yaklaşımları belirlenecek sonrasında ise PÇY ve HKİ ile yapılan çalışmalar sonrasında PÇY'ye ilişkin değişimler ele alınacaktır.

Aşağıda katılımcıların görüşleri sonucunda elde edilen PÇY'ye ilişkin eksensel kodlama yer almaktadır (Şekil 99). Eksensel kodlama aşağıda açıklanacaktır.



Şekil 99. Problem çözme yaklaşımının değişimi ile ilgili eksensel kodlamalar

Eksensel kodlamada iki ana eksen yer almaktadır. Bu eksenlerin alt kategorilerden ayrılması için doğruların her iki ucunda oklar kullanılmıştır. Yatay eksen; problem çözme yönteminin süreç içerisinde nasıl değiştiğinin açıklanabilmesi "problem çözme yönteminin değişimi" olarak seçilmiştir. Bu kategori için "var olan durum", "fark", "strateji" ve "problem çözme yaklaşımı" olmak üzere dört alt kategori tanımlanmıştır. Bu alt kategoriler doğrular ile gösterilmiştir. Doğrular üzerinde yer alan noktalar ise bu alt kategorileri oluşturan kodlamalardır. Dikey eksen ise "süreç" olarak düşünülmüş ve çalışmanın sürecinde oluşacak farklılıkları göstermek üzere "süreç başı" ve "süreç sonu" olarak iki alt kategori olarak tanımlanmıştır. Oklar ise alt kategoriler ile süreç arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılmıştır.

Katılımcıların soru formlarının incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular (aşağıda açıklanmıştır) sonucunda; "var olan durum" alt kategorisi kavramı hareket yok, konuyu belirleme, problemi gözden geçirme ve sonrasında farklı yönelimler ifadelerinden oluşturulmuştur. "fark" alt kategorisi zaman daha fazla, kâğıt kalem yok, zihinden çözme, problemi görme yaşama, somut hale getirme ve hareket var ifadelerinden oluşturulmuştur. "strateji" alt kategorisi var, yok ifadelerinden oluşturulmuştur. "problem çözme yaklaşımı"

alt kategorisi kabul sezgisel düşünce ve sezgisel yaklaşım ifadelerinden oluşturulmuştur (Şekil 99).

Katılımcıların HKİ ile problem çözme çalışmalarından önce PÇY'de HKİ kullanmadıkları, problem çözmeye problemin hangi konuya ait olduğunu belirleyerek başladıkları, sonrasında problemi gözden geçirdikleri ve bundan sonra her bir katılımcının farklı bir yaklaşımda bulundukları ortaya çıkmıştır. Karenin simetri grubu ile problem çözme yaklaşımlarında katılımcıların problem çözmeye ilk önce sezgisel yaklaşım ile başladıkları devam eden süreçte ise sezgisel düşünce ile devam ettikleri görülmektedir. Katılımcıların daha önceki eğitim hayatlarında tam olarak öğrenmedikleri (hatta hiç bilmedikleri) bir kavram ile problem çözmeye çalışması yanı sıra yeni yeni geliştirmeye çalıştıkları bir bakış açısı ile problem çözmesinde bu durum olağan olarak düşünülebilir. Süreç ilerledikçe hem hareketli imaj ile problem çözmeye alışmaları hem de karenin simetri grubu ile ilgili bilgilerinin pekişmesi ile probleme bakış açılarının değiştiği görülmektedir.

Genel olarak katılımcıların hareketli kavram imajları ile problem çözüm sürecinde kendileri için strateji geliştirebildiklerini, farklı düşünme biçimlerini kullanabildiklerini, önceki problem çözme yaklaşımlarından farklı düşünme biçimleri geliştirdiklerini, farklı alanlarda da hareketli kavram imajı ile problem çözebileceklerini ve kavramı anlamada etkili olabileceğini düşündüklerini görmekteyiz. Katılımcıların daha önce karşılaşmadıkları bir türde problem çözmeyi benimsedikleri ve kullanabildikleri görülmektedir.

Yukarıda sunulan eksensel kodlamada (Şekil 99) elde edilen beş alt kategoriye ilişkin bulgular aşağıda sunulacaktır.

4.2.1.1.1. Katılımcıların Problem Çözme Yaklaşımları

Katılımcıların "var olan durum" alt kategorisine ilişkin görüşleri paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategori için kısa bir özet sunulacaktır.

Beşinci görüşmede; katılımcılara matematik problemlerini çözerken nasıl bir yol izledikleri sorulmuştur. Katılımcıların aşağıdaki ifadelerinden görüldüğü gibi; karşılaştıkları bir problemde ilk önce problemin hangi konuya ait olduğunu belirledikleri ortaya çıkmıştır.

K1: Öncelikle problemin hangi konuya ait olduğunu yani hangi bağlamda olduğunu kendi kafamda belirledim.

K2: İlk önce hızlı bir şekilde okuyup sorunun ne olduğunu tamam bu konuyla alakalı deyip…

K3: …kafamdaki o kavram ile ilgili bir imaj varsa eğer kafamda o zaman onu bir an düşünüyorum.

Problemin hangi konuya ait oluğunu belirledikten sonra ise konu ile ilgili bilgilerini gözden geçirmeye başladıkları belirlenmiştir.

K1:Daha sonra hızlı bir şekilde onunla ilgili bilgilerim neler tabi aklımdan geçiveriyor. Şu, şu, şunlar, şunlar, şöyle bir konuydu, tanımı böyle miydi falan...şunlar, şunlar vardı gibi geçiyor.

K2: Yani her şey olabilir, özellik olabilir onu ilk önce hızlı okuduğumdan dolayı ilk veriyi diğer verilerle hani bunu nasıl kullanabilirim, bu mesela şununla ilgili deyip zihnimde düşündüğümü fark ettim.

K3: Mesela üçgense üçgenin birden bazı özellikleri aklıma geliyor.

Bundan sonraki aşamada her bir katılımcının kendine özgü yaklaşımları olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların kendilerine özgü yaklaşımları aşağıda açıklanacaktır.

K1 "*Daha sonra ulaşmaya çalıştığım şey her neyse ya da o nerde soruluyorsa bana, bu bir ifade olabilir ya da x eşittir kaç gibi olabilir."* ifadesi ile problemde istenenin ne olduğunu belirlediğini belirtmiştir. Sonrasında ise problemde verilenleri düşünüp sonuca ulaşmak için bir kurgu yapmaktadır. Bu kurguyu ise "*. Hani mesela aslında bir küme var gibi. Bu benim elimdeki küme. Bu iki küme arasında nasıl bir bağlantı var, nasıl çözülür gibi."* şeklinde örneklemektedir.

K1: Hani bu x eşittir kaçı bulmam için ya da o problemi bulmam için neler yapmam gerekir ya da bana bunu buldurabilecek olan konunun içinde neler var diye düşünüyormuşum. Daha sonra da yine bu sonucu bulmam için gerekli olan özellikler o baştaki ifadenin arasındaki bağlantı ne hani verilerden bunu nasıl çıkarabilirim diye düşünüyormuşum ama tabi bunu yaparken kafamda bir kurgu da yapıyorum. Hani mesela aslında bir küme var gibi. Bu benim elimdeki küme. Bu iki küme arasında nasıl bir bağlantı var, nasıl çözülür gibi.

K1 yukarıda bahsedilen kurguyu yaptıktan sonra; *"O şekilde yani hani kurgu yapıyorum önce ondan sonra çözmeye başlıyorum."* ifadesinden de görüldüğü gibi problem çözmeye başlamaktadır.

K2 ise karşılaştığı problemleri cebir ve geometri konuları olarak ikiye ayırıp farklı şekillerde çözüm yolları ürettiğini belirtmiştir. Cebir problemlerinde öncelikle verilen bir

bilgiyi ele aldığını *" A B'nin alt kümesi olmak üzere diye başlıyor mesela ya da a eleman R olmak üzere diye başlıyor soru bunu mesela ilerde sorunun devamında mesela atıyorum bir lineer cebir sorusu orda bunu nasıl kullanabilirim?"* ifadesinden görmekteyiz. Sonrasında ise "*Diğer verilerle bağdaştırdığımı ya da hangisiyle işime yarayacak bu diye kafamda zihnimde tuttuğumu fark ettim."* ifadesinden görülebileceği gibi, bu bilginin hangi bilgilerle bağdaştırabileceğini ve bunları nasıl kullanabileceğini düşündüğünü belirtmektedir.

K2 geometri problemlerinde "*Şeyde geometrik sorularda böyle değil."* ifadesi ile farklı bir yol izlediğini belirtmiştir. Bu yolu ise;

K2: Sadece eğer şekilselse şeklini çizerim geometrik soruda da. Şekilse eğer aynı bulunduğu gibi verilen bütün verileri de şekille özleştirerek yani birleştirerek düşünmeden yani deminki gibi veriler üzerinde tek tek düşünmeden hani biraz içgüdüsel, sezgisel nasıl çözerim diye üzerinde oynuyorum sanırım.

diye tarif etmiştir. K2'nin bu durumda problemi çözmek için önce bir yol belirlemediği deneyerek çözüme gittiği görülmektedir. K2 bunu "*içgüdüsel, sezgisel"* olarak tanımlamıştır.

K3 "*işe yarayacağını düşündüğüm ve problemdeki kavramlarla ilgili tüm bildiklerimi masaya döküyorum"* ifadesi ile problemdeki kavrama ilişkin bilgileri düşündüğünü görmekteyiz. Bu aşamadan sonra ise daha önce karşılaştığı durumlar ve yeni karşılaştığı durumlara göre farklı yollar izlediğini belirtmektedir. "*mesela daha önce karşılaştığım bir soru ya da çözdüğüm bir teorem olabilir o zaman belki çok fazla düşünme ihtiyacı duymadan yola çıkıyorum. Sonuca ulaşıyorum"* ifadesinden de anlaşıldığı gibi daha önce karşılaştığı bir probleme benzer bir probleme karşılaştığında önceki deneyimlerine dayanarak problemi çözdüğünü düşünebiliriz. Ancak problemin kendine yeni ve zor gelmesi durumunda farklı alternatiflerle örneğin "*olmayanda ergi ile de başlanabilir."* yöntemi ile başlayabileceğini belirtmiştir. Sonrasında ise problem çözmeye şöyle devam ettiğini açıklamıştır.

K3: Biriyle başlıyorum bir yere kadar gidiyorum eğer takılırsam dönüp önce bir bakıyorum. Emin olarak yola çıkmadığım için eğer kendimde hata olduğunu düşünürsem alternatifi değiştiriyorum, diğerini deniyorum. Yok, ama kurguyu doğru kurduğumu düşünüyorsam üzerine gidiyorum.

Bu durumda K3'ün deneyerek çözüme ulaştığını görmekteyiz.

Yukarıdaki ifadelerden görüldüğü gibi katılımcılar problem çözerken öncelikle problemlerin hangi konuya ait olduğunu belirleyip daha sonra problemi gözden

geçirmektedirler. Sonrasında ise her biri farklı bir yaklaşım sergilemektedir. Katılımcıların çözüme başlama yolları benzer olmakla birlikte hepsinin kendine özgü problem çözme yaklaşımlarına sahip olduğunu görmekteyiz. Ancak katılımcıların problem çözme yaklaşımlarında herhangi bir kavramın hareketlendirilmesine ya da problemlerin çözümünde herhangi bir hareketli imaj kullandıklarına dair bir ifadeye rastlanılmamıştır.

4.2.1.1.2. PÇY'nin Süreçteki Değişimi

Bu başlık altında Katılımcıların "strateji", "fark" ve "problem çözme yaklaşımı" alt kategorilerine ilişkin görüşleri paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategori için kısa bir özet sunulacaktır.

Dokuzuncu görüşmede; katılımcıların HKİ ile yapılan çalışmalardan sonra problem çözme yaklaşımlarına ilişkin herhangi bir değişiklik olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Strateji

Katılımcıların "strateji" alt kategorisine ilişkin görüşleri paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategori için kısa bir özet sunulacaktır.

İlk önce katılımcıların HKİ ile problem çözerken HKİ kullanarak herhangi bir strateji geliştirip geliştirmedikleri araştırılmıştır.

K1'in görüşleri: K1 herhangi bir strateji geliştirmeye uğraşmadığını belirtmiştir. Bu yüzden hareketli kavram imajı ile soru çözerken oluşan kopmalardan dolayı zorluklar yaşadığını ifade etmiştir.

K1: Valla ben hiçbir strateji geliştirmeye çalışmadım. Buradaki işimi kolaylaştırmak için bir şeyler yapabilir miyim diye hiç düşünmedim açıkçası ve ben sigmakareto ve bileşketoyu nasıl yapabilirim diye düşündüm ve baştan aldım yani. Sigma, sigmakare, sonra sigmakareto sonra to ama bunu yaparken inanılmaz kopmalar oldu.

Aşağıda sunulan görüşme örneklerinde K1'in, işlemleri yaparken simetri ya da dönmelere ilişkin kodlamalar geliştirdiğini ifade ettiğini görmekteyiz. Bunun sonucunda yapacağı dönme ve simetriler yerine aynı sonucu vereceğini öngördüğü kendi kodlamalarını kullandığını belirtmiştir.

A: Başka bir şeye eşit olduğunu ne zaman fark ettin?

K1: Başka bir şey derken? Buldum çünkü ben onların hepsini. Buldum, bunları kodladım. Bunları kodladığım için bunları çözmeye başladığımız için bu sigmakareto'yu gördüğümüz zaman x eksenine simetri olduğunu kullanabilirdim şurada. Bu da x eksenine göre simetri. İkisi de x eksenine göre simetriyse o zaman bu direk birbirini verecektir diye düşündüm. Ama mesela şunu yaparken 6 tane işlem yaptım. Sigmakare, to, birde burada, birde burada.

……

K1: Ama mesela şuna bakıyorum sigmakaretoya göre bakıyorum x eksenine göre simetri, x eksenine göre döndürüyorum.4 ile 1 gidiyor,3 ile 2 yer değiştiriyor. Sonra birde y eksenine göre alıyorum. İşte oradan da 3,4,2,1 geliyor mesela. Hemen söyleyebiliyorum mesela değişimi.

Yine aynı şekilde HKİ ile problem çözdükçe sürekli oluşan durumlar fark ettiğini sonrasında hızlandığını ifade etmiştir. Örneğin "*Mesela to'yu aldım. O zaman da benzer bir şey oldu. Birinin yerini bulunca o zaman ne tarafa döndürmek gerektiğini hemen aklıma getirip döndürebildim."* ifadesinde olduğu gibi, katılımcı sayılardan birinin yerini bulduğunda diğer sayıları o sayıyı referans alarak karenin köşelerine yerleştirmektedir. Dolayısı ile daha hızlı bir şekilde problemleri çözebilmektedir.

K1: Ama mesela şunu da yaptım hani bu strateji midir bilmiyorum da hani ben x eksenine göre simetriyi alırsam, yukarıda ki 1,2,3,4 sıralaması 1,2,3,4 oluyor. Mesela onları yakaladıktan sonra inanılmaz rahat yaptım. Hani şöyle diyeyim, şöyle dönerken şöyle dönmeye başladım. Onu fark ettikten sonra çok rahat yaptım. Mesela fark ettiyseniz ilk üçünde arka arkaya çok soru sordum. Ama mesela onu fark ettikten sonra saat yönü böyleyken, birden böyle oldu. Pozitif, negatif yönü düşününce hemen oturdu. Mesela to'yu aldım. O zaman da benzer bir şey oldu. Birinin yerini bulunca o zaman ne tarafa döndürmek gerektiğini hemen aklıma getirip döndürebildim. O pozitiflik oldu.

A: Sonuçta tek tek de yapsak strateji geliştirebiliyoruz.

K1: Evet yapabildim. İlk başta çok ümitsizdim. Ben nasıl yapacağım bunları döndüremiyorum filan dedim ama sonra oldu.

K2'nin görüşleri: K2, HKİ ile problem çözmeye başladığında işlemleri sırası ile yaptığını ifade etmiştir.

K2: Ben şimdi tam olarak ne yapacağımı bilemedim sorulara ama şöyle yani tek tek düşündüm ben yani hocam. En içteki öyle söyleyeyim, en içteki fonksiyon gibi değerlendirirsek o şeyden başlayıp tek tek o bileşke işlemini yaptım.

Ancak belli bir süre geçtikten ve yaptığı problem çözümlerini toplu bir şekilde görüp değerlendirdikten sonra bazı özel durumları fark ettiğini ifade etmiştir.

K2: O çarpım işlemlerini ama bunları yaptıktan sonra en son 6 alıştırma yaptıktan sonra birkaç tane bir şey fark ettim o da ama sonuçları kâğıda yazdıktan sonra ama burada sonuçları gördükten sonra bir değerlendirme yapabildim. Mesela birbiri ile çarpıldığında birim elemanı verdiği, değişmeli bir grup olduğu mesela siz 2 tane şeyi aynısını sormuşsunuz ama ikisi içinde ayrı ayrı işlem yaptım. Hâlbuki birinde fark edip diğerinde yazabilirdim bu diğerinin aynısı diye. Onu fark ettim.

Fark ettiği özel durumlar sonrasında, *"hızlı bir şekilde animasyon yaptım kafamdan"* diyerek kısa sürede problem çözdüğünü ifade etmiştir. Ancak önceki problem çözümleri ile üzerinde çalışılan problem çözümleri arasında fark gördüğünü belirtmiştir. Bu farkın daha önce yapmadığı halde artık problem çözerken çözümleri kafasında canlandırması ve kâğıt kalem kullanmaması olduğunu belirtmiştir.

K2: Diğer problem şeylerinden oldukça farklıydı doğal olarak. Çünkü diğer animasyonlarda ben hiç bir şekilde kafamda canlandırmıyordum. Bahsettiğimiz şekilde kâğıt kalemle çözüyordum. Ama şimdi hiçbir şey kullanmadan animasyon yaptım yani.

K3'ün görüşleri: K3 önceki görüşmelerde strateji olmaya yönelik bazı durumları fark ettiğini ancak üzerinde düşünmediğini ifade etmiştir.

K3: Geçen haftalarda da ben bir şeyleri keşfeder gibi olmuştum ama çok da böyle o zaman işime yaramadığı için belki de üzerine düşmemiştim

Görüşmenin ilerleyen kısımlarında ise; dönmelerde sayıların sıralamasının değişmediğini keşfettiğinde çok rahat ettiğini belirtmiştir. Bunun yanı sıra farklı sıralamadaki işlemlerin daha bilindik durumlara karşılık geldiğini fark ettiğini ifade etmiştir. Aşağıda K3'ün verdiği örnekler sunulmaktadır.

K3: Mesela döndürdüğümüz zamanlarda ne kadar döndürürsek sağa veya sola sıralama değişmiyor. 1,2,3,4 olarak sağdan sola gidiyor. Ama diğer işlemlerde x eksenine göre y eksenine göre sıralama ters dönüyor. Bunu keşfettikten sonra çok çok rahat yapabildim yani. Eğer yanlış değilse geliştirdiğim strateji rahat yaptım çokta zorlanmadan. Ben şey mesela y eksenine göre çevirdiğimde sıralama değişiyordu. Ben o sıralamayı ayağımla sırayı aklımda tutmaya çalıştığımı fark ettim. Sonra birin ucundan tutup döndürüyordum mesela diğerleri onun peşinden geliyordu. Böyle düşünerek yapmak baya kolaylık sağladı.

……

K3: Mesela sonra sonuçlara baktığımda iki tane to olduğunda sıralamanın tekrar eski sıraya döndüğünü fark ettim.

Aşağıdaki görüşme kayıtlarında da görülebileceği gibi K3, karenin simetri grubu ile problem çözme çalışmaları yapılırken bulduğu bir durumu genellemesi sonucunda yanlış bir çıkarımda bulunmuştur. Ancak K3 hatasını yaptığı işlemler sonunda fark ettiğini belirtmiştir.

K3: Ama yanlış bir strateji geliştirdiğimi fark ettim şurada. Sanki şurada şöyle geldi. Burada I bulunca ben.

A: hıhı

K3: Üçüncü soruda önce I buldum ben. Dedim a dedim önce 2 kere y ekseninde döndürdük sigma da üzeri 4 oldu. Birime döndü. Öyle bir şey geliştirdim ondan dolayı en son soruya gelince bire yazıp bıraktım. Sonra döndürdüğümde yanlış olduğunu fark ettim.

……

K3: Dediğim gibi onun için buradan sonra hızlı yapmaya başlamıştım ama burada da hata vardı. Sonradan geliştirdiğim o mantığın yanlış olduğunu fark ettim sonuncu da.

K3 yukarıda bahsedilen hatalı işlemleri yaptığı sırada da "*Ama dediğim gibi bütün sayıları tek tek döndürmedim. Sadece biri döndürüp diğerlerinin onun etrafında ilerlemesi kolaylık sağladı."* diyerek daha önce bulduğunu ifade ettiği stratejisini kullandığını belirtmiştir.

K3 y eksenine göre simetriyi x eksenine göre simetriden daha hızlı yapabildiğini belirtmiştir.

A: Dönmesi şeyde bu y ekseninde x eksenine göre simetride nasıl olur?

K3: Y eksenini düşündüğümde otomatikleştim gibi ama x eksenini düşündüğümde yine yavaşlamam gerekiyor yani döndürmelerde falan rahat ikisinde de 1,2,3,4 oturdu kafamda. Ondan sonra direk sürüklüyordum ilerledikçe.

K3: Sağdan sola doğru

K1 problemleri çözme sürecinde özel durumları fark ederek kendine göre kodlamalar yapmış ve benzer durumlarda kodlamalarını kullanmıştır. Buradan K1'in kodlama diye ifade ettiği durumu kendine göre geliştirdiği problem çözme stratejisi olarak görebiliriz. K2'nin ilerleyen süreçte bazı durumları fark ettiği görülmektedir. K3 ise strateji geliştirme noktasında dönmeler ve simetriler için ayrı ayrı yollar keşfetmiştir. Bulduğu bir durumu genellemesi sonucunda hatalı çözüm yapsa da yanlışını kendi fark etmiştir. Katılımcıların

hiç biri daha önce bu şekilde problem çözmeyi denememiş olmamasına rağmen, kâğıt kalem kullanmadan zihinde oluşturdukları animasyonlarla problem çözmüşlerdir. Bunun yanı sıra her biri kendi deneyimleri sonucunda fark ettikleri özel durumları problem çözerken kullanabilmişlerdir.

Problem çözme yaklaşımı

Katılımcıların "problem çözme yaklaşımı" alt kategorisine ilişkin görüşleri paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategori için kısa bir özet sunulacaktır.

Strateji alt kategorisinde açıklandığı üzere katılımcıların problem çözmeye ilk başladıkların da kavramlara ait öğrendikleri hareketli kavram imajları kullanmaktadırlar. Aşağıdaki ifadelerden görüldüğü gibi katılımcıların karşılaştığı probleme ilk bakışı "problemi çözmeye bir başlayayım sonrasında duruma göre karar veririm" gibi bir yaklaşım olduğu görülmektedir. Bu da bize katılımcıların problem çözmeye öncelikle sezgisel yaklaşım ile başladıklarını düşündürtmektedir. Vinner (1991), sezgisel yaklaşımı problem çözerken kavram tanımına hiç başvurmadan doğrudan kavram imajına başvurarak işlem yapmak olarak tanımlamaktadır.

K1: Valla ben hiçbir strateji geliştirmeye çalışmadım. Buradaki işimi kolaylaştırmak için bir şeyler yapabilir miyim diye hiç düşünmedim açıkçası ve ben sigmakareto ve bileşketoyu nasıl yapabilirim diye düşündüm ve baştan aldım yani.

K2: Nasıl düşündüm. Ben şimdi tam olarak ne yapacağımı bilemedim sorulara ama şöyle yani tek tek düşündüm ben yani hocam.

K3: Mesela K1sigmakareto x eksenine göre simetridir dedi. .Ben bunu o ana kadar fark etmedim. Ama fark etmeye çalışmadım, tek tek döndürmeye çalıştım. Burada yazan işlemleri sağdan başlayarak tek tek döndürmeye çalıştım.

Karenin simetri grubu ile çalışmaya devam edildikçe K1 ve K3'ün kavram tanımını da kullanmaya başladıklarını aşağıdaki ifadelerden görmekteyiz. K1 bunu x eksenine göre simetriyi örnek vererek açıklamıştır.

K1: Ama mesela şunu da yaptım hani bu strateji midir bilmiyorum da hani ben x eksenine göre simetriyi alırsam, yukarıda ki 1,2,3,4 sıralaması 1,2,3,4 oluyor. Mesela onları yakaladıktan sonra inanılmaz rahat yaptım. Hani şöyle diyeyim, şöyle dönerken şöyle dönmeye başladım. Onu fark ettikten sonra çok rahat yaptım.

K3 ise, "*Sonra birini ucundan tutup döndürüyordum mesela diğerleri onun peşinden geliyordu."* ifadesi ile dönmede sayıların sıralamasının değişmediğini fark ederek, bunu kullandığını belirtmektedir. K3'ün dönmeye ilişkin tanımı fark ettiğini görmekteyiz.

K3: Ben şey mesela y eksenine göre çevirdiğimde sıralama değişiyordu. Ben o sıralamayı ayağımla sırayı aklımda tutmaya çalıştığımı fark ettim. Sonra birin ucundan tutup döndürüyordum mesela diğerleri onun peşinden geliyordu. Böyle düşünerek yapmak baya kolaylık sağladı. Mesela K1sigmakareto x eksenine göre simetridir dedi. .Ben bunu o ana kadar fark etmedim. Ama fark etmeye çalışmadım, tek tek döndürmeye çalıştım.

Katılımcıların karenin simetri grubu ile problem çözme sürecinde sezgisel düşünce (Vinner (1991) sezgisel düşünceyi, problem çözerken önce kavram imajına daha sonra da kavram tanımına başvurarak işlem yapma olarak tanımlamaktadır.) ile problem çözmeye devam ettikleri ortaya çıkmaktadır. K2 ise bu durumu problemleri çözdükten sonra fark ettiğini belirtmektedir.

K2: O çarpım işlemlerini ama bunları yaptıktan sonra en son 6 alıştırma yaptıktan sonra birkaç tane bir şey fark ettim o da ama sonuçları kâğıda yazdıktan sonra ama burada sonuçları gördükten sonra bir değerlendirme yapabildim. Mesela birbiri ile çarpıldığında birim elemanı verdiği, değişmeli bir grup olduğu mesela siz 2 tane şeyi aynısını sormuşsunuz ama ikisi içinde ayrı ayrı işlem yaptım. Hâlbuki birinde fark edip diğerinde yazabilirdim bu diğerinin aynısı diye. Onu fark ettim.

Katılımcıların yukarıdaki ifadelerinden görüldüğü gibi**;** hareketli imaj ile problem çözme sürecinin başında problemlere sezgisel yaklaşan katılımcıların süreç ilerledikçe sezgisel düşünce ile problem çözmeye başladıklarını görmekteyiz.

Fark

Katılımcıların "fark" alt kategorisine ilişkin görüşleri paylaşılıp sonrasında ise bu alt kategori için kısa bir özet sunulacaktır.

Katılımcılardan daha önceki problem çözme yaklaşımları ile bu çalışmalarda kullandıkları problem çözme yaklaşımlarını karşılaştırmaları istenmiştir.

K1 daha önceki PÇY ve görüşmeler sırasında kullandığı PÇY'yi birkaç farklı yönden değerlendirmiştir. İlk olarak zaman açısından kıyaslamıştır. Bu çalışmada ki problemleri

daha uzun sürede çözdüğünü ifade ederek, buna sebep olarak da hem hareketli düşünmeye alışık olmadığını hem de kâğıt kalem kullanmadığını belirtmiştir.

K1: Bende daha kıyasladığımız zaman daha uzun sürede yaptım. Diğerlerini daha kısa sürede yapabiliyordum. Düşünme süresi daha uzundu sanki kendimi daha fazla zorladım yani bu konuyu çözmek için. Benim için öyle yani. Kalem kâğıt kullansaydım.

A: Süre niye uzadı sence.

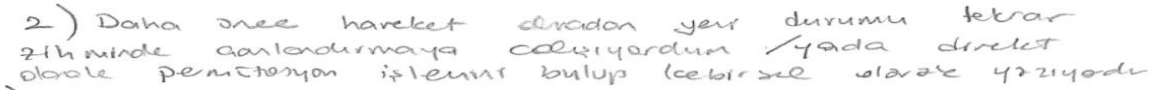
K1: Alışkın değilim çünkü hareketli düşünmeye. Hiç kalem kâğıt kullanmadan bir soruyu çözmeye alışkın değilim çünkü. Herhalde alışkanlık olmadığı için.

K1 ikinci olarak problemleri cebirsel ve geometrik olarak düşündüğünü belirterek, Karenin simetri grubu ile ilgili problemleri bu çalışmadan önce cebirsel olarak düşündüğünü ifade etmiştir.

K1: Ben bunu problem olarak çözsem daha cebirsel olarak düşünürüm. Geometrik olarak düşünmem mesela ben bunu. Öyle geliyor hani. Benim elime mesela bir dörtlük verilirse hemen işte şuraya gitmiş, şu şuraya gitmiş diye yazarım. Çarpmayı yaparım. Mesela o karenin köşelerine ait olduğunu da biliyorum ama şu sigma ve to çıktığı zaman ben bunu geometriye çevirerek hiç düşünmezdim yani.

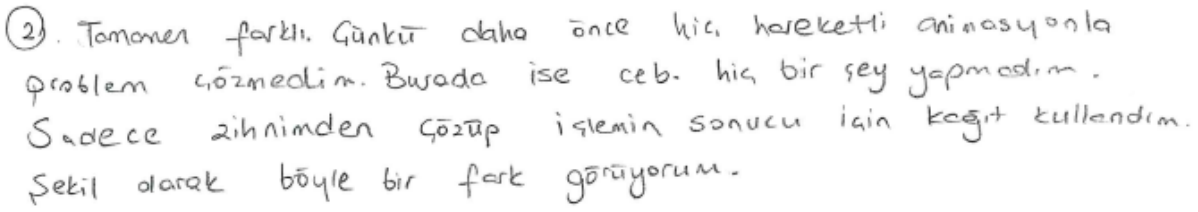
Cebirsel olarak düşündükleri problemleri çözmeden önce "*cebir olduğu zaman ilk görüp, şöyle bir uzaktan bakıp elimde şu var şu var o zaman şu ikisini çarpmalıyım"* şeklinde düşündüğünü yani bir strateji belirlediğini ifade etmiştir. Ancak bu çalışmadaki problemleri "*Ama burada geometrik olarak düşünmeye zorladım kendimi ve geometrik olarak düşündüm."* ifadesi ile geometrik olarak gördüğünü belirtmektedir. Geometrik olarak düşündüğü içinde "*: Geometride soruya bakıp hemen çözmeye başladım. …… Ama burada da hemen çözmeye başlıyorum mesela fazla düşünmeden anlatabildim mi? Sigma var hadi çevir, toya geldik hadi çevir gibi. Animasyona çok fazla kaptırdım galiba kendimi çok yapmaya çalışarak. Strateji olarak hiç düşünmedim yani."* sırası ile hiç düşünmeden işlemleri yaptığını ifade etmektedir.

K1 soru formunda (Şekil 100) permütasyon işlemini doğrudan yaptığını ya da hareket kullanmadan bir canlandırma yaptığını belirtmiştir.



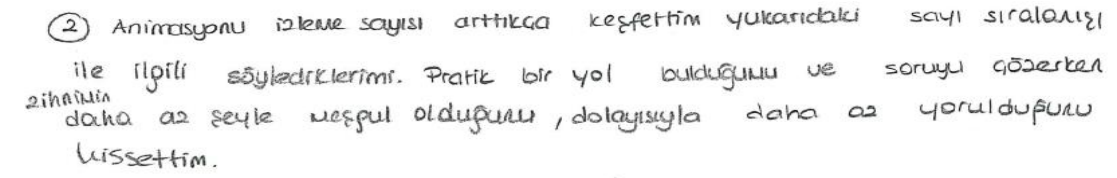
Şekil 100. K1'in problem çözmeye ilişkin görüşleri

K2 soru formunda (Şekil 101) bu çalışma öncesi ve sonrası PÇY'ları arasındaki farklar olarak zihinden problem çözmeyi ve kâğıt kalem kullanmamayı belirtmiştir.



Şekil 101. K2'nin problem çözmeye ilişkin görüşleri

K3, "*Animasyonu görerek, yaşayarak oldu."* ifadesi ile daha önce bu tür bir yaklaşımda bulunmadığını ifade etmektedir. Geçen sürenin etkisini" *3 haftadır uğraşıyoruz hafta içinde de izledik. Pratik şeyi de yakalayınca gerçekten döndürdüm, yaşayarak yaptım sanki kareler vardı da getirdim yani daha böyle oldu yani"* şeklinde ifade etmiştir. Soru formunda da (Şekil 102) kendine özgü pratik yollarının sonucunda daha az yorulduğunu belirtmiştir.



Şekil 102. K3'ün problem çözmeye ilişkin görüşleri

Problem çözme yaklaşımlarının karşılaştırılmasında katılımcıların her biri kendi için önemli olan durumları açıklamıştır. K1 zamanın artmasını (yukarıda K1 sebep olarak bu tür problem çözmeye alışık olmama ve kâğıt kalem kullanmamayı göstermişti) sorun olarak görmüştür ve çözdüğü problemleri geometrik olarak nitelendirip çözüm için önceden düşünmediğini belirtmiştir. K2, daha önce çözdüğü problemlerde zihinde hareketli animasyon kullanmadığını sadece sonuç için kâğıt kalem kullandığını belirtmiştir. K3 ise özellikle animasyonu görerek ve yaşayarak problem çözdüğünü ifade etmiştir.

Katılımcılara bu çalışmadaki gibi HKİ kullanıldığı düşünme biçimini başka alanlarda da kullanıp kullanamayacakları sorulduğunda; K1 "*Her soruda kullanılabilir. İmaj kullanılabiliyorsa kullanılabilir.*" diye cevap vermiştir. Çalışmalar süresince; "*Limitte de kullandık, türevde de kullandık. Kare simetri grubunda kullandık, kullanılabilir. Toplama imajı da*

mesela görüntü kullanarak, hareketli görüntü kullanarak oluşturmaya çalışmışız." diye çalışılan kavramları örnek vermiştir. "*Cebirde de olabilir, geometride de olabilir. Bence olabilir yani."* diyerek HKİ'nin her alanda kullanılabileceğini belirtmiştir. K1 karenin simetri grubu ile çalışılmasından dolayı geometride, toplamadan dolayı cebirde de kullanılabileceğini düşünmektedir. Hareketli imajın kavramları anlama da önemli olduğunu ifade etmiştir.

K1: Birde şey var sonuçta biz yatkınınız ya geometriyi zaten görüyoruz şekil olarak burada da kare vardı. Ama cebirde olabilir mesela. Hani toplamanın animasyonu yapılabiliyor. Belli bir şeyini, yapısını oluşturabiliyorsan o kavramın ne anlama geldiğini gerçekten anlıyorsan hani kavram imajı oluşturabilirsin yani. Ama bende hepsi için bir kavram imajım var mı? Yok da yani. Bir kere hocayla yapmıştık elli küsur tane. Ama karşına bir soru geldiğinde bir teorem geldiğinde onu çözebiliyorsun.

K2, HKİ kullanarak geçirdiği problem çözme sürecinden sonra, bu düşünme biçimini her konuda –henüz nasıl kullanacağını tam olarak bilemese de- kullanabileceğini düşünmektedir.

K2: Bunu kullanabilir miyim hani farklı şeylerde. Şimdi hani bunu hiç görmeden biri bana sorsaydı üst seviyedeki matematik için bunu kullanabilir misin diye, o zaman kullanamam derdim. Ama daha önce hiç fikrimin olmadığı kare simetri grubunda bile böyle bir şey yapabiliyorsam eğer daha farklı cebir konularında da hani ileri matematik konularında da böyle bir şey yapabileceğimi düşünüyorum. Şu an hayal edemiyorum hani neyi nasıl yapabilirim, bunları kullanabilir miyim hani şu an yaptıklarımı ama..

K3, HKİ kullanılan düşünme biçimini diğer katılımcılar gibi her konuda kullanabileceğinden emin olmadığını belirtmiştir. Önceki alışkanlıkları ağır bastığını ancak geçirdiği süreçten sonra yeni karşılaştığı kavramlar için bu tür düşünmenin yavaş da olsa kendinde başladığını ifade etmiştir.

K3: Birde geometriyle bağlantılı şeylerde daha rahat olur gibi geldi belki sürekli kareyle meşgul olduğumuz için. …….Sanırım birinin yönlendirmesi gerekiyor yani bu şekilde animasyonları izleyerek büyüseydik belki çok daha farklı olurdu. Ama pek şey hissetmiyorum. Nasılsa kâğıdım kalemim var. Kendimi çok zorlamıyorum yani. Bir animasyon görmeye çok zorlamıyorum yani. Ama dersten sonra sanki biraz daha çok daha o eksikliği o ihtiyacı duyuyorum gibi geldi. Yani başka şey sayılar inşası falan çalışırken de bazı şeyleri tam animasyon olmasa da kavram imajı oluşturmayı hissettim bir şekil olsun, şey olarak olsun. Öyle gibi geldi.

Katılımcıların -daha önce böyle bir deneyim yaşamamalarına rağmen- hareketli kavram imajlarını farklı konularda da kullanmaya istekli olduğunu görmekteyiz. Buradan çalışma sürecinin katılımcılar üzerinde pozitif bir etki yaptığı söylenebilir.

4.2.1.2. PÇY' de HKİ Kullanımı

Bu kısımda, katılımcıların problem çözerken hangi durumlarda HKİ kullanıp kullanmayacaklarının belirlenebilmesi için katılımcıların bir dizi kavrama ilişkin görüşlerini belirttikleri soru formları gözden geçirilmiştir. Bunun sonucunda katılımcıların hem uzun yıllardır aşina oldukları için hem de kendilerindeki kavram imajını durgun olarak belirttikleri için beşinci görüşmede açı kavramı (özelde doğruda açılar) ile ilgili çalışma yapılmıştır. Bu kısımda eksensel kodlama yapılamadığı için katılımcı görüşleri görüşme sırasına göre sunulacak ve her bir başlığın sonunda kısa bir özet paylaşılacaktır.

4.2.1.2.1. HKİ Kullanmama

Bu alt başlıkta katılımcıların problem çözerken HKİ kullanmama sebepleri açıklanmaya çalışılacaktır.

Katılımcılar kendilerine seyrettirilen kavramlara ilişkin HKİ'leri problemlerin çözümünde kullanmamışlardır. Kendilerinde var olan problem çözme davranışlarını devam ettirmişlerdir. K1'in "*Yani e'den paralel çekip"* ifadesi ve K3'ünde aynı şekilde onu desteklediği ifadesinden görüleceği gibi katılımcılar hareketli imaj kullanmak yerine öğrenilmiş/alışılmış problem çözme davranışları göstermişlerdir.

K1: Ben mesela hareket derken hani o ab'dendc'ye bir doğru indirmedim direk dc'yi uzattım. Hem oradan oklar çıkardım hem öyle 35 bir tarafa gitti 104 bir tarafa gitti bu 3 tane ok küme yığınları. Onlar birbirine eşittir dedim.

K3: Ben e'den geçen ab ile d'ye paralel doğruyu gördüm. Ondan sonra işte iç ters açılardan 30 olduğunu diğer tarafa da 74 kaldığını ve toplamları c ile o kısmın toplamının 180 olacağından 106 buldum.

K1: Yani e'den paralel çekip iç ters açılardan taşıdın dimi.

K3: Evet e'den paralel çekip.

K2: Ben aynen öyle yaptım sonrada şey bu doğruyu geçirilebilir ve görünebilir uzaklık.

A: Evet genelde hep böyle uzatılıyor ya veya sizin de dediğiniz gibi ab doğrusu e'den geçecek şekilde paralel olarak.

K3: İkiye ayrılır.

A: İkiye ayırıp, iç ters açılar diye düşünülebilir aslında.

K3: Öyle düşündüm.

K1: Ama bence şey olsa hani o indirdiğimiz doğru var ya o e de dursa.

Katılımcılar hareketi oluşturmak için çaba sarf etseler de, kendilerini zorlasalar da hareketi oluşturamadıklarını ifade etmişlerdir. "*K1: Ama zorladım kendimi zorlayınca yine o a'dan bir paralel doğru geliyor…… A'dan başlayan ama hani bir çizgi film gibi devam eden bir doğru çizebiliyorum yani."* diyerek kendini zorlayarak yapabildiği tek şeyin doğruları uzatmak olduğunu belirtmiştir. Doğruların uzatılması bu çalışmadan önceki problem çözümlerinde kalemle yaptıkları bir davranıştır. Katılımcıların daha önceki problem çözümlerini hayal etmeleri bize katılımcıların eski alışkanlıklarından vazgeçemediğini düşündürtmektedir.

K1: Sonra şey düşündüm başka ne olabilir dedim. Sonra şey yaptım oradan b'yi uzattım yine d'yi uzattım ters açılardan yine oradan açılar birbirine eşit oldu oradan hani kırık nokta var arada onu kullandım. Sonra yine hiçbir şey yapmadan yine bir kural var dedim. B'nin tümleyenini ve ab'nin bütünleyenini aldım.

A: hıhı

K1: Orda üç açının toplamı 360'tır bunu diyorum. Orada direk 180-4x 180-3x

A: Sonuçta yine geometrik sonuç olduğu için 3-4 tane farklı sonuç üretmemiz mümkün.

K1: Evet

A: Ama böyle bir paralel kaydırma gibi bir hareket oluşmadı sadece

K1: Ama zorladım kendimi zorlayınca yine o a'dan bir paralel doğru geliyor. Ama ben tam çeviremiyorum yani hani bf'nin üzerindeki bir çakışık doğruyu sanki a'nın üzerine götürmek için yapmıyorum da A'dan başlayan ama hani bir çizgi film gibi devam eden bir doğru çizebiliyorum yani.

K3: Benimde öyle oldu. Kaydırma yapmıyorum ama.

K1 kendini daha önceki problemleri çözerken hayal etmişlerdir. Hatta hayali kalemlerle problemi çözmektedir. Eski alışkanlıklar zihinde hayal edilse bile devam etmektedir. Bu şekilde de hareketin oluşmadığını ifade etmişlerdir.

K1: Ben önce a'dan bir paralel çektim kime bc'ye ve dc'ye ondan sonra işte dedim burada dedim yöndeş açı oluşur dedim. Bunla bunun toplamları da 126'ya eşittir dedim.

A: Yani böyle bir hareket var mıydı paralel gitme gibi yoksa biz bir çizgi çekeriz ya böyle.

K1: Zaten bu soruyu başka bir çözüm üzerinde ve elimde bir kalem var ve çözüyormuşum gibi gördüm ben açıkçası

K3: Bende öyle hiç hareket yoktu bende de.

Katılımcılara problem çözerken hareketlendirme yapıp yapmadığı, hareketin gerekli olup olmadığı sorulmuştur. Katılımcılar "*Zaten var benim yolum"* diyerek hazır bir çözümleri olduğunu, daha önceden bildikleri bir konuda ihtiyaç duymayacaklarını ancak "*Ama ilk defa öğrendiğim bir konu olsa "* diyerek yeni öğrenilen bir konu olursa hareketlendirmenin faydası olacağı düşüncesinde olduklarını ifade etmişlerdir.

K1: Öğrenci için olabilir ama ben kendimi düşündüğüm zaman soruyu çözüş şeklime çok fazla bir şey katıyor mu? Zaten var benim yolum. Zaten soruda da aşağı yukarı benziyor ya o yüzden çok şey yapamam. Ama ilk defa öğrendiğim bir konu olsa mesela difgeo da bir formül hiç bilmediğim bir sürü kavram olsa, onlarla ilgili bir animasyon olsa ben çok çok faydası olacağını düşünüyorum. O yüzden bunu da eğer bir ortaokul öğrencisinin izletebilecek olursak bence onun açısından oldukça faydalı olacaktır. Hareketli olması çok daha faydalı olacaktır.

K2: Ben aynı şeyi düşünüyorum açıkçası.

K3: Yani bende.

Katılımcıların kavramı önceden bilmesi problem çözerken harekete engel olmaktadır. Kavrama ait önceden problem çözmeleri ve problem çözme yollarını alışkanlık hâline getirmeleri de harekete engel olmaktadır. Önceki çalışmada katılımcılar toplama ve bölme kavramlarını daha önceden bildiklerini, bu yüzden bu kavramlarda hareketlendirmeye (gerekmediği sürece) ihtiyaç duymadıklarını belirtmişlerdir. Burada da doğruda açılar ile ilgili kavramları daha önceden bildiklerinden ve problem çözmeye ilişkin kendilerine ait çözüm yolları olduğundan problem çözerken herhangi bir hareketlendirmeye ihtiyaç duymamışlardır.

Buradan katılımcıların çok önceden öğrendikleri ve aşina oldukları kavramlarla ilgili herhangi bir hareketli kavram imajını kabul etmek istemedikleri ve problem çözerken HKİ kullanmak için bir çabaları olmadığını görüyoruz. Kavramların zihinlerinde yer etmiş olmasının buna engel teşkil edebileceği düşünülebilir. Problem çözme sürecinde harekete engel olan durumlar Tablo 16'da gösterilmiştir.

Tablo 16. Problem Çözme Sürecinde Harekete Engel Olan Durumlar

Harekete engel olan durumlar
Hareketli kavram imajını soru çözmede kullanmama
Eski soru çözme alışkanlıklarını devam ettirme
Zaten çözümlerinin olması
Kavramı daha önceden bilme

4.2.1.2.2. Problem Çözme Sürecinde Hareket Olma Durumu

Bu alt başlıkta katılımcıların problem çözerken hangi durumlarda HKİ kullanmayı düşündükleri açıklanmaya çalışılacaktır.

Katılımcılar açı (doğruda açı) ile ilgili problemleri çözerken, bu çalışmadan önce problem çözerken kalemle yaptıkları şeyleri (örneğin doğruyu uzatmak gibi) zihinde canlandırarak problemi çözme yoluna gitmeyi tercih etmiştir.

K2: Kalem kullanmayınca uğraşıyorum kafamda kalemle çizdiğim şeyin aynısını ben orada zihnimle çiziyorum yani taşıma yok.

A: Yani şey kâğıt kalemle yaptığımız şeyi burada kafamızda canlandırıyoruz.

K1: Ama yine de hareket verebiliyorum yani düşündüğüm zaman

Ancak zorlayarak bir hareket oluştuğunu ifade etseler de bunun çözüme yansıması kolay olmamıştır.

A: Şimdi çözümleyebildik mi arkadaşlar. Tabi animated yapmaya çalışıyoruz dimi?

K2: Ben yapamıyorum animated yani şeye dönüyor..

K3: Bende zorlanarak yapıyorum yani.

K2: Çok yani kandırıyorum gibi kendimi

Katılımcılara " uğraşılırsa hareketli imaj ile problem çözüp çözemeyecekleri ve kendilerine faydası olup olmayacağı" sorulduğunda katılımcılar kendilerini zorlarlarsa yapabileceklerini ifade etmişlerdir.

K1, daha önceden bildiği konularda problemleri çözmede hareketli imaj kullanma konusunda fazla istekli değildir. "*zorlarsam ama zorlarsam hareketlendirebileceğimi düşünüyorum"* diyerek zorlama durumunda hareket olacağını düşündüğünü belirtmiştir.

K1: Şimdi ben bu en son çözdüğü soruyu düşündüğüm de ben bundan sonra gördüğüm her şeyde her örnekte açı konusunda kendimi zorlarsam ama zorlarsam hareketlendirebileceğimi düşünüyorum. Bakıp ne yapabilirim hangisini taşıyabilirim, nerden doğru çekebilirim diye yapabileceğimi düşünüyorum. Yani ben bundan sonraki açı sorularını animated düşünebilirim. Yani biraz önce de kısa olanı çekiyordum ama daha sonra çekmedim, çekmeden o noktaya taşımayı yapabildim. Öteleme mi diyeceğiz ne diyeceğiz onu yapabildim yani.

K2, bu konu ile ilgili kendine göre basit diye tarif ettiği şeyleri yapabileceğini belirtmektedir. Ancak *"Ama biri bana yap derse"* diyerek özellikle bunun biri tarafından denmesi (zorlama) gerektiğini ifade etmiştir.

K2: Bana da şimdi sanki çok basit kavramları yapabilirmişim gibi geliyor sadece yani ben mesela daha karmaşık bir geometri sorusunu da şu an yapamam gibi geliyor. Yani açı sorusu bile olsa yine basit açı sorularını, bu tarz soruları. Hani farklı şeyler isteyen onları yapamam gibi geliyor bana. Ama böyle doğru taşımak, açıyla doğruyu öbür tarafa oturtmak gibi şeyleri yapabilirim gibi geliyor. Yapacağımı düşünüyorum yani. Ama biri bana yap derse. Sanki çözerken ne biliyim çok.

K3'de yine bir zorlamadan bahsetmiştir.

K3: Bende aynı şekilde zorlarsam eğer faydasının olacağını düşünüyorum bu tür açı sorularını çözerken animated yapmanın.

Katılımcıların ortak olarak değindiği başka bir durum ise üzerinde çalışılacak kavramın yeni; yani kendileri tarafından daha önceden öğrenilmemiş olmasıdır.

K1, "*Ama ilk defa öğrendiğim bir konu olsa mesela difgeo da bir formül hiç bilmediğim bir sürü kavram olsa, onlarla ilgili bir animasyon olsa ben çok çok faydası olacağını düşünüyorum."* ifadesi ile kavram ilk kez öğrenildiğinde faydalı olacağını düşünmektedir. Bunun yanı sıra problem çözümünden önce hareketli imajın kullanıldığı animasyon gösterildiği takdirde hareketli kavram imajı ile problem çözebileceğini belirtmiştir.

K1: Ama demek isterim ki bir kavram neyi gerektiriyorsa, mesela eğer bu kavramda iki paralel arasına eğer ben bir paralel doğru yapmak doğruysa oradan çözülüyorsa soru mesela hani dediğim gibi difgeoda olması gereken animasyon bana gösterilirse ben sanırım o şekilde oluştururum kavramı gibi geliyor bana.

K2' de "*Ama mesela ilk gördüğüm de limit animasyonu vardı ya. Hani limit bana daha karmaşık bir kavram olarak geldiği için o benim için daha gerekli."* diyerek yeni öğrendiği kavramlarda

kendisi için gerekli olduğunu belirtmiştir. Aynı şekilde öğrencilerinde yeni öğreneceği kavramlarda HKİ ile problem çözebileceğini düşünmektedir.

K2: Aynen orta bir ya da açıyı yeni öğrenen bir öğrenci için de bu çok gerekli. Ben kendi adıma söylüyorum gereklilik ya da bu kullanılma işini. Yeni öğrenen bir öğrenci için aynı şeyi düşünürüm kullanımında.

K3' de yeni bir kavramla karşılaşırsa HKİ ile problem çözmeye farklı bakabileceğini ifade etmiştir.

K3: Ama yeni öğrenen birisi için o şekilde yapılanırsa yani kafasında o zaman çok daha rahat olabilir. Ben zorlanarak yapabilirim belki bunu ama daha rahat olabilir diye düşünüyorum. Ya da biz yeni bilmediğimiz bir kavramla karşılaştığımızda çok daha farklı olabilir.

Katılımcılar HKİ kullanılarak problem çözümü yapabilmeleri için öncelikle kavramın daha önce öğrenmedikleri bir kavram olması gerektiğini düşünmektedirler.

Katılımcılar kendilerini zorlayarak ve eski alışkanlıklarını canlandırarak çözüm sürecine hareket katabilmişlerdir. Ancak çalışılan kavram katılımcılar içim eğitim hayatlarında uzun süre önce öğrenilmiş olduğundan dolayı HKİ ile problem çözmeyi gerekli görmemişlerdir. Kavram kendilerinin bilmedikleri, daha önce öğrenmedikleri yeni bir kavram olması halinde hareketli imaj ile problem çözmeyi benimseyeceklerini belirtmişlerdir. Problem çözme sürecinde hareket olma durumları Tablo 17'de gösterilmiştir.

Tablo 17. Problem Çözme Sürecinde Hareket Olma Durumları

Hareket olma durumları
Eski alışkanlıkları zihinde canlandırma
Kendini zorlama
Kavramın yeni olması

4.2.1.3. HKİ'nin Problem Çözümlerinde Kullanılması ve Kalıcılık

Bu kısımda HKİ kullanarak problem çözebilmeleri ve araştırmaya verilen ara sonrasında HKİ kullanarak problem çözebilme durumu incelenecektir. İlk kısımda katılımcıların problem çözme sürecinde kısa süreli bellek/çalışan bellek kullanımı incelenecektir. Bu kapsamda 3 görüşmede 2 farklı durum incelenecektir. Birinci durumda 2 görüşmede toplam 6 animasyon ile çalışma yapılmıştır. İkinci durumda 7 soru ile çalışma yapılmıştır. İkinci kısımda ise araştırmaya verilen ara sonunda hareketli kavram imajı ile problem

çözebilmede kalıcılık (geri getirme) incelenecektir. Bu kısımda eksensel kodlama yapılamadığı için katılımcı görüşleri görüşme sırasına göre sunulacak ve her bir başlığın sonunda kısa bir özet paylaşılacaktır.

4.2.1.3.1. HKİ Kullanarak Problem Çözebilme

Bu kısımda katılımcıların HKİ kullanarak problem çözebilmelerine ilişkin görüşleri aktarılacaktır.

Birinci Durumun İncelenmesi

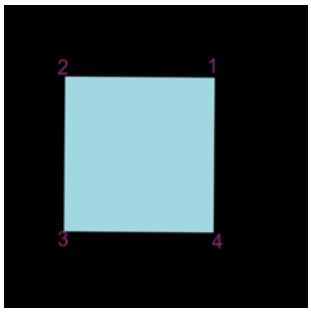
1. Görüşme

1. ANİMASYON

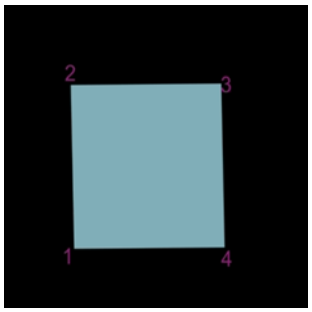
İlk animasyon seyrettirildikten sonra katılımcılar yaklaşık 4 dakika çalışmışlardır. Tüm katılımcılar çalışmayı bitirince, katılımcılarla birlikte buldukları alternatifler hakkında konuşulmuştur.

Katılımcıların ilk alternatif üretmesi gereken animasyonda kare; y=-x ve y=x eksenleri etrafında simetri hareketi yapmaktadır (Şekil 103).

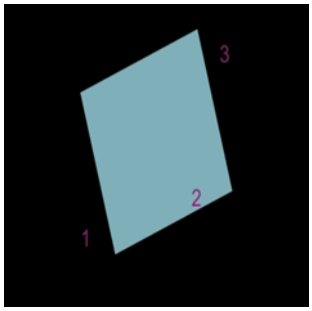
Karenin ilk hali



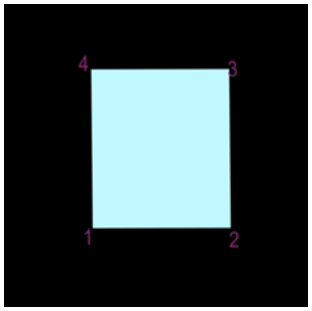
y=-x eksenine göre simetri



y=x eksenine göre simetri



Karenin son hali



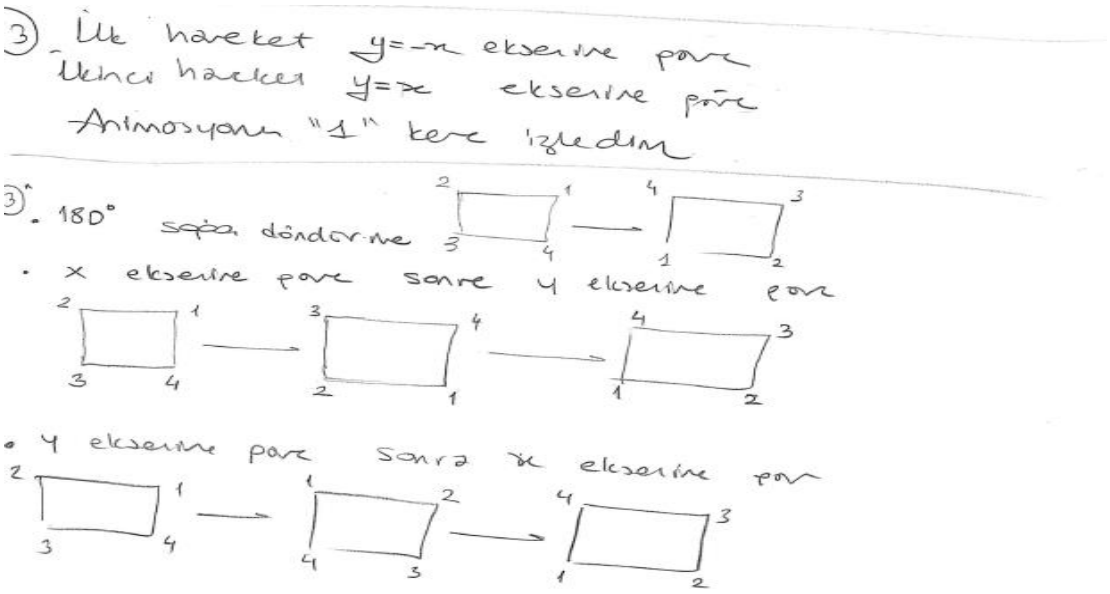
Şekil 103. 1. Animasyona ait görüntüler

K1'in görüşleri: Yapılan çalışma sonunda K1 dört alternatif bulmuştur. 180° dönme katılımcının kesin emin olduğu tek işlemdir. Diğer işlemlerde bu kadar emin olmadığını ifade etmiştir. Aşağıda K1'in elde ettiği çözümler görülmektedir (Şekil 104).

K1: Ben iki defa döndürdüm.

A: Olay bitti.

K1: Olay bitti. Sonra x eksenine göre simetri aldım. Sonra y eksenine göre simetri aldım. Yine aynı şekle geldi. Bunu beynimde döndürdüm ama hiç emin olamadım. 180 dereceyi tamamen yüzde yüz emin olarak animasyonu yaptım. Kendimiz üretecektik ya ondan yüzde yüz emin oldum fakat x eksenine göre sonra da y eksenine göre simetriyi alırken kafamda aldığımda oldu ama kâğıda yazarken galiba yanlış diye başladım doğru çıktı. Yani çok emin olamadım. Yani 180 dereceyi sağa döndürmek kadar net değildi yani.



Şekil 104. K1'in birinci animasyon için alternatif önerisi

K1'in ürettiği alternatif animasyonların 2 farklı işlem (dönme - simetri) ile üretildiğini görmekteyiz. Bu durum, rakamlar peş peşe olduğundan dolayı dönme, K1'e daha kolay şeklinde yorumlanabilir. K1 dönmede ürettiği animasyonun aralıksız olduğunu belirtmiştir

K1: Simetri hareketi olduğu için muhtemelen zorluk oluştu diye düşünüyorum. Döndürme daha kolay geliyor bana sanırım. Düşündüğüm zaman hemen sayılar kayıveriyor mesela. ……. Bir de hani 180 dereceyi sağa döndürmede animasyon aralıksız gitti. Hiç kesintisiz devam etti.

Ancak simetrilerde birden fazla rakamı aynı anda değiştirmek katılımcıyı zorlamıştır. Katılımcının kısa süreli bellekte/çalışan bellekte aynı anda daha çok iş yapması ürettiği animasyondan emin olması için beyninde tekrar simetri işlemini yapmasını gerektirmiştir.

K1: Ama simetrisini aldığım zaman hani iki tane rakam birden değişiyor. O oraya gidecek o oraya gidecek. Sonra tekrar onun öyle olduğunu hayal etmen gerekiyor falan.

"Sonra tekrar onun öyle olduğunu hayal etmen gerekiyor falan" cümlesi tekrar ettiğini göstermektedir. Bir önceki adımından tam emin olduktan sonra ikinci adıma geçmiştir. Bu durum beyinde üretilen animasyonun süreksiz olmasına sebep olmuştur.

K1: Fakat x eksenini y eksenine göre animasyonunu yapmaya canlandırmaya çalıştığım zaman x eksenini alıyorum duruyorum. Baya bir duruyorum. Şu şuraya 4'ler şuraya falan diye. Sonra tekrar y eksenini göre alıyorum. Yani böyle bir şey olmadı. Sürekli değildi yani. Süreksizdi.

A: Parçalaya parçalaya?

K1: Parçalaya parçalaya yaptım evet.

Senemoğlu (2009), kısa süreli belleğe aynı anda 5-9 birimlik bilgi alınabildiğini ve dolayısıyla karmaşık ve uzun bilgi birimlerinin gruplama yoluyla az sayıda bilgi birimlerine dönüştürülmesi gerektiğini belirtmektedir. Katılımcı her bir adımı tek tek düşündüğünden dolayı (gruplama yapmadığı) için kısa süreli belleği/çalışan belleği zorladığı düşünülebilir.

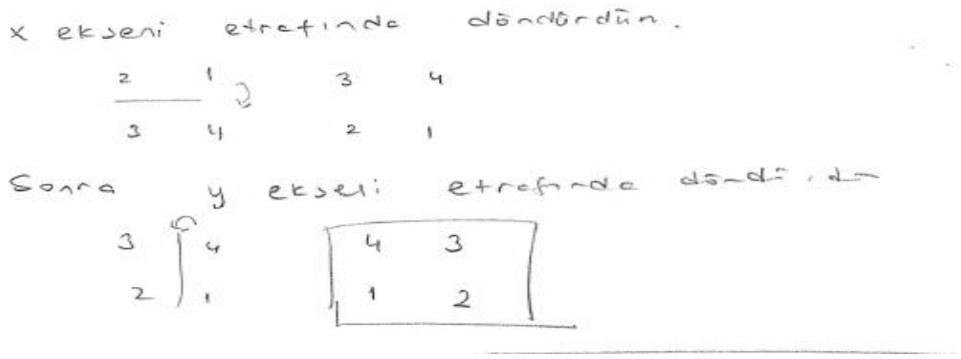
K2'nin görüşleri: K2 tek alternatif üretmiştir. K2'ninde ürettiği alternatif animasyonu 2 farklı işlem (dönme-dönme) ile ürettiğini görmekteyiz. Yine K2'de bir süreksizlikten bahsetmiştir. K2 "*bir düşündüm*" diyerek yaptığı işlemi tekrar ettiğini ifade etmektedir.

K2: Bende ilk başta düşündüğümde aynı x ekseni etrafında döndürdüm sonra y ekseni etrafında döndürdüm. Bunları parçalı yaptım ama K1 söyleyince fark ettim yani. İlk önce x ekseni etrafında döndürdüm bir düşündüm. Sonra y ekseni etrafında döndürdüm. Hatta x ekseni etrafında döndürdükten sonra hani 2'yi mesela diyelim ki sol alt köşeye koymam gerekiyor ya oraya koymak için ne yapmalıyım diye düşünerek y ekseni etrafında döndürdüm.

K2, K1'in sözleri üzerine dönmeyi kendi denediğinde simetriye göre daha hızlı geldiğini belirtmiştir.

K2: K1'in söylediği 180 dereceyi kendim düşündüğüm zaman ben de onu daha hızlı yapabildim. Bu simetrik döndürmeye göre. Karenin doksan derece ya da yüz seksen derece dönmesi daha hızlı daha pratik geldi bana. Hiç aklıma gelmemişti.

Kare dönme yaparken, rakamların peş peşe olmasından dolayı simetriye göre katılımcı için dönmeyi yapmak daha kolay olmuştur. K2 öğrendiği bu yolla kısa süreli bellekte/çalışan bellekte aynı anda daha az bilgi olacak şekilde bir gruplamaya gittiğinden dolayı kısa süreli belleği kullanabilmiştir. Aşağıda K2'nin elde ettiği çözümler görülmektedir (Şekil 105).



Şekil 105. K2'nin birinci animasyon için alternatif önerisi

Ancak simetrilerde birden fazla rakamı aynı anda değiştirmek katılımcıyı zorlamıştır. Katılımcının kısa süreli bellekte aynı anda daha çok iş yapması, ürettiği animasyondan emin olması için beyninde animasyonu tekrar yapmasını gerektirmiştir. Bir önceki adımından tam emin olduktan sonra ikinci adıma geçmiştir. Bu durum beyinde üretilen animasyonun süreksiz olmasına sebep olmuştur.

K3'ün görüşleri: K3 iki alternatif bulmuştur. K3'ünde alternatif animasyonlarını 2 farklı işlem (simetri-simetri) ile ürettiğini görmekteyiz. Ancak ikinci alternatif olarak ifade ettiği çözümün yanlış olduğunu kendi fark etmiş ve düzeltmiştir.

K3: Yani bilmiyorum doğru mu da. Şimdi üçüncü animasyonda öncelikle y=-x etrafında dönüyordu. Sonrasında y=x ekseni etrafında dönüyordu yani ona göre simetri oluyordu. Ben tam tersini yaptım. Tam tersini yapınca da yine aynı yere geldi. Bir de şöyle bir şey düşündüm. Bir alternatif kareyi x ekseni etrafında döndürdüm. Daha sonra da doksan derece sola döndürdüm.

……

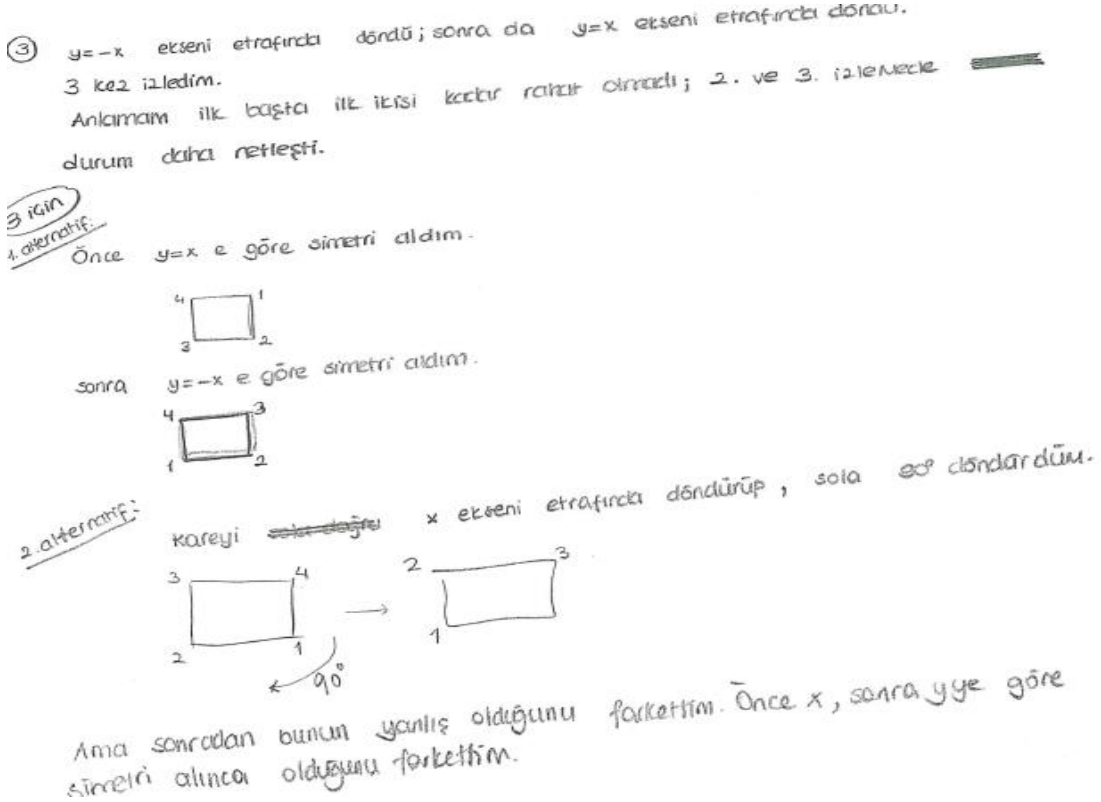
K3: Çevirdiğim zaman 90 derecelik. O zaman 1 2 3 4 olacak. Aaaaa Sonra da pardon şimdi fark ettim y'ye göre simetrisini alacağım.

A: Evet.

K3: Şimdi fark ettim.

K3'de diğer katılımcılar gibi dönmelerin daha kolay olduğunu, simetride rakamların yer değiştirmesinin kendini zorladığını ifade etmiştir. Aşağıda K3'ün elde ettiği çözümler görülmektedir (Şekil 106).

K3: Bana da aynı şekilde. Simetriden sonra karenin dönmesi 90 derece 180 derce daha kolay geliyor. …… Karşılıklı yer değiştirmesi o numaraların işi daha karmaşık hale getiriyor.

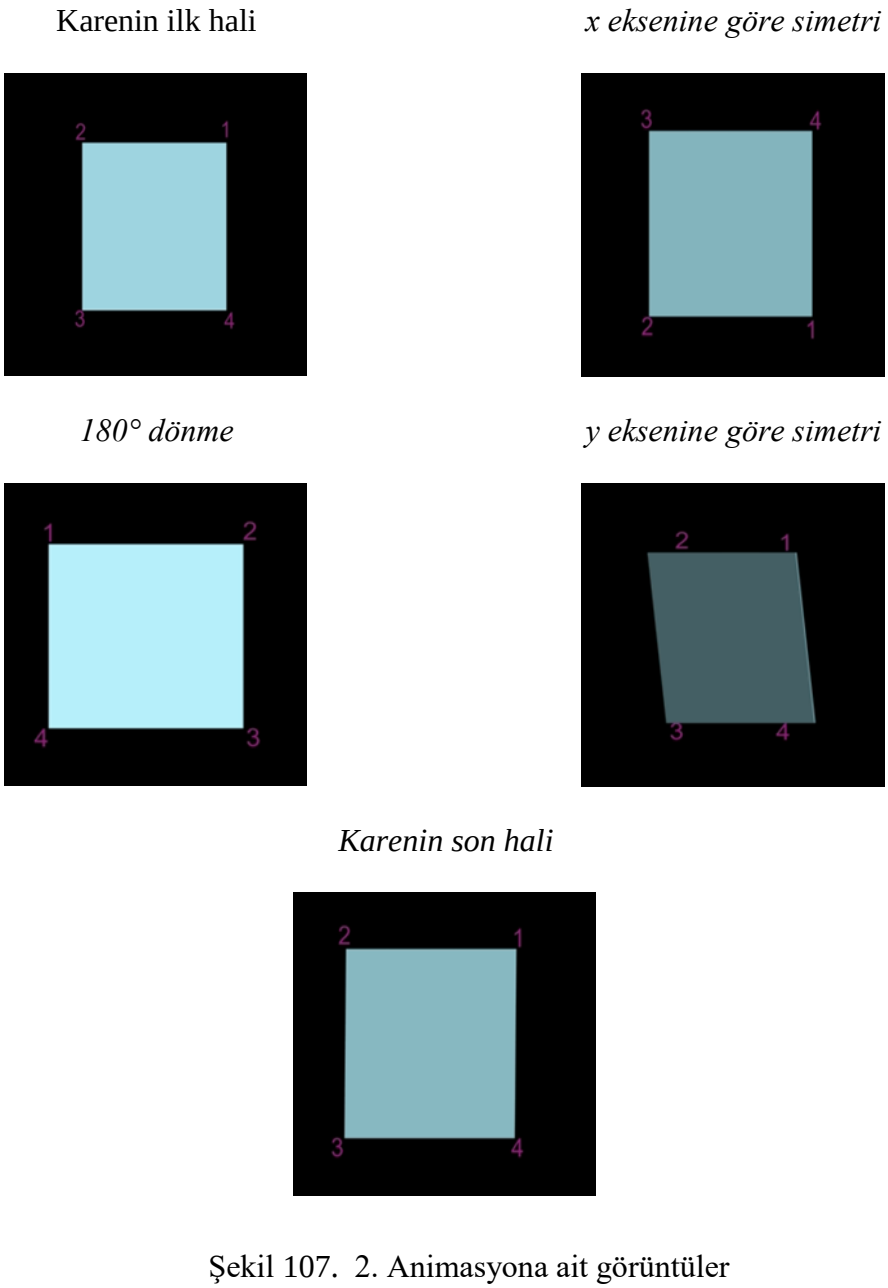


Şekil 106. K3'ün birinci animasyon için alternatif önerisi

İlk animasyon üretme sürecinden sonra katılımcıların kısa süreli bellek/çalışan bellekte yaptığı işlerde dönmelerde süreklilik sağlarken, simetrilerde yapılan işin daha fazla olması dolayısı ile emin olmak için beyinde yaptıkları hareketleri tekrarladıkları görülmektedir. Ancak bazı durumlar için (örneğin dönme) bilgileri kodlanıp kısa süreli belekte/çalışan bellekte gruplamalar ile işlem yapıldıktan sonra daha rahat problem çözebilmişlerdir.

2. ANİMASYON

İkinci animasyon seyrettirildikten sonra katılımcılar yaklaşık 7 dakika alternatif animasyon üretmek için çalışmışlardır. Tüm katılımcıların problem çözmeyi bitirdikten sonra bulunan alternatifler üzerine konuşulmuştur. Katılımcıların alternatif üretmesini istenilen ikinci animasyonda kare; x eksenine göre simetri, 180° dönme ve y eksenine göre simetri yapmaktadır. Bu hareketler sonucunda kare ilk haline geri dönmektedir (Şekil 107).

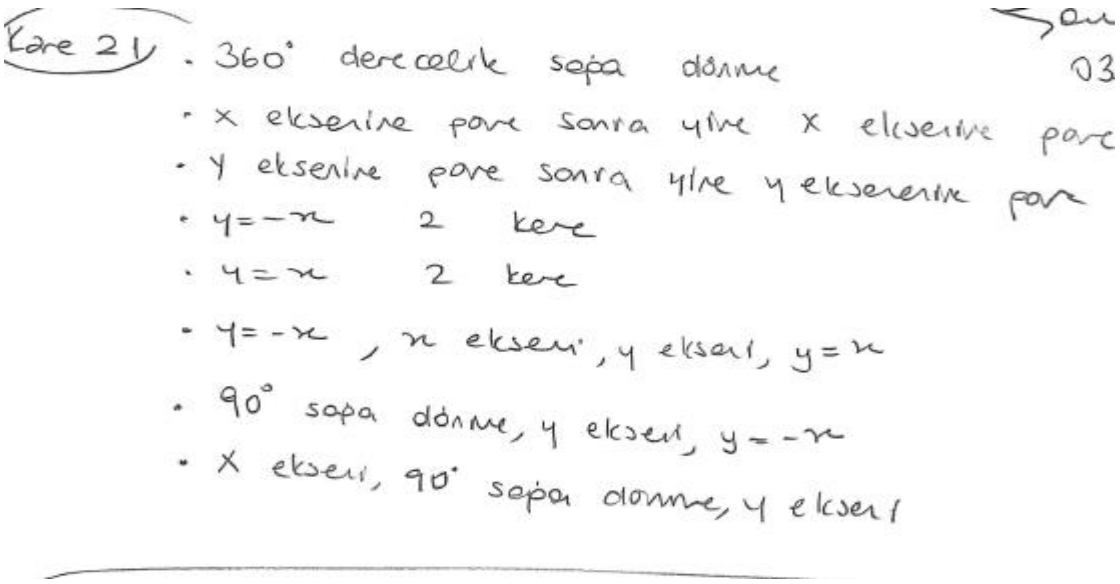


Şekil 107. 2. Animasyona ait görüntüler

K1'in görüşleri: K1, 8 alternatif üretmiştir. K1'in 4 alternatif animasyonu 2 farklı işlem (simetri/simetri ya da simetri/dönme), 2 tanesini 4 farklı işlem (hepsi simetri) ve son 2 tanesini 3 farklı işlem ile üretmiştir -son alternatif hatalıdır.

K1, 360° dönme yaptıktan sonra herhangi bir hareket seçip onu nasıl istenilen konuma getirilir diye düşünerek alternatifleri üretmiştir. K1'in ürettiği alternatiflere bakıldığında kendince genellemeler/kodlamalar bulduğunu görmekteyiz. Bu durum kısa süreli bellekte aynı anda yapılan iş miktarını azaltarak rahat bir problem çözme süreci geçirmesine sebep olmuştur. Dolayısı ile çok sayıda alternatif üretmiştir. Aşağıda K1'in elde ettiği çözümler görülmektedir (Şekil 108).

K1: Ben de önce 360 derece. Sonra işte şeyi keşfettim iki kere aynı şeyi arka arkaya yapınca hepsini yaptım. Sonra dedim ki gideyim bir koşturayım. Kafama göre bir şey seçtim. Dedim ki y=x'e göre alayım. Aldıktan sonra ben nasıl oraya getirebilirim. Ha bir de doksan derece döndüreyim. O zaman nasıl dönebilirim falan diye. En çok sayıda kaç tane yapabilirim diye düşündüm. Onla ilgili de üç tane alternatif buldum. Yani y=-x'e göre döndürdüm mesela. Sonra x eksenine göre. Sonra y eksenine göre. Sonra y=x'e göre döndürdüğümde de yine aynı şeyi buldum. Birincisini kendime göre seçtim. Ondan sonra o kendime göre seçtikten sonra biri oraya nasıl götürebilirim.. Birkaç alternatif yoldan sonra denedim. Yani hani öyle…



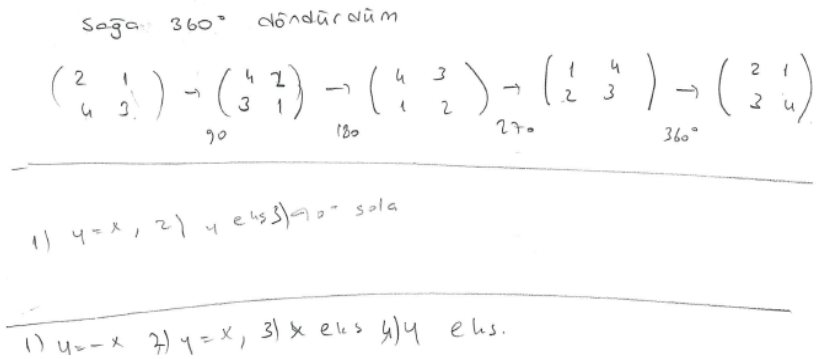
Şekil 108. K1'in ikinci animasyon için alternatif önerisi

K2'nin görüşleri: K2'de diğer katılımcılar gibi ilk önce 360° dönme yapmış ve 3 alternatif üretmiştir. K2, 2 alternatif animasyonu 4 farklı işlem (dönme/ dönme-simetri) ve 1 tanesini de 3 farklı işlem (simetri - dönme - dönme) ile üretmiştir. Dönmeyi yaparken kendine kolay bir yol keşfettiğini belirtmiştir. 1'i hareket ettirdiği takdirde diğerlerinin peş peşe geldiğini fark etmiştir. Yine K2'de yaptığı kodlama ile kısa süreli belleğin/çalışan belleğin işlevini etkili olarak yerine getirmesi için gereken ortamı sağlamıştır. Bu kodlama kısa süreli belleğe/çalışan belleğe bir grup bilgi olarak gelecektir ve kısa süreli belleğin daha rahat çalışmasına sebep olacaktır.

K2: Ben de 360 derece döndürdüm. …… Bir de ben şeyi fark ettim önceki animasyonlarda tek tek sayıları düşünüyordum. Hepsi birbirinden bağımsızdı. 1 gitti 3 gitti. Dört tane farklı bağımsız şey vardı. Burada animasyonda 1'i aldım hepsi peşinden geldi. Nasıl diyeyim 1'i tuttum. Ben 1'i baz alarak diğerlerini yönlendirdim. Mesela 360 derece döndürürken kafamda kontrol ederken 3 şuraya gidecek 4 şuraya gidecek. Özellikle dönmede bunu yapıyorum. y eksenine göre değil peşinden gitmiyor çünkü de orda bağımsız olmadı yani. Sadece 1'i aldım 90 derece döndürdüm. Diğerleri geliyor diye düşündüm.

Katılımcı 360 derece dönmeyi gerçekleştirerek sonucu doğru olarak bulmuş ancak kendini zorlayarak farklı şeyler de denemiştir. Aşağıda K2'nin elde ettiği çözümler görülmektedir (Şekil 109).

K2: Hiç kontrol etmedim yani. İlkinde kontrol ettim. Onu kendi kendime keşfettim yani. Ben yaptım. Bir de şey diye düşündüm. Karmakarışık bir şey olsun. 360 derece şey geldi. Dördünde de bir hareket var. Kolaydı. Biraz daha karıştırabilir miyim diye düşündüm. Tek tek kafamda döndürdükçe kalem kullanmadım unutmayayım diye yazdım buraya mesela. y=x ekseni etrafında döndürdüm. Sonra onu y ekseni etrafında döndürdüm. Sonra onu bir de doksan derece döndürdüm. Hem dönme hem simetri karıştırayım diye.



Şekil 109. K2'nin ikinci animasyon için alternatif önerisi

K3'ün görüşleri: K3, 5 alternatif üretebilmiştir. K3'ün 4 alternatif animasyonu 2 farklı işlem (simetri- simetri) ve 1 tanesini de 4 farklı işlem (dönme) ile üretmiştir. K3 peş peşe aynı türden hareketler yaptırınca karenin ilk haline döndüğünü fark etmiştir. K3'de de yaptığı kodlama sonucunda kısa süreli belleğin/çalışan belleğin daha etkili şekilde çalışmasına ortam hazırlamıştır. Aşağıda K3'ün elde ettiği çözümler görülmektedir (Şekil 110).

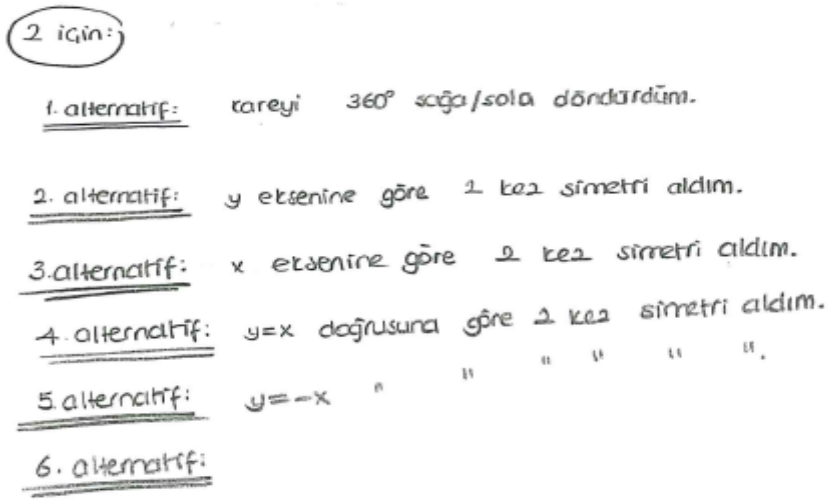
K3: Farklı alternatifler düşündüm ama hepsi de tek hamlede yani böyle çok karıştırmamaya çalıştım olayı.

A: O da olur tek hamlede de olur.

K3: Kareyi 360 derece döndürünce oldu sağa sola döndürebildim. Sonra y eksenine göre simetri alınca benzer şekilde x 'e göre y=x'e göre ve y=-x doğrularına göre ikişer kez simetri alınca…

A: Yani y=x'e göre simetri aldın.

K3: Aldım bir daha alınca aynı yere geldi zaten. İlk baştaki haline dönüştü 1 2 3 4. Öyle yaptım.



Şekil 110. K3'ün ikinci animasyon için alternatif önerisi

Tüm katılımcılar karenin son hâlinin ilk hâli ile aynı olmasından dolayı problem çözme sürecinde çok rahat olduklarını ifade etmişlerdir.

A: Sonuçta herkes en baştaki yerine gidiyor bu sizde bir rahatlık sağladı belki de.

K3: Evet.

A: 3 tane hareket var ama en baştaki

K3: Sayılar 1 2 3 4 olması gerektiği gözümün önünde olunca o çok rahatlattı böyle hah tamam yine geldi diye

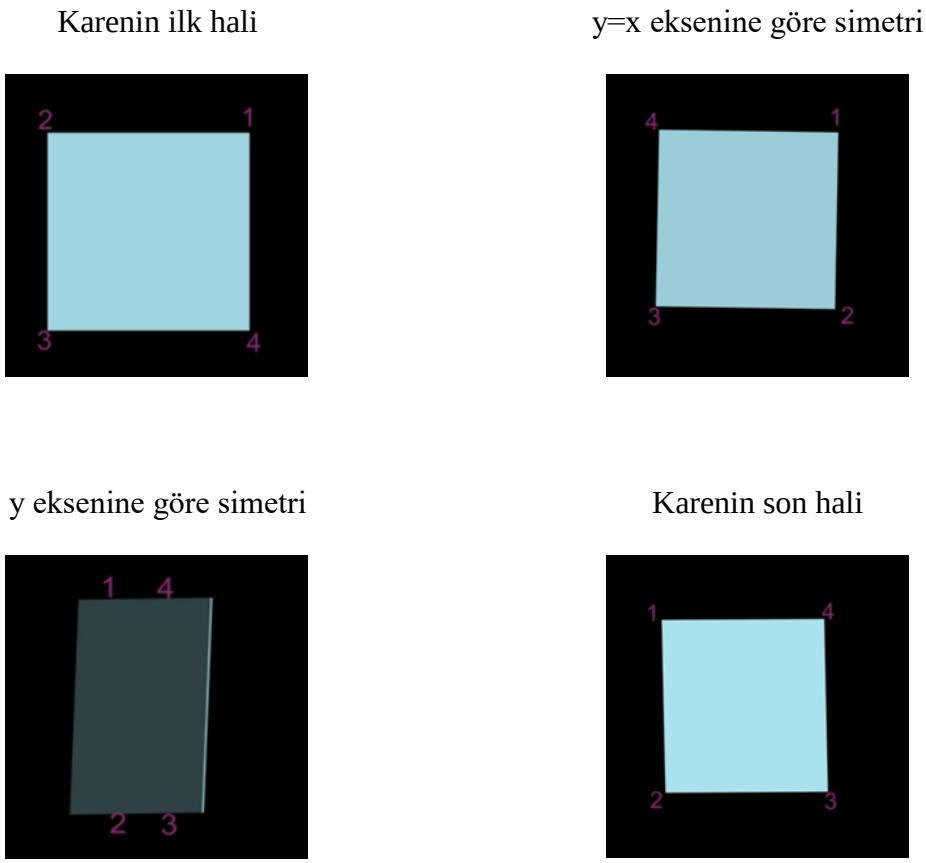
K1: 1 2 3 4 hep alıştığımız yerde 4 ü başka yere götürmeye alışamıyorum. 4 aynı yerinde zaten. Olabilir.

Katılımcıların ifadelerinden ilk alternatif üretme sürecine göre daha çok kendilerine güven duydukları anlaşılmaktadır. Kendileri için yeni ve daha kolay gelecek yöntemler geliştirdikleri ve çıkarımlarda bulundukları görülmektedir Bunun da sonucu olarak alternatif üretme sayılarının arttığı görülmektedir. Kendileri için geliştirdikleri yöntemler (kodlamalar) kısa süreli bellekte/çalışan bellekte daha az sayıda işlemin aynı anda gerçekleşmesine sebep olmuştur.

3. ANİMASYON

Üçüncü animasyon seyrettirildikten sonra katılımcılar alternatif animasyonlar üretmek için yaklaşık 5 dakika çalışmışlardır. Tüm katılımcıların çalışmayı bitirmesi beklenilmiştir ve sonrasında katılımcılarla birlikte buldukları alternatifler hakkında konuşulmuştur.

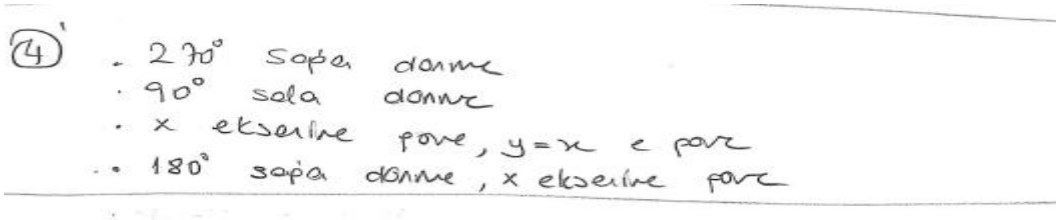
Katılımcıların alternatif üretmesi istenilen üçüncü animasyonda kare; y=x eksenine göre simetri ve y eksenine göre simetri yapmaktadır (Şekil 111).



Şekil 111. 3. Animasyona ait görüntüler

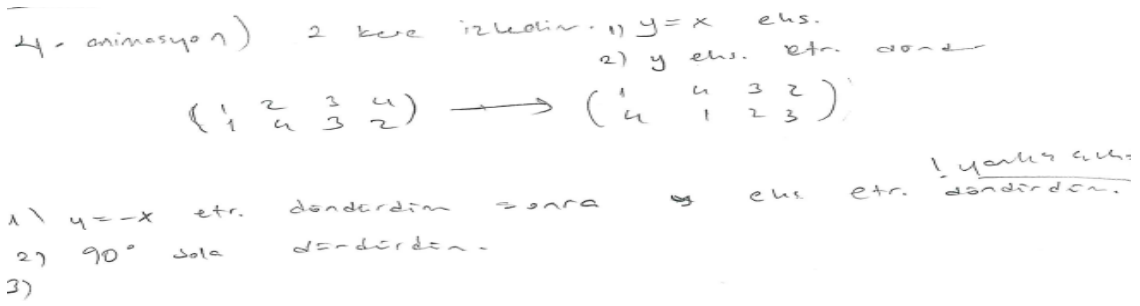
Bu animasyonun süresi çalışma esnasında katılımcıların animasyonun süresi ile ilgili sıkıntılarını ifade etmesi üzerine uzatılmıştır. Sürenin uzatılmasından sonra katılımcılar yaklaşık 6 dakika daha alternatif üretmeye çalışmışlardır. Ancak sürenin uzatılması da alternatif üretme sürecini olumlu yönde etkilememiştir.

K1, 4 alternatif animasyonun 2'sini tek işlem (dönme-1 tanesi hatalı) diğerlerini 2 farklı işlem (simetri-simetri / dönme-simetri) ile üretmiştir. Aşağıda K1'in elde ettiği çözümler görülmektedir (Şekil 112).



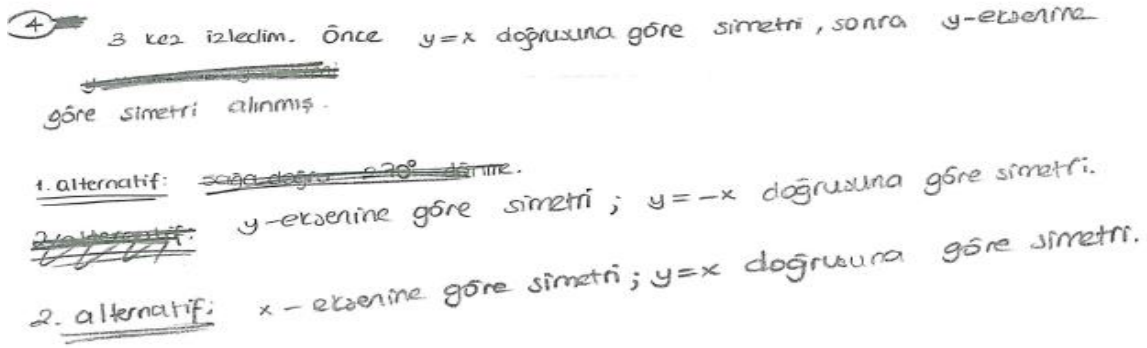
Şekil 112. K1'in üçüncü animasyon için alternatif önerisi

K2, 3 alternatif animasyonun 2'sini 2 farklı işlem (1 tanesi hatalı) diğerini tek işlem ile üretmiştir. Aşağıda K2'nin elde ettiği çözümler görülmektedir (Şekil 113).



Şekil 113. K2'nin üçüncü animasyon için alternatif önerisi

K3, 2 alternatif animasyonu 2 farklı işlem (simetri-simetri) ile üretmiştir. Aşağıda K3'ün elde ettiği çözümler görülmektedir (Şekil 114).



Şekil 114. K3'ün 3. animasyon için alternatif önerisi

Katılımcılar bu animasyon için alternatif üretme sürecinde, öncekiler kadar uğraş vermemişlerdir. Bunu *"ben çıkamadım işin içinden boş verdim yani.", "Aynen ben de yoruldum ben de."* ya da "*baktım olmadı bıraktım."* gibi ifadelerle belirtmişlerdir.

K3: İki tane buldum ben. Önce y eksenine göre simetri aldım. Daha sonra y=-x doğrusuna göre bir de x eksenine göre simetri alınca da y=x doğrusuna göre simetri alınca

K2: Aynı bir de sadece doksan derece sola döndürdüm ben. Ama hem içinde döndürme hem de simetri diye bir şey yapayım dedim bu sefer ben çıkamadım işin içinden boş verdim yani. Üç dört adım gittim bıraktım

K1: Aynen ben de yoruldum ben de.

K2: Çabucak çıkmadı diye bıraktım yani dört adım döndürdüm dört kere animasyon durdu durdu döndü baktım olmadı bıraktım.

A: Bugün yorulmuş olabilirsiniz tabi.

Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi zorlanma ve yorulma sebebiyle bu animasyon için alternatif üretme çalışmaları bırakılmıştır. Beynin alışık olmadığı bir şekilde çalıştırılması zorlanmaya sebep olmuştur. Bu durum bilişsel yük olarak tanımlanmaktadır. Bilişsel yük; Hasiao (2010) tarafından "Kısa süreli bellek aynı anda çok fazla öğeyi tutamadığı için sınırlı bir kapasiteye sahiptir. Bu nedenle bu sınırlı kapasitenin görmezden gelinmesi ya da dikkate alınmaması durumunda bellek işlem kapasitesini aşma ve buna bağlı olarak da öğrenmenin engellenmesi durumu" olarak tanımlanmıştır. Çalışan bellekte aşırı görevlerin olması kişilerde bir zorlanma meydana getirmektedir. Ayrıca çalışan belleğin depolamak zorunda kalacağı bilginin miktarı da zorlanma oluşturmaktadır. Kısa süreli bellek/çalışan bellekte oluşan bu aşırı yüklenme katılımcılar tarafından "*bu sefer ben çıkamadım işin içinden boş verdim yani"* ya da *"ben de yoruldum"* gibi sözlerle ifade edilmiştir. Beynin alışık olmadığı şekilde problem çözülmesi ve çalışan belleğe aşırı yüklenme beyinde bilişsel yüke sebep olmuştur.

Hareketli kavram imajlarını kullanarak problem çözme katılımcılar için yeni bir deneyim olmasına rağmen, hareketli kavram imajlarını kullanarak zihinden problemler çözebildiklerini görebiliyoruz. Tablo 18'de üzerinde çalışılan 3 animasyon ile ilgili katılımcıların ürettiği alternatif animasyon sayıları toplu olarak verilmiştir. Katılımcıların en çok alternatifi 2. animasyon için ürettiklerini görmekteyiz. Hem animasyonun son durumunun ilk durumu ile aynı olması hem de katılımcıların çalışma şekline alışmış olmaları buna sebep olmuş olabilir. İlk ve sonuncu animasyon için üretilen alternatif sayılarının her bir katılımcı için aynı olduğu görülmektedir (sadece K2 için bir farklıdır). Ayrıca, katılımcılar kendilerine göre stratejiler geliştirdiklerini ifade etmişlerdir. Geliştirilen bu stratejiler (kodlamalar) kısa süreli bellekte/çalışan bellekte aynı anda gerçekleşen işlem sayısını azalttığından hareketli imaj ile problem çözme daha rahat bir şekilde ilerlemiştir. Ayrıca; kâğıt kalem kullanılmaması kısa süreli belleğe/çalışan belleğe

daha fazla yük oluşturmaktadır. Kâğıt kalem kullanılarak çözülen problemlerde birey kaydedilmiş bilgilere ihtiyaç duyduğunda geri dönüp bakabilir ama hareketli imaj ile problem çözerken tüm bilgilere beyinden erişilmesi gerekmektedir.

Tablo 18. Katılımcılar ve Alternatif Üretme Sayıları

Animasyon	Üretilen Alternatif Sayısı		
	K1	K2	K3
1. Animasyon	4	1	2
2. Animasyon	8	3	5
3. Animasyon	4	2	2

2. Görüşme

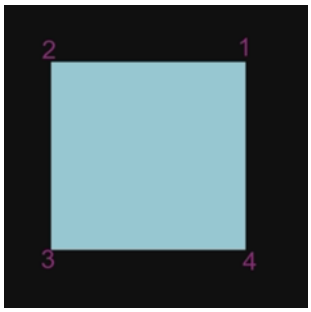
Görüşmede katılımcılara üç animasyon seyrettirilerek ve bu animasyonların son halini elde edecek şekilde yeni alternatifler üretilmesi istenmiştir. Katılımcılar 4 ve 5. animasyonu seyredip alternatif ürettikten sonra katılımcılardan ürettikleri alternatifler sorulmuştur ve katılımcıların odaklanma sorunları üzerine animasyonlar tekrar seyrettirilip yeniden alternatif üretmeleri sağlanmıştır. 7. Animasyon için de süre ile ilgili değişiklikler yapılıp katılımcıların görüşleri alınmıştır.

4. ANİMASYON

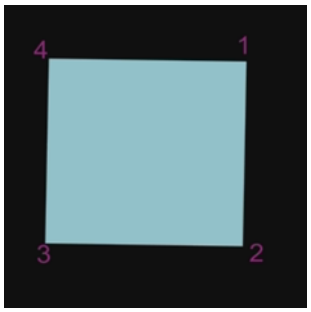
Dördüncü animasyon seyrettirildikten sonra yaklaşık 9 dakika katılımcılar alternatif animasyon üretmek için çalışmışlardır. Tüm katılımcıların bitirmesi beklenildikten sonra, katılımcılarla birlikte buldukları alternatifler konuşulmuştur.

Katılımcıların ilk alternatif üretmesi gereken animasyonda kare; y=x ekseni ve y doğrusuna göre simetri hareketi yapmaktadır (Şekil 115).

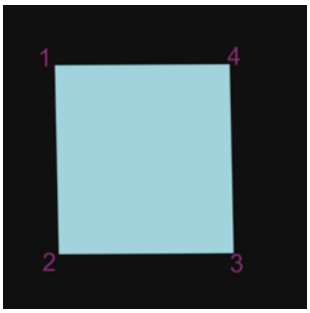
Karenin ilk hali



y=x eksenine göre simetri



y eksenine göre simetri



Şekil 115. 4. Animasyona ait görüntüler

Animasyon seyredildikten sonra alternatif üretme ile ilgili sorun yaşanınca, katılımcılardan sorunun sebebi sorulmuştur. Katılımcılar odaklanma ile ilgili bir sorunları olduğunu belirtmişlerdir.

A: Konsantrasyon eksikliği var sanırım. Çok üst üste animasyon seyretmek falan mı bir sıkıntı yarattı.

K1: Bu dersi yapmaya başladığımızdan beri ilk defa olan bir şey yani. Geçen sefer böyle olmadı. Ondan önce de hareketli izlemiştik.

K2: Benimde olmadı

K3: Benim çok farklı gibi gelmedi ama şu an çok önemli bir noktayı gözden kaçırdığıma göre demek ki bende de var.

A: Bugün demek ki yeterince konsantre olamıyoruz.

K1: Benim için öyle ben kendi adıma konuşayım

K3: Animasyonları izlemek için sanırım moral de önemli. Görebilmek için konsantre olmak da önemli.

Aşağıdaki ifadelerden de görülebileceği gibi katılımcıların izledikleri animasyonu zihinde görebilme ile ilgili sorunları yoktur. Alternatif üretmede sıkıntı yaşamaktadırlar.

K2: Şimdi mesela derse başladık 4'ü izledik. Hemen bir şey oluşturalım dedik. Mesela ben bir kere izledim sonra bir şey oluşturmaya çalıştım. Hiçbir şey olmadı. Doksan derece zoraki döndü.

A: İzleme sayısında sizi serbest bırakmıştık.

K2: Ama yani bir ihtiyacım yok ki. Birkaç kere daha izlesem... Bir kerede ne yapıldığını anlayabildim.

K1: Animasyonu görebiliyorum ama alternatif?

Aşağıdaki görüşme alıntısından görüleceği gibi; K1 *"Beyin için de lazım."* ifadesi ile ön çalışma yapmanın gerekliliğini vurgularken, K3 *"Bence K2'nin söylediği gibi böyle son an donsun istiyorum ya zihnimde ya burada."* ifadesi ile beyninde aynı anda gerçekleşen fazla iş yükünü ön plana çıkarmaktadır. K2 *"Adapte olamadım…… Ama geçen sefer on, on beş, belki yirmi hareket hani tek tek sayarsak animasyonları izledikten sonra bir şeyler yapmaya çalıştığımız için bence biraz hazırlık ısınma turu yapmıştık."* ifadeleri ile hareketli kavram imajı ile problem çözmeden önce beynin çalışmaya hazır olması gerektiğini belirtmektedir. Bu durumu çözmek için katılımcılar önceki çalışmalarda yapıldığı gibi temel animasyonları tekrar seyretmenin bir çözüm olabileceğini önermişlerdir. Katılımcılar animasyonu daha fazla izledikleri takdirde hareketli kavram imajı ile problem çözmeyi kolaylaştıracağını düşünmektedir.

K2: Bir daha izlememin bir manası yok. Benim için sadece on kere de izlesem de o son görüntü hani döndü döndü nasıl döndü. Adapte olamadım. İki hareket var mesela burada. Ama geçen sefer on, on beş, belki yirmi hareket hani tek tek sayarsak animasyonları izledikten sonra bir şeyler yapmaya çalıştığımız için bence biraz hazırlık ısınma turu yapmıştık.

K1: Beyin için de lazım.

K2: Yoksa ben hani bugün çok rahatım. K1'in uykusuzluk şeyi var ama hatta biraz da mesela ilk defa düşünerek geldim. Dedim ya akşam düşündüm sabah kalktım rahat rahat geldim.

K3: Bence K2'nin söylediği gibi böyle son an donsun istiyorum ya zihnimde ya burada. Ve yine K1'in dediği gibi baktığım zaman daha rahat döndürüyorum ama gözümü kapattığım zaman sizin de fark ettiğiniz gibi yani mutlaka bir garantilemek istiyorum.

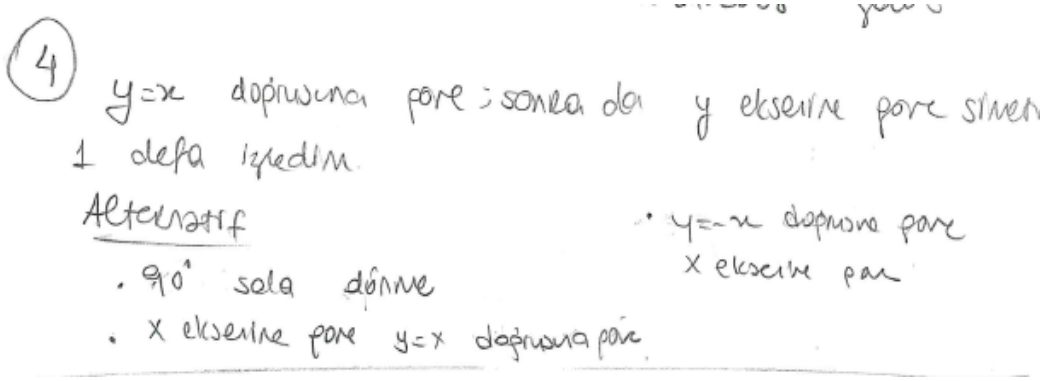
K2: Bir kere izlediğimiz için, bende sayılar rahat hareket etmiyor hocam. Yani zihinde mesela 20 kere izlediğimizde y ekseni etrafında döndüğünde işte ne yapıyordu mesela o 4'le 2'nin yeri hani y=x'e göre çevirdiğimize göre mesela, 4'le 2 daha rahat hareket ediyordu. Ama şimdi böyle tutup zoraki çekiyorum sanki sayıyı oradan. Dönmede hiçbir sorun yok. Fırfır dönüyor yani her türlü ama o sayıyı tutup getiremiyorum. Çok zor geliyor yani.

Katılımcılara izletilen animasyonlar zihne transfer olmasına rağmen alternatif üretmek çalışmanın başında oldukça katılımcıları zorlamıştır. Buradan anlaşılıyor ki katılımcılar yoğun zihinsel işlemleri yapabilmek için çalışmanın öncesinde daha basit denilebilecek çalışmalarla konuya hazırlanması gerekebilmektedir. Ayrıca bu çalışmada daha önceki çalışmada izin verilen ulaşılması gereken son duruma ait görüntünün de olmaması katılımcıları zorlamıştır (Bu durum Problem Çözme Sürecinde Karşılaşılan Zorluklar kısmında tekrar ele alınmıştır.).

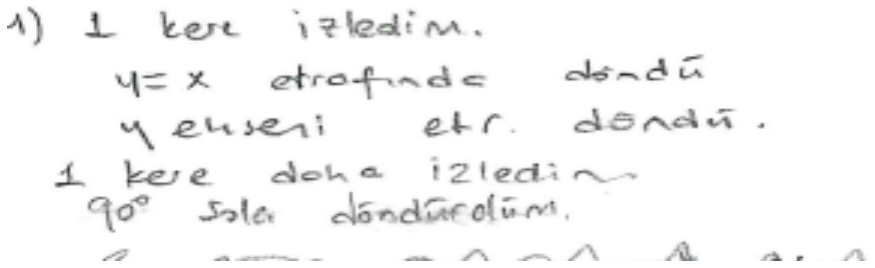
Bunun üzerine animasyon tekrar izletilmiştir. Yine aynı sorunla karşılaşınca araştırmacı tarafından çalışmanın ertelenmesi teklif edildi fakat katılımcılar animasyonu tekrar izleyerek çalışmaya devam etmek istemişlerdir. Ancak tüm bu çabalara rağmen 4. animasyon için çok fazla alternatif üretilememiştir ve sola 90 derece olarak üretilen alternatiflerde hatalıdır. Hala katılımcıların çalışmaya odaklanamadığı görülmektedir. Aşağıda katılımcıların elde ettiği çözümler görülmektedir (Şekil 116-117-118).

K3: 4'de iki hareket vardı. x=-y eksenine göre simetri daha sonra da y eksenine göre simetri. İki dönme vardı yani. Alternatifim sadece sola doğru doksan derece döndürdüm. İlk başta çok böyle alternatif üretemedim ilkinde, ikincisinde daha rahat oldu birkaç tane yazdım.

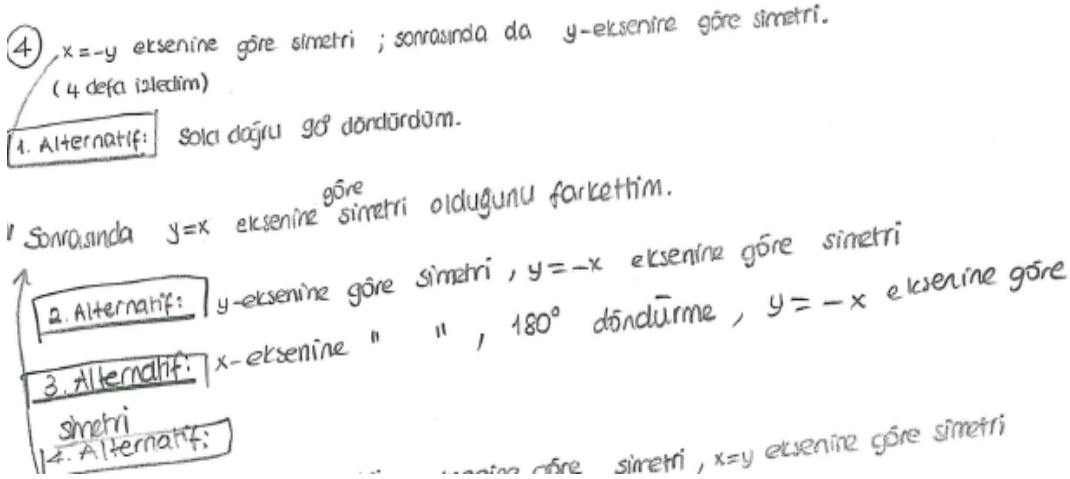
K1: ve K2: Ben de çok zorlanarak sadece 90 derece sola döndürebildim. Çok zor adapte oldum ama yani.



Şekil 116. K1'in dördüncü animasyona ilişkin alternatif önerileri



Şekil 117. K2'nin dördüncü animasyona ilişkin alternatif önerileri



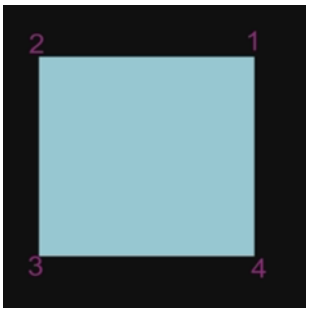
Şekil 118. K3'ün dördüncü animasyona ilişkin alternatif önerileri

5. ANİMASYON

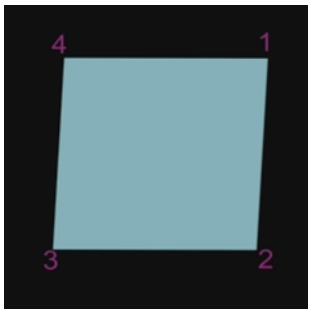
Animasyon seyrettirildikten sonra yaklaşık 5 dakika katılımcılar alternatif animasyon üretmek için çalışmışlardır. Tüm katılımcıların çalışmayı bitirmesi beklenilmiş ve katılımcılarla birlikte buldukları alternatifler konuşulmuştur.

Katılımcıların ilk alternatif üretmesi gereken animasyonda kare; y=x ekseni, x ekseni ve y=-x eksenine göre simetri hareketi yapmaktadır (Şekil 119).

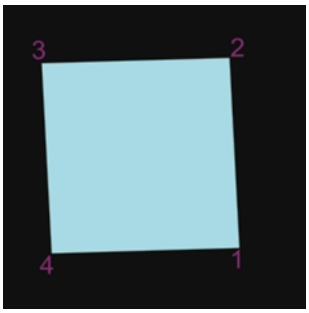
Karenin ilk hali



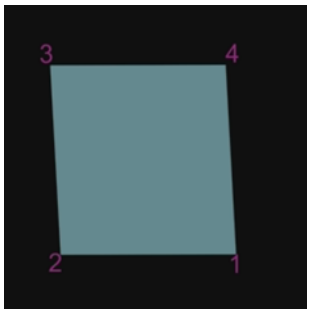
y=x eksenine göre simetri



x eksenine göre simetri



y=-x eksenine göre simetri



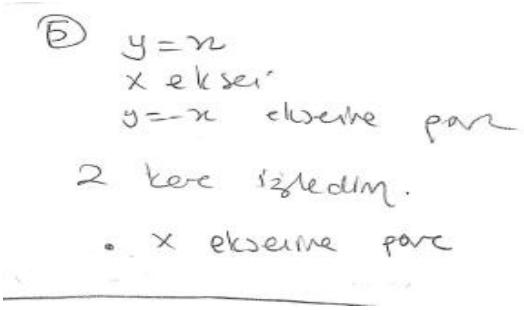
Şekil 119. 5. Animasyona ait görüntüler

Katılımcılar 5. animasyon için de çok fazla alternatif üretememiştir. Tüm katılımcılar tek doğru alternatif animasyon olarak bir işlemle x eksenine göre simetriyi üretmişlerdir. K3 üç tane alternatif bulmasına rağmen dönmelerde yanlış yöne döndürmesi sonucunda hatalı alternatifler bulmuştur. Aşağıda katılımcıların elde ettiği çözümler görülmektedir (Şekil 120-121-122).

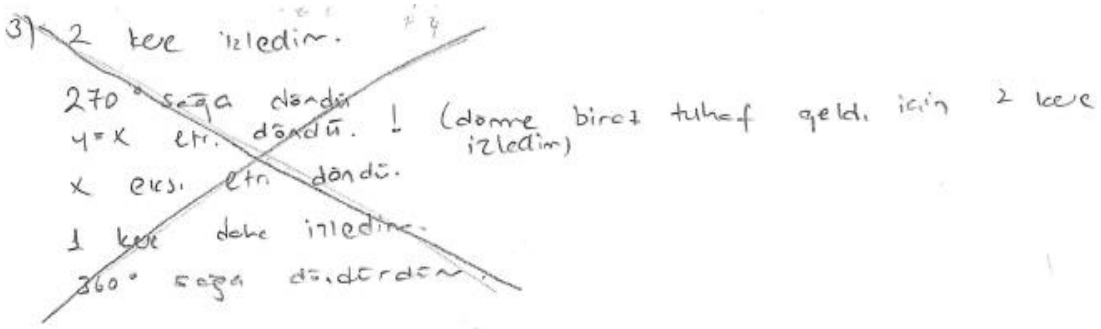
K1: Benim bir tane x eksenine göre simetri o kadar.

K2: Ben de bir tane üretmişim.

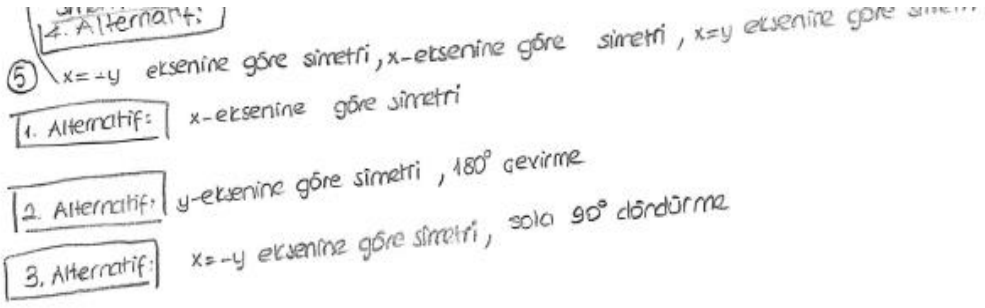
K3: Ben üç ama yine birini yazmamışım. Onu düşünmem gerekiyor yüz seksen derece çevirme onun haricinde iki oluyor.



Şekil 120. K1'in beşinci animasyona ilişkin alternatif önerileri



Şekil 121. K2'nin beşinci animasyona ilişkin alternatif önerileri



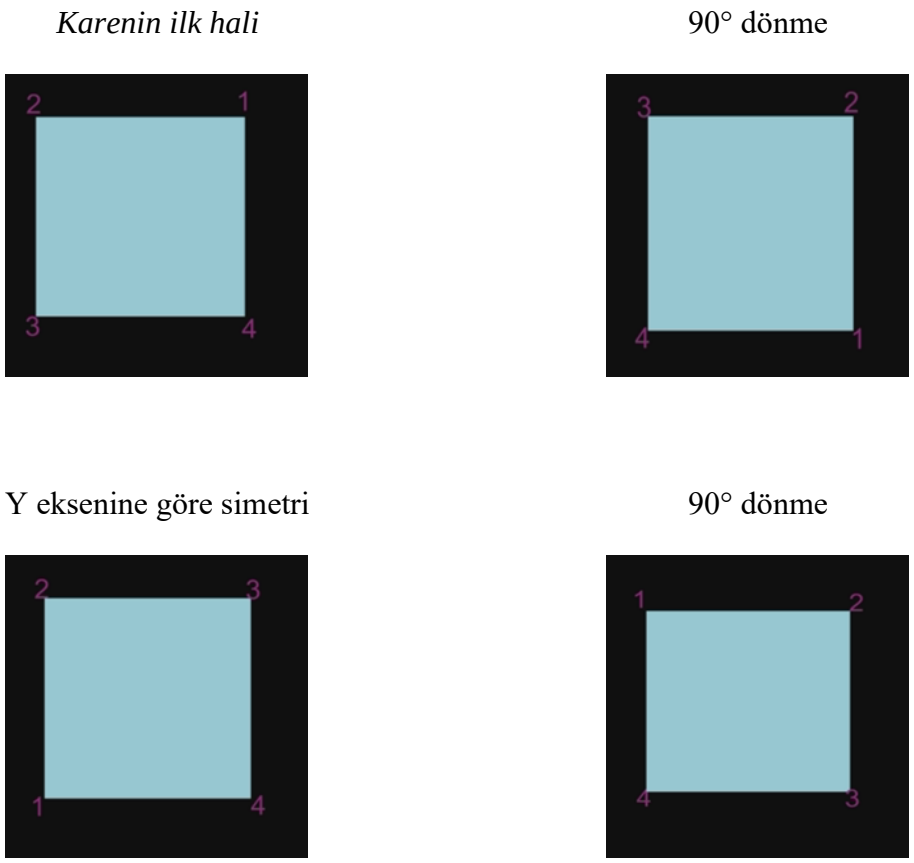
Şekil 122. K3'ün beşinci animasyona ilişkin alternatif önerileri

Katılımcıların çalışmaya hala odaklanamadığı ve beynin -fiziksel bir aktiviteye hazırlanan vücut gibi- bu çalışma için ön bir çalışma yapmaya ihtiyaç duyduğu görülmektedir.

7. ANİMASYON

Animasyon seyrettirildikten sonra yaklaşık 9 dakika katılımcılar alternatif animasyon üretmek için çalışmışlardır. Tüm katılımcıların çalışmayı bitirmesi beklenilmiş ve katılımcılarla birlikte buldukları alternatifler konuşulmuştur.

Katılımcıların ilk alternatif üretmesi gereken animasyonda kare; 90° dönme, y ekseni göre simetri ve 90° dönme hareketi yapmaktadır (Şekil 123).



Şekil 123. 7. Animasyona ait görüntüler

Son animasyonla ilgili yapılan çalışmada alternatif üretme sayılarının arttığını görmekteyiz. Aşağıdaki ifadelerden de görüldüğü gibi beynin artık yapılan çalışmaya alışması katılımcıların tam olarak odaklanabilmesi katılımcıların performansını artırmış olabileceğini düşündürtmektedir.

K2: Beş.

K1: Benim Dört tane.

K3: Dört

A: E harika.

K3: Biraz daha zorlasam beş olacaktı da.

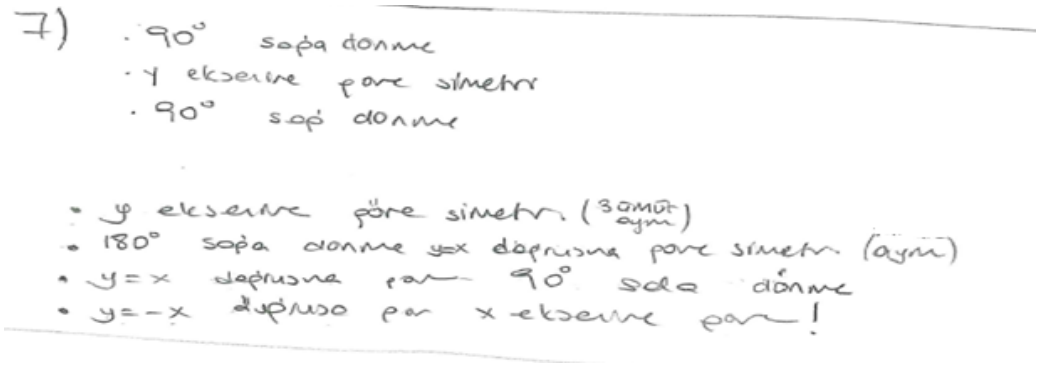
K1: Ama belliydi canım artacağı.

K2: Ben çok rahat ettim.

K1'in görüşleri: K1, 4 alternatif üretebilmiştir. K1, 3 alternatif animasyonu 2 farklı işlem (dönme - simetri) ve 1 tanesini tek işlem (simetri) ile üretmiştir. K1'in aşağıdaki ifadesinden çözüme ulaşmak için en basit yolu bulmaya uğraş verdiği görülmektedir.

K1:Sonra düşünüyorum ama bu tek başına bir animasyona eşit mi? Mesela hepsi de öyle. 5'de x eksenine göre simetri bulmuşum. Zaten bir tek o başka yok. 4'de de tek hareketli 90 derecesi olan. Hani sen dedin ya K2 çok basit düşünmeye çalışıyorum diye ben de öyle yapıyorum.

Şekil 124'de görülen çözümlerden dördüncü çözümün yanlış olduğu görülmektedir. Ancak bu alternatif üretme sürecinden önceki alternatif üretme çabaları düşünüldüğünde oldukça başarılı olmuştur. Beynin hazır olması ve kendine geliştirdiği kodlamanın daha rahat bir problem çözme süreci geçirmesine yol açtığı düşünülebilir. Aşağıda K1'in elde ettiği çözümler görülmektedir (Şekil 124).



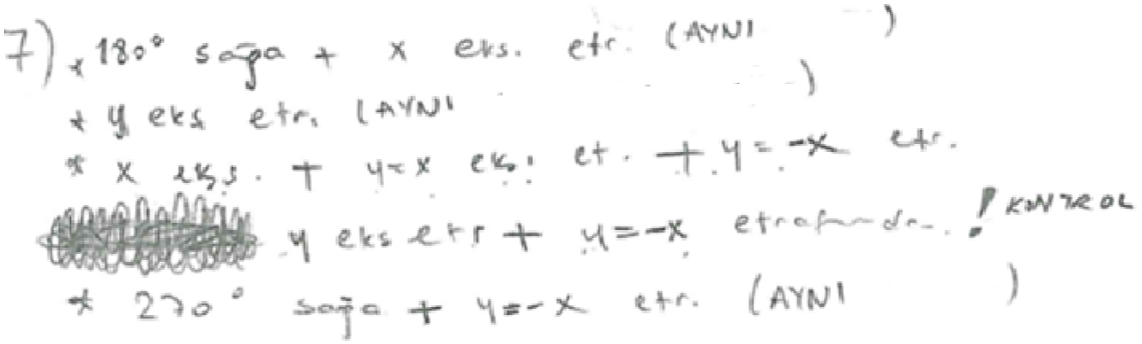
Şekil 124. K1'in yedinci animasyona ilişkin alternatif önerileri

K2'nin görüşleri: K2, 5 alternatif üretebilmiştir. K2, 3 alternatif animasyonu 2 farklı işlem (dönme - simetri), 1 tanesini tek işlem (simetri) ve diğerini de 3 işlem ile üretmiştir. K2'nin aşağıdaki ifadelerinden kendine göre kodlamalar yaptığı görülmektedir. Yapılan kodlamaların kısa süreli bellekte/çalışılan bellekte aynı anda bulunacak bilgi miktarını azaltmasının daha rahat problem çözmeye sebep olduğu düşünülebilir.

K2: Burada da şunu yapmaya çalışıyorum. …… 1'le 2 karşılıklı olamaz şimdi animasyonu şöyle bir sistematik bulmaya çalışıyorum ya baktım 1'le 3, 2 ile 4 karşılıklı gelmek durumunda

bunu bir not olarak aklımda tutarak ona göre oynuyorum yani bu animasyonların hepsini ona göre yaptım.

Şekil 125'de görülen çözüm önerilerden dördüncüsü yanlış olmasına rağmen, hem bu kodlamalar hem de problem çözümü öncesi yapılan diğer problem çözümlerinin beyni hareketli imaj ile çalışmaya hazırlaması sonucu K2'nin daha başarılı olduğu görülmektedir. Aşağıda K3'ün elde ettiği çözümler görülmektedir (Şekil 125).

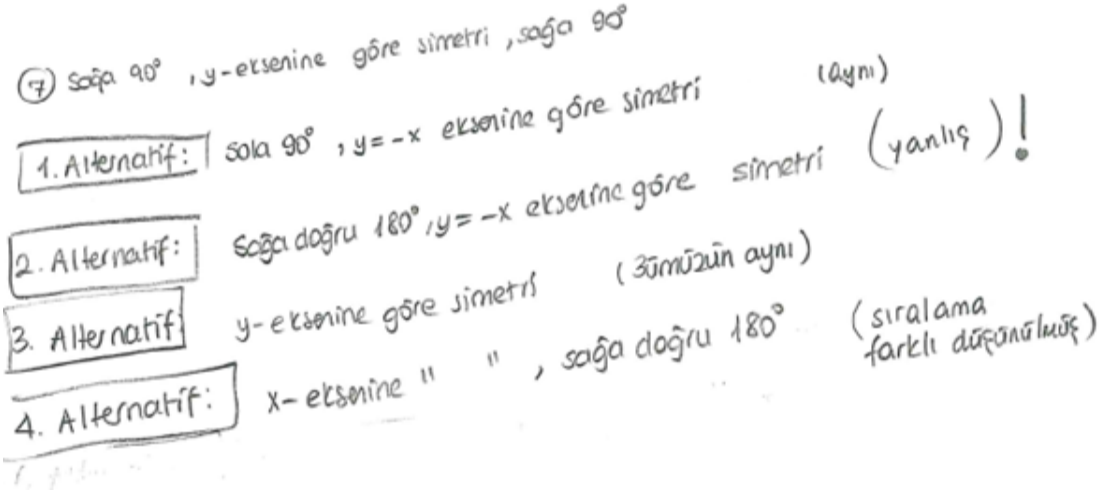


Şekil 125. K2'nin yedinci animasyona ilişkin alternatif önerileri

K3'ün görüşleri: K3, 4 alternatif üretebilmiştir. K3, 3 alternatif animasyonu 2 farklı işlem (dönme – simetri), 1 tanesini tek işlem (simetri) ve diğerini de 3 işlem ile üretmiştir. K3'ünde kendine göre bir kodlama yaptığı görülmektedir. Eksenlere ve doğrulara göre olan simetrilerde farklı işlemler yaptığını belirtmiştir (Şekil 126).

K3:Şey mesela X=y, x ile y'ye göre simetri aldığımda bütün sayıların tamamen altüst olduğunu hepsinin yerinin değiştiğini ama sadece ikisinin yerini değiştirmek istiyorsam duruma göre bakıyorum ya y=x'e göre ya da y=-x'e göre.

K3'te bir yanlış alternatif önerisi sunmuştur. Diğer katılımcılarda olduğu gibi bu probleme ilişkin çözümlerinde bu çalışma sürecindeki alternatif üretilmeye çalışılan duruma göre oldukça başarılıdır. Yine aynı şekilde beyninin artık çalışma için hazır olması ve kısa süreli belleği/çalışma belleğini daha az yoracak kodlamaların süreçte faydalı olduğu düşünülebilir.



Şekil 126. K3'ün yedinci animasyona ilişkin alternatif önerileri

7. animasyon için katılımcılar alternatif sayılarını artırmışlardır. Katılımcıların artık çalışmaya tam olarak odaklandıkları görülmektedir. Önceki alternatif üretme çalışmaları ve katılımcıların talepleri doğrultusunda süre ile ilgili yapılan ayarlamalar katılımcılar için hareketli kavram imajlarını kullanarak problem çözmesi için bir ön çalışma olarak düşünülebilir. Ayrıca problem çözme süreci içerisinde geliştirdikleri kodlamalar kısa süreli belleğin iş yükünü azaltmıştır. Bunların sonucu olarak alternatif üretme sürecinde katılımcıların hareketli kavram imajı ile ilgili problem çözme sürecinde alternatif üretme sayısını artırmıştır.

Katılımcıların zihinlerinin duruma uyum sağlamasının zaman aldığı görülmektedir. Beynin insan vücudunun çeşitli fiziksel aktivitelerden önce vücudun ısınması gerektiği gibi bir ön çalışma yapılmasına ihtiyaç duyduğu düşünülebilir. Paas, F., Renkl, A. ve Sweller, J. (2004), bilişsel yükün fazla olduğu durumlarda performansın düşeceğini, aşırı bilişsel yüklenme durumunda ise öğrenme sürecinin sonlanacağını ileri sürmüşlerdir. Bu çalışma sürecinde, beynin birden bire aşırı performans gerektiren bir çalışmaya başlaması; beyinde bilişsel yük oluşmasına sebep olmuş olabilir.

Tablo 19'da üzerinde çalışılan 3 animasyon ile ilgili katılımcıların ürettiği alternatif animasyon sayıları verilmiştir. Katılımcıların ilk iki animasyon için ürettiği alternatiflerin (tabloda toplam animasyon sayısı verilmiştir, yanlış olan alternatiflerde dâhil) az olduğu görülmektedir. Yukarıda da değinildiği gibi bu duruma katılımcıların odaklanamaması ve beynin bir ön çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulması sebep olmuştur. Fakat son süreçte

katılımcıların hem odaklanmaları hem de beynin çalışma için artık hazır olması sonucunda daha fazla sayıda ve daha doğru alternatif animasyonlar üretmişlerdir.

Tablo 19. Katılımcılar ve Alternatif Üretme Sayıları

Animasyon	Üretilen Alternatif Sayısı		
	K1	K2	K3
4. Animasyon	3	1	3
5. Animasyon	1	2	3
7. Animasyon	4	5	4

İkinci Durumun İncelenmesi

Önceki görüşmede katılımcılar zorlandığından dolayı, bu görüşmelerde kullanılmış olan animasyonlar her gün seyretmeleri için kendilerine verilmiştir. Araştırmacı tarafından her gün aranarak animasyonların seyredilmesi hatırlatılmıştır. Aşağıdaki ifadelerden de görülebileceği gibi; katılımcılar bu uygulamanın kendileri için faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle daha iyi odaklanma ve alışkanlık kazanma açısından etkili oldukları görülmektedir.

K1: Benim daha iyi anlamama yardımcı oldu. Daha önce baktığımda ne oluyor burada diyordum. Geçen hafta ilk zaman baktığımda ama şimdi daha aşinalığım var. Çünkü aynı animasyonları iki kere görmüş oldum.3 kere hatta 4 kere. Etkisi oldu yani. Daha çok kontsantre oldum. Dersin başlangıcına daha iyi konsantre oldum. Öyle düşünüyorum.

K2: Ben etkiledi hocam en azından geçen haftaki o şeylik olmadı bende. O hamlık olmadı yani. Hemen adapte olabildim. Hani siz burada son bir kez daha gösterdiniz ya birde onu görüp. Ben etkilediğini düşünüyorum. Geçen hafta çok sıkıntı çekmiştim çünkü.

A: Her gün izleyebildin mi?

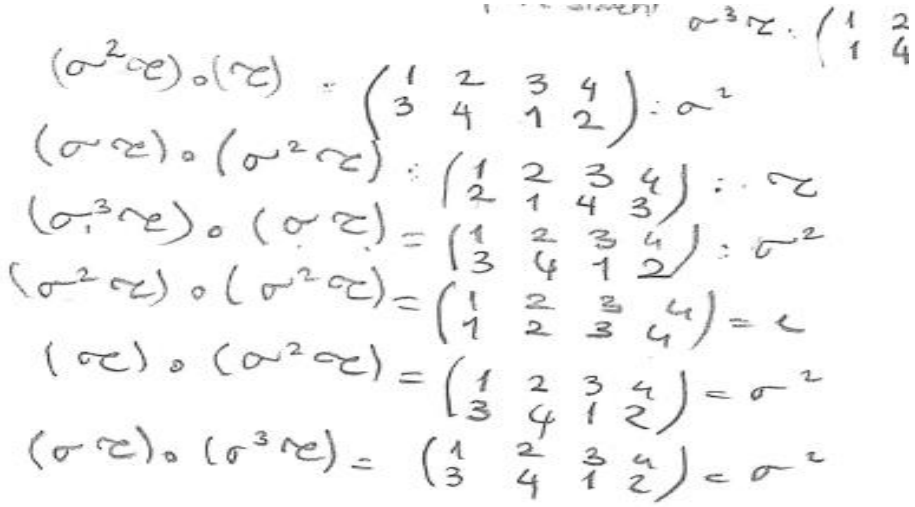
K2: İzledim her gün izledim.

A: Yani etkisi oldu.

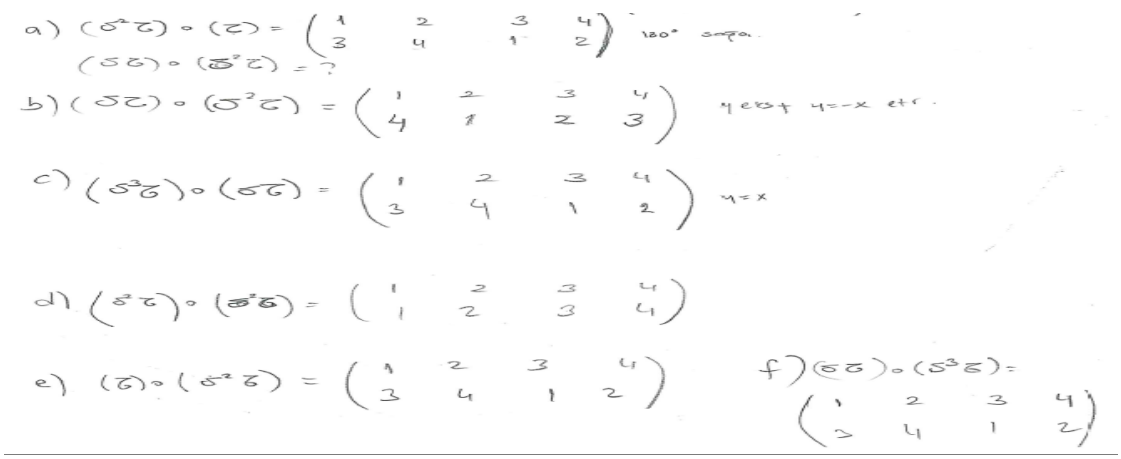
K2: Etkisi oldu hocam bence.

K3: Bende animasyonları ilk seyretmeye başladığım zaman birkaç aksama olsa da faydasının olduğunu düşünüyorum.

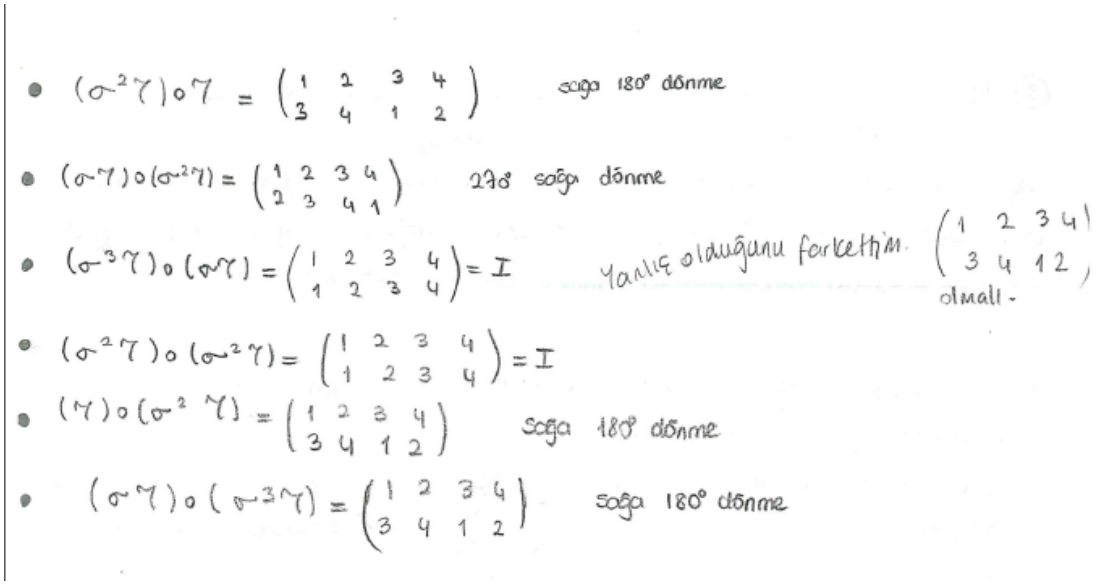
Bu görüşmede, katılımcılarla farklı bir çalışma yöntemi benimsenmiştir. Önceki görüşmelerde beyne aşırı bilişsel yük yükleyen ve kısa süreli belleğin/çalışan belleğin kapasitesini zorladığı görülen problem çözme uygulamasından vazgeçilip bu zorlukları azaltacağı düşünülen farklı bir uygulama yapılmıştır. Bu görüşmede katılımcılara bir listede (Ek: 12) yapılması istenen dönme ve simetriler verilmiş ve karenin temel hali ile başlayıp bu hareketler yapıldıktan sonra karenin en son halinin bulunması istenmiştir. Yine katılımcılar bu çalışmaları kâğıt-kalem kullanmadan zihinden yapmışlardır. Katılımcıların bu problemleri daha rahat çözdükleri gözlemlenmiştir. Katılımcıların çözümleri aşağıdadır (Şekil 127-128-129). Katılımcılar önündeki sorulara bakarak sıra ile yapılması gereken dönme ve simetrileri zihinden yaparak sonuca ulaşmışlardır. Hem izlemeleri gereken adımların belirli olması hem de kısa süreli belleğin/çalışan belleğin aşırı zorlanmaması (aynı anda bellekte bulunan bilgi biriminin azalmış olması ve izlemeleri gereken adımların kâğıtta yazılı olarak bulunması) rahat bir süreç geçirilmesine sebep olmuştur. Araştırmacıda bu çalışmada katılımcıların daha az zorlandıklarını gözlemlemiştir. Bu görüşmede katılımcıların tüm sorulara doğru cevap verdikleri görülmektedir. Önceki görüşmede katılımcıların çözüm süreçlerini tekrar baştan almaları kendilerini oldukça zorlamaktaydı. Burada ise sonucun kontrol edilmesi daha kolay olmuştur. Ayrıca katılımcıların bu görüşmeden önceki dört görüşme (biri açı, diğer üçü de karenin simetri grubu) boyunca hareketli imaj ile problem çözme çalışması yapılması katılımcılarda bu yolla problem çözmeye ilk başladıklarına göre daha alışık olmalarının bu görüşmede daha rahat olmalarını sağladığı düşünülebilir.



Şekil 127. K1'in sorulan sorulara verdiği cevaplar



Şekil 128. K2'nin sorulan sorulara verdiği cevaplar



Şekil 129. K3'ün sorulan sorulara verdiği cevaplar

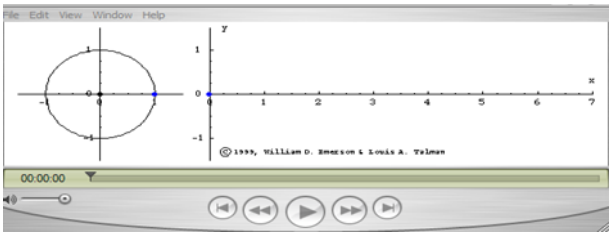
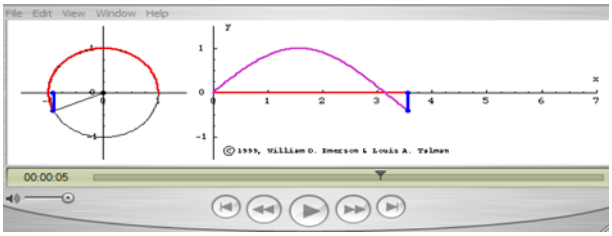
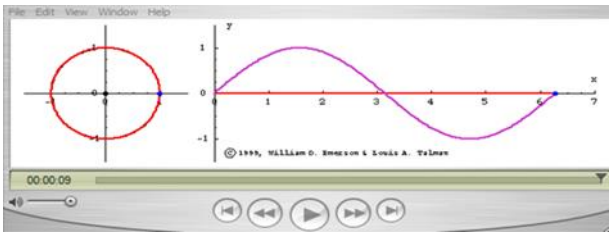
Yukarıda sunulan katılımcı ifadelerinden de görüldüğü gibi animasyonları sürekli seyretme onlara alışkanlık kazandırmış olup, bu çalışmada bir önceki çalışmaya göre daha rahat bir çalışma süreci geçirilmesini sağlamıştır. Hareketli kavram imajının oluşturulması sürecinde kavram ile ilgili hareketli kavram imajı oluşturacak materyallerle sürekli karşılaşmasının bireylerin daha kolay adapte olmasında yararlı olacağı söylenebilir.

4.2.1.3.2. Kalıcılık

Araştırmaya verilen aradan sonra (yaklaşık 3 ay sonra) katılımcıların hareketli kavram imajı ile problem çözme davranışının kalıcılığının ve olası değişik bakış açılarının belirlenmesi amaçlanarak ikinci genel görüşmede bir çalışma yapılmıştır.

Bu çalışma yapılmadan önce katılımcıların çalışmaya hazır olması için -daha önceki çalışmalarda katılımcılar; hareketli kavram imajları ile problem çözme çalışmalarından önce çalışmaya ön hazırlık olması için zihinlerinin alışması gerektiğini ifade etmişlerdi- iki farklı kavram ile ilgili animasyon izlettirilmiştir.

İlk önce trigonometrik fonksiyonlara ilişkin bir animasyon katılımcılara izletilmiştir (Şekil 130).

Animasyonun ilk hali	
Animasyondan görüntü	
Animasyonun son hali	

Şekil 130. Sinüs fonksiyonu ile ilgili animasyona ait görüntüler

Katılımcılardan animasyonları seyrettikten sonra (seyretme sayıları katılımcıların isteğine bırakılmıştır) zihinlerinde görmeleri istenmiştir. Katılımcılar seyrettikleri animasyonları zihinlerinde görmüşlerdir ve detaylarını anlatabilmişlerdir.

K1'in görüşleri: Aşağıdaki ifadelerden görüldüğü gibi K1 izlediği animasyonu rahatlıkla anlatabilmiştir.

A: Tam olarak neyi anlattığını söyler misin?

K1: Herhangi bir açının orda işte şeyle orda işte çubuğu düşünecek olursak. O çubuk pi ile 0 ile 2pi arasındaki açıları tarıyor. Di mi?

A: Evet.

K1: Oradaki her bir açının birim çember üzerindeki her bir açıyı biz bir noktayla eşitliyoruz. Doğru mu?

A: Doğru

K1: O noktayı ben sinüs ve kosinüs fonksiyonları altında inceleyebiliyorum. Ve o sinüs fonksiyonunun bir görüntüsü var. Ve o görüntüsünü de daha doğrusu sinüs değil de ben ne olarak biliyorum. İşte sinüs eksenindeki yani y-: eksenindeki eşleyecek olursak ben uzunluk olarak eşliyorum. Bunu da yani grafikte de yani açı değerleri

A: Açı değerleri neredeydi x-ekseni üzerinde mi y- ekseni üzerinde mi? Hani grafik çizildi ya.

K1: İkincisi mi?

A: Hıhı ikincisi diyelim.

K1: x-ekseni üzerinde değerlerde y-ekseni üzerinde. Yani zaten fonksiyonda çizerken yapıyoruz ya tanım kümesi yatay da görüntü kümesi de dikey eksende oluyor.

A: X ekseninde açı değerleri mi vardı?

K1: Yani şöyle söyleyeyim. Açı değerleri değil ama açı ve sayılar arasında eşleme sonucunda açı değerleri yani mesela orda 60 derece varsa o 60 derecenin radyan cinsinden değeri π/3 , π/3 ün sayısal değerine bakacak olursak eğer ne oluyor? İşte 3,14 / 3 yani işte bir virgül işte neyse… Buna denk gelen x değeri.

K2'nin görüşleri: Aşağıdaki ifadelerden görüldüğü gibi K2'de izlediği animasyonu anlatabilmiştir.

A: Ne ile alakalıydı? Yani neler anlatıyordu bu animasyon? Bir şeyler söyleyebilir misin bana?

K2: Yani benim anladığım. Birim çember var yan tarafta bir eksi bir değerleri o zaten görünüyor. Eee birim çemberde yan tarafta ki koordinat sisteminde ki de sanırım sinüs eğrisi o kesin.

A: Evet

K2: O da sanırım sinüsün aldığı açı değerleri sağ taraftaki koordinat ekseninde sol tarafta da o açı değerlerine karşılık gelen reel değerler de hani birim çemberde taranıyor. Gibi düşündüm.

A: Reel değerler

K2: Bir eksi bir

A: Peki

K2: Sinüs0 şudur işte. Hani sinüs sıfırken o koordinat ekseninde veya 2pi iken o da aynı şekilde orda 2 pi iken sinüs 2pi nin aldığı değeri gösteriyor tam olarak.

A: Peki, bir şey soracağım oradaki koordinat ekseninde yatay eksende nasıl değerler vardı?

K2: Açı değerleri yoktu?

A: Ne vardı?

K2: Mesela reel değerler vardı. İşte hani pi ye kadar en son zaten altı küsur da bitiyor. Sanırım öyle olması hani 2pi reel değerler vardı yani açı değerleri yoktu.

K3'ün görüşleri: Aşağıdaki ifadelerden görüldüğü gibi K3 izlediği animasyonu anlatabilmiştir.

A: Anlatabilir misin neyle ilgili tam olarak neler dikkatini çekti.

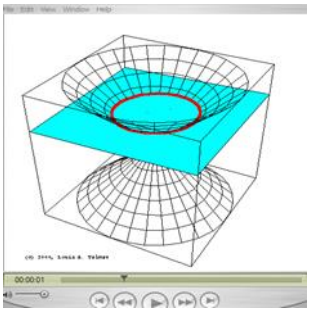
K3: Sol tarafta bir tane birim çemberimiz vardı. Orada bir tane noktamız vardı. Sıfırdan başladı yanında da bir tane koordinat y koordinat sistemimiz var. Sıfırdan başladı. Ve mesela renge çok dikkat etmemiştim sanırım maviyi kırmızıya mı boyuyor. İşte birim çemberde ilerledikçe işte 30 derece, 60 derece gitgide tarayarak birim çemberi tararken sinüs grafiğini de aynı zamanda çizdik. O aradaki o mesafe de sinüs grafiğinde de yine aynı şekilde kaldı.

A: Aynı.

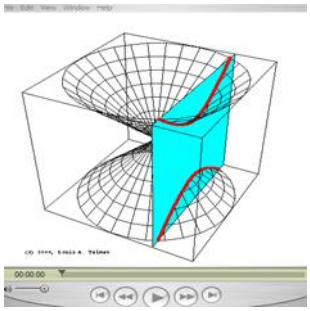
K3: Sinüs 90 da 1 e gittiğini gördük. O maviydi mesela o şey doğru.

Katılımcılara ikinci olarak konik kesitleri ile ilgili başka bir animasyon izletilmiştir (Şekil 131).

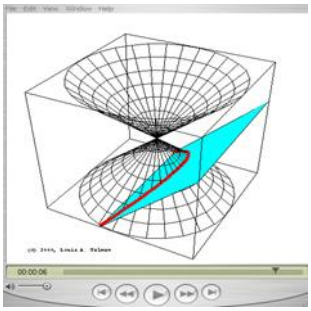
Animasyonun ilk hali



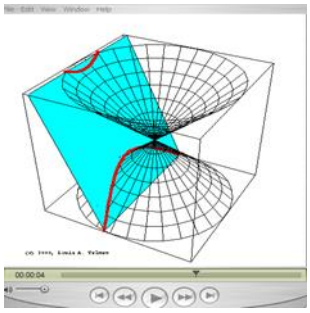
Animasyondan görüntüler



Animasyondan görüntüler



Animasyondan görüntüler



Şekil 131. Konik kesitleri ile ilgili animasyona ait görüntüler

Katılımcılar yine animasyonu zihinlerinde görmekte ve ayrıntılarını anlatmakta güçlük çekmemiştir.

K1'in görüşleri:

K1: Evet. Şimdi göreyim mi?

A: Görmeye çalış istersen.

K1: Evet, bir parça gördüm. Gördüm ama tam anlayamadım animasyonu.

A: Anlat istersen.

K1: Anlatayım mı? Şimdi mesela hani dik kesen düzlemle koniyi kestik ve bir hiperbol var. Şimdi burada açıyı değiştiriyorum. Şimdi

A: Devam edebilirsin.

K1: Şimdi ben bu açıyı değiştiriyorum. Açıyı değiştirirken hani bir alt konik var bir de üst konik var onu düşünecek olursak. Şey artık o hiperbol yavaş yavaş üst tarafta kolları daha çok açılan alt tarafta kolları biraz daha kısalan bir şey oluyor. Şekil oluyor.

A: Evet

K1: Daha sonra bu açıyı devam ettirdiğimiz zaman oluşan şekil açılı kesiyorum yine. Açılı kesiyorum. Bir elips oluyor. Sonra şöyle devam ettiğimde çember oluyor. Tam artık o tam paralel olma durumu. Yine animasyonu yine görüyorum. Sonra yine devam ettiğimde yine elips oluyor. Ama bu sefer açı bu tarafa doğru. Sonra da elips olurken yine yukarda kollar açılıyor şurada. Yukarıda bir parabol aşağıda bir parabol oluşuyor. Sonra tekrar en dik hale geldiği zaman da hiperbol oluyor.

K2'nin görüşleri:

A: Gözünü kapatsan bunu görebilecek misin?

K2: Görebilir miyim? Görebiliyorum.

A: Peki, hangi sırayla ne olduğunu? Hangi şekil olduğunu hatırlayabilir misin? Söyleyebilir misin bana?

K2: Hatırlayabiliyorum. Oluşan şeylerimi?

A: Hıhı oluşan şeyleri.

K2: Hareketini mi yoksa?

A: Hareket. Hani burada kırmızı yayla çizilmiş şeyler var ya .

K2: İlk önce hiperbol oluyor sonra parabol oluyor. Sonra elips oluyor sonra çember oluyor. Sonra tekrar içten devam ediyor yani aynı sırayla.

A: Aynı sırayla bir bakalım.

K2: Parabol elips çember.

A: Parabol.

K2: Hiperbol parabol elips çember elipsti sanırım bu sefer.

K3'ün görüşleri:

A: Bir daha bak istersen.

K3: Tamam, yine bakayım. Düzlemle kesitlerini alıyorum. İşte daire oluşuyor, elips oluşuyor, hiperbol oluşuyor konikler yani

A: Pekâlâ, zaten bu konuları işliyorsunuz değil mi derste? Şimdi bunu kendin canlandırabilir misin?

K3: Bir tane şimdi rengine de dikkat ettim. Türkuaz mavi düzlemim var. Kırmızı kırmızı hiperbol var sonra evet.

A: Hangi sırayla hangi geometrik şekiller oluşuyor biliyor musun?

K3: Önce hiperbol, ondan sonra elips sonra daire.

A: Parabol falan oluştu mu acaba.

K3: Parabol de oluşması lazım ama ona o an mesela dikkat etmedim evet. Parabol, evet parabol de oluşuyor.

Katılımcıların verilen araya rağmen animasyonları zihinlerinde çok rahat şekilde görebildikleri ve ayrıntılarını anlatabildikleri belirlenmiştir. Katılımcıların hareketli imajları zihinlerinde zorlanmadan görebilmeleri verilen aranın katılımcılar üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını ve HKİ ile yapılan çalışmaların katılımcıların tarafından benimsendiğini gösterdiği düşünülebilir.

<u>HKİ İle Problem Çözme (Süreç Sonunda)</u>

Araştırmaya verilen aranın hareketli kavram imajı ile problem çözme sürecini nasıl etkilediğinin araştırılması amacı ile ikinci genel görüşmede bir çalışma yapılması düşünülmüş olup öncesinde karenin simetri grubuna ilişkin neler hatırlandığına dair sorular sorulmuştur. Katılımcılar karenin simetri grubuna ilişkin bilgileri geri çağırabilmişlerdir (hatırlamışlardır).

K1'in görüşleri: K1 karenin simetri gurubu ile ilgili zihinde yaptığı hareketleri rahatlıkla hatırlamıştır.

A: En son kare animasyonu üzerinde konuşmuştuk hatırlıyor musun? O dönmeleri falan.

K1: Şey sayılarla mı?

A: Tabi ki sayılarla. Mesela sağa döndürüyorduk doksan derece yüz seksen derece

K1: Tamam, düşünelim bakalım.

A: Ya da eksenlere göre simetri.

K1: Şuna göre döndüreyim deyip döndürebiliyorum yani ben biraz sayı ne olacak diye düşündüm ama onlarda oldu yani.

K1'in geçen süreçte kendini daha rahat hissettiğini "*kareyi nesnelleştirip onunla beraber döndüğünü*" ifade ederek göstermiştir.

K1: Ben kareyle beraber dönsem bir. Kareyle döneyim bir

A: Dön bakalım kareyle.

K1: Biri yanımdaymış gibi. Dönüyorum. Evet, öyle oluyor biri yanımda dönüyor. Öyle diyeyim evet biriyle birlikte döndüm. Sanki kolları kocaman bir değirmen var. O değirmen hani değirmenin sesi vardır ya hani dönerken çıkardığı. Ya da hani helikopter pervanesinin sesi gibi bir ses hissediyorum dönerken çok yakın oluyor.

K2'nin görüşleri: K2 problem çözme esnasında kullanılan kareye ilişkin detaylar (renge ilişkin) vermiştir. Kare ile yapılan temel dönme ve simetrileri hatırladığını ve bunları yapabildiğini belirtmiştir.

A: Kareyle aran nasıl hatırlıyor musun?

K2: Hatırlıyorum evet yani şimdi hatırlıyorum deyince dönme falan hatırlıyorum. Mavi zemin hatırlıyorum. Karenin içini. Yani içini derken o karesel bölgenin açık mavi olduğunu onu hatırlıyorum. İçi boşta hatırlıyorum, tek mavi değil yani çünkü hani sadece şu kare hani zemin şu animasyonun arka zeminiyle aynı renk onu söyleyeyim. Hani tam kare yani tam kare olan bir karesel bölge öyle de hatırlıyorum. Bir iki üç dörtleri hatırlıyorum. Devirme çevirme onları hatırlıyorum yani.

A: Devirme?

K2: Hani şöyle doksan derece devirme. İşte x- ekseni etrafında çevirme.

A: Şimdi mesela desem ki doksan derece sağa dönme desem bunu zihninde canlandırabilir misin?

K2: Doksan derece sağa dönme deseniz bunu canlandırabilirim. Evet.

A: Peki, y=x e göre simetri desem.

K2: y=x e göre simetri deseniz. Evet.

Ancak karenin köşelerinde bulunan rakamların kendini biraz zorlandığını ve süreyi uzattığını belirtmiştir.

A:Peki, kareyi çeviriyorsunuz ama rakamları da çevirebiliyor musunuz?

K2: Çeviriyorum ama işte onlarda zorlanıyorum. Yani kare çok çabuk dönüyor ama zaten mesela diyorsunuz ya doksan derece diyorsunuz ya o zaten direk düşüyor. Hani o düşünme payı

sadece rakamlarla ilgili yoksa yani dönmesinde doksan derece çevrilmesinde hiç zaman farkı yok yani.

A: Yoksa bir problem yok ama bu rakamlar.

K2: Evet, o düşünme payım da çeviriyorum. Diyorum ya o düşünme payım da o numaraları oturtmakta geçiyor.

K3'ün görüşleri: K3'de kareye ilişkin detay (renk) vermiştir ve yapılan dönme ve simetrileri hatırladığını belirtmiştir. K3 önceki kadar hızlı işlem yapamayacağını ifade etmiştir.

A: Hatırlıyor musun? Döndürmeler falan yaptığında.

K3: Yani o kadar hızlı yapamam ama hani o zamanki gibi,

A: Şimdi

K3: 1,2,3,4 hatırlıyorum mavi bir kare. Nerelerde döndürdük. Şimdi zorlayınca hatırlayacağımdır.

A: Tamam.

K3: x- ekseninde, y- ekseninde döndürdük. İşte sola doğru da döndürmüştük. Ama daha çok alıştırmalarda sağa doğru dönmeyi.

A: Sağa doğru döndürmüştük.

K3: Sağa doğru döndürmüştük değil mi. Bir de şey vardı, y=x, y= -x

A: Hatırlıyor musun bunları peki, nasıl döndürdüğünü?

K3: Hatırlıyorum.

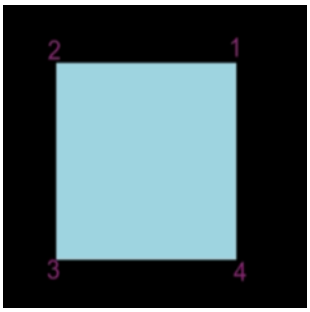
Katılımcıların yaklaşık 3 ay öncesinde çalışma yapılan karenin rengi, dönme ve simetrileri ve karenin köşelerinde bulunan sayılar ile ilgili bir kayıpları olmadığı görülmektedir. K1'in kare ile beraber dönmesi, K2 ve K3'ün karenin rengi hakkında konuşabilmeleri ve hepsinin dönme ve simetriyi hatırladıklarını ifadeleri katılımcıların kareye (karenin simetri grubunda animasyonda gördükleri kare) uzun süreli hafızlarında yer verdiklerini göstermektedir.

Birinci durumun kalıcılığı: Daha önceki görüşmelerde yaşanan sıkıntıların önüne geçebilmek ve beynin yapılacak olan çalışmaya hazırlanabilmesi amacı ile bir ön çalışma yapılmıştır. Bu amaçla katılımcılara karenin dönme ve yansımaları ile ilgili üç tane örnek animasyon izlettirilmiştir. Katılımcılar animasyonları izleme sayısında serbest

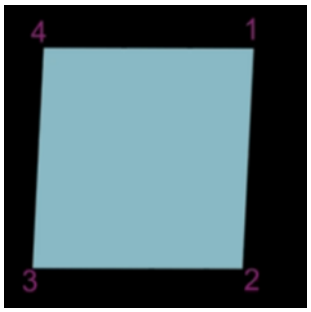
bırakılmışlardır. Daha sonra problem çözme ile ilgili değişimlerin belirlenmesi amacı ile bir animasyon daha seyrettirilip -yine animasyonu izleme sayısı katılımcılara bırakılmıştır- animasyondaki karenin son haline gelecek şekilde alternatifler üretmeleri istenmiştir.

Katılımcılarla üzerinde çalışılan kare; y=-x ekseni, x ekseni ve y=x eksenine göre simetri hareketi yapmaktadır (Şekil 132).

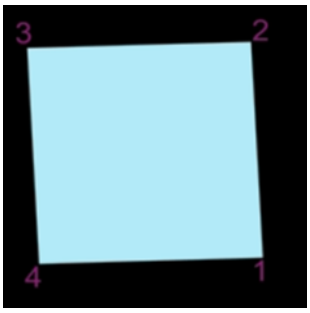
Karenin ilk hali



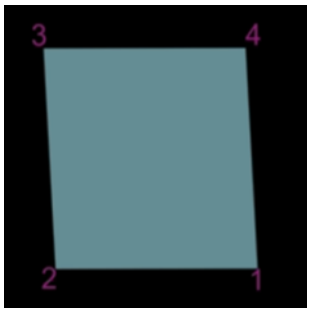
y=-x eksenine göre simetri



x eksenine göre simetri



y=x eksenine göre simetri



Şekil 132. Karenin simetri grubu ile ilgili animasyon

K1'in görüşleri: K1 üzerinde çalışılan animasyonu izledikten sonra alternatifler üretmeye çalışır. Bu süreçte animasyonu tekrar tekrar izlemek ister.

A: Tamam pekâlâ. Hani şey yapmıştık hatırlıyor musun? Mesela ben bir animasyon göstermiştim. Sen ona alternatif olabilecek aynı şekli en son durumda aynı yapacak farklı hareketler bulmaya çalışmıştın.

K1: Evet evet.

A: Peki, 5. animasyona bir bakalım ne oluyor?

K1: Ama ben nasıl izledim biliyor musunuz? Ben bu animasyonu tek harekette nasıl yaparım öyle izledim öylede yapacak mıydım?

A: Sen bunu bir harekette değiştirebilirsin ama ben hani şunu da yaparım bunu da yaparım diyerek değiştirebilecek misin?

K1: Haha tamam

A: Bir izle istersen

K1: Tekrar izleyeyim

A: Tamam.

A: İzlemek istiyorsan izleyebilirsin de

K1: Bir daha izleyeyim mi?

A: Tamam

A: İster bir harekette ister iki ister daha fazla harekette istediğin kadar yapabilirsin.

K1: Şimdi mesela ilk animasyona şey yapabilir miyim hani nerelere şey yaptığına? Nerede olup olmadığına.

A: Evet, istiyorsan yap nerelerde olup olmadığında bakalım. Alternatif yapabiliyor musun? Onu merak ediyorum? (Çalışma süresi yaklaşık 3 dakika)

K1 animasyonu izleyip alternatif üretmek için 3 dakika çalışır ancak, animasyonu yine izlemek ister.

K1: Bir daha izleyebilir miyim?

A: Tabi.

K1: Ben bir şey daha vardı. Diye düşünüyordum da.

İki tane başarısız alternatif denemesinden sonra araştırmacının da isteği ile alternatif üretme denemesinden vazgeçilir. K1'in soru formu aşağıdadır (Şekil 133).

A: Yok. Üç harekette. İstersen şöyle daha basit düşünelim. İstersen ilk önce tek harekette.

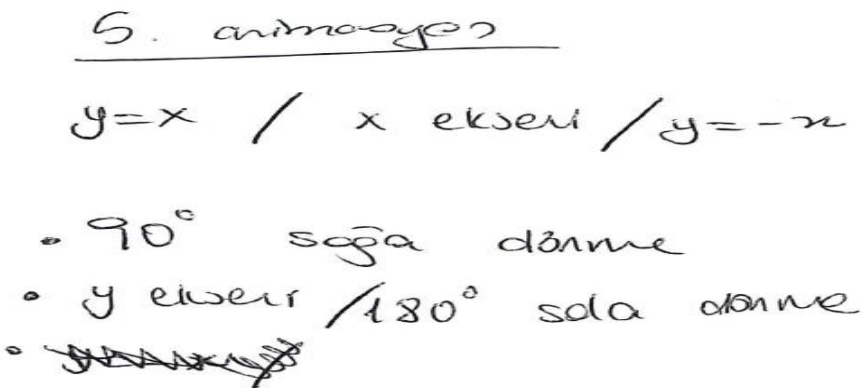
K1: Ya animasyonu ilk önce ben kendim görmeye çalışıyorum da o yüzden zorlanıyorum ya.

A: İstersen bırakalım.

K1: Yok, yok çıkaramıyorum bunları.

A: Tamam bırakalım.

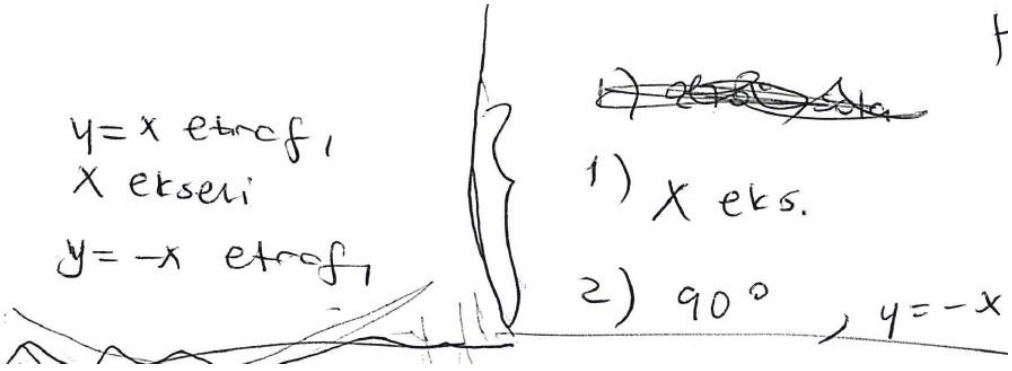
K1: Çok zorluyor.



Şekil 133. K1'in alternatif önerileri

K1 düzenli olarak çalışıldığı dönemde oldukça başarılı bir performans göstermesine ve aradan geçen zamandan sonra karenin simetri grubuna ilişkin dönme ve simetrileri çok rahat ifade etmesine rağmen problem çözme sürecinde başarılı olamamıştır. Aradan geçen sürecin ve beynin yeteri kadar hazır olmaması bu duruma sebep olmuş olarak düşünülebilir.

K2'nin görüşleri: K2'de de K1'de olduğu gibi zorlanır. Ancak 2 doğru alternatif üremeyi başarır. K2'nin oluşturduğu alternatif animasyonların ilki tek işlemle ikincisi 2 işlemle yapılmıştır. K2'nin soru formu aşağıdadır (Şekil 134).



Şekil 134. K2'nin alternatif önerileri

K2 hareketli kavram imajını hala kullanabildiğini görülmektedir. Aradan geçen zamanın etkisinden olsa gerek önce yanlış alternatif üretmiştir. Araştırmacının küçük bir müdahalesi ile yanlışını fark etmiştir.

K2: 270 derece sola devirirsem.

A: Oluyor mu?

K2: Oluyor gibi düşündüm şimdi.

A: Tamam, birinci alternatif olarak yaz.

K2: Peki.

A: 270 sola demeyelim de bunu sağa olarak düşünürsek.(katılımcıya yanlışımı far ettirmek için küçük bir ipucu verilmiştir.)

K2: 90 derece sağa olur.

A: Tamam, o zaman 90 derece sağa deyin.

K2: Bir dakika o zaman değil 90 derece sağ olmuyor çünkü.

A: Tamam, o zaman 270 derece sol olarak kalsın.

K2: Aynı şey demek ki o da olmuyor o zaman.

A: Öyle mi?

K2: Dur bir daha bakayım bir dakika tamam zaten bunu yanlış söyledim bu olmuyor yani. (düşünür)Bu da olmuyor. Yanlış mı düşünüyorum acaba son haline bir şey uyduramıyorum çünkü.

A: Son halini görmek ister misin?

K2: Olur. Yani doğru mu en azından.

A: Bir kontrol edelim.

K2: Evet evet.

A: Doğru muymuş.

K2: Değilmiş evet. Yani dörtle üçün yeri farklıymış. Üç dört iki birdi benimkisi.

A: Ama takip etsek değil mi?

K2: Evet. Dört üç iki bir. Hâlbuki bir ikiyi devam ettirdim devamında ama orda niye öyle yaptım? Öyle değildi yani. Şimdi bu son halini uyduracak bir şey mi bulmam lazım.

A: Mesela bu tek hareketle ne yapabilirsin bunun yerine?

K2: Göremiyorum ya yok hayal edemiyorum şimdi. Yani son halini şey yapamadım kafamda.

A: Bir daha bak istersen.

K2: Olur.

Kısa süreli belleğin/çalışan belleğin iş yükünün azaltılması için K2'nin animasyonun son halini görmesi sağlanarak çalışmaya devam edilir. Zihinden yapılan iş miktarı azaltılınca K2'nin daha rahat doğru alternatifler üretmeye başladığı görülmektedir.

A: Ben son halinde dondurayım. Bir süre seyret onu.

K2: Tamam. Tamam, aslında bunu görüyorum. Ama bunu uydurmaya çalışırken işte bunu şey yapamıyorum yani.

A: Ne olabilir diye?

K2: Evet. Yoksa direk x- ekseni etrafında çevirsem bitti yani.

A: Tekrar olmuyor herhalde değil mi?

K2: Bir iki iki üç dört x-ekseni etrafında çevirirsem olmuyor mu? Bir iki üç dört?

A: Tamam olur.

K2: Oluyor

A: Yazabilirsin

K2: Haa yazayım mı? X- ekseni şimdi yine düşünüyorum

A: Evet, mesela iki hareket.

K2: İki hareket yaptırayım ya da işte ne yaptırsam? Bunun tersini yaptırırım.

A: Nasıl tersini?

K2: Yani önce y=-x ekseni etrafında sonra x- ekseni etrafında

A: Tamam, tersi olarak yaz.

K2: Burada şey sorun olabilir… Olmuyor. Şunu şey yapamıyorum. Hani animasyonu yapıyorum ya buna gelmek için. Bunu kafamda sabitleyemiyorum. Son halini göremiyorum. Ama mesela buraya bakarak yapsam daha rahat yaparım.

A: Birde bakarak dene.

K2: Zihnimde yapamıyorum. Yani anlatabildim mi?

A: T amam

K2: Hani bunu bir kenara koyup diğerini ona uydurmaya çalışamıyorum. O sabit durmuyor yani.

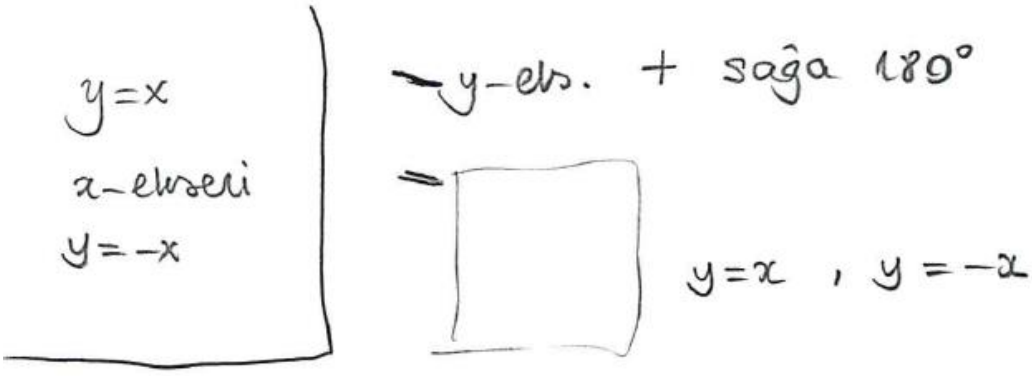
A: Peki, bir de böyle dene bakalım bakarak.

K2: Tamam deneyelim. 90 derece sağa devirip y=-x etrafında.

A: Tamam olur. Zorlamayalım istersen.

K2'de düzenli olarak çalışıldığı dönemde hareketli kavram imajı ile rahatlıkla problem çözebilmiştir. Aradan geçen zamana rağmen karenin simetri grubuna ilişkin temel hareketleri geri çağırabilmiştir (hatırlamıştır). Ancak K2 hareketli kavram imajı ile problem çözmede zorlandığını ifade etmiştir. Buna rağmen 2 alternatif animasyon üretebilmiştir.

K3'ün görüşleri: K3, diğer katılımcılar gibi zorlandığını belirtmemiştir. 2 alternatif üretmiştir. K3'ün oluşturduğu alternatif animasyonlar 2 işlemle yapılmıştır. K3'ün soru formu aşağıdadır (Şekil 135).



Şekil 135. K3'ün alternatif önerileri

K3 önceki çalışmalarda da bir destek ihtiyacı hissetmekteydi, yine bu çalışmada da aynı ihtiyacı hissetmiştir.

K3: Çizemem mi?

A: Çizmeyelim istersen. Kafamızda düşünelim. İstersen bir seyret.

K3: Son halini bir göreyim.

……

K3: Mesela y-eksenine göre simetri alırım.

A: Evet, yazarsan sevinirim.

K3: Çizeyim mi?

A: Yo yo gerek yok …

Aşağıda K3'ün ifadelerinden görüldüğü gibi oldukça rahat bir çalışma süreci geçirmiştir. Verilen aranın K3 üzerinde olumsuz bir etki yapmadığı görülmektedir.

A: Y-eksenine göre simetri aldığında oluşuyor öyle mi?

K3: Yok, hayır bir şey daha yapacağım.

A: Bir şey daha.

K3: Sonra da sola doğru 90 derece dönme yaparım.

A: Sola doğru demeyelim de

K3: Ha 1 dakika.

A: Sağa döndürüyoruz ya genelde.

K3: Sağa 270 mi oluyor o zaman.1,2 hıhı sağa doğru 180 derece.

A: 180

K3: Bir dakika. 180.

A: Tamam, oraya devamına y-ekseni.

K3: Artı.

A: Artı sağa 180.Pekâlâ, başka bir alternatif bulabilir misin? Bu 1. si olsun şöyle yapalım. 2. yi de buraya yaz istersen.

K3: Şey olur bir y=x e göre bir de y= -x e göre.

A: Tamam yaz.

K3: Yani inşallah doğrudur. Öyle gibi geldi ama yani içim biraz şey oldu bir dakika tamam oluyor bence.

A: Oluyor tek hareketle yapabilir misin bunu?

K3: Yapamam gibi ya.

A: Tek hareketle olmuyor diyorsun.

K3 bu çalışma sürecinde oldukça rahat bir şekilde alternatif animasyonlar üretmiştir.

Katılımcıların karenin simetri grubuna ilişkin temel dönme ve simetri hareketlerini hatırlamalarına ve alternatif üretme sürecinden önce alışma süreci olsun diye animasyonlar seyretmelerine rağmen alternatif üretme sürecinde K1'in zorlandığı görülmüştür. K1 yeteri kadar odaklanamaması, aradan geçen sürede aktif olarak hareketli imaj ile problem çözmede geliştirdiği yöntemleri (kodlamaları) unutmuş olması ya da beynin bu çalışmaya

yeteri kadar hazırlanmamış olması bu duruma sebep olmuş olabilir. K2 zorlandığını belirtse de ufak bir yardımla 2 alternatif çözüm ürettiği, K3'ün ise rahat bir şekilde 2 alternatif çözüm ürettiği belirlenmiştir.

İkinci durumun kalıcılığı: Katılımcıların araştırma sürecinde olduğu gibi farklı bir yolla hareketli imaj kullanarak problem çözmesi için, yapmaları istenen dönme ve simetri hareketleri verilerek karenin son halini bulmaları istenmiştir.

K1'in görüşleri: K1 bu çalışma sürecinde de zorlandığını ifade etmiştir. K1 sorulan sorulardan sadece 2. soruyu doğru cevaplamıştır. K1'in soru formu aşağıdadır (Şekil 136).

A: Pekâlâ, ben bir şey söylesem sen onu kafanda canlandırsan

K1: Düşünelim bakalım.

A: Tamam, doksan derece sağa dönme istersen not al hadi y=x e göre simetri yeterli şimdilik iki tane olsun.

K1: Evet.

A: Son durumunu oraya kare üzerinde gösterebilir misin?

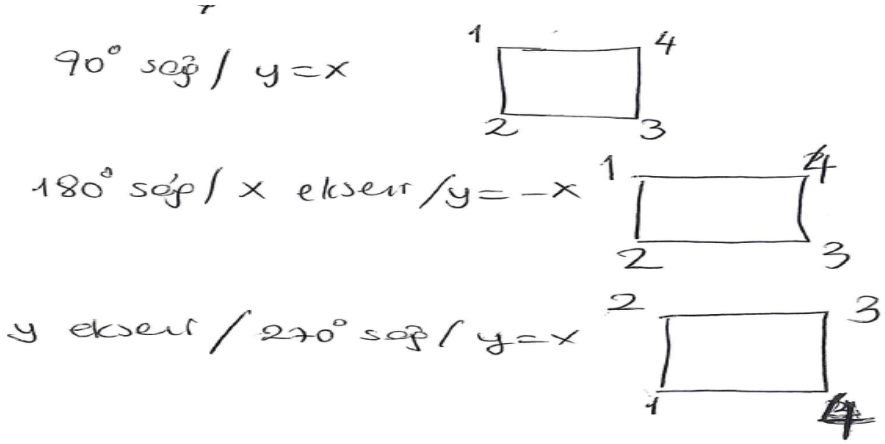
K1: Gördüğümü unutuyorum ya.

A: Tamam hatırlarsın.

K1: Galiba böyle.

A: Bir tanede üçlü yapsak olur mu? 180 derece sağa olsun x- ekseni y=-x

K1: Tamam.



Şekil 136. K1'in cevapları

K1 hareketli kavram imajı ile soru çözerken zorlanmasının sebebi olarak peş peşe yaptığı hareketlerin geçişlerinde karışıklıklar yaşadığını ifade etmiştir. Katılımcı sürekliliği sağlayamamıştır.

A: Stratejimi geliştirmemiştin kendine o zaman tam olarak

K1: Yok, süreç içerisinde geliştiriyordum da şimdi son anda hatırladım. Şöyle tutunca arkasından geliyordu diye düşündüm. Neden böyle olabilir? Sanırım hani üç hareketi arka arkaya yapıyoruz ya.

A: Hıhı

K1: O üç hareketi sabitlemekte çok zorlanıyorum mesela yüz seksen derece sağa dediğiniz zaman yüz seksen derece mesela evet çeviriyorum bir daha çeviriyorum. Evet, onu görebiliyorum. Hadi y x ekseni dediğiniz zaman mesela onu da ilk halde görebiliyorum. Mesela ama ikinci halde hani o en son konumda x eksenine geçirirken zorlanıyorum

K1 ile tek tek hareketleri yapıp yapamayacağı üzerinde çalışılmıştır. K1'in daha rahat olduğu gözlemlemiştir. Sonrasında ise K1'in 3 hareketi peş peşe yaptığı belirlenmiştir. Görüldüğü gibi yeteri kadar ön çalışma yapılarak beynin çalışmaya alışması sağlanırsa katılımcının çok daha rahat hareketli kavram imajı ile soru çözebildiği ortaya çıkmaktadır.

A: Peki anladım. Mesela tek tek düşün doksan derece sağa dönme ya da y=x e göre simetri tek tek düşündüğünde daha mı rahat oluyor.

K1: Hıhı evet. Mesela evet orda duruyor. Doksan derece sağa evet oldu. Sonra ne yapalım?

A: y=x e göre simetri.

K1: y=x e göre yapalım evet tamam oluyor.

A: y-eksenine göre yapsak.

K1: y- eksenine göre yaptığımda… tamam oda oldu

A: Şimdi bunları tek tek mi yaptın. Peş peşe üçünü mü yaptın ben onu anlayamadım.

K1: Arka arkaya mı yapalım?

A: Yok, yok arka arkaya değil. Ben hepsini tek tek düşünmenizi istedim. Daha rahat olması açısından.

A: Peki, ben bu şeyleri tek tek sorsaydım.

K1: Ama şimdi mesela sorsanız daha rahat yapacağımı düşünüyorum.

A: Daha rahat yapacağınızı düşünüyorsunuz. Pekâlâ, o zaman bir tane daha deniyorum y ekseni. Kaç tane olsun?

K1: İki ya da üç fark etmez.

A: Tamam, y-ekseninde olsun iki yüz yetmiş derece sağa olsun. Birde napalım y=x e göre

K1: Hıhı

A: Tamam. (1 dakika)

K1: Daha rahat oldu.

Araştırmacı tarafından zamanın etkisini belirlemek amacı ile K1'e aradan zaman ile ilgili görüşü sorulmuştur. K1'in aşağıdaki ifadelerinden aradan geçen süreçte hareketli kavram imajı ile problem çözme konusunda herhangi bir çalışma yapmadığından yavaşladığını ve görüşme esnasında yapılan çalışmaların olumlu bir etkisi olduğu ortaya çıkmaktadır.

A: Zaman nasıl bir değişiklik yaptı sende? Bu konuda. En son ocak ayında falan yapmıştık değil mi?

K1: Evet

A: Bir dört ay falan üç dört aylık süreç.

K1: Mesela o yaptığımız dersten sonra görseydim herhalde daha rahat döndürebilirdim ama şimdi şu süreci hatırlamam yine biraz sürdü. Yani hani sürekli döndürme işlemi yapmadığım için kafamda,

A: Hıhı

K1: Ondan dolayı biraz daha yavaşlamış olabilirim.

A: Ama hani ilk yaptığın zamana göre hani ilk çalıştığımız zamanlara göre bir değişiklik oldu mu?

K1: Ha evet anladım. Mesela orda bunun gibi belki beş tane belki on tane yapmam gerekirken hani şimdi şey oldu hani daha bir rahat yaptım. Şunun için söyleyemeyeceğim ama belki şimdi ona baksam o da iyi olacak ama sanki böyle daha bir daha çabuk hızlandım öyle diyeyim.

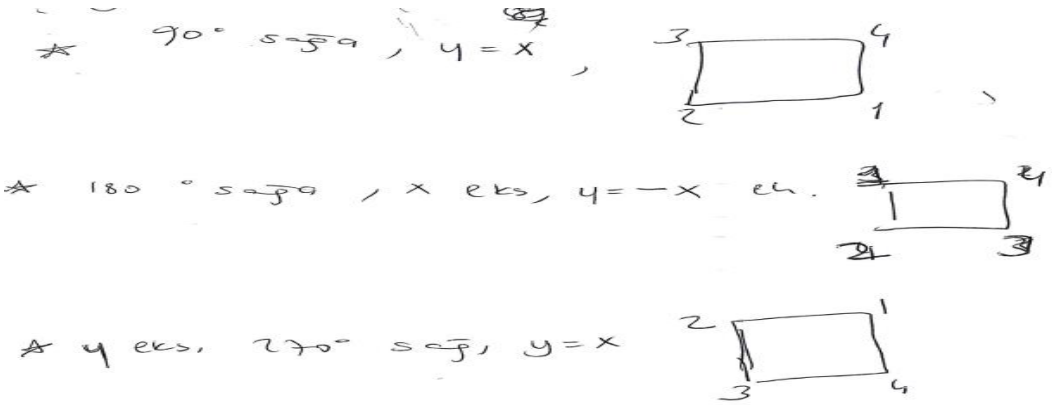
K1 daha önce yaptığı kodlamayı yapılan çalışmanın sonuna doğru hatırlamıştır. Katılımcı ile birlikte yapılan çalışmanın katılımcının daha önceki bilgilerini geri çağırmasına (hatırlamasına) yardımı olmuştur.

K1: Ama şey yapıyorum şimdi. Yani şurada unuttuğum bir şeyi hatırladım ben. Daha önce yaptığım. Mesela biri buluyorum. İkiyi buluyorum. Zaten üç ve dört onun arkasından geliyorlar.

A: Yani iki tanesini belirlersen diğerleri.

K1: Yani o eksenlerde geliyor. Yani y=x y=-x hariç diğerlerinde oluyor.

K2'nin görüşleri: K2 araştırmacı tarafından sırası verilen problemleri yanlışsız olarak çözmüştür. K2'nin soru formu aşağıdadır (Şekil 137).



Şekil 137. K2'nin cevapları

Ancak K2 daha önceki çalışmalarda da gözlendiği gibi kendine bir destek arama ihtiyacı bu çalışmada da ortaya çıkmıştır. K2 işlemleri yaparken kalem ile kendine destek vermiştir. Kalemi sayıları hareket ettirmekte kullandığını belirtmiştir.

A: Hala kalem ile böyle.

K2: Evet, onu yapmadan olmuyor. Kesinlikle evet yani sayıları çok zor hareket ettirebiliyorum.

A: Öyle mi?

K2: Onları sanki onu öyle yapınca o onu tutuyormuş gibi daha kolay yapıyor muşum gibi hissettim.

K2'nin aşağıdaki ifadelerinden görüldüğü gibi kavrama ilişkin temel şeylerin hatırlandığını ancak pratikte zorlandığını görüyoruz. Biraz daha çalışılırsa daha rahat karenin simetri grubuna ilişkin dönme ve simetrileri daha rahat yapacağını düşünmektedir.

A: Yani onunla ilgili bir unutma falan var mı? Problem çözme kısmında tamam bir yavaşlama söz konusu Ama. Kavram olarak ilişkilendirme yapmıştık ya permütasyon gruplarıyla

K2: …… Ama hangisi hangisiydi. Siz söylemiştiniz ya sırasını bizde hani onu not alıp çözmüştük. O not aldıklarımızı hiç hatırlamıyorum. Ama diğer şeyleri hatırlıyorum yani

A: Ama ben şimdi 180 derece sağa döndür desem. Bunu hatırlarsın illaki

K2: Şeyi hatırlıyorum kareyi mi soruyorsunuz?

A: Kareyi yani yapabilirsin diyorum. Yani bir anda.

K2: Şu kareyi değil mi?

A: Evet

K2: Evet evet evet.

A: Bunlarda sorun yok ama genel birkaç harekette.

K2: Evet, Ama mesela biz şimdi bir on onbeş dakika daha uğraşsak çok daha kolay yapabilirim. Onu hissediyorum yani. Alternatif geliştiririm kolayca.

A: Biraz çalışınca.

K2: Evet, biraz ısınmak lazım yani hem yabancıydık. Çok Yabancı değiliz ama şu anda ve mesela bu öyle bir animasyon ki hani bu sorular çerçevesinde öyle. Çok alternatifli çok farklı şeyleri aynı anda düşünmemiz lazım o yüzdende genel anlamda özünü bir şey yapmak lazım ısınıp ondan sonra başlamak lazım yani.

K2 ilk aşamada alternatif bulmanın kendisine zor geldiğini belirterek buna aradan geçen zamanın sebep olduğunu ifade etmiştir. K2 yine beyne daha fazla iş yükleyen problem çözme türünde zorlandığını belirtmiştir. Farklı şekilde düşünmesi gerektiğini ifade etmiştir.

A: Aylar geçti. Ne hissediyorsun. Biraz zor mu geldi.

K2: Zor geldi. Evet, çok zor. Özellikle şey çok zor geldi. Şu ilki yani hani bir animasyon olan bir tanesini sabitleyip. Ona göre düşünmeye çalışmak zor geldi. Yoksa şu hareketleri yapmak bilmiyorum doğru mu ama çok zor gelmedi. Yani hani belki arada kaçırdım. İşlem hatası yaptım olabilir ama hani devirip sayıları takip etmek daha kolay geldi ama şu baştaki iş daha zor geldi bana. ……..

A: Ne açıdan zor geldi baya da yapıyordun o zaman, baya hızlıydınız

K2: Evet. Bilmem unutmuşum herhalde hani o ocakta yaptığımızda her hafta yapıyorduk ya unuttum çünkü o zaman yapıyordum. O zaman hani şunlara alternatif üretmekte kolaydı. Hani gördüğümüz bir şeyin ilk halini ona bir şey yapıp uydurabiliyorduk. Bence uğraşmakla alakalı. Ben çok unuttuğumu fark ettim Şurada. Yani ilk hali şuydu son hali şuydu nasıl diyeyim kopukluk oldu yani. Uğraşmadığım için bu olayda çok kopuk hissettim kendimi.

K2 önceki görüşmeler esnasında ulaştığı hıza göre yavaşladığını düşünmektedir. Buna sebep olarak da hareketli kavram imajını kullanmadığını göstermektedir.

A: Ama şey yani bu aradan geçen zaman baya yavaşlattı.

K2: Yordu Evet baya yavaşlattı. Yani beni yavaşlattı. Ben baya bir zorlandım yani işin açıkçası. Hızlı yapamadım yani.

A: Gerçi kullanmakla alakalı belki de.

K2: Yani demiştim ya kullansaydım unutmazdım belki gibi geliyor. Yoksa güzel anlamlandırmıştık yani nasıl yapıldığını da anlamıştım.

K2 beynin çalışmaya alışması için yapılan çalışmaların kendisi için yeterli olmadığını düşünmektedir.

A: Gerçi ısınmak için birkaç animasyon gösterdim ama.

K2: Evet, o da yetmedi demek ki hâlbuki hiç zorlanmadım hani o 90 derece dönüyor. Hani o hareketin ne olduğu anlamlandırmak hiç zor olmadı. Ama onu buraya taşıyıp burada yapmak zor oldu.

Hareketi imaja ilişkin her şeyi hatırlamasına rağmen kendini yeteri kadar hızlı hissetmemektedir.

K2: Benzer kesinlikle yani mantığını unutmuyorsunuz da animasyonun ne olduğunu yani animasyonu yani dersin mantığını da unutabilirsiniz hani kavramın ne olduğunu. Mesela sarmalı çok fazla bir şey hatırlamıyorum. Ne bileyim. Hani daha farklı bir konuda özünü hiç hatırlamayabilirim. Ama bunun mantığını şeyini hatırlıyorum. Ama hızlı değilim. Mesela ben şimdi şunu düşünsem on dakikada yaparım ama on dakika bunlarla uğraşsam beş dakikada yaparım öyle söyleyeyim.

A: Anladım

K2: Hızımı etkiliyor. Sadece yoksa ne olduğunu unutmuyorum yani.

…….

K2: Zaman evet yoksa ben bunu neydi nasıl dönüyordu. Onların hiçbirini unutmuş değilim. Yani onu hissedebiliyorum.

K2 daha önceki çalışmalarda geliştirdiği stratejisini bu çalışmada da kullandığını belirtmiştir.

A: O zaman bir yöntem geliştirmiştin hatırladığım kadarıyla

K2: Orda mı hayal ederken mi?

A: Yok yok

K2: Kesinlikle yani orda geliştirdiğimi yine biraz kullandım da.

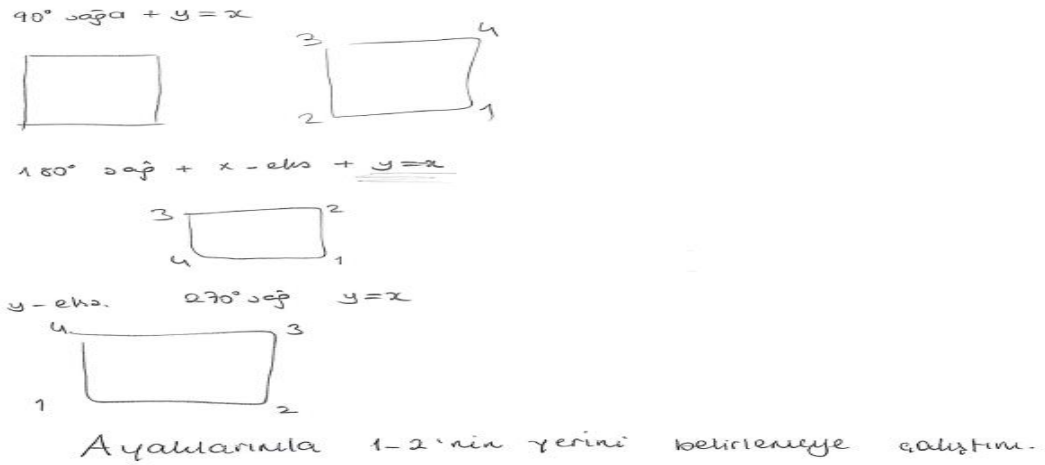
A: Hatırlıyor musun?

K2: Evet, biri takip etme olayı hani yine orda mesela bire odaklanıp birin arkasından takip ettiriyordum her şeyi. Burada da onu kullandım. O stratejiyi kullandım yani.

A: Hatırlıyorsun yani.

K2: Evet, kullandım hatırlıyorum. Ve şey demiştim mesela o zaman öyle ama konu çok yabancı olduğu için sonradan ben fark etmiştim. Hani y=x te veya y=-x te hani 2 rakamının oynadığı sadece belki bunun bir kolaylık sağlayabileceği. Akılda tutmak açısından onları da kullandım hani ona da bir strateji denirse tabi.

K3'ün görüşleri: K3 kendisine verilen problemleri zorlanmadan çözmüştür. 2 ve 3. problemdeki son hareketleri yanlış anlamakla birlikte, K3'ün düşündüğü gibi kabul edecek olursak tüm problemleri doğru çözmüş olarak düşünülebilir. K3'ün soru formu aşağıdadır (Şekil 138).



Şekil 138. K3'ün cevapları

Daha önceki çalışmalarda olduğu gibi bir destek ihtiyacı olduğu görülmektedir. K3 ayakları ile kendine destek sağlamıştır.

A: Dizilimimiz vardı. Onu biliyorsun. Ona göre düşünerek en son durumu bana yazabilir misin?

K3: 90 derece sağa dur bakayım.

A: Bak onun üzerinde düşünme yok.(araştırmacı burada katılımcının ayakları ile kendine destek sağladığını fark etmiştir.)

K3: He görmeye çalışarak.

A: Görmeye çalışarak. Tamam, pekâlâ şimdi ikincisi. 180 derece sağa. X ekseni daha sonra da y=x.

K3'ün "*kâğıt kalem kullanma ihtiyacı yine hala ben hissediyorum yani*" ifadesi yine kâğıt kaleme ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Hareketli imaj ile çözüm yaparken yaptıklarından emin olmak istediğini ifade etmektedir. Aradan geçen zaman, üstesinden geldiği bu durumu yine karşısına çıkarmıştır.

K3: Ya onda hani öncekini hatırlıyorduk ve üst üste yaptığımız için hani iyice oturmuştu bir de kâğıt kalem kullanma ihtiyacı yine hala ben hissediyorum yani. Hani en azından son halini mesela bunlarda değil de ilk halini göreyim istiyorum. Mesela yani yine hani kafamda kâğıt kullansam bile kafamda animasyonu yazıp adım adım yazmak istiyorum. O zaman da oluyordu. Bu kadar değildi. Onu biraz aşmıştım o zaman. Şimdi yine o ihtiyacı hissettim. Sanki ikinci günkü gibi falan hissettim kendimi.

A: Neden oldu peki sence bu şey

K3: Onda hani soruyu mesela üniversite sınavına hazırlanırken çok daha hızlı çözerdim. Çok alıştırma yapıyordum. Yapardım çünkü. Ona bağladım. Bilmiyorum belki hata da var mı? Hata dikkatsizliktendir. Yoksa döndürmeleri yapıyorum zihnimde ama o kadar hızlı dönmüyor.

Ayrıca K3'de aradan geçen zamanın kendisinde olumsuz etki yaptığını düşünmektedir.

A: Pekâlâ, bir şey soracağım. Buna çalışıp birkaç hafta üst üste çalışmıştık. O zaman?

K3: Daha rahat çok daha rahat.

K3 karenin simetri grubuna ilişkin dönme ve simetrileri öğrendiğini ve sadece önceki kadar hızlı olmadığını düşünmektedir.

K3: Yani ben bunu öğrendiğimi düşünüyorum. Karede animasyonu öğrendiğimi düşünüyorum ben.

A: En azından

K3: O kadar hızlı yapamıyorum, belki hata da yaptım ama biliyorum y= x e göre 1 le ne oluyordu 2 ile 4 yer değiştiriyordu. 1 ile de 3 yer değiştiriyor y= x de.

A: y= -x de 1 ile 3 değiştiriyor.

K3: Bir dakika y= -x de 1 ile 3 değiştiriyor, y=x de de 2 ile 4 değiştiriyor. İşte y-ekseninde ya bunları hani oturduğunu, öğrendiğimi düşünüyorum. Ama uygulama yapmadığım için arada o pratiğimin gittiğini düşünüyorum. Dikkat konsantrasyon da önemlidir.

K3 daha önce geliştirdiği kodlamalarını hatırlamaktadır. Karenin simetri grubuna ilişkin kavram olarak hatırlamasına rağmen zamanın pratikliğini kötü olarak etkilediğini düşünmektedir.

A: Zamanın herhangi bir şekilde başka bir etkisi var mı üzerinde. Hani tek tek düşündüğünde mesela 90 derece sağa y=x falan dediğinde zorlanıyor musun?

K3: Mesela o zaman hani bir şey geliştirmiştim. Şimdi hala onu hatırlıyorum da hani 1 i sadece oynatıyordum diğerlerini peşine sıralıyordum. Böyle sağa döndüğü zaman sıra bozulmuyordu. Ama diğerlerinde sıra 1.2.3.4 değildi tersine dönüyordu 1.2.3.4 oluyordu. Hani onunla böyle o dönem hani bir de her gün izleyin falan demiştiniz ya bize onların da faydasının olduğunu düşünüyorum. Hız konusunda öğrenme olarak çok fark etmemiştir ama hani bir anımsamak öncesinde gerçi şimdi de anımsadık ama belki yeterli olmadı o zamana göre. Yani öğrenme olarak değil öğrenme.

A: Kavram olarak.

K3: Kavram olarak kaldı ama uygulama pratik alıştırma yapmadığım için biraz zaman aşımına uğramış.

Katılımcıların ikinci durumda verilen problemleri daha rahat çözümlediklerini görmekteyiz. Aynı şekilde karenin simetri grubu ile çalışma döneminde de bu tür problem çözümünde katılımcılar daha rahat çözüme ulaşmışlardır. O kısımda da açıklandığı gibi problemlerin türünün beyni daha az yoracak şekilde (yani kısa süreli bellekteki iş yükünün daha az olması) olması katılımcıların bu problemleri daha rahat bir şekilde çözmelerine sebep olduğunu düşündürtmektedir. Ayrıca çalışmanın başında farklı konulardaki animasyonlar ile çalışılması ve birinci durumdaki problem türü ile çalışma yapılması beyni hareketli kavram imajı ile çalışmaya hazır duruma getirmesinin de bu duruma katkı sağladığı söylenebilir.

Katılımcıların, aradan uzun bir süre geçmesine rağmen karenin simetri grubuna ilişkin dönme ve simetrileri ve kareye ilişkin çeşitli detayları hatırladıkları belirlenmiştir. Daha önce oluşturulan kodlamalar hatırlanmakta ve kullanılabilmektedir. Ancak bu kodlamalar hemen hatırlanmamış olup bir alışma devresinden sonra hatırlanmıştır. Katılımcılar HKİ

ile problem çözebilmişlerdir. Özellikle ikinci durumda yani katılımcıların bu duruma iyice uyum sağlamlarından sonra daha rahatlıkla HKİ kullanılabilmiştir.

Verilen aranın bazı olumsuzluklara yol açtığı gözlemlenmiştir. Özellikle beynin hazır olmaması/yapılan ön çalışmanın yetmemesi problem çözmede zorlanılmasına sebep olmuştur. Katılımcılar özellikle yavaşladıklarından bahsetmişlerdir. Hız konusu tüm katılımcıların kabul edemedikleri bir durum olarak karşımıza çıkmıştır. Özellikle ilk durumda katılımcılardan biri beyninde HKİ ile problem çözerken sürekliliği kaybettiğini belirtmiştir. Katılımcıların özellikle ilk durumda çözüm üretmekte zorlandıkları görülmüştür. Buna sebep olarak da yeterince önceden çalışma yapılmadığı ve aralarda bunlara ilişkin hiç çalışılmadığı sebep olarak gösterilmiştir. Katılımcıların HKİ ile sürekli çalışıldığı dönemde daha az ihtiyaç duydukları bazı davranışları (kâğıt-kalem ihtiyacı) tekrarlamışlardır. Tablo 20'de kalıcılığa ilişkin olumlu ve olumsuz yönler görülmektedir.

Tablo 20. Kalıcılığa İlişkin Olumlu ve Olumsuz Yönler

Olumsuzluklar	Olumlular
Sürekliliği sağlayamama	Karenin simetri grubu hatırlanmakta
Yavaşlama	Oluşturulan stratejiler/kodlamalar hatırlanmakta
Beynin hazır olamaması/Ön çalışmanın yetmemesi	Stratejiler/kodlamalar kullanılabilmekte
Destek arama(kâğıt-kalem ihtiyacı)	HKİ ile problem çözülebilmekte
Çözüm üretmede zorlanma	

4.2.1. nolu alt başlığın genel özeti: Bu alt başlıkta katılımcıların problem çözme yaklaşımları (PÇY) ve süreçte değişimi, HKİ'nin problem çözmede kullanılıp kullanılamayacağı ile HKİ kullanarak ile problem çözme durumları incelenmiştir.

Katılımcılar problem çözerken öncelikle problemlerin hangi konuya ait olduğunu belirleyip daha sonra problemi gözden geçirmektedirler. Sonrasında ise her biri farklı bir yaklaşım sergilemektedir. Problem çözme yaklaşımlarında herhangi bir kavramın hareketlendirilmesine ya da problemlerin çözümünde herhangi bir hareketli imaj kullandıklarına dair bir ifadeye rastlanılmamıştır. Katılımcılar problem çözme sürecinde kendilerine özgü stratejiler geliştirebilmişlerdir. Bunun yanı sıra hareketli imaj ile problem çözme sürecinin başında problemlere sezgisel yaklaşan katılımcıların süreç ilerledikçe

sezgisel düşünce ile problem çözmeye başladıkları ortaya çıkmıştır. HKİ ile problem çözme sürecinde katılımcıların zaman zaman yaşanılan sıkıntılar haricinde HKİ ile problem çözmeyi başarabilmişlerdir. HKİ ile problem çözmeye verilen aradan sonra katılımcılar yine problem çözebilmişlerdir. Yavaşlama, sürekliliği sağlayamama ya da buldukları kodlamaları unutma gibi sıkıntılar yaşansa da katılımcıların problem çözebildikleri belirlenmiştir.

4.2.2. Problem Çözme Sürecinde Karşılaşılan Zorluklar

Bu kısımda HKİ ile problem çözme sürecinde katılımcıları zorlayan durumlar incelenecektir. Hareketli kavram imajı ile yapılan dört görüşmeden elde edilen sonuçlar aşağıda sunulacaktır. Bu kısımda eksensel kodlama yapılamadığı için katılımcı görüşleri görüşme sırasına göre sunulacak ve her bir başlığın sonunda kısa bir özet paylaşılacaktır.

4.2.2.1. Animasyonun Karmaşıklığı

Katılımcılar karenin simetri grubu ile yapılan problem çözme çalışmalarında karşılaştıkları zorluklardan biri olarak animasyonun karmaşıklığını belirtmişlerdir (altıncı görüşme). Katılımcılar tek bir iş (kareye sadece dönme ya da simetri hareketi yaptırma - bunlar peş peşe de olabilir) yaptıklarında bunu çok kolay bir şekilde yaptıklarını ifade etmişlerdir. K1 sayılar olmadan dönme ve simetrileri sürekli yapabildiğini belirtmiştir.

A: Peki sayılar olmasaydı acaba karenin tam olarak ne şekilde döndüğünü dönüşünü görebilir miydik?

K1: Mesela şu an döndürebiliyorum. X eksenine göre simetri aldım. Sonra y ye aldım. Oluyor hiç durmadan alabiliyorum ama hani içinde bir de sayı var ya o sayılar dönerken x ekseninde sıkıntı oluyor.

K2'de dönme ve simetrileri hızlı bir şekilde yapabildiğini ifade etmiştir. "*Sadece döndürüyorum hiç bir şeyden emin değilim. Diyorum ya hiç sayı görmüyorum. Köşelerde bir nokta da hiç düşünmüyorum. Renk falan. Sadece o mavi karesel zemini düşünüyorum."* diyerek sayılar olmadan sadece kareyi döndürmesinden dolayı hızlı olduğunu belirtmektedir.

K2: Ben onu unutmadan bir cevaplayayım. Sayılar olmadan çok kolay oluyor benim için. Yani kare çok hızlı bir şekilde parçalanmandan dönüyor Hiç sayı da görmüyorum siluet görüyorum. Çevirebiliyorum.

A: İstediğim şeyi söylediğim an çevirebiliyorsun.

K2: Evet direk hemen hızlıca çevirebiliyorum. Hiç kendimi kasacak bir şey yokmuş gibi. Yani çok rahat bir şekilde böyle istediğim şekilde sağa sola 180°, 270°. Döndürebiliyorum gibi geliyor.

A: Peki mesela neyin nereye gittiğine nasıl emin olabiliyorsun?

K2: Sadece döndürüyorum hiç bir şeyden emin değilim. Diyorum ya hiç sayı görmüyorum. Köşelerde bir nokta da hiç düşünmüyorum. Renk falan. Sadece o mavi karesel zemini düşünüyorum. Onu sağa döndürüyorum. x ekseni etrafında. y ekseni etrafında döndürebiliyorum. Sadece döndürme var. Hani ne nerde hiç yok. Hepsi aynı olduğu için. Bütün köşeler aynı olduğu için, bir fark olmadığı için döndürme var sadece hızlı bir şekilde.

K3 ise istediğinde sayılar olmadan sadece hareketi düşünebildiğini belirtmiştir.

K3: Onların da hareketli olması bir an dikkati dağıtıyor gibi ama bence bir nevi kontrol gibi de oluyor. İstenilirse sayılara çok odaklanmadan sadece harekete de odaklanılabiliyor. Ama o sayılarla da sanki teyit edebiliyorum istediğimde. İstediğimde odaklanmamaya çalışınca sayıları görmüyorum. Yani bir siluet olarak görünüyor.

Karenin köşelerindeki sayıları daha çok iş yapmak olarak nitelendiren katılımcılar sayıların karmaşıklığı artırdığını belirtmişlerdir.

K1 hem kareyi hem de sayıları aynı anda döndürmeyi "*İki iş yapıyoruz. Hatta düşününce üç iş yapıyoruz"* diyerek zor olarak nitelendirmiştir. Bu işleri aşağıdaki görüşme kaydından görülebileceği gibi karenin dönmesi sayıların karşılıklı olarak yer değiştirmesi olarak belirtmektedir.

A: Peki bu sayılar acaba bizi niye zora sokuyor?

K1: Ben şey düşünüyorum. Sonuçta burada amacım kareyi döndürmek bir de sayıları da onlarla beraber götürmek. İki iş yapıyoruz. Hatta düşününce üç iş yapıyoruz. Nedir o üç iş? Bir karenin x'e göre simetrisini aldırıyorsun. İki 1'le 4 yer değiştiriyor bir de öbür taraftan 3'le 2 yer değiştiriyor. Üç ayrı işlem var. Üçü de tek başına. Hani mesela bir yerde 4'le sadece x ekseni olsa. Sadece 4'le 1 olsa kolay. Onu döndürmek kolay.1 yukarı 4 aşağı. 1 yukarı 4 aşağı. Ya da 3 2 3 2 gidip gidip geliyor. İkisini aynı anda yapınca zorlaşıyor. Ya da şey de kolay 1 4'le 3 2'yi değiştirmek de kolay geldi ama kare yokken.

K2'de fazla iş yaptığını düşünmektedir. Köşe sayısı fazla olsa daha da zorlanacağını düşünmektedir.

K2: Ben de yani daha fazla iş yaptığımızı düşündüğüm için K1'in söylediklerine katılıyorum. Hatta mesela altıgen olsaydı. Düzgün altıgeni çevirseydik hiç yok kare var. Sonra altıgen. Hatta sonra düzgün ongen. Daha da zor olurdu gibi geliyor. 1 2 3 4 5 6 o altıgeni çevirsen mesela tekrar bir daha onları tekrar yerleştirmek için fazla vakit ayırırdın gibime geliyor.

K2: Yani kısıtlı bir zamanda fazla iş yapmak

K3 ise K2 gibi düşünmektedir. Ayıca fazla şeye odaklanmasının zorlaştırdığını ifade etmiştir.

K3: Geçen hafta ben de onu fark etmiştim. Hadi bunda 4 tane köşe 4 kenarlı bir şey. Bunu döndürebilirim ama bir altıgen bir sekizgen bunu yapmak çok sıkıntılı olur gibi gelmişti. ... ... Fazla şeye odaklanmaya çalışmak o biraz zorlaştırıyor.

Katılımcılar karenin simetri grubu ile yapılan problem çözme çalışmasının ikincisinde de (yedinci görüşme) yine karşılaştıkları zorluklardan biri olarak animasyonun karmaşıklığını belirtmişlerdir.

Katılımcılara daha önceki görüşmelerde de animasyonları basit ve karmaşık olarak nitelendirdiklerinden - karenin köşelerinde sayıların olması katılımcılar tarafından karmaşık hareket olarak tanımlanmıştı - bu tanımlamanın doğrulatılması amacı ile yeniden bu konu ile ilgili sorular sorulmuştur. Karenin köşelerinde sayılar olmaması durumunda alternatif üretmenin nasıl olacağı sorulduğunda; katılımcıların aşağıdaki ifadelerinden görüldüğü gibi, bu durum sadece kareyi zihinde hızla döndürebilmeyi sağlayacağı ifade edilmiştir.

A: Peki sayı olmasaydı sadece kare olsaydı?

K1: Bakıyım. Yapamıyorum.

K3: Benim çok daha karışık olurdu alternatif üretmek yapamazdım gibi geldi.

K2: Ama her halükarda son halde kare aynı kare olacaktı. Ben oradan sonsuz kere çevirirdim kareyi.

A: Yani bir şey olmazdı diyorsun.

K2: Hiçbir şey olmazdı.

Katılımcılar karenin köşelerinde herhangi bir belirteç olmaması durumunda kendilerine herhangi bir yardımı olmayacağını belirterek -renk, kareyi bölmek, köşelere harfler koymak- farklı öneriler getirmişlerdir.

K3: Ya da şey mi olsaydı her bir köşesi farklı bir renk boyalı olsaydı. Pembe köşesi sol alta gelecek şekilde alternatif üretmemiz istense ne yapardık?

A: Rakam yerine farklı bir şey düşünecek olsaydık kendiniz ne yapardınız?

K1: Kareyi dörde bölerdim. Kareyi dörde bölüp her birini farklı bir renge boyayabilirdim.

K2: Yok ya sayı daha alıştığım bir şey gibi. Mesele pembe siyah köşeler düşündüm ama.

K3: Ben de harf koyayım dedim. A B C D gibi Sanki alıştığımız için direk sayı gibi geldi.

K2: Sayı daha iyi gelecek gibi sanki. Olacaksa bari sayı olsun. Hiç olmazsa daha iyi de. Olabilir öyle de deneyebiliriz de sayı daha alıştığımız bir şey gibi.

A: Peki sayı olmasaydı? Şöyle bir şey dedin ben sonsuz kere döndürürdüm kare aynı kare nasıl olsa hiçbir şey değişmiyor.

K2: Son hali her halükarda aynı oluyor.

A: Siz ne düşünüyordunuz bu konuda yani böyle bir rakam veya belirteç koymasaydık?

K3: Benden istenen şey eğer o pembe köşenin sağ alta gelmesiyse sembolleştirmek isterdim. Bu harf olabilir. A B C D, 1 2 3 4 olabilir. Yani eğer şu köşe şuraya gelseydi.

Katılımcılar karenin köşelerinde sayı olmaması durumunda karenin köşeleri için getirdikleri önerileri yine kendileri uygun bulmamışlardır. Yine katılımcıların alışkanlıkları devreye girmiştir. İlk öğrendikleri kavram imajlarının etkili olduğu görülmektedir. Bu yüzden ilk olarak seyrettikleri kare onlar için belirleyici olmuştur. Ayrıca animasyon üzerinde herhangi bir değişiklik yapmayı gereksiz gördükleri ortaya çıkmıştır.

Görüşmenin devamında katılımcılar yine karenin köşelerinde sayı olmadığı takdirde sadece kareyi daha hızlı döndürebileceklerini belirtmişlerdir.

A: Hiçbir işaret olmasa?

K3: Hiçbir şey olmasaydı alternatif bulamazdım ama rahat döndürebilirdim. Gözümü kapattığımda siz deseniz ki x ekseni etrafında döndür döndürebiliyorum. Ama hani köşe en son haliyle nerde onu çıkaramam o anda.

A: Yani kareyi istediğimiz şekilde döndürebiliyoruz değil mi?

K3:Evet dönüyor.

K1: Evet rahat dönüyor.

K1: Mesela şimdi iki hareketli zor döndürüyorum ama mesela hep x eksenine simetri alsam o da şimdi hızlanıyor. Mesela geçen hafta ikisi arka arkaya hızlıydı şimdi ikisini arka arkaya çok

iyi hızlandıramıyorum. Ben mesela X eksenine göre simetri alıyorum. 4 2 gidiyor 3 2 gidiyor. Sonra 4 tekrar yukarı çıkıyor. Biri tekrar arkaya

K3: Eski haline geliyor. İki hamlede evet.

K1: Böyle dönüyorlar.

Katılımcılar seyrettikleri animasyonlarda tek bir işin yapılacak olmasını kolay/basit olarak adlandırmaktadır. Örneğin karenin köşelerinde sayılar olmadan dönme ya da simetri hareketlerinin zihinde canlandırılması basit olarak düşünülmektedir. Öte yandan aynı andan birden çok işin zihinde canlandırılmasını gerektiren animasyonlar ise karmaşık olarak adlandırılmaktadır. Yine kareye ilişkin örnekle devam edecek olursak katılımcılara göre karenin köşelerindeki sayılarla birlikte hareket etmesi karmaşık animasyon anlamına gelmektedir. K1 bu durumu "*İki iş yapıyoruz. Hatta düşününce üç iş yapıyoruz"* şeklinde nitelendirmiştir. Sonuç olarak animasyonun tek bir hareket yapması basit, aynı anda birden fazla iş yapılması karmaşık olarak tanımlanmaktadır. Katılımcılar hem kareyi hem de sayıları hareket ettirmekte zaman zaman zorlanmışlardır. Ancak HKİ ile çalışmaya devam etmek bu zorlanmayı azaltılabileceği düşünülebilir.

4.2.2.2. PÇS ile İlgili Eski Alışkanlıklara Bağımlılık

Katılımcılar tüm eğitim hayatları boyunca kâğıt kalem kullanarak problem çözmüşlerdir. Kâğıt kalem kullanmama bu çalışmada katılımcıları PÇS'de zorlayan durumlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. PÇS ile ilgili görüşmelerde katılımcıların bu eksikliği gidermek adına farklı yollara başvurduğu gözlemlenmiştir.

Katılımcılar zihinden işlem yaparken sürekli olarak kendilerine elleri, ayakları ile destek verdikleri gözlemlenmiştir. Bir katılımcıda ekrana baktığında kendine kolaylık sağladığını düşündüğünü ifade etmiştir.

A: Sözünüz kestim size dikkat ediyorum bakıyorum el şöyle.

K2: Evet.

K3: Evet.

A: Kendinizi bekletiyorsunuz.

K1: Bende ekran bakınca daha rahat net görüyorum.

K3'ün diğer katılımcılara göre daha çok el ve ayağını destek olarak kullandığı belirlenmiştir. K3 bir çalışma esnasında animasyona alternatif üretirken *"Dimi o işte? Ya elinle ya da şurada mesela küçük küçük destek istiyorum. Ya da elimle tutup kareyi atacağım çevireceğim."* diyerek eli ile kendine destek verdiğini ifade etmiştir.

K3 başka bir çalışma esnasında kendine desteği eli yerine ayağı ile vermiştir.

K3: …… Bir yerinde duruyor ama 2 yukarıda mıydı aşağıda mıydı? Onun için tekrar başa dönüp aynı işlemleri yapma gereği hissettim. Daha sonra böyle tekrar ederek böyle ayağımla 1,2,3,4 diye sayarak unutmamaya çalışınca iyi oldu. Yine kendim destek aradım. Kâğıt, kalem yoktu ama.

Daha önce katılımcıların PÇS'de sürekli kâğıt kalem kullanmaları bu çalışmada katılımcıları olumsuz bir şekilde etkilemiştir. K1 kâğıt kalem alışkanlığının zihinden yaptığı işlemleri unutmasına sebep olduğunu ifade etmiştir.

K1: Ben unutuyorum yani ama o alışkanlık mı o alışkanlıktan mı kaynaklı bilmiyorum ama 2 hareketten sonra dördüncünün ne olduğunu bakmak için kâğıda baktığım da öbürünü unutuyordum yani. Ama tabi kalem kullanmanın verdiği alışkanlıktan kaynaklı olabilir ama benim yani unutuyorum yani imajı unutuyorum, resmi unutuyorum.

K2'de kâğıt kalemi kendine güvence olarak görmektedir. Yaptığı işlemler devam ederken arada kopmalarda gözünün önünde somut bir şey olmadığından kendinden emin olamamaktadır. O yüzden sürekli yaptığı tüm işlemleri baştan almaktadır. Ama bir taraftan da bu kadar çok pratik yapmak kendinin hızlanmasına sebep olmuştur.

A: Kâğıt kalem kullanmamak zorladı mı seni?

K2: Evet zorladı. Beni zaten şey en zorlayanları sorusuna da en çok kâğıt kalem kullanmamak çok zorladı beni ilk başta. Birde mesela koptuğum yerde başa dönmek zorladı. Ara süreçleri not etmediğim için mesela kalem olmadığı için arada kopuyordum ve başa dönüyordum. Bunun güvensizliğinden dolayı da kontrol sayımı çok arttırdım. Diğer problem sorularında bir kere kontrol ediyorsam bunda 2-3 kere kontrol etmek durumunda kaldım. Birde ne yaptım. Bu kadar birde başa döndüm durmadan ama o da hızlandırdı. Son alıştırmalarda daha hızlı düşünebildim. Bir yandan pozitif etkisi oldu yani.

K3'de kâğıt kalemi problem çözme sürecinde bir güvence olarak görmektedir.

K3: Kâğıt, kalem kullanarak ben düşündüğüm de her adımı yazacağım için daha rahat daha emin ilerlerdim.

Kâğıt kalem kullanmama katılımcıları zorlamıştır. Kâğıt ve kalem kullanma onlar için dokunabildikleri somut bir şeydir ve adımları takip etmede bir güvencedir. Bu çalışmada bu yoksunluk katılımcıları başka arayışlara yönlendirmiştir. Katılımcılar kâğıt ve kalemin yerine el ve ayaklarından destek almaya çalışmışlardır. El ve ayaklarını kullanarak sayıların yerini belirleme gibi davranışlar göstermişlerdir. Katılımcıların her zamanki problem çözme alışkanlıklarını kullanmak istediklerini görüyoruz. Bu durum problem çözme sürecinde hareketli kavram imajının kullanılması için bir engel olarak düşünülebilir. HKİ ile problem çözme alıştırmaları daha çok yapılması bu zorluğu ortadan kaldırabilir.

4.2.2.3. Zihinsel İşlemlerde Sürekliliği Sağlayamama

Katılımcıların HKİ ile PÇS'de yaptığı işlemleri sürekli gözlerinin önünde görmemesi/görememesi PÇS'deki sürekliliği kaybetmeye sebep olmuştur.

K1 yazmadığı için aradaki kopmalardan rahatsızdır. Sürekliliği sağlayamadığı için kâğıt kaleme ihtiyaç duyduğunu ifade etmiştir.

K1: Çok kopma oldu işte. Bir kere benim kafama o görüntüyü o imajı bir kere yazabilseydim. Mesela denseydi 1 ya da 2 kere yazma hakkın var. İstediğin yerde kullanabilirsin. Ama bir kere.

Ayrıca zihinden işlem yaparken "*Şimdi ne yapacaktım diye kâğıda bakıyorum, bir bakıyorum animasyon gitmiş."* diye düşündüğü anda ne yapacağını unutmasının sürekli başa dönmesine sebep olduğunu belirtmiştir.

K1: Unutuyorum yani aynı anda durmuyor güvensizlik değil. Durmuyor, unutuyorum nereye gelmişti hadi bir daha başa diyorum. Animasyonu hani burada pause alıp durduruyorsunuz ya onu yapamıyordum yani ben. Bunu yapamamak güvensizlikse eğer güvensizlik olabilir.

A: Yok hayır yani yaptığınız işleme güvensizlik mi diye sormuştum

K1: Yok yok hayır yani. Sigmakareto'yu alırken geldi tamam, bir daha döndüreyim tamam, hadi birde to y ekseni etrafında dönsün tamam orada emindim hareketlerimden. Şimdi ne yapacaktım diye kâğıda bakıyorum, bir bakıyorum animasyon gitmiş.

K2 "*Birde mesela koptuğum yerde başa dönmek zorladı."* diyerek sürekliliği sağlayamadığını ifade etmiştir. Buna sebep olarak da "*Ara süreçleri not etmediğim için mesela kalem olmadığı için arada kopuyordum ve başa dönüyordum"* diye not alamamayı göstermiştir. Emin olabilmek için kontrol sayısını artırmakta ve sürekli yaptığı tüm işlemleri baştan

almaktadır. Ama bir taraftan da bu kadar çok pratik yapmak kendinin hızlanmasına sebep olmuştur.

K2: Bunun güvensizliğinden dolayı da kontrol sayımı çok arttırdım. Diğer problem sorularında bir kere kontrol ediyorsam bunda 2-3 kere kontrol etmek durumunda kaldım. Birde ne yaptım. Bu kadar birde başa döndüm durmadan ama o da hızlandırdı. Son alıştırmalarda daha hızlı düşünebildim. Bir yandan pozitif etkisi oldu yani.

Aynı kopmalar K3'de de karşımıza çıkmaktadır. Yine emin olmama durumu katılımcı tarafından ifade edilmektedir.

K3: Kâğıt, kalem kullanarak ben düşündüğüm de her adımı yazacağım için daha rahat daha emin ilerlerdim. Dediğim gibi unutup tekrar başa dönmeler oluyordu. Özellikle aralar tamamen siliniyordu animasyona odaklanıldığında. Aradaki süreçler o dörtlü permütasyonlar siliniyor. Ondan dolayı bir zorluk oluyor. Ama öbür türlü belki hiç kontrol etme ihtiyacı bile hissetmeden, adım adım ama belki tamda ne yaptığımın farkında olmadan K1'in dediği gibi geometriyle ilişkisini hiç kuramadan direk cebirsel işlemle..

Bu tür bir çalışmaya alışık olmama katılımcıların yaptıklarından emin olamamasına neden olmuştur. Katılımcıların yaptığı işlemleri geriye dönüp kontrol edememesi sürekli başa dönmeyi gerektirmiştir ve problem çözmede süreyi artmıştır. Bu durumda beynin yorulması ile katılımcıların problem çözmeyi bırakmasına kadar ilerleyen bir sürece sebep olmuştur.

4.2.2.4. Uzun Çalışma Süresi (Beynin Yorulması)

4.2.2.4. ve 4.2.2.5. nolu kısımlarda açıklanacak zorluklar okuyucu tarafından benzer olarak düşünülebilir. Ancak bu iki kısımda farklı durumlar açıklanacaktır. Bu kısımda uzun süre HKİ ile çalışma sonucunda beynin yorulması, sonraki kısımda ise beynin kapasitesinin zorlanması ile beynin yorulması üzerinde durulacaktır.

Tablo 18'den görüldüğü gibi hareketli kavram imajı ile problem çözme sürecindeki ilk çalışmada; ilk alternatif üretme sürecinde katılımcıların ilk deneyimi olması dolayısı ile üretilen alternatif sayısının az olduğunu görüyoruz. İkinci alternatif üretme sürecinde katılımcıların ürettikleri alternatif sayısı artmıştır. İkinci alternatif üretme sürecinde yapılan işe alışan katılımcılar kendilerine özel yollarda geliştirerek pratik çözümler üretmişlerdir.

Son alternatif üretme sürecinde artık katılımcıların yorulduğunu ve pek fazla uğraş vermediklerini görüyoruz. Bu animasyonun süresi çalışma esnasında katılımcıların süre ile ilgili sıkıntılarını ifade etmesi üzerine uzatılmıştır. Sürenin uzatılmasından sonra katılımcılar yaklaşık 6 dakika daha alternatif üretme üzerinde çalışırlar. Ancak animasyonun süresinin uzun ya da kısa olması (üstelik animasyon, önceki çalışılan animasyonlarla aynı yollar izlenerek hazırlanmıştır- süre/renk gibi detaylar aynıdır) zihinden üretilen alternatifleri etkilemeyebileceği göz önüne alınırsa katılımcıların uzun süre zihinden animasyon üretmelerinin katılımcıları yorduğu bu yüzden de alternatif üretmekte zorluk çektikleri düşünülebilir. Örneğin K1 ve K2'nin aşağıdaki ifadeleri de bu düşünceyi destekler yöndedir.

K2: Aynı bir de sadece doksan derece sola döndürdüm ben. Ama hem içinde döndürme hem de simetri diye bir şey yapayım dedim bu sefer ben çıkamadım işin içinden boş verdim yani. Üç dört adım gittim bıraktım

K1: Aynen ben de yoruldum ben de.

K2: Çabucak çıkmadı diye bıraktım yani dört adım döndürdüm dört kere animasyon durdu durdu döndü baktım olmadı bıraktım.

A: Bugün yorulmuş olabilirsiniz tabi.

4.2.2.5. Zihinden Yapılan İş Miktarının Artması

Katılımcılar hareketli kavram imajı ile problem çözme çalışmalarının ilkinde animasyonun son halini görerek yeni animasyonlar üretiyorlardı. İkinci çalışmada (sekizinci görüşme) katılımcılardan animasyonun son halini sürekli görmeden bu çalışmayı yapmaları istenmiştir.

Aşağıdaki görüşme kayıtlarından da görülebileceği gibi, katılımcılar zorlandıklarını, animasyonun son halini görmeye ihtiyaç hissettiklerini ifade etmişlerdir. Bu durumun kendilerini zorladığını tekrar kontrol etme gereği duyduklarını belirtmişlerdir.

K2: Ya ben biraz zorlandım ama zorlayınca oluyor. Şeye çok ihtiyaç hissediyorum bugün. Son hali mesela hareketleri bir kere izleyince hepsini tek tek sırayla yazıyorum. …… Şimdi direk ne nedir hepsi beynimden geliyor. Ama rakamların en son nereye geldiği kafamda yapıp bir daha kontrol ediyorum. Gördükten sonra ikna oluyorum.

K3: Ben de en son halini görmek somut bir şeyin olmasını istiyorum.

A: Yani bir yere yazmak çizmek gibi mi?

K3-K2: Evet.

K2: K3'ün dediği gibi en son halini bir yazsak.

K1: Geçen hafta yazmıştık bu hafta yazmadık demi?

K3:Ondan belki de biraz.

K2: Geçen hafta yazmıştık demi.

K1: Geçen hafta yazmıştık şöyle geldi böyle geldi diye.

K3:O son haline ihtiyaç hissetim.

Katılımcılar animasyonun son halini görmedikleri için ezberlediklerini belirtmişlerdir.

K2: İşte bana o çok zor geldiği için ben son halini ezberliyorum

K3: Aynen

K1: Aynen bende

Alternatif üretilmesi istenen animasyonun son halini beyinlerinde tuttuklarını belirten katılımcılar, aynı anda alternatif animasyonlar üretmeye çalıştıklarını ifade etmişlerdir. Aşağıdaki görüşme kayıtlarından da görülebileceği gibi; her bir katılımcı her iki animasyonu beyinlerinde farklı şekilde tuttuğunu ifade etmiştir. Örneğin "*K1: Benimki farklı iki sayfa gibi"* derken, "*K2: Benim de yan yana değil ama ikisini bir arada düşünüyorum. Hemen arkasında gibi."* demiştir. K1 ve K2 hem soruya ilişkin hem de çözüme ilişkin animasyonları aynı anda beyinlerinde oluşturduklarını belirtmişlerdir. "*K3: Ben ilk hali hep kafamda duruyor en son halini de yana koyuyorum sanırım."* diyerek farklı bir durumu ifade etmiştir.

K2: Zihnimde oturtuyorum, zihnimdeki animasyona onun üstünde oynuyorum. Yanda değil yine o animasyonun üstünde oynuyorum. Öbürü iyice kopuyor çünkü yapamıyorum yani.

K3: Ben ilk hali hep kafamda duruyor en son halini de yana koyuyorum sanırım. Hep onu ona uydurmaya çalışıyorum çünkü ilkini döndürüyorum böyle.

K2: Hıı. İlkini de düşünüyorum böyle.

K1: Benimki farklı iki sayfa gibi yani bir onu düşünüyorum sonra öbür animasyonu okumaya çalışıyorum. Yan yana görmüyorum.

A: Yan yana görmüyoruz.

K2: Benim de yan yana değil ama ikisini bir arada düşünüyorum. Hemen arkasında gibi. Raf hemen arkasında gibi yani… Ama zemindeki gibi yan yana değil. İkisini yan yana göremiyorum yani ben de.

Yukardaki ifadelerden görüldüğü gibi; katılımcılar hem animasyonun son halini beyinlerinde tutarken hem de buna ilişkin alternatif üretmeye çalışmışlardır. Katılımcılar beyinlerini birinde sabit duran animasyonun son hali diğerinde üzerinde işlemler yapılan animasyonun bulunduğu iki ekran olarak kullanmışlardır. Katılımcıların alışık olduğu problem çözme sürecinde beyinde oluşan bu iki ekran yerine kâğıdın üzerinde sürekli görebildikleri, emin olmadıkları zaman dönüp bakabildikleri bir görüntü vardı. Beyin sadece çözüm üzerine odaklanmaktaydı. Burada ise beyin birçok işi aynı anda yapmaya çalışmaktadır. Bu durum katılımcıları çok yormuştur. Beyinde yapılan iş miktarının artması hareketli kavram imajı ile soru çözme sürecinde zorluk oluşturmuştur.

4.2.2.6. Odaklanamama

Hareketli kavram imajı ile yapılan problem çözme çalışmasının üçüncüsünde (sekizinci görüşme) katılımcıların aynı animasyonu birkaç kez farklı zamanlarda (her bir seferde katılımcıların izleme sayıları serbest bırakılmıştır) izlemelerine rağmen alternatif üretememişlerdir.

K1 bu duruma sebep olrak animasyon seyredildikten sonra odaklanmadığını belirtmiştir.

A: Biraz herhalde konsantre olmakla alakalı galiba.

K1: Evet evet kesinlikle onunla alakalı. Şimdi mesela şey olsaydı sadece birer kere döndürmeleri izleseydik belki…

A: Öyle mi yapsak hani bir konsantrasyon eksikliğimiz varsa başa dönüp hemen izletebilirim.

K1: Şöyle bir 4'e bakalım belki gelir yani.

Birkaç kez daha animasyon seyredilip alternatif üretme denemesi yapılır ancak katılımcılar verimli bir çalışma süreci geçirmezler. Sonuçta tüm katılımcılar odaklanamadıklarını belirtmişlerdir.

A: Konsantrasyon eksikliği var sanırım. Çok üst üste animasyon seyretmek falan mı bir sıkıntı yarattı.

K1: Bu dersi yapmaya başladığımızdan beri ilk defa olan bir şey yani. Geçen sefer böyle olmadı. Ondan önce de hareketli izlemiştik.

K2: Benimde olmadı

K3: Benim çok farklı gibi gelmedi ama şu an çok önemli bir noktayı gözden kaçırdığıma göre demek ki bende de var.

K1: Ben daralıyorum yani izleyemiyorum

A: Bugün demek ki yeterince konsantre olamıyoruz.

K1: Benim için öyle ben kendi adıma konuşayım

K3: Animasyonları izlemek için sanırım moral de önemli. Görebilmek için konsantre olmak da önemli.

4.2.2.7. PÇS'de Ön Çalışma Yapmamanın Etkisi

Hareketli kavram imajı ile yapılan problem çözme çalışmanın ikincisinde katılımcılar alternatif üretememenin sebeplerinden biri olarak beynin yapılacak çalışmaya hazır olmamasını göstermişlerdir. Yapılan çalışmada katılımcıların animasyonları zihinde görme ile ilgili herhangi bir sorunları yoktur. Alternatif üretmede sıkıntı yaşamaktadırlar.

Bu durumu çözmek için katılımcıların fikri alındığında K2 önceki çalışmada daha fazla ve farklı animasyon seyredildiğini bu çalışmada ise tek bir animasyon izlendiğini ifade etmiştir.

K2: Şöyle bir fikrim var geçen hafta 1 2 3. hatta 1. 2. 3. animasyonları ikişer üçer kez izleyip en az on kere animasyon izleyip bir şeyler yapmaya çalıştığımız için daha rahat olduğumu düşünüyorum ben. Şimdi mesela derse başladık 4'ü izledik. Hemen bir şey oluşturalım dedik. Mesela ben bir kere izledim sonra bir şey oluşturmaya çalıştım. Hiçbir şey olmadı. Doksan derece zoraki döndü.

Araştırmacının izleme sayısının katılımcılara bırakıldığını hatırlatması üzerine tek bir animasyonu zaten anladığını belirtmiştir.

A: İzleme sayısında sizi serbest bırakmıştık.

K2: Ama yani bir ihtiyacım yok ki. Birkaç kere daha izlesem... Bir kerede ne yapıldığını anlayabildim. Bir daha izlememin bir manası yok. Benim için sadece on kere de izlesem de o son görüntü hani döndü döndü nasıl döndü. Adapte olamadım. İki hareket var mesela burada. Ama

geçen sefer on, on beş, belki yirmi hareket hani tek tek sayarsak animasyonları izledikten sonra bir şeyler yapmaya çalıştığımız için bence biraz hazırlık ısınma turu yapmıştık.

K1 ise K2'nin "*Ama geçen sefer on, on beş, belki yirmi hareket hani tek tek sayarsak animasyonları izledikten sonra bir şeyler yapmaya çalıştığımız için bence biraz hazırlık ısınma turu yapmıştık."* ifadesinden sonra "*K1: Beyin için de lazım."* lazım diyerek K2'ye destek vermiştir.

K2 yine çok sayıda ve farklı animasyon izlemenin bu sorunu çözeceğini düşündüğünü ifade etmiştir.

K2: Bir kere izlediğimiz için, bende sayılar rahat hareket etmiyor hocam. Yani zihinde mesela 20 kere izlediğimizde y ekseni etrafında döndüğünde işte ne yapıyordu mesela o 4'le 2'nin yeri hani y=x'e göre çevirdiğimize göre mesela, 4'le 2 daha rahat hareket ediyordu. Ama şimdi böyle tutup zoraki çekiyorum sanki sayıyı oradan. Dönmede hiçbir sorun yok. Fırfır dönüyor yani her türlü ama o sayıyı tutup getiremiyorum. Çok zor geliyor yani.

Bu çalışmadan edinilen izlenim üzerine temel animasyonlar ve üzerinde çalışılmış olan animasyonlar her gün seyretmeleri için katılımcılara verilmiştir. Her gün animasyonları seyreden katılımcılar bir hafta sonra bu uygulamanın kendileri için faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

K1 her gün animasyonları seyretmenin kendi için aşinalık oluşturduğunu ve konsantre olmasında yardımcı olduğunu belirtmiştir.

A: Geçen hafta verdiğim bu şeyleri seyredecektik herhalde seyrettin. Birkaç soru sorayım bu çalışmada.

K1: Benim daha iyi anlamama yardımcı oldu. Daha önce baktığımda ne oluyor burada diyordum. Geçen hafta ilk zaman baktığımda ama şimdi daha aşinalığım var. Çünkü aynı animasyonları iki kere görmüş oldum.3 kere hatta 4 kere. Etkisi oldu yani. Daha çok kontsantre oldum. Dersin başlangıcına daha iyi konsantre oldum. Öyle düşünüyorum.

K2 ise hemen adapte olabildiğini ifade etmiştir.

A: Önce şundan başlayalım geçen hafta demiştik ya hani seyredelim. Bu seyretme buradaki problem çözmeyi etkiledi mi etkilemedi mi ben bunu öğrenmek istiyorum. Bir hız kazandırdı mı?

K2: Ben etkiledi hocam en azından geçen haftaki o şeylik olmadı bende. O hamlık olmadı yani. Hemen adapte olabildim. Hani siz burada son bir kez daha gösterdiniz ya birde onu görüp. Ben etkilediğini düşünüyorum. Geçen hafta çok sıkıntı çekmiştim çünkü.

A: Her gün izleyebildin mi?

K2: İzledim her gün izledim.

A: Yani etkisi oldu.

K2: Etkisi oldu hocam bence.

K3 ise kendi için faydalı olduğunu belirtmiştir.

K3: Bende animasyonları ilk seyretmeye başladığım zaman birkaç aksama olsa da faydasının olduğunu düşünüyorum.

HKİ ile problem çözme katılımcıların daha önceden eğitim hayatlarında karşılaşmadıkları bir durumdur. Üstelik yapılan çalışmanın doğası gereği sürekli beynin aktif olması gerekmektedir. Birden bire beynin daha önceden hiç aşina olmadığı bir çalışma biçimi ile çalışmasının beklenmesi katılımcılarda zorlanma yaşatmıştır. HKİ ile PÇS'de beynin bu çalışmaya hazırlanabilmesi için çalışmaya başlamadan önce, farklı ve çok sayıda animasyon izlemeleri gerektiği ortaya çıkmıştır. HKİ ile yapılacak problem çözümlerinin sağlıklı olabilmesi için öncelikle daha basit işlemlerle başlanılması daha uygun olabilecektir. Beynin bu şekilde çalışmaya alışmasından sonra belki de ön çalışma yapmaya gerek kalmayabilecektir.

4.2.2. nolu alt başlığın genel özeti: Bu alt başlıkta hareketli kavram imajı ile problem çözme sürecinde katılımcıları zorlayan durumlar incelenmiştir.

Animasyonun karmaşıklığı, PÇS ile ilgili eski alışkanlıklara bağımlılık, zihinsel işlemlerde sürekliliği sağlayamama, uzun çalışma süresi (beynin yorulması), zihinden yapılan iş miktarının artması, odaklanamama, PÇS'de ön çalışma yapmama HKİ ile problem çözerken katılımcıları olumsuz olarak etkilemiştir. HKİ ile problem çözme çalışmaları yapılırken bu durumlara dikkat edilmesi problem çözmeyi kolaylaştırabilir.

4.3. Katılımcıların Hareketli Kavram İmajını Kendi Yaşantılarında Kullanmaları ile İlgili Görüşleri

Bu alt başlıkta, katılımcıların hareketli kavram imajını kendi yaşantılarında kullanmaları ile ilgili görüşleri paylaşılacaktır. Bu kısımda eksensel kodlama yapılamadığı için katılımcı görüşleri görüşme sırasına göre sunulacak ve sonuçta kısa bir özet paylaşılacaktır.

Yedinci görüşme: Katılımcıların HKİ fikrine alışıp alışmadığının ve üzerindeki etkilerinin ne olduğunu ortaya çıkarmak maksadıyla, HKİ ile problem çözme çalışmaları esnasında çalışmanın başlangıcından o güne kadar ki yaşantılarında herhangi bir değişiklik olup olmadığı günlük hayatta ya da derslerinde zihinde canlandırma ile ilgili şeyler yapılıp yapılmadığı soruldu.

K1 hareketli kavram imajı ile ilgili özellikle düşünmediğini o an orada konuşulduğunda aklına geldiğini belirtmiştir.

K1: Benim bilinçli olarak yaptığım bir şey yok. Ama mesela sen dedin ya şey gördüm ben mesela Beyazıt'ın yerine koyup kendimi ama mesela hiç siz sormasanız K2 söylemese hiç diyeceğim. Orada düşünüyorum koyunlar geçiyor işte çocuklar geçiyor. Koyunun bacağı geçiyor onun bacağı zaten farklı……belki direk soru çözmeye başlasam aklıma gelmese şu x bu y diye çözmeye başlardım bir mantıksızlık olduğu kafanda canlandırıp söyleyebiliyorsun yani böyle şeyler yapıyoruzdur da kasten animasyon canlandırıp, yapmadım açıkçası.

K2 bir arkadaşının tez çalışmasına yardımcı olmak amacı ile baktığı sorularda canlandırma kullandığını ama toplama ile ilgili hala çekinceleri olduğunu belirtmiştir.

K2: Ben de şey oluyor yine aynı şeye döneceğim ama. X'in sorularını mesela cevaplamaya çalışmıştım. X teziyle ilgili sorular verdi bize mesela Bir soruda özellikle ben mesela kafamdan atmasyon değil de canlandırma sanırım birazcık, ama o canlandırma bilgisayar ortamında hani bu dersin vermiş olduğu şeyle……Bunu yalnız köy ortamında hayal edip ben mesela o köylülerle insanları hareketli yapmaya çalıştım ve şunu fark ettim o hareketli şeyi yapmaya çalıştığımda şunu düşündüm mesela bir koyunun üzerinde bir insan da olabilir ama nerden bilecek sadece koyunun bacağını görecek gibi şeyler filan düşünmeye başladım. Eğer bu uyarlamaysa böyle biraz da cebirsel problem sorularında yapabiliyorum yani. Bazen o toplama çok aklıma geliyor o topların bir araya gidişi falan nasıl olabilir diye bazen düşünüyorum. Benim aklıma gelen şey hep o 3'le 5 oluyor da 357'le 248 gibi mesela atıyorum nasıl olur ki yapılabilir mi ki diye düşünüyorum öyle.

K3 ise tamamen günlük hayatta (matematiksel olarak değil) kullandığını belirtmiştir. Hareketli kavram imajları ile çalışma yapılması sonucunda bunun günlük hayata aktarılabildiğini görmekteyiz.

K3: Benim de aklıma şey geldi geçen hafta da bahsetmiştim. Odadaki eşyaları yerleştirirken böyle bir şey kullanabiliriz. Kare bir sehpam var. Bir köşesi de kırık. Onu da misafirlerin görmesini istemiyorum işte şu köşede diyelim o kırık taraf. Bize bakıyor o köşeye

getirmek için kaç kere döndürürüz basit bir şey ama böyle bir şey geldi aklıma dersten çıktıktan sonra hatta.

Her ne kadar K1 sorunun sorulduğu anda kafasında bir şeyler oluştursa da; katılımcıların görüşmelerin ortasında hareketli kavram imajlarını farklı farklı şekillerde günlük hayatlarında kullanmaya çaba sarf ettikleri, hareketli imaj fikrine alıştıkları gözlenmiştir.

Sürece ilişkin değerlendirmelerin yapıldığı son iki genel görüşmede de katılımcıların hareketli kavram imajı fikrini benimsedikleri ve günlük hayatlarında kullandıkları belirlenmiştir. Katılımcıların deneyimleri aşağıda aktarılacaktır.

Birinci genel görüşme: Katılımcılara bu görüşmede HKİ ile ilgili günlük hayatta kendilerinin yaşadığı bir deneyim olup olmadığı sorulmuştur. Bu soruya ilişkin katılımcı ifadeleri aşağıdadır.

K1'in görüşleri: K1 yapılan ilk genel görüşmede ders anlatırken yaşadıklarını aktarmıştır. Oluşturduğu kendi hareketli animasyonunu anlatırken bir kameradan bahsetmekte ve kamera ile çeşitli açılardan bakabildiğini anlatmaktadır. Daha önce böyle bir şey deneyimlemediğini ifade etmiştir.

K1: Mesela şimdi analiz dersine giriyorum. Mesela analiz dersinde şeyi anlattık iki katlı çok katlı integralleri anlattık. İki katlı integralleri anlatırken hani konuya bakıyorum işte hani nedir olay. Tabanda oluşabilecek en küçük dikdörtgenleri oluşturuyorsunuz. Hani size göre olabilecek en küçük dikdörtgenleri işte o dikdörtgenlerin fonksiyonda olan görüntüsüne baktığım zaman ben işte o yüzeyle o taban arasında o işte nerdeyse o tanım kümemiz arasında kalan hacmi buluyorsunuz. Ve ben bunu öğrencilere anlatırken şeyi görebiliyorum yani o birim kareyi görebiliyorum üç boyutlu ve sonra bir kamera var mesela o kamera birden bire böyle çıkıyor yukarı doğru ve o fonksiyonun görüntüsü oluyor. O mesela hani oluşan prizmanın hacminin böyle yan yana küçük prizmalarla şeyin yüzeyin altını kapatabildiğini görüyorum yani.

A: Bu daha öncede var mıydı?

K1: Bilmiyorum. Yani ben lisanstayken hiç böyle düşünmemiştim yani yoktu böyle bir şey.

K2'nin görüşleri: K2 ilk genel görüşmede kendi hareketli kavram imajını oluşturabildiğini ancak kavramı doğru bir şekilde oluşturup oluşturamadığından emin olmadığını ifade etmiştir.

K2: Mesela değişik bir animasyon hazırladım. İşte mesela küme düşünüyorum yine elips sarı renkli falan böyle. Hani vektör uzayı kuruyorum ya veya hani alt vektör uzayı bir vektör uzayında ki alt vektör uzayı hani orda mesela çok fazla hareketli bir şey yapmaya çalışmıyorum.

Çünkü mesela onu yapabileceğime inanmıyorum. Yani o nasıl diyeyim o yeterlilikte olacağım düşünmüyorum o yüzdende düşünüp atıyorum yani ilerde olurda yani ben vektör uzayıyla ilgili alt vektör uzayıyla.

K3'ün görüşleri: K3 bu görüşmede HKİ'yi kullanmanın her zaman gerekli olmadığını belirtmiştir.

K3: Yani çok da her zaman gerekli olduğuna inanmıyorum. Yani gerek yok hani gibi geliyor. Yeni karşılaşılacak bir tanımsa ve daha önce ben onunla bir şeyler yapacaksam hani başka yerlere aktarabileceksem, hani başka yerlerde uygulayabileceksem çok hoş olur hani güzel olacağını düşünüyorum. Ama her zaman olmak zorunda değil. Bu yeni hareketli imge oluşturabildiniz mi sorusuna da mesela geçenlerde şey oldu. Kuzenim çarpım tablosu 2. Sınıfta çarpım tablosunu öğrenmeye çalışıyor. Sonra birden düşündüm. Ben bunu nasıl bir animasyon yapardım diye düşündüm. Birden şey geldi aklıma işte 2x10 luk bir yumurta kolisi bu mesela 2 lerin çarpım tablosunu bununla öğretebiliriz. Boş koli önce. İki tane yumurta el ele tutup geliyorlar işte. 2 kere 1 2 Sonra 2 tane daha geliyor 4 tane geliyor. 2 kere 2 4. İşte bu 9 larda nasıl olur. Bir portakal hem de böyle meyvelerle şeylerle gösterilen portakal ne derler ona sandığı olabilir mesela. 9 a 10 luk bir şekilde. Öyle bir animasyon geldi mesela aklıma hani. Basit ama.

İkinci genel görüşme: Bu görüşmede de katılımcılardan aradan geçen süre zarfında kendi hayatlarında HKİ kullanıp kullanmadıkları tekrar soruldu. Katılımcı ifadeleri aşağıda sunulmaktadır.

K1'in görüşleri: K1 ile yapılan ilk genel görüşmede kendi oluşturduğu hareketli kavram imajlarını öğrencileri ile paylaşması hususunda anlaşılmıştı. K1'in ikinci genel görüşmede verilen aradan sonra birden çok kavram için hareketli imaj oluşturduğu ve kendi oluşturduğu hareketli imajları kendi oluşturduğu şekilde öğrencilere aktardığını görüyoruz (okuyucunun fikir sahibi olması için katılımcının görüşleri aynen aktarılmıştır).

A: Bazı şeyler konuşmuştuk mesela prizmalar oluşturuyorum diyordun. Üç katlı integrallerde falan.

K1: Hıhı evet.

A: Bunu bir düşünecektin. Öğrencilerle paylaşabilir misin ona bakacaktın. Birde kutupsal koordinatlar işleyeceğiz orada deneyeyim demiştin.

K1: Evet

A: Bunları yapabildin mi acaba?

K1: Kutupsal koordinatlarda şey oluyormuş mesela dönüyor mesela bir kutupsal eksen koyuyorum. O mesela bir yerde daha oldu son anlattığım konuda bir yerde daha oldu. Mesela kutupsal koordinatlarda ben bu gördüğüm şeyi çocuklara anlatmaya çalışıyorum. Hayal edin diyorum şimdi bak görün diyorum mesela bir zemin var diyorum hani iki katlı veya üç katlı integrali düşünecek olursak hayal edin işte diyorum mesela yerde bir tane tanım kümemiz var bir kare düşünün diyorum yerde ama mesela rengini falan tanımlamıyorum mesela rengi kırmızı olsun demiyorum. Belki kırmızı olsun demek onların canlandırabilmesi için çok daha etkili olabilir. Yukarıda diyorum bir yüzey var böyle giden bir yüzey mesela ne bileyim çarşaf gibi bir yüzey düşünün diyorum hani çok düzgün olmayan kırışık olan diyorum. Bu yüzeyde diyorum işte bu tabandaki kareyle işte yukarıdaki yüzey arasında böyle küçük küçük mesela şey diyorum hani tabanlarını kendimize göre ayarlayabileceğimiz oldukça büyük yada oldukça küçük prizmalar oluşturabiliriz diyorum. Yani bunu anlatıyorum bu şekilde böyle bir şey yapıyorum yani canlandırın diyorum. Yine onu yaptım yani şeyde de yaptım. Mesela kutupsal koordinatlarda az yaptım…..(buradaki bazı konuşmalarda farklı kişilerden bahsedildiği için teze aktarılamayacaktır.)

K1: Zor oldu. Ama şey diyordum yani mesela hani kutupsal koordinatı düşünün diyordum. İşte şurada yelpaze gibi bir şey olsun. Hani yelpazeyi açtıkça siz ne yapıyorsunuz o alanı tarıyorsunuz. Tabi yarıçap uzunluğunda ya da açıyla tarıyorsunuz şeklinde anlatmaya çalışıyordum. Onun dışında en sonra dün Perşembe günü en son eğrisel integralleri anlattım. Eğrisel integrallerde benim yapılanmam şöyle. Şimdi tanım kümesi eğri olan daha doğrusu bir eğri üzerinde integrali tanımlıyoruz. Yani sonuçta bir eğri var nedir bu eğri? İşte atıyorum şu köşeden başlar böyle kıvrıla kıvrıla kıvrıla şuraya kadar gider. Bu eğri üzerindeki integrali almaya çalışıyorum. Ama daha önce ne yapıyordum? Bir doğru üzerinde bir doğru parçası üzerinde integrali almaya çalışıyordum. Yani genel matematikteki tek katlı integrali düşünürsek. Şimdi ben o doğru üzerinde integral aldığım zaman yukarıdaki o eğriyi hayal ederim evvela bu doğruyla bu eğri arasındaki alan duvar gibi dümdüz pürüzsüz. Hiç bir şekilde çıkıntısı yok ama eğrisel integralde olduğu zaman mesela buradan başladık. Eğri üzerinde dönüyorum mesela perdenin kıvrımlı olduğunu düşünürsek şöyle veya şu akordeon kapılar var ya.

A: Hıhı

K1: Mesela onun tavana değdiği yer benim için bir eğri. Ve işte o tabandan da geçen bir hani yukarda bir eğri bir fonksiyon olduğunu düşünürsen bu eğriyle o fonksiyon arasında kalan taradığım bölge oluyor yani eğrisel integralde. Mesela bu şekilde anlatmaya çalıştım ben çocuklara bunu yine hayal edin dedim

A: Çocukların tepkisi nasıl oluyor.

K1: Düşünüyorlar hani hocam anladık falan diyorlar. Şimdi daha iyi oldu diyorlar. Yani hani sınıf seksen kişi olduğu için çok fazla böyle birebir konuşamıyorum açıkçası. Yani daha iyi anladıklarını düşünüyorlar yani öyle söylüyorlar bana. Bilmiyorum aslında birde onlarla görüşmek lazım ben bunları anlatınca onlar nasıl anlıyor diye. Yani aslında olmazsa görüşülebilir yani öğrencilerle. Nasıl olduğunu. Yani hani üç boyutlu daha doğrusu canlı bir şekilde düşünmeleri için ben uğraşıyorum yani. Ben bu şekilde algılıyorum onlarında bu şekilde algılamaları için…

K1 kavram imajlarını hareketlendirmenin kendisi için faydalı olduğunu ve sadece dizi kavramı için hareketli animasyon olabileceğini düşünürken geçirdiği süreçten sonra "*Mesela o işte analizin ilk konusuydu. Hani ben ilk konusundan itibaren bir görselleştirmeye hani kendimce bir anlamlandırmaya falan çalışmışım."* diyerek diğer konular içinde hareketli imaj oluşturabileceğini düşünmektedir.

A: Böyle yapmak sana ne kazandırıyor?

K1: Çok daha kalıcı oluyor mesela ben bir dönem diferansiyel denklemlere girdim. Diferansiyel denklemlerde bir soru geldiği zaman bir kavram geldiği zaman hiçbir şey söyleyemem. Budan eminim yani kitabı karıştırırsam. O cebirsel ifadeleri görürsem olabilir. Ama hani şimdi şeyi düşünüyorum ben mesela analizin uygulamasına girdiğim andan beri zaten ilk ders yazdığımızda şeydi hani ben diyordum ya hani benim için bir tek dizi hareketli üç boyutlu bir animasyon oluyor diyordum.

A: Sayılar toparlanıyor falan.

K1: Sayılar toparlanıyor falan demiştim evet. Mesela o işte analizin ilk konusuydu. Hani ben ilk konusundan itibaren bir görselleştirmeye hani kendimce bir anlamlandırmaya falan çalışmışım. Hani bir fotoğrafını çekmeye çalışmışım. Diye düşünüyorum. Ama belki de şeydir hani diferansiyel denklemler hani çok böyle işlem ağırlıklı bir konu olduğu için yani hani o yüzden de onu canlandırmada çok fazla kendimi zorlamadığım ya da bir anlam yüklemeye çalışmadığımı düşünebiliriz yani.

K1, anlattığı ders sonucunda; "*o genel matematikteki o fonksiyonların ya da şu limitin türevin tanımla ilgili çok daha rahat bir biçimde görüyorum yani."* ifadesi ile zorlandığı limit, türev tanımı ile ilgili animasyonların ders anlatımı süresinde kendisi için faydalı olduğunu ifade etmiştir.

K1: Ama şey şimdi bir şey daha söyleyeyim. Analiz dersine girdim ya ben. Bu analiz dersi hani sonuçta iki değişkenli üç değişkenli fonksiyonlarla uğraşıyor. Bu iki ve üç değişkenli fonksiyonlarla uğraşırken şimdi artık o genel matematikteki o fonksiyonların ya da şu limitin

türevin tanımla ilgili çok daha rahat bir biçimde görüyorum yani. Hani beni çok zorladı analiz. Ama bu zorlama benim genel matematikteki kavramları da oturtmaya yardımcı oldu bir yerde.

K1 hareketlendirebildiği kavram imajlarının kendisi için kalıcı olduğunu kavrama ait tanımı tam olarak hatırlamasa da gerektiğinde kavramın ne demek olduğunu açıklamada yardımcı olacağından oldukça emin olduğunu belirtmiştir.

A: Kendi kendine görselleştirmeye başlayınca zihninde düşünüce veya belli bir animasyon yapınca zihninde daha rahat ettiğini düşünüyorsun.

K1: Evet, yani birisi bana şimdi dese ki hadi bana üç katlı integrali anlat dese çok şey yapamam hani Rieamann toplamlarını göz önünü alarak bir şeyler yazabilirim. Ama o yazdığım şeyin tam olarak benden istenen tanım olacağından emin olamam. Belki hani bir yorum yapmaya çalışırım ama daha doğrusu şöyle diyeyim. Eksiksiz tanım veremeyebilirim.

A: Hıhı

K1: Anlatabildim mi hani şey olarak cebirsel olarak.

A: Yani cebirsel değil formal tanımla.

K1: Formal tanım hah. Çok böyle şey olmayabilir benim için ben yazarım ama.

A: Düzgün ifade edemeyebilirim.

K1: Hah düzgün ifade edemeyebilirim. Ama o gördüğüm hani o gördüğüm o giriyordu ya içine karelerden yukarı çıkarak prizma falan yapıyordum ya o gördüğüm şekle dayanarak kendim formal bir şeyler yazabilirim.

A: Ama şey olarak daha rahat tarif edebilirsin herhalde.

K1: Daha rahat evet yani kavramın ne demek olduğunu daha doğrusu anlam olarak ne anlama geldiğini çok rahat anlatabilirim. Yani bundan acayip eminim yani.

K1'in hareketli kavram imajı ile çalışma sürecinde olumlu olarak etkilendiğini ve kendi hayatında da bunu uyguladığını görmekteyiz.

K2'nin görüşleri: K2 ikinci genel görüşmede animasyon olmasa bile hareketlendirdiğini düşündüğü kavramları öğrencilere daha iyi aktarabildiğini ve bu tür hareketlendirmenin ders anlatımı esnasında da kendisine çok yardımcı olduğunu belirtmiştir.

A: Peki, bu geçen süre içerisinde senin kendi üzerinde çalıştığın konularla veya girdiğin derslerle alakalı herhangi bir zihinde canlandırma bir animasyon oluşturdun mu?

K2: Mesela lineer cebirde yaptım. En çok ta onda yaptım. Mesela neyi yaptım. Bu koordinat dönüşümlerini yaptım. Yani oradaki koordinat dönüşümlerindeki alınan mesela bir baz

vektörü var elimizde farklı bir baz vektörler sayesinde farklı bir koordinat sistemine geçeceğiz oradan oraya geçişte mesela üç boyutlu eksenlerin hepsi hareketliydi bende. Ve öğrencilere de çok kolay anlattım. O yüzden

A: Hımmm

K2: Hatta onu tahtada daha rahat çizebildim yani. Hani normalde üç boyutlu çizmek daha zordur. Ama ben neyi düşündüğümü daha iyi verebildim öğrencilere. Yine aynı şekilde bu koordinat dönüşümlerinde olmuştu. Lineer cebir de çok oluyordu. Açıkçası daha çok

A: Daha çok lineerde cebir dersine mi giriyorsun.

K2: Evet yani çünkü geometride ..yoo geometri, diferansiyel geometriye birde lineer cebire giriyorum uygulamada. Geometride zaten var böyle şeyleri zaten görüyoruz ya. Ama lineer cebirde cebir yani hiç bir şey yok. Ve bir geometrik vektör uzayıyla uğraşıyorsunuz. Vektörlerle uğraşıyoruz. Mutlaka bir geometrik anlamı var. Mutlaka bir şekilde taşınması gerekiyor. Ama kitapta mesela hiç yok hani onu daha çok yaptım belki de olmadığı için ihtiyaç hissettim.

K2'nin ifadelerinden doğru olduğunu düşündüğü kavramlar ile ilgili bir hareketlendirme yaptığını görmekteyiz.

A: Yani bir geometrik şekil ürettikten sonra bunun doğru olup olmadığını ilgili hocayla falan konuştun mu hiç?

K2: Konuşmadım hayır.

A: Peki, doğru olduğunu

K2: Yani ben doğru olduğunu düşünüyorum anlatılandan. Yani hani nasıl diyeyim yani çok zor değildi açıkçası koordinat dönüşümleri konusu. Hani koordinat dönüşüm falan bunlar zor kavramlar değil. Sadece ben daha önce görsel olarak hiç hayal etmemiştim. Hiç bağdaştıramazdım yani bir vektörün. İşte hani üçlü şekilde yazılmasında hani bunun bir nokta veya bir vektör belirtmesini uzayda hiç anlamazdım. Ama bu şimdi daha rahat anlayabiliyorum yani neye vektör dediğimi daha rahat anlayabiliyorum.

K2 kendi için hareketli imaj oluşturmanın yanında oluşturduğu hareketli imajları öğrencileri ile paylaşmaya başladığını görmekteyiz.

A: Peki, bu animasyonları yani hareketlendirmeyi falan çocuklarla paylaştın mı? Mesela ben şöyle yaptım diyerek.

K2: Evet paylaştım.

A: Ne diyorlar?

K2: Hoşlarına gitti. Derste dinleyen öğrenciler özellikle x y z eksenlerinden veya o eğriyi anlatırken paylaştım hatta parmağımla böyle eğri çizdim. Gülenler falan oldu hoşlarına gitti yani ben açıkçası onların daha iyi akıllarında kaldığını düşünüyorum. O hareketimi unutmuyorlar. Veya bir parametre değişiminin alfanın içine o eğrinin içine koydukları parametrenin işte eğrinin yörüngesiyle doğrultusuyla hızıyla alakalı olduğunu söyledim. Bir böyle giderken doğal yay parametresi böyle demiştim diğeri böyle gider demiştim mesela.

A: Hıhı

K2: Orada da bir hareket yaptım kafamdan ama farklı bir kavram gerçi. O mesela unutmamışlardı geçen sınavdan önce de konuşmuştuk onu mesela hatırlıyorlardı yani hiç şey yapmadılar. Neyin ne olduğu akıllarında daha iyi kalır yani.

K2 kavramları hareketlendirmeye ihtiyaç hissettiğini, hareketlendirmenin kendisi için kavramları daha iyi anlamasında yardımcı olduğunu ve hatırlayamadığı formülleri hareketlendirmesi sonucunda daha kolay ifade edebildiğini belirtmiştir (okuyucunun fikir sahibi olması için katılımcının görüşleri aynen aktarılmıştır).

A: Yani bu çalışmalardan sonra böyle bir ihtiyaç mı hissettin?

K2: İhtiyaç hissettim.

A: Yoksa nasıl oldu?

K2: Yani hem ihtiyaç hissettim hem de böyle yaptığım zaman daha iyi anladığımı fark ettim. Yani mesela ben kurdum ya o yapıyı onunla ilgili mesela koordinat dönüşümleriyle ilgili bir problemle karşılaştığım zaman mesela bir problemde olabilir. Bir öğrencinin sorusu da olabilir. Daha rahat yapabildim. Yani onu kullandığım için daha rahat ettim. Yine diferansiyel geometride yay uzunluğu, teğet vektörün mesela eğrinin üzerindeki uzunlukların toplamı gibi düşündüm. İşte onları toplarsam dedim hani o yüzden ben eğrinin türevinin normunu alıyorum. Onun hani eğriyi kafamda o teğet vektörünü böyle hareket ederken düşündüm. Yani daha iyi özümsedim yani o formülü geçen sene hani difgeodan yazın sorsaydı öğrenci ben hatırlamayabilirdim. O yay uzunluğu formülünü ama şimdi o formülün kavram olarak yay uzunluğunun nereden geldiğini biliyorum. O teğet vektörleri topladığımı hiç unutmuyorum o yüzden. O eğri hani o eğrinin üzerinde küçük küçük teğetler ilerliyor kafamda onları topluyorum. İntegralı alıyorum yani kafamda.

A: Yani kendi kendine.

K2: Evet, kendi kendime yaptım. Tamamen. Yoksa bir yerde görmedim zaten yoktur da herhalde. Bireysel. Biraz eksiklikleri vardır. Mutlaka vardır. Mutlaka şeylikleri vardır. Belki matematiksel değildir. Ama benim işimi görüyor yani öyle diyeyim yani daha iyi görüyor daha doğrusu.

A: Yani en azından senin konuya daha iyi hâkim olmanı mı?

K2: Kesinlikle daha hâkim olmamı sağlıyor. Evet……Unutmayı engelliyor. Yani ben onu özümsediğim zaman onu öyle anlamlandırdığımda kendim sonuçta hani kitap ne derse hoca ne derse desin ben ne biliyorsam o dur.

K2'nin geçen süreçte kavramı yanlış anlamaktan doğan çekincelerini bir kenara bırakıp tam anladığını düşündüğü kavramlar için animasyonlar yaptığını belirtmiştir.

A: Daha önce konuştuğumuzda demiştim ya kendiniz bir animasyon yapar mısınız? Bazı çekinceleriniz vardı yanlış hatırlamıyorsam?

K2: Kavramı doğru anlayıp anlamadığıma.

A: Evet.

K2: Hani çok fazla hani şimdi de diyorum hani tamamen doğru değildir. Hani doğru olduğunu ben iddia etmiyorum ama şimdi açıkçası daha rahatım yani o konuda önceden daha çok korkuyordum hani acaba doğru animasyon yapar mıyım diye ama şimdi

A: Daha mı güven geldi?

K2: Daha güven geldi bir de tam anladığım şeye animasyon yapıyorum. Hani anlamadığım bir şeyi mesela çokta fazla açıkçası tanımıyorsam eğer o zaten şey olmuyor. Ben hani animasyonu yaparken işte koordinattı bununla ilgili animasyon yapayım. Daha iyi anlayayım diye başlamıyorum. Konuyu anlıyorum özümsüyorum. Bunun diyorum böyle çok daha güzel olur diyorum anladıktan sonra. Yerleştiriyorum.

A: Hıhı.

K2: Çok iyi anladıktan sonra yapıyorum.

Süreç sonunda hareketli kavram imajları ile çalışmanın K2 üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ve günlük hayatında da hareketli kavram imajlarını kullandığını görmekteyiz.

K3'ün görüşleri: İkinci genel görüşmede K3'ün kavramları hareketlendirmediğini görmekteyiz. Ancak K3 gerekli olduğunu düşündüğünde hareketli kavram imajını hatırladığını belirtmiştir.

A: Anladım. Peki, bir şey daha merak ediyorum. Hani belli bir şeyleri, kavramları animasyon halinde, hareket halinde görmeye alıştık. Bu görüşmediğimiz süreç içerisinde senin ben bunu kendimce hareketlendirdim dediğin bir şey oldu mu? Veyahut da şu konuyu hareketlendirebilirim diye düşündüğün bir şey oldu mu? Buna ihtiyaç hissettin mi? Ya da hareketlendirsem nasıl olur diye hiç düşündüğün oldu mu?

K3: Sanki bir şeyler oldu ama şu an hatırlayamıyorum ne demiştim. Derste K1 ilemi konuşmuştuk. Bir eğitim dersinde bir şey olmuştu da bak bu animated olsa ne güzel olurdu gibi bir şeyler konuştuk. Gibi hatırlıyorum ama konu neydi şu an hani sadece olsa iyi olurdu deyip herhalde o an ders içinde olduğumuzdan öyle bir çabaya,

A: Girmediniz.

K3: Girmedim.

A: Kendi kendine hiç düşündün mü, düşünmedin herhalde anladığım kadarıyla yani şu konuyu hani hareketlendirebilir miyim gibisinden.

K3: Düşünmedim.

A: Hiç ihtiyaç hissetmedin yani.

K3: Ya farkında olmadan belki animated yapma oluyor mu acaba. Farkında olmadan yapmışımdır belki de.

K3'ünde ihtiyaç hissettiğinde kavramları hareketlendirebildiğini görüyoruz.

A: Farkında olarak?

K3: Farkında olarak bir dakika geometride oluyor ya. Geometri alıyorum ya ben bu dönem. Geometride oluyor hocam.

A: Ne yaptın? Hatırlıyor musun?

K3: Dönme yapıyoruz mesela. Bugün yine sabahleyin yaptım ben bunu zihnimde fark etmeden.

A: Öyle mi?

K3: Mesela işte Euler açıları ile dönmeler uyguluyoruz. Önce z- ekseni etrafında. İşte mesela tek kanatlı hiperboloit vardı y- eksenli. Derste hocanın da biraz şeyiyle hani bu ne hangi eksende kaç derece dönüyor. İşte x- ekseni etrafında 90 derece dönecek dendi ve ben onu kafamda döndürdüm. Hani onu yaptım mesela ya bugün yaptım.

A: Döndürdün.

K3 geometrik kavramlarla hareketlendirme yapmayı olağan görmektedir. Bu yüzden hareketli kavram imajlarını kullandığının farkında değil gibi gözükmektedir.

K3: Döndürdüm. Ya geometri olmasından dolayı hani onu ekstra bir şey görmedim ama şu an şey yapınca aklıma geldi.

A: Anladım.

K3: Yani dönmelerde ben kullandım.

A: Kullandın. İşine yaradığını düşünüyor musun?

K3: Evet. Daha önce de yapmaya çalışıyordum ama sanki daha rahat yaptım gibi geliyor. ……Yani o herhalde o kareleri falan çevirmekten yani farkında olmadan yerleşmiş. Daha rahat çevirebiliyorum mesela. Dönmeleri, ötelemeleri falan evet yapıyorum.

K3'ün önceki ifadelerinden anlaşıldığı gibi hareketli kavram imajının kullanılmasına diğer katılımcılara göre daha uzak durmaktadır. Diğer katılımcılar gibi aktif olarak öğrencilerle etkileşimde olmadığından diğer katılımcılara göre günlük hayatında daha az hareketli kavram kullandığını söyleyebiliriz.

Katılımcıların kendi ifadeleri ile iyi bildikleri kavramlara ait hareketli kavram imajı oluşturduklarını, bunu hem kendilerinin kavramı daha iyi anlama adına yaptıklarını hem de kendi hayatlarında kullandıklarını görmekteyiz. Yine katılımcıları endişelendiren nokta kavramı doğru olarak bilip bilmeme noktasındadır. Ayrıca hareketli imajlar formüllerin hatırlanmasında faydalı olmaktadır. Katılımcıların (K1 ve K2) hareketli kavram imajlarını öğrencileri ile paylaşması ise hareketli kavram imajları ile çalışma sürecinden olumlu olarak etkilendiklerini düşündürtmektedir. Bunun da katılımcılar için kavram imajları ile farklı bir bakış açısı oluşturduğu söylenebilir.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu araştırmada matematik eğitiminde hareketli kavram imajları incelenmiştir. Araştırmanın katılımcıları Amaçlı örnekleme yöntemlerinden "kolay ulaşılabilir durum örneklemesi (convenience sampling)" (Yıldırım ve Şimşek, 2005, s.113) yolu ile belirlenmiş ve gönüllük ilkesi ön planda tutulmuştur. Araştırma üç gönüllü öğrencinin katılımı gerçekleştirilmiştir. Gözlem, soru formları ve görüşmeler yardımıyla elde edilen veriler yardımıyla matematik eğitiminde hareketli kavram imajlarına ilişkin durumlar aşağıdaki sorular yardımıyla belirlenmeye çalışılmıştır.

1) Bazı matematiksel kavramlara ait hareketli kavram imajlarının oluşum süreci nasıldır?
2) Hareketli kavram imajını karenin simetri grubu ile ilgili problem çözme sürecine etkisi nedir?
3) Katılımcıların hareketli kavram imajını kendi yaşantılarında kullanmaları ile ilgili görüşleri nelerdir?

Bölüm 4' de hareketli kavram imajı oluşma sürecinin özellikleri ve hareketli kavram imajı ile öğretimin katılımcılar üzerindeki etkisine ait verilere ilişkin bulguların analizi sunulmuştur.

Bu bölüm her bir araştırma sorusuna ait bulgulara ilişkin sonuçlar tartışılacak, eğitimcilere ve araştırmacılara önerilerin sunulacağı iki bölümden oluşacaktır.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu kısımda araştırmada elde edilen sonucalar ve bu sonuçlara ilişkin tartışmalar yer alacaktır.

5.1.1. Hareketli Kavram Oluşma Süreci İle İlgili Sonuçlar

Bu kısım hareketli kavram oluşma süreci ile ilgili sonuç ve tartışmalardan oluşacaktır. Öncelikle katılımcıların var olan kavram imajları ve araştırma boyuncu çalışılan kavramlara ilişkin süreç boyunca yaşanan değişimlere ilişkin sonuçlara sonrasında hareketli kavram oluşma sürecinde gözlemlenen sonuçlar yer verilecektir. Son olarak da araştırma esnasında hareketli kavram imajları ile ilgili elde edilen sonuçlar paylaşılacaktır.

5.1.1.1. Kavramların Var Olan Durumları ve Süreçte Değişimleri

- Araştırma soruları gereği öncelikle katılımcıların var olan kavram imajlarının belirlenmesi için katılımcılara oldukça geniş bir liste verilerek katılımcıların zihinlerinde bu kavramları nasıl gördüklerinin (durgun-hareketli) tarifi yaptırılmıştır. Katılımcılar kavramların hemen hemen tamamını durgun olarak belirtmişlerdir. Durgun olarak belirtilen kavramlara ait imajlar ise tanımlar, şekiller, kavrama ilişkin belirgin gösterimler ve resimler olarak ifade edilmiştir. Hareketli - kısmen hareketli olarak belirtilen kavramların, katılımcıların hareketli kavram imajına alışması için yapılan önceki iki görüşmede yapılan çalışmanın etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca katılımcıların hareketli olarak düşündükleri kavramların nesnel olarak düşünülebilen, fiziksel olarak gözlemlenebilen bir kavram olduğu görülmektedir. K2 kendi tez çalışması olan kavramlara (açı, çember) ilişkin bir hareket ifade etmiştir. Katılımcıların çalışma sürecinde sık sık tekrarladığı " *daha önce hiç böyle bir eğitim almadık*" ya da " *hiç böyle düşünmemiz istenmedi*" diye ifade ettikleri bu sebepler kavram imajlarında herhangi bir hareket olmamasını desteklemektedir.
- Araştırmanın tasarımı gereği seçilen limit, türev, toplam, bölme, açı (doğruda açı) ve permütasyon (özelde karenin simetri grubu) kavramları ile çalışılmıştır. Katılımcıların limit, türev, toplama, bölme, açı ve permütasyon kavramlarına ilişkin kavram imajlarının durgun olduğu, karenin simetri grubuna ilişkin kavram imajları olmadığı belirlenmiştir. Limit ve türev kavramları katılımcılarda sadece formal bir tanımdan ibarettir. Bu kavramlarla sadece bir kere çalışılmış olmasına rağmen;

süreç sonunda limit ve türeve ilişkin kavram imajlarının değiştiği, katılımcılara sorulduğunda bir hareketten bahsettikleri gözlemlenmiştir. Bu kavramların katılımcılarda tam olarak yerleşmemiş olması hareketli kavram imajının oluşmasında önemli rol oynamıştır. Bu durumda hem önceki imaj hem de yeni kavram imajı katılımcıların zihinlerinde aynı anda yer almaktadır.

- Uzun süreden beri kullanılan kavramlar olan toplama/bölme/açı(doğruda açı) kavramlarına ilişkin hareketli kavram imajlarının tam olarak kabullenilmediği belirlenmiştir. Katılımcılar hareketli imajı zihinlerinde tutmakla beraber benimsememişlerdir. "*K2:Hep uğraştığımız. Yani hep bizim eğitim hayatımız boyunca bizim hep beynimizde kullandığımız bir kavram", "K1: Öğrenci için olabilir ama ben kendimi düşündüğüm zaman soruyu çözüş şeklime çok fazla bir şey katıyor mu? Zaten var benim yolum."* (Sayfa 79) gibi gerekçeler öne sürmüşlerdir. Katılımcılar daha önceden öğrendikleri benimsedikleri kavram imajlarını değiştirmek istememişlerdir. Kavramın öğrenilmesi üzerinden geçen sürenin çokluğunu ve kendileri için belirledikleri problem çözme yollarının olması HKİ'yi kabul etmekte katılımcıları zorlamıştır. Katılımcılar kesin emin olduğu kavram imajından vazgeçmek istememişlerdir. Kendileri için var olan kavram iamjalrını kullanmak daha kolay gelmektedir. Ancak katılımcıların herhangi ön bilgisi olmadığı karenin simetri grubunda ise hareketli imaj katılımcılar tarafından kabullenilmiştir. Ve HKİ katılımcılar için kavrama ilişkin kavram imajı olarak oluşmuştur.
- Seyredilen animasyonlardaki kavram imajı ile katılımcılarda bulunan kavram imajının örtüşüp örtüşmediği durumlar incelendiğinde; her durumda seyredilen animasyonlardaki hareketli imajın katılımcıların zihninde oluştuğu belirlenmiştir. Seyredilen animasyonlar kavram imajları ile örtüşüyorsa bu çok daha kolay olmaktadır. Yani kavram katılımcılar tarafından önceden bilinen bir kavram ise hareketli kavram imajı önceki imajın yanında yer almaktadır. Katılımcılar karşılaşabilecekleri çeşitli ihtimallere karşı hazırlıklı olmak amacı ile bunu bir güvence olarak görmektedirler. Önceden öğrenilmiş kavram imajları ile ilgili hareketli kavram imajlarının yerleşmesi için daha fazla uygulama yapılması durumunda hareketli kavram imajının kabul edilebileceği düşünülebilir. Animasyonlar ile daha önceden var olan kavram imajı arasında farklılıklar bulunduğu durumda önceki kavram imajı ve hareketli kavram imajının bağdaştırılmasında zorluklar yaşanmaktadır. Bu tür zorluklar olsa bile hareketli

kavram imajları zihinlerde oluşmaktadır. Yeni öğrenilen bir kavram da ise katılımcıların kavram imajının rahatlıkla kabul edildiği ve oluşan kavram imajının hareketli olduğu görülmektedir. Daha önceden var olan bir kavram imajı olmaması karşılaştırma yapmayı gerektirmediğinden katılımcılar tarafından olduğu şekilde kabul edilmiştir.

- Hareketli kavram imajı ile çalışma yapmanın farklı kavramlara ilişkin hareketli imaj oluşturulmasında olumlu bir rol oynadığı belirlenmiştir. Hareketli imaj oluşturabilmek için; kavramın iyi bilinmesi, kişi için kavramın somutlaştırılabilmesi ve tercihen geometrik bir kavram olması gerektiği tespit edilmiştir. Katılımcıların kendilerinin daha iyi bildiği ve üzerinde uğraştıkları kavramlarla ilgili hareketli imajı oluşturabildiklerini, kavramı çok iyi bilmedikleri durumda hareketli imaj oluşturmaktan çekindikleri belirlenmiştir. Buna sebep olarak da yanlış bir HKİ oluşturmaktan çekindikleri ortaya çıkmıştır. Katılımcıların somut (geometrik kavramlar, toplama, çıkarma gibi) olarak ifade edilebileceklerini düşündükleri kavramlara ilişkin hareketli imaj oluşturmaya eğilimli olduklarını söyleyebiliriz. Katılımcılar daha çok geometrik kavramlara ilişkin hareketli imaj oluşturmaya eğilimli oldukları gözlenmiştir. Katılımcılarla karenin simetri grubu ile ilgili yapılan çalışmalar ve hareketin geometride daha hızlı şekilde oluşturulabilmesinin geometrik kavramlara ilişkin hareketli imaj oluşturulmasına yol açmış olabileceği düşünülebilir. Ayrıca kavramlara ait imajların belirlendiği çalışmada da katılımcıların hareketli kavram imajını nesnel olarak gözlemlenebilen ya da fiziksel olarak gözlemlenebilen kavramlar için tarif ettikleri göz önüne alınırsa geometrik kavramlara ilişkin hareketli imaj oluşturma düşüncelerinin açıklamaktadır. Kavramın yanlış olarak zihne yerleşmesi çekincesiyle tam bilinmeyen kavramalarda hareketli kavram imajı bilinçli olarak oluşturulmamaktadır.

5.1.1.2. Hareketli Kavram İmajının Oluşum Süreci

- Sürecin başlarında birçok odaklanma yöntemi değişik şekillerde nefes alarak, zihni boşaltmaya çalışarak, sebepleri arayarak, kendini olayların içinde düşünerek ve çevreden gelen etkilerden uzaklaşarak) belirten katılımcılar, süreç sonunda "zihni boşaltmak ve amaç belirleme" olarak odaklanma yöntemlerini tercih etmişlerdir.

Hem hareketli imajının oluşmasında hem de hareketli imaj ile problem çözümünde dikkat (odaklanma, yoğunlaşma, konsantrasyon) bu süreçte önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle hareketli imaj ile problem çözümünde odaklanamama problemlere ilişkin birçok yanlış çözüm ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Hareketli imaj ile çalışmaya başlamadan önce odaklanılmanın sağlanmaması hem bireylerin motivasyonunu olumsuz yönde etkilemekte hem de beynin yorulmasına sebep olmaktadır. Dolayısı ile bu durumdan kaçınılması gereklidir.

- Kavram imajının zihne transferi için animasyonu izleme sayısı süreç içerisin de azaldığı ve bu azalmanın kavram-animasyon uyumu, kavram bilgisi ve hareketli kavram imajı fikrine alışmaya bağlı olduğu ortaya çıkmıştır. Özelikle süreç içerisinde değişik animasyonların izlenmesi katılımcılarda belli bir farkındalık oluşturmaktadır. "*Şimdi ilk başta izlediğimiz animasyonlarda şeye takılıyordum yani sanki aynısını görmeye çalışıyordum. .... hiç onlara takılmayıp tamamen olaya odaklanmaya çalıştım." , "Ama sonradan mesela farklı animasyonlarda toplamayı gösterdiniz simetri grubunu gösterdiniz. Onlarda konunun ne olduğunu bildikten sonra o yabancılık kalmadı yani sadece bahsedilen gösterilen animasyonu izleyip o animasyonda ne anlatılıyor ona odaklanmaya çalıştım sadece."* (Sayfa 132) gibi ifadelerden bu farkındalığı gözlemleyebiliyoruz. Katılımcılar sürece alıştıktan sonra bir animasyon seyrettiklerinde amaçlarına ilişkin kısımlara daha çok odaklanmaktadırlar. Yine kavrama ilişkin bilgileri ve kavram-animasyon uyumu katılımcıların kısa sürede animasyondaki hareketli imajı kavramalarına yol açmaktadır.
- Katılımcılar tarafından çalışma süreci içerisinde seyredilen animasyonlar **basit** (sürekli olan ve aynı andan birden fazla hareket (ya da olaylar dizisi) içermeyen animasyonlar) ve karmaşık (aynı anda birden çok hareket içeren ve birbirinden bağımsız olarak gerçekleşen hareketleri içeren animasyonlar) olarak adlandırılmışlardır. Basit animasyonlar sürekli olarak ara vermeden izlenmekte, karmaşık animasyonlar ise aynı anda gerçekleşen hareketler parçalanarak (farklı seferlerde) izlenmektedir. Karmaşık animasyonlarda tüm parçalar zihne transfer edildikten sonra bu parçalar birleştirilerek zihinlerinde bütünleştirmektedir.
- Animasyonun zihne aktarılma stratejisi; animasyona odaklanma, kavramı belirleme (animasyonun tamamını inceleme), detayları belirleme (genelden – özele doğru) ve animasyonu hareketlendirmedir (Katılımcılar animasyonda gördükleri ayrıntıları

resim olarak zihne transfer ettiklerini sonrasında bu resimlere bir hareket kattıklarını belirtmişlerdir).

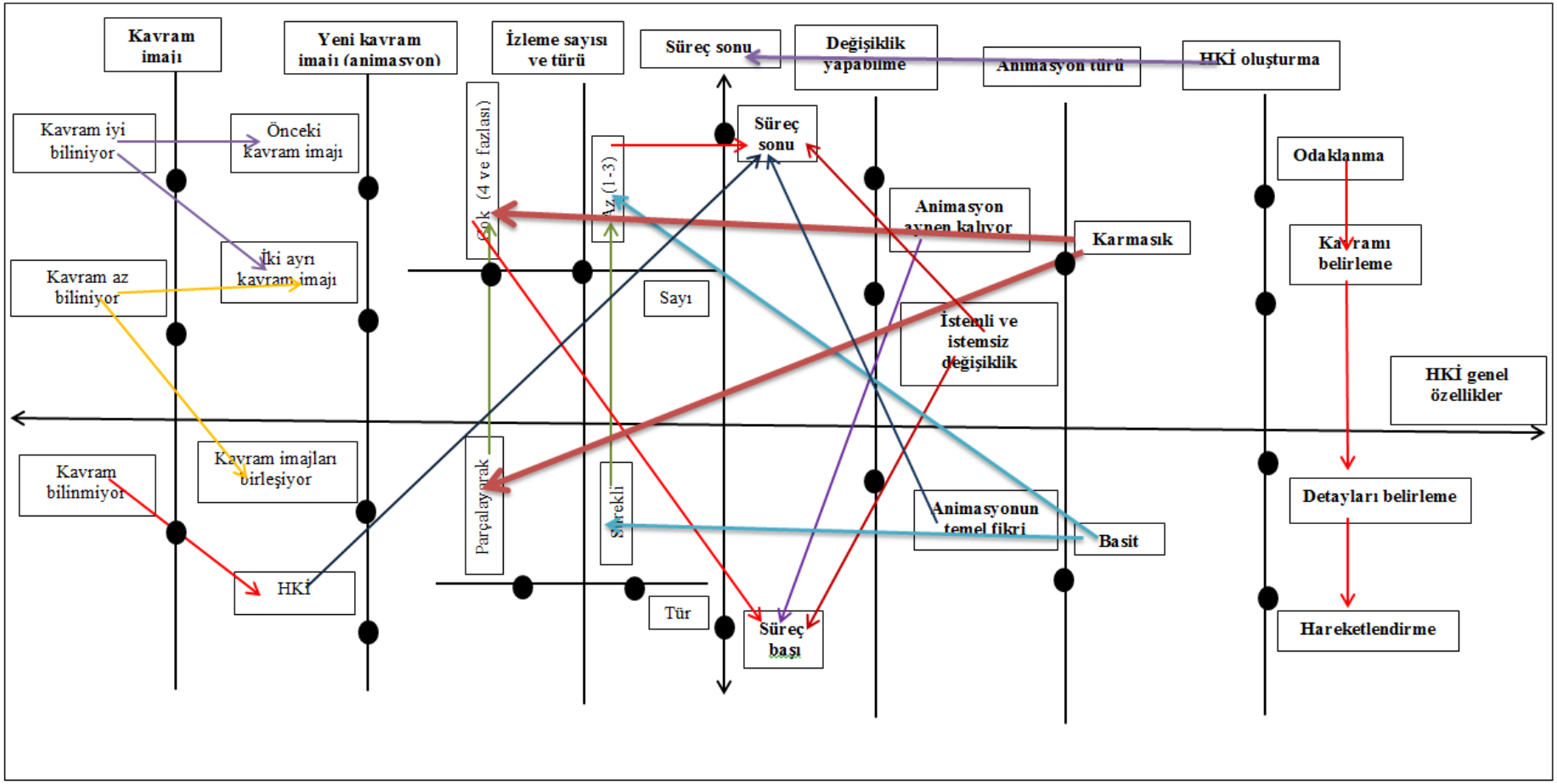
5.1.1.3. Hareketli Kavram İmajının Oluşum Sürecinde Çeşitli Özellikler

- Görüntünün zihinde görüldüğü yer beynin içinde göze yakın yer olarak belirlenmiştir. Jensen (2006) bu bölgeyi "alın lobu" (alın bölgesinde bulunur ve yargılama, yaratıcılık, problem çözme ve planlama gibi amaçlı eylemlerin meydana geldiği yerdir) olarak belirtmiştir. Katılımcıların beyni animasyon seyrederken amaçlı bir eylem gerçekleştirmektedir. Bu bölge Sousa (2001) tarafından ön lob olarak adlandırılmaktadır. Katılımcıların ifadelerinden görüldüğü gibi; katılımcıların animasyonları gördüğü yer - her ne kadar K2 animasyonu anladığı ve anlamadığı durumlara göre farklı yerler belirtse de- değişmemektedir.
- Zihne transfer edilen görüntüler üzerinde;
    - Yakınlaşma - uzaklaşma yapılabilmekte ve süreklilik sağlanmaktadır.
    - Boyut değiştirmede zorluklar yaşanmamaktadır.
    - Seyredilen animasyonda değişikler yapılabilmektedir.
- Hareketli kavram imajı zihne aktarıldığı andan itibaren zihinde değişikliğe uğrayabilmektedir. Bunun yanı sıra süreç ilerledikçe zihne aktarılan hareketli kavram imajlarından birçok detay – renk, süre, şekil gibi - tamamen zihinden atılmakta ya da bunlar bireye göre zihinde yeniden düzenlenmektedir. Örneğin toplama - bölme animasyonunda kullanılan nesnenin şekli katılımcılar tarafından farklı olarak belirtilmiştir. Bu değişiklikler bilinçli ya da bilinçsiz şekilde olabilmektedir. Bilinçli olarak yapılan değişiklikler genelde talep edildiği zaman olmuştur. Bu durumda bazen böyle bir değişiklik yapmak katılımcılar tarafından gereksiz görülmüştür. Örneğin karenin simetri grubu ile problem çözerken karenin rengini değiştirmek katılımcılara gereksiz gelmiştir. "*Çünkü diyorum ya tek işimiz orda kare falan değil döndürüp rakamları takip etmek asılmak yani rakamları tutabilmek çekebilmek onu hareket ettirebilmek.. O yüzden mavi görmüşüm mavi niye değiştireyim ki. Niye zorlayayım ki yani bir daha*" (Sayfa 217) gibi ifadelerle anlatılmaktadır. O an beyinlerinde yapılan iş miktarının fazla olması artı bir iş daha getiren herhangi bir

değişikliği yapmak istememişlerdir. Beynin daha önemli işlerle uğraştığı durumda kısa süre önce izlenilen animasyon üzerinde yapılan değişiklik bile beyin tarafından algılanmamıştır. Bireyler kendilerini daha zorlayan durumlar ortaya çıktığında tamamen animasyondaki harekete odaklanmakta ve yapılan değişiklikleri fark etmemektedirler. Ancak bilinçsiz olarak yapılan değişiklikler animasyonun izlendiği anda gerçekleşebildiği gibi süreç içerisinde de gerçekleşebilmektedir. Hareketli imajdaki temel olarak anlatılmak istenen şey zihinlerde kalırken, hareketli imajın diğer kısımları her bir birey tarafından kendi algılarına göre yeniden yapılandırılmaktadır. Örneğin hareketli imajdaki bir renk her bir katılımcı tarafından farklı olarak yapılandırılmakta ya da hiç renk olmadığı düşünülmektedir. Kişilerin kendilerine göre algıları ya da önemli olarak gördükleri kısımlar değişebileceğinden bu durumun ortaya çıkması olağan olarak düşünülebilir. Ayrıca hareketli imajın kavrama zarar vermeyecek şekilde katılımcılar tarafından kendi algıları doğrultusunda değiştirilmesi hareketli imajın özümsenmesinde yararlı olacağı düşünülebilir.

- Animasyonu zihne transfer etmek için farklı bir yöntem denenmiştir. Katılımcılardan kendilerini animasyonun içinde görmeleri istenmiştir. Katılımcılar kendilerini animasyonun içinde görebilmişlerdir. Animasyondaki nesneleri canlı kişiye benzeterek, nesnel hale getirerek, kendini başka bir nesne yerine koyarak ya da zorla animasyonun içine girilebildiği tespit edilmiştir. Kavramın ne olduğu tam olarak (daha zor bir konu düşüncesiyle farklı fikir yürütme) anlaşılmadığında da animasyonun zihne transfer edilebildiği ve animasyonun içine girilebildiği belirlenmiştir. Sonraki çalışma sürecinde ancak talep edildiğinde animasyonun içinde olma gerçekleştirilmiştir. Ancak süreç sonunda katılımcıların çeşitli zamanlarda kendilerini animasyonun içinde gördüklerini ve bu durumu kavramları özümsemede kullandıkları görülmüştür. Genellikle iyi bilinen kavramlarda ve karşı tarafa aktarılacağı durumlarda somutlaştırılma için kullanılmıştır. Katılımcılar kimi zaman bir ekran üzerinde gördüklerini kimi zaman tamamen animasyonun içinde olduklarını belirterek bu durumu özümsediklerini göstermişlerdir. Bu durum hem animasyonun içinde olmayı başarabildiklerini yani hareketli imajı farklı bir yolla oluşturduklarını hem de hareketli imajı kabullendiklerini göstermektedir. Ancak animasyonun içinde nasıl olunduğuna dair herhangi bir veri elde edilememiştir.

- Şekil 139'da HKİ oluşma sürecinin genel bir resmi ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Yukarıda daha açık şekilde yazılan tüm sonuçları Şekil 139 yardımı ile daha özet halde açıklayacak olursak;
    - ✓ HKİ; kavram ilk kez öğrenildiğinde kavrama ait imaj olarak oluşmaktadır. Kavram biliniyorsa HKİ ya reddedilmekte ya da sadece animasyon olarak kalabilmektedir. Kavrama ait bilgilerin tam olmadığı durumda ya iki imaj birlikte bulunmakta ya da iki imaj bütünleşerek yeni bir imaj oluşmaktadır.
    - ✓ Süreç sonunda seyredilen animasyondaki çeşitli özellikler kaybolarak kavrama ait temel özellikler kalmakta ve beyin renk, şekil gibi çeşitli özellikleri kendine göre yeniden yapılandırabilmektedir.
    - ✓ Karmaşık animasyonlar (yukarıda tanımlanmıştır) parçalanarak izlenmekte ve izleme sayısı daha fazla olmaktadır.
    - ✓ Basit animasyonlar (yukarıda tanımlanmıştır) ise sürekli olarak izlenmekte ve izleme sayısı azdır (1-3 arası).
    - ✓ Hareketli kavram imajı oluşturma yolu olarak; odaklanma, konuyu belirleme, detayları belirleme, beyinde hareketlendirme şeklinde bir süreç olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 139. Hareketli kavram imajı oluşma sürecine ilişkin genel bakış

5.1.2. HKİ'nin Karenin Simetri Grubu ile İlgili Problem Çözme Sürecine Etkileri ve Katılımcıların HKİ'yi Kendi Yaşantılarında Kullanmaları ile İlgili Sonuçlar

Bu kısımda HKİ'nin problem çözme sürecine etkileri ve katılımcıların HKİ'yi kendi yaşantılarında kullanmaları ile ilgili sonuç ve tartışmalara yer verilecektir. Öncelikle katılımcıların var olan problem çözme yöntemleri ve süreçte problem çözme yöntemine ilişkin değişiklik ve problem çözme sürecinde hareket olup olmama durumlarına ilişkin sonuçlara yer verilecektir. Sonrasında hareketli kavram imajı kullanılarak problem çözme, bu süreçte karşılaşılan zorluklar ve hareketli imajın katılımcıların kendi yaşanatısında kullanması ile ilgili sonuçlara yer verilecektir.

- Katılımcıların problem çözerken; çözüme başlama yoları benzer olmakla birlikte hepsinin kendine özgü çözüm süreçleri olduğu, ancak katılımcıların bu süreçte bakış açılarında herhangi bir kavramın hareketlendirilmediği ya da problemlerin çözümünde herhangi bir hareket kullanmadıkları belirlenmiştir. Yukarıda da belirtildiği gibi katılımcılar daha önceki eğitim hayatlarında hareketli herhangi bir hareketli imaj kullanmadıkları için bu tür bir problem çözme yöntemi geliştirmemiş olmamaları muhtemeldir. Çalışma sonunda katılımcıların hareketli imaj kullanarak problem çözebildikleri ve bu süreçte kendilerine özgü stratejiler geliştirdikleri belirlenmiştir. Problem çözmeye ilişkin çeşitli zorluklar yaşansa da sorulara farklı bir bakış açısı geliştirebilmişlerdir.

- Önceden bilinen bir kavram (doğruda açı) ile ilgili hareketli imaj kullanarak problem çözümünde tam olarak bir kabullenme olmamıştır. Hareketli imaj katılımcıların hayatlarına yeni girmiş bir olgu olduğundan yıllardan beri bildikleri bir konuda problem çözümünün birden bire hareketli imajla yapılması katılımcıların kendilerinde oluşturdukları sistemle tamamen ters düşmüştür. "*Ama zorladım kendimi zorlayınca yine o a'dan bir paralel doğru geliyor. Ama ben tam çeviremiyorum yani*" , "*Bende öyle hiç hareket yoktu bende de"* (sayfa 255) gibi ifadelerle ne kadar zorlandıklarını belirtmişlerdir. Her ne kadar problemleri çözmeye çalışsalar hatta problemlerin bir kısmında başarılı olsalar da kendilerini çok zorlamışlardır. Kendilerinde hazır olarak bulunan problem çözme kalıpları ile yeni oluşturulmaya çalışılan yöntem arasında kalmışlardır. Önceden bilinen bir konuda problem çözme sürecinin hareketlendirilememesinin sebepleri olarak;

kavramın önceden bilinmesi, bireylerin kendilerine ait çözümlerinin olması, önceki problem çözme alışkanlarının devam ettirilmesi ve hareketli kavram imajların problem çözmede kullanmama olarak belirlenmiştir. "*Ama ilk defa öğrendiğim bir konu olsa mesela difgeo da bir formül hiç bilmediğim bir sürü kavram olsa, onlarla ilgili bir animasyon olsa ben çok çok faydası olacağını düşünüyorum",* "*Ya da biz yeni bilmediğimiz bir kavramla karşılaştığımızda çok daha farklı olabilir."* (Sayfa 257) gibi ifadelerle yeni bir kavramda farklı olabileceğini ifade etmişlerdir. Tıpkı hareketli imajın kabullenilmesinde olduğu (örneğin toplama-bölme) gibi eğitim hayatlarında çok önceden öğrenilmiş bir kavrama ilişkin hareketli imaj ile problem çözmede tam bir kabullenme olmamıştır.

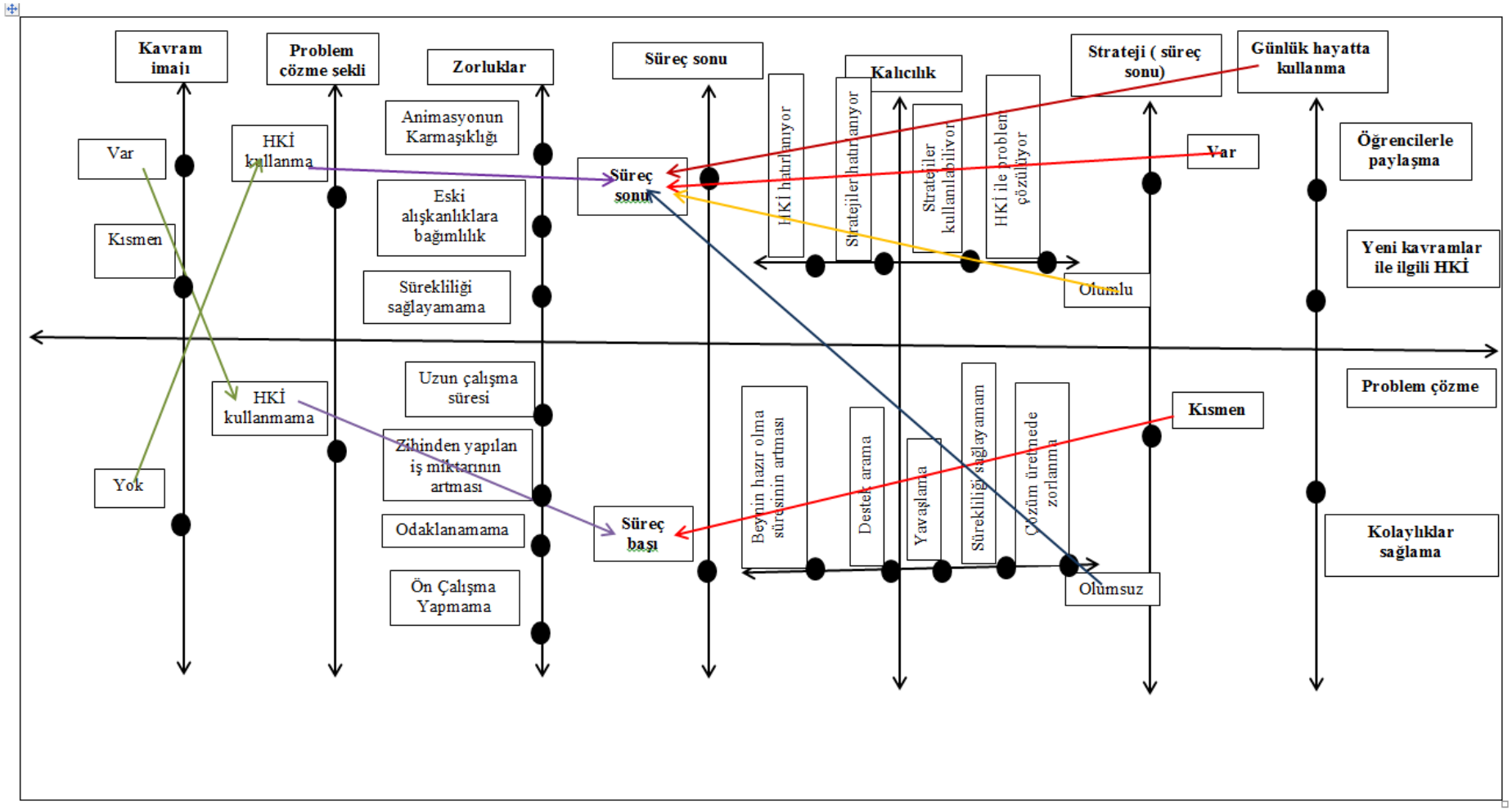
- Katılımcıların daha önce üzerinde çalışmamış olduğu Karenin simetri grubu ile hareketli imaj kullanılarak problem çözümleri katılımcılar tarafından yapılabilmiştir. Hareketli imaj ile problem çözmeye katılımcılar çok çabuk adapte olmuşlardır. Tek bir konu üzerinde hareketli imaj ile problem çözümünde uzun bir süre (1 ay) çalışılmıştır. Bu süreçte hareketli imaj ile problem çözerken katılımcıların kendilerine uygun stratejiler geliştirdikleri belirlenmiştir. Çalışmaların en verimli anında – hem çalışmaya alışmış hem de yorulmamış dönemde - çok fazla sayıda çözüm üretilmiştir. Katılımcıların hem daha önceden bilmediği bir konu olması hem de uzun süre üzerinde çalışılması problem çözümlerini hızlandırmıştır.
- Hareketli imaj ile problem çözmenin kalıcı olduğu gözlemlenmiştir. Süreçte üzerinde çalışılan karenin simetri grubuna ait temel dönme ve simetri hareketlerinin zihinde hareketli olarak kaldığı ve bu hareketlerin katılımcılar tarafından kolayca yapılabildiği ortaya çıkmıştır. Aradan geçen sürenin problem çözme sürecinde zorlanma yaşanmasına sebep olduğu ve bu zorlanmaların çözüm üretmekte zorlanma ve problem çözme süresinin uzaması olarak belirlenmiştir. Beynin bu çalışmaya yeteri kadar hazır olmaması, katılımcıların tam olarak odaklanamaması ve aradan geçen sürenin kazanılan alışkanlığı köreltmesi bu duruma sebep olmuş olarak gözükmektedir. Ancak yapılan kısa süreli çalışma sonrasında katılımcıların çözüm üretmeye ve hızlanmaya başladığı belirlenmiştir. Hareketli imaj ile problem çözmenin işlerlik kazanması için sürekliliğin gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bir de katılımcıların böyle bir problem çözme şekli ile ilk kez karşılaştıkları düşünülürse aslında bunun katılımcılar açısından oldukça başarılı olduğu

düşünülebilir. Hareketli imaj ile problem çözmenin katılımcılar tarafından benimsendiği görülmektedir.

- Katılımcılar karenin simetri grubu ile problem çözme sürecinde bazı zorluklarla karşılaştıkları belirlenmiştir. Bunlar; Animasyonun karmaşıklığı, Eski alışkanlıklara bağımlılık (problem çözme alışkanlıklarının çelişmesi), Sürekliliği sağlayamama, Uzun çalışma süresi (beynin yorulması), Zihinden yapılan iş miktarının artması, Odaklanamama, Ön Çalışma Yapmamanın Etkisi'dir. Katılımcıların tarafından animasyonun tek bir hareket yapması basit, aynı anda birden fazla iş yapılması karmaşık olarak tanımlanmaktadır. Bu yüzden hem karenin hem de karenin köşelerinde bulunan rakamların dönmesi katılımcılar için animasyonu karmaşık hale getirmektedir ve bu da zihinden yapılan işi zorlaştırmaktadır. Karşılaşılan zorluklardan biride eski alışkanlıklara bağımlılıktır. Katılımcıların zihinden yaptığı işlemleri bir yere yazarak kendilerini güvence altına almak istedikleri, yaptıkları işlemlerden emin olamadıkları gözlemlenmiştir. Bu emin olamama durumundan dolayı zihinlerinde sürekliliği sağlayamadıkları, problem çözerken sık sık başa döndükleri katılımcılar tarafından ifade edilmiştir. Katılımcıların uzun süre zihinden iş yapılması sonucunda çok zorlandıkları, yoruldukları ve bunun sonucunda hareketli imaj ile problem çözmede zorlandıkları, sıkıldıkları belirlenmiştir. Hareketli imaj ile problem çözme sürecinde farklı durumlarda problemlerin çözülmesi istenmiştir. Bunun sonucu olarak katılımcılar en rahat olarak sıra ile verilen hareketler yapıldıktan sonra karenin son halinin bulunduğu durumda rahat problem çözebilmişlerdir. En zorlandıkları kısım ise karenin son haline ulaşmak için karenin son halini görmedikleri problem türüdür. Burada hem karenin son halinin hatırlanması hem de üzerinde çalışılan kare ile ilgili işlemlerin yapılması gerekiyordu. Bu durumda beynin yaptığı iş daha önceki deneyimlere göre (kâğıt-kalem kullanma) çok fazla gelmiştir. Odaklanma olamadığı durumda da katılımcıların hareketli imaj ile problem çözemediği gözlemlenmiştir. Hareketli imaj ile problem çözebilmede zorlanılan durumlardan biride ön çalışma yapmama etkisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Beynin bu çalışmaya alışması için tıpkı spor yapan birinin ısınma çalışmaları yapması gibi çeşitli animasyonlar seyredilerek ya da daha basit problemlerden başlayarak bu tür bir çalışmaya hazırlanması gerektiği belirlenmiştir. Aslında burada karşılaşılan zorluklar farklı farklı durumları anlatsa da çok iç içe geçmiş bir durum

sergilemektedirler. Örneğin ön çalışma yapılarak odaklanma sağlanabilir, zihinden yapılan iş miktarının artması beynin yorulmasına sebep olabilir ya da animasyonun karmaşıklığı zihinden yapılan iş miktarının artmasına sebep olabilir. Görüldüğü gibi tüm bu karşılaşılan zorluklar olsa da hareketli imaj kullanılarak zihinden problem çözümleri yapılmaktadır.

- Hareketli kavram imajının benimsendiği ve katılımcıların günlük hayatlarında kullandıkları belirlenmiştir. Katılımcıların kimi zaman ders anlatırken kimi zaman bir kavramı anlayabilmek için hareketli imajların hayatlarında yer aldığı görülmektedir. Katılımcıların hareketli imaj kullanmakta tek sıkıntısı kavramı iyi bilmedikleri takdirde yanlış bir hareketli imaj oluşturmaktır. Ancak katılımcıların doğru hareketli imaj oluşturma konusundan bir hayli istekli oldukları gözlemlenmiştir.
- Problem çözme sürecine ilişkin ortaya çıkan ilişkiler aşağıda sunulmuştur (Şekil 140). Yukarıda daha açık şekilde yazılan tüm sonuçları Şekil 140 yardımı ile daha özet halde açıklayacak olursak;
    - ✓ Kavram imajı önceden bilinmeyen bir kavram için HKİ ile problem çözme gerçekleştirilebilmektedir.
    - ✓ HKİ ile problem çözerken katılımcılar kendilerine strateji geliştirebilmektedir.
    - ✓ Bu süreçte yeni bir yaklaşım olması dolayısı ile bazı zorluklar yaşanabilmektedir. Bu zorluklar ortadan kaldırılacak şekilde hareketli kavram imajı ile çalışılırsa problem çözmede farklı bir bakış açısı geliştirilmesine yardımcı olabilecektir.
    - ✓ Bu sürecin sürekliliği önemlidir. Kalıcılık çalışması göstermiştir ki hareketli kavram imajı hatırlanmasına rağmen hareketli kavram imajı ile problem çözme sürecinde sürece alışmanın uzaması, problem çözme süresinin artması ve çözüm üretmede zorlanma yaşanabilmektedir.
    - ✓ Ayrıca hareketli kavram imajları katılımcıların günlük hayatlarında kendileri için kavramı daha iyi anlama, formülleri hatırlama gibi faydalı olurken, katılımcıların ders anlatma sürecinde de öğrenciler için faydalı olmuştur. HKİ farklı bir bakış açısı olarak benimsenmiş ve günlük hayatlarda kullanılabilmiştir.

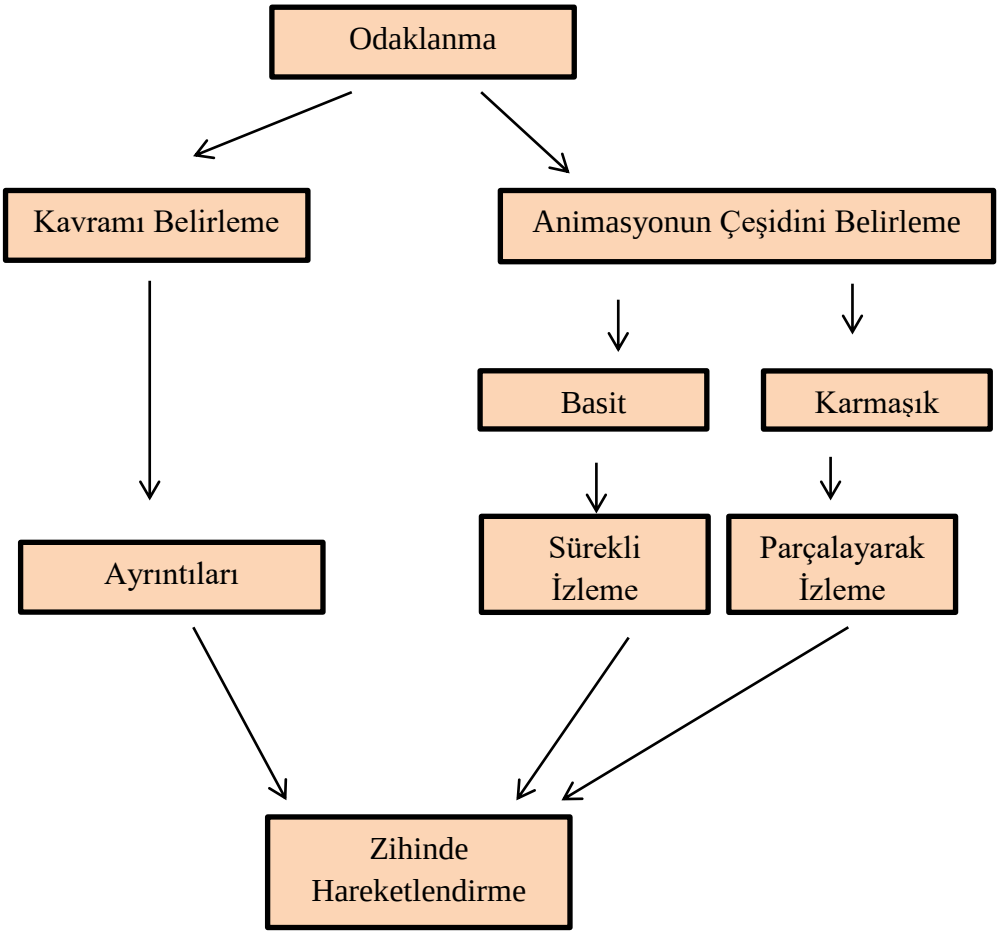


Şekil 140. Problem çözme sürecine ilişkin genel bakış

5.1.3. Elde Edilen Diğer Sonuçlar

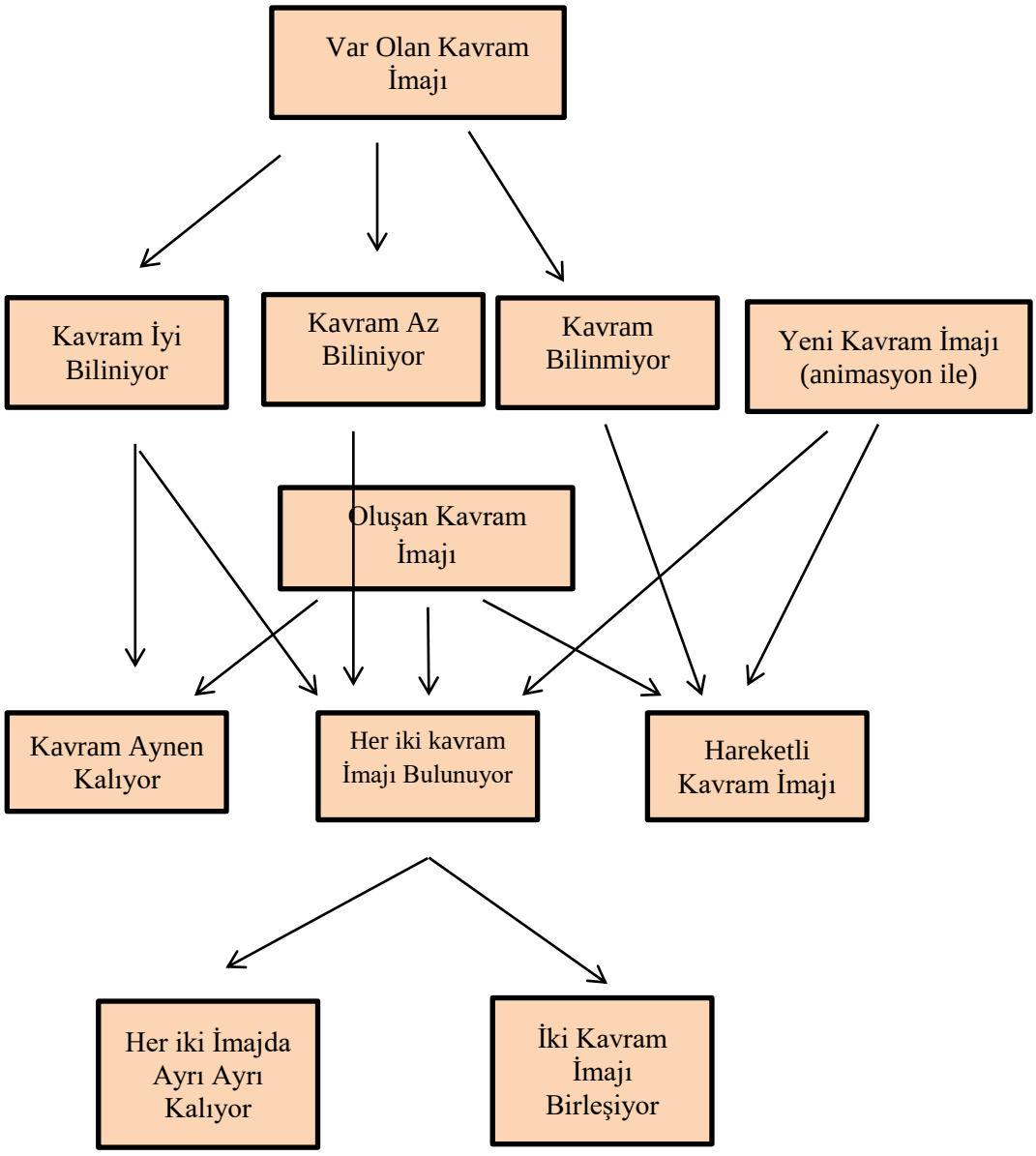
Araştırmanın geneli ele alınarak elde edilen sonuçlar bu kısımda sunulacaktır.

- Araştırmaya konu olan hareketli kavram imajının oluşumu için, animasyon seyretme ile başlayan ve zihinde oluşan imaja kadar uzanan süreç aşağıdaki tabloda özetlenmeye çalışılmıştır. Yukarda odaklanma, kavramı belirleme, detayları belirleme ve animasyonu hareketlendirme olarak belirtilen kodlama kısmına ek olarak beynin aynı anda yaptığı başka işlerinde olduğu belirlenmiştir. Buna göre odaklanmadan sonra, seyredilen animasyondaki kavram belirlenirken aynı anda animasyonun çeşidi belirlenmekte ve ayrıntıların belirlenmesi sırasında ise animasyonun çeşidine göre izleme gerçekleştirilmektedir (Şekil 141).



Şekil 141. Hareketli kavram oluşturma süreci

- Yukarda açıklanan süreç esnasında ve ilerleyen süreçte seyredilen animasyondaki hareketli imajın beyinde nasıl yer alacağı aşağıdaki tabloda özetlenmiştir. Kısaca özetleyecek olursak kavram iyi biliniyorsa kavram aynen kalabilmekte. Aynı zamanda hareketli imajda yine beyinde oluşmakta, ancak kabullenilmemektedir. Kavram bilinmediği durumda hareketli kavram imajı oluşmaktadır. Kavramın iyi bilinmediği durumda ya her iki kavram imajı ayrı ayrı beyinde yer almakta ya da her iki kavram imajı birleşerek yeni bir kavram imajı oluşturmaktadır (Şekil 142).



Şekil 142. Hareketli kavram imajına ilişkin durumlar

- Katılımcılar çalışma başında hareketli kavram imajına sahip değildiler. Var olan imajları formal tanımlar, formüller, kavram ile ilgili semboller ya da resimlerden ibaretti. Ancak çalışma sürecinde ve sonunda hareketli kavram imajının kabullenilmiş olduğu görülmektedir. Hareketli kavram imajı olarak iki durum karşımız çıkmaktadır. İlk olarak "*bireyin zihninde oluşan nesnel hale getirilebilen, fiziksel bir hareketin oluşturulabildiği durumlar*", ikinci olarak da "*bireyin zihninde kurduğu yapıyı farklı açılardan görebildiği etkileşime geçebildiği durumlar*" olarak tanımlanabilir. Aslında bu iki durum zaman zaman iç içe geçebilmektedir. Örneğin türev animasyonunda katılımcıların gözlemleyebileceği ve zihninde oluşturabileceği bir hareket vardı. Buna rağmen katılımcılardan biri *"O uç sıfır noktasındaki kirişin doğru parçası gibi düşündüm. O doğru parçasının ucuna oturduğumu hayal ettim. Hatta ayağımda ayakkabı."* diyerek hareketli bir imaj olmasına rağmen kendi oluşturduğu imajda kavram imajının farklı bir noktasından görerek etkileşime geçmiştir. Yine aynı şekilde katılımcıların kendi oluşturdukları hareketli imajlarda hareketli ya da hareketsiz olsa da katılımcıların farklı açılardan bakabildikleri görülmektedir.

5.2. Eğitimcilere ve Araştırmacılara Öneriler

Bu alt başlıkta yapılan araştırmadan elde edilen sonuçlardan yola çıkarak eğitimcilere ve araştırmacılara öneriler sunulacaktır. Öncelikle eğitimciler için öneriler paylaşılacaktır.

- HKİ, kavram imajının öğretilmesinde öğrencinin seviyesine göre kullanılabilir. Ancak, HKİ oluşturmada; var olan kavram imajı ile HKİ oluşturmak için kullanılan animasyonunun uyumunun önemi ortaya çıktığından, seçilen HKİ'nin kavramı doğru şekilde temsil edebilmesi ve varsa daha önceki kavram imajları ile uyum sağlayabilmesi için gerekli özen gösterilmelidir. Ayrıca kavrama ilişkin kavram imajı bulunduğu durumda HKİ'nin kabullenmesi zor olabileceğinden kavram ile ilk kez karşılaşıldığında kullanılmasının faydalı olabileceği dikkate alınmalıdır.
- Katılımcıların HKİ'leri kendi günlük hayatlarında ders anlatırken kullandığı (4. 3. nolu kısımda bahsedilmiştir) göz önüne alınırsa HKİ'nin eğitimin her kademesinde görev yapan eğitimciler tarafından kendi derslerinde kullanılmasının faydalı olabileceği düşünülmektedir.

- Katılımcılar kendilerinde bazı kavramların değişmeyecek şekilde oluşmasından ve HKİ'yi bazı kavramlar (toplama - bölme- açı gibi) için kabul edememelerinden dolayı, *"ilk defa"* (sayfa 255) ya da *"Mesela hani bir birinci sınıf öğrencisine"* (sayfa 112) gibi ifadeleri araştırma sürecinde sık sık dile getirmişlerdir. Bunun öğrencilerin yeni öğrendiği kavram için farklı bir bakşı açısı getireceği, kavram imajını zenginleştireceği ve geliştireceği düşünülmektedir. Dolayısı ile kavramın ilk kez öğrenildiğinde; eğitimcilerin HKİ'leri kavram öğretiminde kullanması önerilebilir.
- Öğrencilerin daha zor öğrendiği kavramlarda, HKİ'nin öğrencilere farklı bir bakış açısı sunabileceğinden kullanılması faydalı olabilir. Öğrencilerin kabulleneceği düşünüldüğünde; öğrencilere, HKİ'ye farklı açılardan bakılması ya da kendilerini HKİ'nin içinde görüp göremeyeceği durumlarının deneyimlenmesi sağlanabilir. Böylece öğrencinin derse ilgisinin artırılması sağlanabilir ve kavramın öğretilmesinde farklı bir deneyim yaşatarak kavramın öğrenilmesini kolaylaşacağı düşünülmektedir.

Bu araştırma hareketli kavram imajının oluşma süreci ve eğitimde kullanılıp kullanılmayacağının belirlenmesi üzerine genel hatları ortaya çıkarmaya yönelik olarak yapılmıştır. Ayrıca çalışmada sadece belirlenen kavramlar ile çalışılmış ve çalışmanın süresi altı ay ile kısıtlanmıştır. Dolayısı ile çalışmanın her bir kısmı yeniden ele alınarak daha detaylı çalışmaların yapılması önem arz etmektedir. Bu kapsamda aşağıda sıralanacak araştırmaların yapılarak bu alana kazandırılması matematik eğitimi için faydalı olabilir.

- Bu çalışmada yüksek lisans ve doktora öğrencileri ile çalışılmıştır. Katılımcılar "*kavramı ilk defa öğrenecekler*" için bu çalışmanın daha faydalı olacağını sık sık dile getirmişlerdir. Farklı eğitim seviyelerindeki öğrencilere yönelik bir çalışma ile o seviye de ilk kez öğrenilecek kavrmalarla bu araştırmanın tamamı ya da bir kısmı yeniden araştırılabilir ve bu durumda neler olduğu ortaya çıkarılabilir.
- Bu çalışmanın tasarımı gereği sadece belirli kavramlara yönelik HKİ oluşturabilmek için çaba sarfedilmiştir. Bu kavramlardan biri ya da seçilecek tek bir kavram ile daha uzun ve daha detaylı bir araştırma yapılarak elde edilen verilere katkı sağlanabilir.

- Hareketli imajın zihne aktarma sürecinin farklı eğitim seviyelerinde ve farklı kavramlarla yeniden araştırılması bu sürecin daha detaylı olarak açıklanması için faydalı olabilir.
- Daha uzun süreli çalışmalarla hareketli imajın kalıcılığı ve kullanımına ilişkin daha zengin verilere ulaşma imkânı olacağından hareketli kavram imajının bireyler üzerindeki etkilerinin araştırılmasına ihtiyaç vardır.
- Bu araştırmada hareketli kavram imajı oluşturulmasına yardımcı olabilmek için sadece animasyon kullanılmıştır. Farklı materyaller kullanılarak hareketli imajın oluşmasına etkileri ya da hareketli imajın oluşmasında daha etkili olabilecek yöntemlerin belirlenmesinin faydalı olabileceği düşünülmektedir.
- Bu araştırmada sadece karenin simetri grubu ile problem çözme çalışmaları yapılmıştır. Dolayısı ile başka kavramlarla oluşturulacak HKİ'lerin matematik eğitiminde nasıl kullanılabileceğinin araştırılması faydalı olacaktır.
- Bu araştırmada HKİ ile problem çözerken katılımcıların bazı zorluklarla karşılaştıkları belirlenmiştir. Karşılaşılan zorlukların azaltılması ya da tamamen ortadan kaldırabilmesinin mümkün olup olmayacağın araştırılması HKİ ile problem çözme çalışmalarında faydalı olabilecektir.

KAYNAKLAR

Akınoğlu, O. (Ed.). (2003). "*Gelişim ve öğrenme" Hayat bilgisi ve sosyal bilgiler öğretimi.* Ankara: Pegem A.

Altun, N.(2009) *Limit öğretimine alternatif bir yaklaşım*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Arnaudin, M. W., Mintzes, J.J., Dunn, C.S., & Shafer, T. H. (1984). Conceptmapping in college science teaching. *Journal of College ScienceTeaching*, 14, 117-221.

Asiala M., Cottrill J. & Dubinsky, E. (1997). The development of students' graphical understanding of the derivative. *Journal of Mathematical Behavior*, 16 (4), 399–431.

Aydın, A. (2000). *Gelişim ve öğrenme psikolojisi*, İstanbul: Alfa.

Aydın, B., Akbağ, M., Tuzcuoğlu, S., Yaycı, L. & Ağır, M. (Ed.). (2005). *Gelişim ve öğrenme*. Ankara: Nobel.

Argün, Z., Arıkan, A., Bulut, S. & Halıcıoğlu, S. (2014). *Temel matematik kavramların künyesi*. Ankara: Gazi.

Baki, A. & Bell, A., 1997. Ortaögretim matematik öğretimi. Cilt1., YÖK, Ankara.

Beydoğan, H.Ö. (1998). *Çocuklarda kavram öğrenme ve kavram öğretme*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi.

Betrancourt, M. & Tversky, B. (2000). Effect of computer animation on users_ performance: a review. *Le Travail Humain, 63,* 311–329.

Bodemer, D., Ploetzner, R., Feuerlein, I., & Spada, H. (2004). The active integration of information during learning with dynamic and interactive visualization. *Learning and Instruction, 14,* 325-341.

Bodemer, D., Ploetzner, R., Bruchmüller, K. & Hacker S. (2005). Supporting learning with interactive multimedia through active integration of representations. *Instructional Science, 33,* 73–95

Boydak, H.A. (2004). *Beyin yarım kürelerinin gizemi*. İstanbul: Beyaz.

Bukova, E. (2006). *Öğrencilerin limit kavramını algılamasında ve diğer kavramların ilişkilendirilmesinde karşılaştıkları güçlükleri ortadan kaldıracak yeni bir program geliştirme.* Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Champagne, A., Gunstone, R. & Klopler, L. (1985). *Effective changes in cognitive structures among physics students.* In L. H. T. West A. L. Pines (Eds.), Cognitive structure and conceptual change (pp. 163-187). New York: Academic Press.

Chandler, P. (2004). The crucial role of cognitive processes in the design of dynamic visualizations. *Learning and Instruction, 14,* 353-357.

Chan Lin, L. (2001). Formats and prior knowledge on learning in a computer-based lesson. *Journal of Computer Assisted Learning, 17,* 409-419.

Chuan, J. (1995). *Geometrik constructions with the computer*. Lecture Given at the First ATCM, December 18 –21, 1985, Singapore.

Clark, R.C., Nguyen, F., & Sweller, J., (2006). *Efficienciy in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. USA: Published by Pfeiffer.

Cottrill, J. (2003). An Overview of Theories of Learning in Mathematics Education Researc. 15 Mart 2007 tarihinde http://cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/ eudoxus/article/viewFile/323/325 sayfasından erişilmiştir.

Çolak, H. (2002). *Limit öğretiminde iki faklı öğretim durumunun karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dağdelen, İ. (2012). *İlköğretim geometri öğretiminde simetri kavramının origami ile modellenmesi*. Yüksek Lisans Tezi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Delice, A. ve Sevimli, E. (2011). İntegral kavramının öğretiminde konu sıralamasının kavram imgeleri bağlamında incelenmesi; belirli ve belirsiz integraller. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30,* 51-62

Duman, B. (2008). *Öğrenme - öğretme kuramları ve süreç temelli öğretim*. Ankara: Anı

Duru, A. (2006.) *Bir fonksiyon ve onun türevi arasındaki ilişkiyi anlamada karşılaşılan zorluklar.* Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Driscol, P. M.(1994). *Psychology of learning for ınstruction*. USA: Allyn and Bacon.

Driver, R. & Easley, J. (1978). Pupil and paradigms: a review of the literature relatccle to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.

Edwards, C.H. & Penney, D. E. (2001). Fen-mühendislik ve yüksekokul öğrencileri için matematik analiz ve analitik geometri (Ö. Akın, çeviri editörü). Palme, Ankara.

Eggen, P. & Kauchak, D. (2004). *Educational psychology: Windows on classroom (6th ed)*. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.

Ekiz, D. (2003). *Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş: Nitel, nicel ve eleştirel kuram metodolojileri*. Ankara: Anı.

Elby, A. (2001). Helping physics students learn how to learn. *American Journal of Physics, Physics Education Research Supplement*, 69 (1), 54-64.

Eraslan, A. (2005). *A qualitative study: Algebra honor students" cognitive obstacles as they explore concepts of quadratic functions*. Doctoral dissertation, The Florida State University.

Erdem, A. R. (2005), Öğrenmede etkili yollar: öğrenme stratejileri ve öğretimi. *İlköğretim Online*, 4(1), 1-6.

Fisher, K. (1983). *Amino acids and tranlation: A misconceptions in biology*. In H. Helm J.Novak (Eds.), Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics (pp. 407-419). Ithaca, NY: Department of Education Cornell University.

Fyhn, A. B. (2006). A Climbing girl's reflections about angles. *In Journal of Mathematical Behavior*, 25, 91-102.

Garafalo, J. & Summers, T. (2004). Macromedia flash as tool for mathematics teaching and learning. *School Science Mathematics*, 104 (2).

Gilbert, J. K. (1977). The study of student misunderstandings in the physical sciences", *Research in Science Education*, 7, p.165–171.

Goerdt, S. L. (2007) *The effect of emphasizing multiple representations on calculus students' understanding of the derivative concept*. Unpublished doctoral dissertation, Unıversity of Minnesota.

Goldin, G. A. (1998). Representational systems, learning, and problem solving in mathematics. *Journal of Mathematical Behavior*, *17*(2), 137–165.

Goldin, G. A. (Eds.). (2004). *Representations in school mathematics: A unifying research perspectives.* A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics (p. 275–285). Reston, VA: NCTM.

Große, C.,S. & Renkll, A., (2007). Finding and fixing errors in worked examples: Can this foster learning outcomes? *Learning and Instruction, 17,* 612-634.

Grenier, D. (1987). Middle school pupils conceptions about reflections according to a task of construction. In R. Hersckowitz ve S. Vinner (Eds.), 11th International Conference for the Psychology of Mathematics Education (p.183–188). Montréal, Canada.

Gutiérrez, A. & Jaime, A. (1999). Preservice primary teachers' understanding of the concept of altitude of a triangle. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *2*(3), 253-275.

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

Güncel Türkçe Sözlük. (2014) 11 Mart 2014 tarihinde http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS. 543b8c8a ccc9a6.99466128 sayfasından erişilmiştir.

Güveli, H. ve Güveli, E. (2002*). Bağıntı, Fonksiyonun Tanımı, Bire-Bir Fonksiyon ve Örten Fonksiyon Konularında Lise-1 Düzeyinde Kavram Yanılgılarının Tespiti*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, ODTÜ, Ankara.

Hacıömeroğlu, E. S. (2007). *Calculus students' understanding of derivative graphs: problems of representations in calculus.* Unpublished doctoral dissertation, Florida State University

Hashweh, M. (1988). Descriptive studies of students' conceptions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 121-134.

Hausner, A. (2001) *Web-based animation of geometric algorithms*. A Dissertation Presented To The Faculty Of Princeton Univercity Candidacy For The Degree of Doctor Of Philosopy.

Iglesıa, J. C., Buceta M. J. & Campos A. (2005). Prose learning in children and adults with Down syndrome: The use of visual and mental image strategies to improve recall. *Journal of Intellectual & Developmental Disability, 30*(4), 199–206.

İşleyen, T. ve Akgün, L. (2009). *Matematik Öğretmen Adaylarının Türev ve Diferansiyel Kavramlarını Algılama Düzeyleri*. XVIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, Ege Üniversitesi, İzmir.

Jensen, E. (2006). *Teaching with the brain in mind*. (A. Doğanay, Çev.), Nobel.

Kalyuga, S. (2009). Knowledge elaboration: A cognitive load perspective. *Learning and Instruction*, 19, 402-410

Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23-31.

Kaplan, A. Ö. (2006). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının epistemolojik inanışlarının okul deneyimi ve öğretmenlik uygulamasındaki yansımaları: Durum çalışması*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Klausmeıer, H. J. (1992). Concept learning and concept teaching. *Educational Psychologist, 27*(3), 267-286.

Kidron, I. & Zehavi, N. (2002). The role of animation in teachingthe limit concept. *International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education*, *9*(3), 205-27.

Kosslyn, S. M. (1994). *Image and brain: The resolution of the imagery debate*. Cambridge, MA: MIT Press.

Korkmaz, Ö. (2007). *Ayrıntılama kuramına dayalı bir öğretimde bellek destekleyicilerin öğrencilerin başarılarına ve kalıcılığına etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Korkmaz, Ö & Mahiroğlu, A. (2007). Beyin, bellek ve öğrenme. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 93-104.

Koroghlanian, C. & Klein, J. D. (2004). The effect of audio and animation in multimedia instruction. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 14, 23-46.

Köse, N. Y. (2012). İlköğretim öğrencilerinin doğruya göre simetri bilgileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 274–286.

Lawson, A. E. And Thompson, L. D. (1988). Formal reasing ability and misconception concerning genetics and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, (p.733-746).

Lodree, A. W. (2005). *The effects of animated agents with verbal audio on mathematics comprehension and attitudes towards mathematics and computers.* The Faculty of the Graduate School University of Missouri-Columbia.

Mamona-Downs, J. and Downs, M. (Eds.) (2002). *Advanced mathematical thinking with a special reference to reflection on mathematical structure*. In L. D. English, Handbook of international research in mathematics education (pp. 165-195). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Marek, E. A., Cawon, C. C. & Cavallo, A.M.L. (1994). Students misconceptions about difusion: how can they be eliminated. *The American Biology Teacher*, 56, p.77.

Massaro. D. W. (1993). Information processing models: Microscopes of the Mind. *Annual Review Psychology*, *44*, 383-425.

Mayer, R. E. (1992). Cognition and İnstruction: Their historic meeting within educational psychology. *Journal of Educational Psychology, 84,* (4). 405-412.

Majewski, M. & Polthier, K. Using MuPAD and Java view to visualize mathematics on the Internet. 14 Mart 2007 tarihinde http://page.mi.fu-berlin.de/polthier/articles/mupad/majewskipolthier_preprint04.pdf sayfasından erişilmiştir.

Menon, U. (2008). The Introduction of Angles. National Institute of Science, Technology and Development Studies, CSIR, Delhi, India.

Milheim, W. D. (1993). How to use animation in computer assisted learning. *British Journal of Educational Technology*, *24*(3), 171-178.

Miller, G. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review, 63,* 81-97.

Monagan, J. (1991). Problems with the language of limits. *For the Learning of Mathematics,* 11, 3, 20–24.

Neuman, W. L. (2013). *Toplumsal araştırma yöntemleri*. (S. Özge, Çev.). Ankara: Yayın.

Özden, Y. (2008). *Öğrenme ve öğretme*. Ankara: Pegem

Olçun, Y. (2000). *İlköğretim 4. sınıf sosyal bilgiler dersinde bellek destekleyicilerin erişi ve kalıcılığa etkisi*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Öksüz, C. (2009). İşlem sırasının kavratılması. *İlköğretim Online, 8*(2), 306-312.

Özbellek Gülşen, S. (2003), *İlköğretim 6. ve 7. sınıf düzeyindeki açı konusunda karşılaşılan kavram yanılgıları, eksik algılamaların tespiti ve giderilme yöntemleri*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Özge, S. (2006). *Matematik öğreniminde ve öğretiminde öğretmen adaylarının matematiksel tanımlara yaklaşımları üzerine fenomenografik bir çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Öztürk, B. & Kısaç, İ. (2002). Bilgiyi işleme modeli. B. Yeşilyaprak, (Ed.), *Gelişim ve Öğrenme Psikolojisi (3) içinde* (s.252-281). Ankara: PegemA.

Özsoy, N. ve Kemankaşlı, N. (2004).Ortaöğretim öğrencilerinin çember konusundaki temel hataları ve kavram yanılgıları. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET, Volume 3, Issue 4, Article 19.*

Paas, F., Renkl, A. & Sweller, J. (2004). Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. *Instructional Science*, *32,* 1-8.

Parameswaran, R. (2007). On understandig the notion of limits and infinitesimal quantities. *International Journal of Science and Mathematics Education,* 5,193-216

Parker, J. K. (1993). Lecturing and loving it: Applying the Information - Processing model. *Clearing House*, *67*(1), 8-11.

Pardales, M. J. (2001). *Sincerity and reading: Dilemmas in constructivism*. Unpublished Dissertation, Michigan State University, USA.

Pinkza, M.K. (1999). *The relation between college calculus students' understanding of function and their understanding of derivative*. Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota.

Ploetzner, R. & Lowe, R. (Eds.) (2004). Dynamic visualisations and learning [Special issue]. *Learning and Instruction*, *14*(3).

Pollock, E., Chandler, P. & Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction*, *12*, 61–86.

Przenioslo, M. (2004). Images of the limit of function formed in the course of mathematical studies at the university. *Educational Studies in Mathematics*, *55*(1-3), 103-132.

Renshaw, P. (1996). A sociocultural view of the mathematics education of young children.

Mathematics Education Library Volume, 16, 59-78.

Slavin, R. E. (2006). *Educational psychology: theory and practice*. Boston: Pearson Education.

Senemoğlu, N. (2009) *Gelişim öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya* Ankara: Pegem.

Schoenfeld, A. (1998). Toward a theory of teachingin-context. *Issues in Education*, *4*(1), 1 – 94.

Schnotz, W., Böckheler, J. & Grzondziel, H. (1999). Individual and cooperative learning with interactive animated pictures. *European Journal of Psychology and Education*, *14*, 245-265.

Schnotz, W. & Rasch, T.(2005). Enabling, facilitating, and ınhibiting effects of animations in multimedia learning: Why reduction of cognitive load can have negative results on learning. *Educational Technology Research and Development*, *53*(3), 47–58.

Sher, L. & Wilkinson, P. (1996). *Student Create Calculus Movies Using Computers and The T1-92*. Annual Conference of theAmerican Mathematical Assocation of Two-Year Colleges.

Sousa, D. A. (2000). *How the brain learns*. A Classroom Teacher's Guide. (Second Editon). Californiya: Corwin Pres, INC.

Sousa, D.A. (2003). *The leadership brain. How to lead today's school more effectively*. Californiya: Corwin Pres, INC.

Sprenger, M. (1999). *Learning & Memory: Brain in action*. Alexandra: ASCD.

Strauss, A. & Corbın, J. (1998). *Basics of qualitative research*. Thousand Oaks, London& New Delhi: Sage Puplication.

Subaşı G. (1999). Bilişsel Öğrenme Yaklaşımı Bilgiyi İşleme Kuramı. *Gazi Üniversitesi Mesleki Eğitim Dergisi*, *1*(2), 27-36.

Subaşı, G. (2000). Etkili öğrenme: Öğrenme stratejileri. *Milli Eğitim Dergisi*, 146.

Subaşı, G. (Ed). (2003). *Bilgiyi işleme kuramı*, *Gelişim ve öğrenme*. Ankara: Anı

Sünbül, A. M., Arslantaş, S., Keskinkılıç, G. & Yağız, D. (2004). *İlköğretim dördüncü sınıf fen bilgisi derslerinde uygulanan bellek destekleyici tekniklerin öğrenci erişilerine etkisi*. XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayında sunulmuş bildiri. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Malatya.

Sunal, C. S. & haas M. E. (2005). *Social studies for the elementary and middle grades: A constructivist approach*. Boston: Pearson/Allyn & Bacon.

Şimşek, A. (2006). *İçerik türlerine dayalı öğretim: Kavramların öğretimi*. Ankara: Nobel

Swanson, L. H. (1987). Information processing theory and learning disabilities a commentary and future perspective. *Journal of Learning Disabilities*, *20*(3), 155-166.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.

Sweller, J., van Merriënboer, J.J.G. & Paas, F.G.W.C., (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, *10*, 251–296

Tay, B. (2005). Sosyal Bilgiler Ders Kitaplarında Öğrenme Stratejileri. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, c*(1), 209–225.

Tall, D. ve Vınner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics, with special reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics, 12,* 151–169.

Tall, D. (1986). *Constructing the Concept Image of a Tangent.* Published in Proceedings of the Eleventh International Conference of P.M.E., Montreal, *III,* 69–75

Tall, D. (1987). *Constructing the concept image of a tangent*. In Proceedings of the 11th International Conference for the Psychology of Mathematics Education (Vol. 3, pp. 69-75).

Tall, D. (1988). *Concept image and concept definition*. Senior Secondary Mathematics Education, (ed. Jan de Lange, MichielDoorman), OW&OC Utrecht, 37–41.

Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies, 57,* 247-262.

Ubuz, B. (1999). 10. ve 11. *sınıf öğrencilerinin temel geometri konularındaki hataları ve kavram yanılgıları*. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 16, 17, 95 – 104.

Ülgen, G. (2004). *Kavram geliştirme (Kuramlar ve Uygulamalar)*. Ankara: Nobel.

Wolfgang, S. & Thorsten, R. (2005). Enabling, facilitating, and inhibiting effects of animations in multimedia learning: Why reduction of cognitive load can have negative results on learning. *ETR&D, 53*(3).

Vasniadou, S. (2002). On the nature of physics. In limon, M. & Mason, L. (Eds.) Reconsidering Conceptual Change. Kluver Accedemic Publisher, 61-76.

Vinner, S. (1983). Concept definition, concept image and the notion of function. *İnternational Journal Mathematics Education Science Technolog, 14*(3), 293-305.

Vinner, S. (1991). The role of definitions in the teaching and learning of mathematics. In D. Tall (Eds.), Advanced Mathematical Thinking (pp. 65 – 81). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Vygotsky, L. S. (1998). Düşünce ve dil. (S. Koray, Çev.). İstanbul: Toplumsal Dönüşüm.

Yıldırım, A. & Şimsek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.

Yılmaz, S. (2011). *7. Sınıf öğrencilerinin 'doğrular ve açılar' konusundaki hata ve kavram yanılgılarının van hiele geometri anlama düzeyleri açısından analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

Zachariades, T., Christou, C., &Papageorgiou, E. (2002). *The Difficulties and Reasoning of Undergraduate Mathematics Students İn The İdentification of Functions.* Proceedings in the 10th ICME Conference, Crete, Greece.

Zazkis, R. & Leikin, R. (2008). Exemplifying definitions: A case of a square. *Educational Studies in Mathematics*, *69*(2), 131-148.

Zazkıs, R., Dubınsky. E. & Dautermann. J. Coordınatıng vısual and analytıc strategıes. A study of students' understandıng of the group D4. 20 Ocak 2014 tarihinde http://www.math.kent.edu/~edd/VisualAnal.pdf. Erişim Tarihi 20.01.2014 sayfasından erişilmiştir.

Zembat, İ. Ö. (2007). Yansıma dönüşümü, doğrudan öğretim ve yapılandırmacılığın temel bileşenleri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27 (1), 195–213.

Zembat, İ. Ö. (2008). Kavram yanılgısı nedir? M. F. Özmantar, E. Bingölbali, ve H.Akkoç (Ed.), Matematiksel Kavram yanılgıları ve Çözüm önerileri, (s. 1-8). Ankara: PegemA.

Zhu, L. & Grabowski, B.(2004, October) The effects of various animation strategies in facilitating the achievement of students on tests measuring different educational objectives. *Association for Educational Communications and Technology*, 27th, Chicago, IL, 19-23.

EKLER

Ek-1. Yoğunlaşma seviyesinin artırılması hakkında görüşme soruları

1. Animasyonu izleyerek bir odaklanma seviyesi belirleyiniz.
2. Yoğunlaşma seviyenizi artırmaya çalışarak tekrar bir seviye belirleyiniz ve animasyonu izleyiz. Farklılıkları belirleyiniz.
3. Yoğunlaşma seviyenizi ne yaparak artırdığınızı anlatınız.
4. Animasyonu izlerken ne tür noktalara odaklandığınızı anlatınız.
5. Sizce hangi noktalara odaklanmalıdır.
6. Bir animasyonu yoğunlaştığınız noktalar açısından analiz edebilir misiniz?
7. Matematiğin dışındaki bir alanla ilgili bir animasyon izlediğinizde farklılıklar oluşuyor mu?

Ek-2. Görüntü Transferi İle İlgili Sorular

1. İzlediğiniz animasyonu zihninizde görebiliyor musunuz? Nerede görüyorsunuz?
2. Zihninizdeki görüntüye göre detaylar hakkında konuşabilir misiniz?
3. Sizce görüntünün zihninize transferi kaç defa izlendikten sonra gerçekleşiyor?
4. Matematik ile ilgili olmayan bir animasyon izlediğinizde neler değişiyor?
5. Zihninize transfer edilen animasyonu istediğiniz netlikte izleyebiliyor musunuz?
6. Zihninize transfer edilen animasyonda,

   a)Yakınlaşma (zoomlama) ve uzaklaşma sağlayabiliyor musunuz? Ne tür zorluklar oluşuyor?

   b) Sürekliliği sağlayabiliyor musunuz?

   c)Değişiklikler yapabiliyor musunuz?
7. Boyutu değiştirebiliyor musunuz? (2 boyutu-3 boyutlu)

Ek-3. Kavramlar (Durgun resim-Hareketli Animasyon)

1.	Çember	28.	Sıralama bağıntısı
2.	Kare	29.	Küme
3.	Koni	30.	Permütasyon
4.	Piramit	31.	Rasyonel sayı
5.	Prizma	32.	Bölme
6.	Kesir	33.	Reel sayı
7.	Vektör	34.	Çokyüzlü
8.	Teğet	35.	İrrasyonel sayı
9.	Birleşme özelliği	36.	Hacim
10.	Birim eleman	37.	Denklik sınıfı
11.	Açı	38.	Limit
12.	Türev	39.	Grup
13.	e sayısı	40.	Üçgen
14.	lnx	41.	Halka
15.	Toplama	42.	Seri
16.	Çarpma	43.	Yamuk
17.	Düzgün dört yüzlü	44.	Değişmeli grup
18.	Çıkarma	45.	Daire
19.	İntegral	46.	Sonsuz Küme
20.	Dizi	47.	Küp
21.	Maksimum	48.	Sıralı ikili
22.	Bağıntı	49.	Sonlu küme
23.	Silindir	50.	Ağırlık merkezi

24.	Fonksiyon	51. Parabol
25.	Denklik bağıntısı	52. Hiperbol
26.	Küre	53. Cisim
27.	Çevre	54. Konik Kesimi

Ek-4. Dördüncü görüşme için soru formu

1. Animasyonu tekrar düşündüğünüzde nerde görüyorsunuz?
2. Animasyonu tekrar düşündüğünüzde kendinizi içinde görebiliyor musunuz? Görebiliyorsanız bunu nasıl yaptığınızı açıklar mısınız?
3. Size göre kendinizi içinde görmek- ya da hissetmek kavrama ilişkin görüşlerinizi nasıl değiştirir yada neden değiştirmez?

Ek-5. Altıncı görüşme için soru formu

1. Kavram imgelerinin hareketli olması kavrama bakış açınızı etkiliyor mu?
2. Kavram imgeniz nasıldı açıklayınız?
3. Animasyonu kaç defa izlediğinizde animasyon zihninize transfer olabiliyor-zihninizde aynı animasyonu izleyebiliyorsunuz?
4. Animasyonu seyretme sürecinde kavram imgenizle örtüşen, tam örtüşmeyen yada çelişen durumlar oldu mu?(benzerlikleri ve farklılıkları açalım)
5. Animasyonların tekrar sayıları kavram imajlarının oluşmasını, değişmesini yada hareketlenmesini ne düzeyde ve nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?
6. Hareketli imgeyi kendi kendinize oluşturabilir misiniz? Bunun gerekli olduğunu düşünür müsünüz?(Bir tane oluşturabilir misiniz?)
7. Görüntüler zihninizde gösterildiği gibi mi kalıyor yoksa siz onu kendinizce değiştiriyor musunuz?

Ek-6. Dokuzuncu görüşme için soru formu

1. Problem çözme sürecinde nasıl bir yol izlediğinizi açıklar mısınız? Oluşturduğunuz herhangi bir strateji oldu mu?
2. Daha önceki problem çözme stratejilerinizi düşünerek burada uyguladığınız stratejiler arasında nasıl farklılıklar ya da benzerlikler oluştu..?
3. Problem çözme esnasında karşılaştığınız zorluklar neler oldu? Bu zorlukları aşmak için ne tür adımlar izlediniz?
4. Bu çalışma esnasında geliştirdiğiniz herhangi bir strateji varsa daha üst düzey problem çözme süreçlerinde bu stratejiyi nasıl kullanabileceğinizi düşünüyorsunuz?
5. Genel olarak düşünülürse hareketli kavram görüntülerinin problem çözme sürecine etkileri nasıl olabilir?

Ek-7. Birinci genel görüşme için soru formu

1. Animasyonu kaç defa izlediğinizde animasyon zihninize transfer oluyor ve zihninizde aynı animasyonu canlandırabiliyorsunuz? (başlangıçtan bu güne değişmeler nasıl oldu?)
2. Animasyonların izlenme sayılarının kavram görüntülerinin oluşmasını, değişmesini ya da hareketlenmesini ne düzeyde ve nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?
3. Animasyonda sizce detaylara odaklanmak mı önemli yoksa animasyonun tamamını mı görmek önemli?(etkileri ne düzeyde oldu?)
4. Animasyonun zihninize transferi için oluşturduğunuz bir strateji var mı, veya nasıl bir yol izliyorsunuz açıklayabilir misiniz?
5. Animasyona odaklanabilmek hareketli kavram görüntülerini oluşturmada – zihne transfer etmede- nasıl bir etki yapıyor?(size göre odaklanmadan da zihne transfer yapılabilir mi- bu transfer farkına varmadan da olabilir mi?)
6. Kendinizi animasyonun içinde (bir parçasıymış gibi) hissetmek animasyonun transferi için önemli bir etken midir, açıklayabilir misiniz? (eğer kendinizi içinde hissedebiliyorsanız bunu nasıl yaptığınızı açıklayabilir misiniz?
7. Animasyonu seyretme sürecinde kavram imgenizle örtüşen veya tam örtüşmeyen ya da çelişen durumlar kendi zihin yapınızı nasıl etkiledi? (herhangi bir direnme, kabullenme, kavram imgelerinin kolayca yer değişmesi vb etkileri ne oldu)
8. Herhangi bir konuda hareketli imgeyi kendi kendinize oluşturabilir misiniz? (cevabınız olumlu ise bir örnek verebilir misiniz) Bunun her zaman gerekli olup olmadığı hakkında neler söyleyebilirsiniz?
9. Bu şekilde düşünmek kavram görüntülerinin doğru ve kalıcı olmasını sağlamada nasıl etkili olabilir?
10. Görüntüler zihninizde gösterildiği gibi mi kalıyor yoksa siz onu kendinizce değiştiriyor musunuz?
11. Görüntülerin aynı kalması ileri düşünme süreçlerinde kavram görüntüsünü nasıl etkileye bilir?
12. Görüntülerin değişmesi ileri düşünme süreçlerinde kavram görüntüsünü nasıl etkileye bilir?

13. Kendi zihninizde yaptığınız değişiklikler ileri düşünme süreçlerinde kavram imgesini nasıl etkileye bilir?

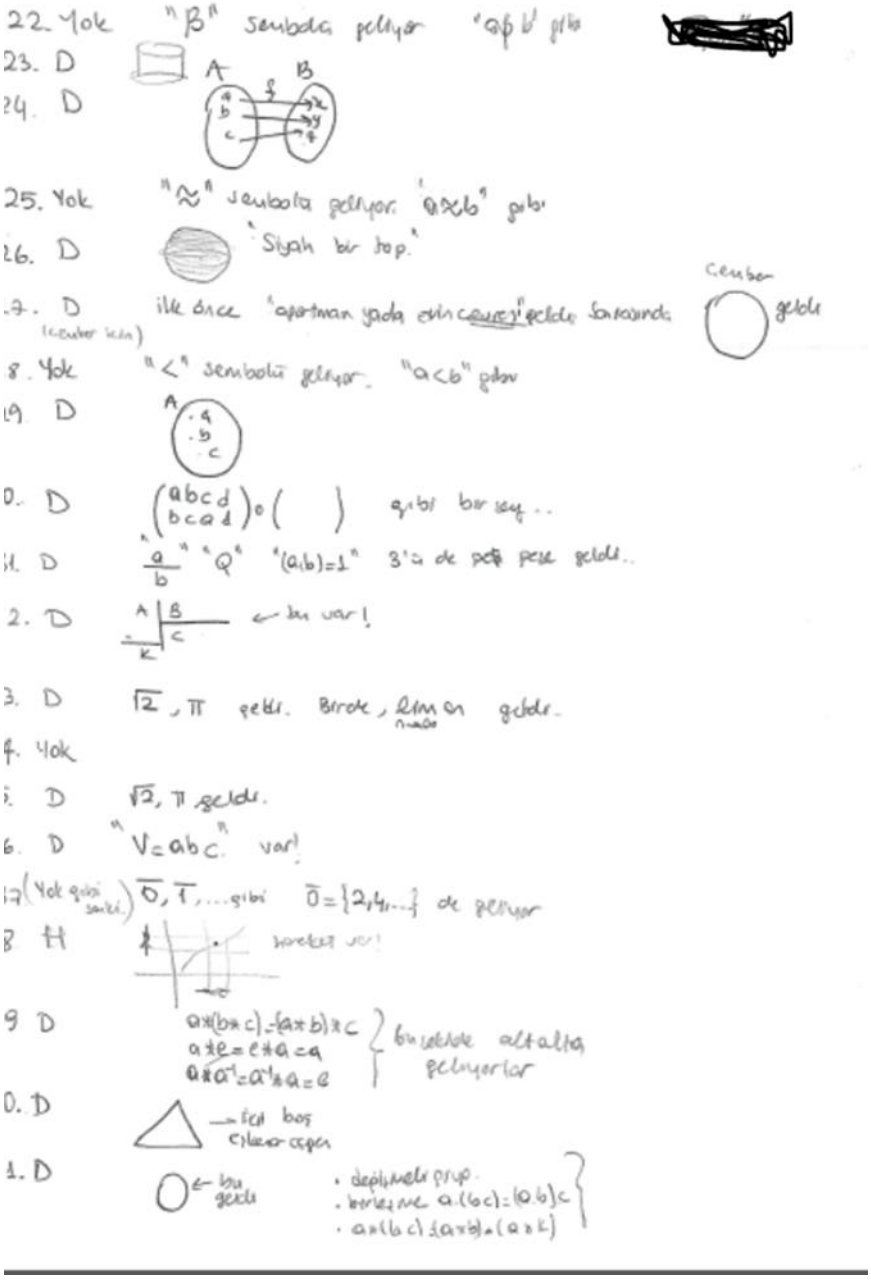
Ek-8. Kodlama Örneği

. Hakikaten zihninizdeki görüyoru gördünüz mü? Bir de nerede görüyorsunuz? Yaseminden mi başlayalım mı şöyle?
K3 Türev Animasyonunu 4 defa SAYI izledim. Gözlerimi kapattığımda yani zihnimde görebildim ama çok ayrıntılarıyla değil. Yani Sanki ekranda izliyor gibi değil YER de ama genel hatlarıyla görebildim. Orda renklere takıldım AYRINTI yazdıktan sonra
Yer söyleyebilir misiniz?
K2 Sanki ön yukarı tarafta yani gözün hemen yakınında YER böyle… Yani beynimin içinde YER ama artık şey mi oluyor acaba? Hani Göz sinirlerinin olduğu yer oluyor belki bilemiyorum tam tarif edemiyorum da. Ön ve yukarı tarafta böyle iç kısımlarda orta kısımlarda YER
Ama sen gözünü kapattığına göre belki göremedin demi .
K3 Gözümü kapattığımda. Hıhı. Yani hani şurada görmüyorum beynimin içinde olduğunu sanki hissediyorum ama tam yer değil ama yukarı ve ön taraf. YER
Gözünün arkasında mı? Yani tam anlayalım yerini çünkü. Tarif etmek biraz zordur ama hani.
K2 Zor hocam. Yani hocam şey olarak bilmiyorum. Orta kısım.
Tam bilmiyorsun ama.
K2 Tam olarak bilmiyorum ama orta kısım gibi sanki A Tamam orta kısım. Peki net görebildik mi?
K3 İşte Renklere mesela dikkat etmediğimi farkettim.AYRINTI Bir kez daha yazmıştım gerçi o kısmı hani hangi ayrıntılara dikkat ettiğimi. Rengi bir kez daha izlediğimde işte kırmızı olduğunu renkleri falan o zaman farkedebildim. AYRINTI Bir de mesela koordinat eksenleri üzerinde de noktalar var. ama o benim için o an önemsiz noktalar olduğu için onlara da çok dikkat etmemiştim. AYRINTI Onlar yok yani. Sadece x ekseni y ekseni var. o hareket var ama orda da aslında 180'in üzerinde falan da koordinat noktaları vardı onlar yok.
Orda Hareket eden Bir şey var 180 derece onu farkedebildin mi?
K3 Evet onu farkettim ama 3. izlemede falan.
4 o zaman çok yeterli bulmuyorsun.
K3 Bulmuyorum. Hıhı.

Ek-9. Kategori ve alt kategorileri

KATEGORİ	YOĞUNLAŞMA				
ALT KATEGORİ	NEFES ALMA ŞEKLİ	ZİHNİ BOŞALTMA	SEBEP ARAMA	OLAYIN İÇİNDE DÜŞÜNME	ÇEVREDEN GELEN ETKİLERDEN UZAKLAŞMA
	-derin -kontrollü	-rutin şeyleri düşünmeyi erteleme -diğer düşüncelerden kendini soyutlama	-Konsantrasyon eksikliğini düşünme -konsantrasyon artırmak için düşünme -neye odaklanmak gerektiğini düşünmek -deneyimleri düşünme	-kendini animasyon izlerken düşünme	-çevreden gelen seslere odaklanmamaya çalışma -tek bir noktaya bakma

Ek-10. Soru formlarındaki sırası ile K1, K2 ve K3'e ait kavram imajı tanımlamalarına ilişkin örnekler



46) D, $A=\{a_1, a_2, \dots\}$ görüyorum.

47) D,

48) D, (x,y), (y,x), (a,b) ...

49) D, $A=\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ görüyorum.

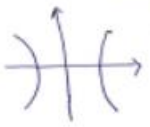
50) D^{+++},  , 

Fizikteki momentteki denge çubuğu düşünüyorum.

Üçgen üzerden (6) den asılıyor, sallanıyor gibi.

Ağırlık merkezinden destekleyerek yüksek hızlarda çubuk aşağı yüksek, tamamlıyor.

51) D, $y=x^2$ 

52) D, 

Küpteki değişce direkt Lorentz uzayında bu nokta çember olur. $d=c=ds^2=-$

53) D, F bir cisim olsun daire beşleşen kebi- kavramı geliyor, özelliklerini düşünüyorum

4) D, Genel konik denklemi, dönme, ötelenme

$Ax^2+Bxy+\dots+E=0$

gibi genel bir form,

1) D Şekil

2) D Şekil

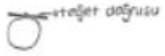
3) D Şekil

4) D _ Kare piramit

5) D - Dikdörtgenler Prizması

6) "$\frac{a}{b}$"

7) D

8) D 

9) D

10) "e"yi görüyorum $a \cdot e = a$

11) D 

12) HİÇ İkisi de var. Düşünmek isteyince hareketlendirebiliyorum.

13) D $e = 2,81\ldots$ eşiti atınca geliyor. Bir de $\ln e = 1$ eşitliği geldi aklıma.

14) D $\ln x = y \Leftrightarrow e^y = x$ eşitliklerini düşündüm.

15) Kısmen 41 Şekilleri gördüm. 000 + 00 = 00000

↳ "+" işareti de yine duruyor.

16) D "X" sembolü

17) D

18) D "_" sembolü

19) D "$\int$" "re" "türevin tersi" Bir de "e" harfi geldi aklıma.

20) $a_1, a_2, \ldots, a_n$

21) Kümenin en büyük elemanı.

"$\forall a \in A$ için $x \leq a$ o.ş. $a \in A$ varsa a'ya maksimum elemanıdır."

Yani tanım.

22) D "R" $R \subset A \times B$ olduğu geldi aklıma.

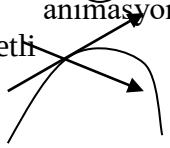
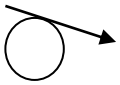
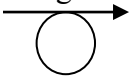
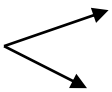
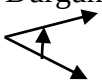
23) D 

24) D 

25) D Simetri + Geçişme olması gerektiğini düşündüm. Şekil canlanmadı.

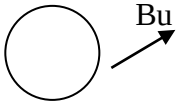
26) D

Ek-11. Katılımcıların Kavram İmajlarının Tablosu

Kavram Adı	K1	K2	K3
Çember	Durgun(Şekil çizmiş, içi boş renksiz)	Durgun(Şekil çizmiş, Resim)	Durgun (şekil)
Kare	Durgun(Şekil çizmiş, içi boş renksiz)	Durgun(Şekil çizmiş, Resim)	Durgun(şekil)
Koni	Durgun(Şekil çizmiş, içi boş renksiz)	Durgun(Şekil çizmiş, Resim)	Durgun(şekil)
Piramit	Durgun(Şekil çizmiş, içi boş renksiz)	Durgun(Şekil çizmiş, Resim)	Durgun(kare piramit)
Prizma	Durgun(Şekil çizmiş, içi boş renksiz)	Durgun(Resim, dikdörtgenler prizması)	Durgun(Resim, dikdörtgenler prizması)
Kesir	Durgun ($\frac{3}{5}\rightarrow$ bu sembol geliyor)	Durgun($\frac{sayı}{sayı}$)	Durgun ($\frac{a}{b}$)
Vektör	Durgun	Durgun	Durgun
Teğet	Durgun  Teğet animasyonu hareketli 	Durgun+hareketli 	Durgun teğet doğrusu 
Birleşme özelliği	Durgun aU(bUc)= (aUb)Uc / a+(b+c)=(a+b)+c	Durgun AUB	Durgun
Birim eleman	Durgun a*e=e*a=e (* bu işlemde mutlaka aklıma geliyor)	Durgun (e ve grup olma özeliklerindeki birim eleman olma maddesi gösterimi)	“e” yi görüyorum aoe=a
Açı	Durgun 	Durgun+hareketli 	Durgun 
Türev	Durgun (ama hatırlamakta	Durgun	Durgun+hareketli (ikisi de var

	daha doğrusu aklıma getirmekte zorlandım		düşünmek isteyince hareketlendirebiliyorum)
e sayısı	Durgun (e)	Durgun (bir formül geliyor aklıma)	Durgun (e=2,81… eişit aklıma geliyor birde lne=1 eşitliği aklıma geldi.)
lnx	Yok (lnx ama grafik hatırlatıyor)	Durgun	Durgun (lnx=e $\leftrightarrow e^x = x$ eşitliklerini düşündüm)
Toplama	Yok (“+” sembolü geliyor yada 3 + 5 = 8 gibi)	Durgun (a+b cebirsel işlemi, cebir derslerinde kullandığımız θ,+ gibi)	Kısmen hareketli (bilyeleri gördüm Ooo+oo=ooooo “+” işareti yine duruyor)
Çarpma	Yok (“.” Sembolü geliyor aklıma yada 3 x 5 = 15 geliyor)	Durgun (a.b cebirsel işlemi, cebir derslerinde kullandığımız ⊙, . gibi)	Durgun (“x” sembolü)
Düzgün dört yüzlü	Durgun(Şekil çizmiş, içi boş renksiz, üçgenler hep eşkenar 4 tane)	Durgun (origami dersinde gördüğümüz sarı kağıttan yapılan yüzey görüyorum ama çizemiyorum)	Durgun
Çıkarma	Yok (“-” Sembolü var yani çıkarma deyince bu sembolü görüyorum yada 5 - 3 = 2 gibi)	Durgun (a-b, a +(ab))	Durgun (“-” sembolü)
İntegral	Durgun (∫ sembolü geliyor önce ama resimde var)	Durgun (İntegral formal tanımı (belirli integral))	Durgun (“ ∫ "ve türevin tersi birde “e “ harfi geldi aklıma)
Dizi	Hareketli	Durgun	$a_1, a_2, a_3 \ldots, a_n$
Maksimum	Durgun	Emin değil, Türev ve maksimum nokta geliyor ama durgunmu ona bile karar veremiyorum	Kümenin en büyük elemanı”$\forall$ x ϵ A için x$\leq$ a o.ş. $\exists$ aϵ A varsa ; a A’nın maksimum elmanıdır”, yani

			tanım
Bağıntı	Yok (“β” sembolü geliyor a β b gibi)	Durgun (sıralı ikililerden oluşan $\beta = \{(x, y), (y, z)\}$ gibi bir cümle görüyorum	Durgun (“R” R⊂AXB olduğu geldi aklıma)
Silindir	Durgun (şekil çizmiş)	Durgun+hareketli(şekil çizmiş, bunu görüyorum ama açılmış yüzey olarak da yani açılıp kapanırken de görüyorum)	Durgun (şekil çizmiş)
Fonksiyon	Durgun (şekil çizmiş sadece iki küme arasında eşleme göstermiş)	Durgun (şekil çizmiş hem iki küme arasında eşleme hem de analitik düzlemde gösterimi)	Durgun (şekil çizmiş sadece iki küme arasında eşleme göstermiş)
Denklik bağıntısı	Yok (“≈” sembolü geliyor birde“a≈b” gibi)	Durgun (denklik bağıntısı ama özelliklerinden oluşan 3 madde geliyor aklıma, formülümü demeliyim bilemiyorum)	(Yansıma+simetri+ Geçişme olması gerektiğini düşündüm şekil canlanmadı)
Küre	Durgun (şekil çizmiş, siyah bir top)	Hareketli (şekil çizmiş, sağdan sola dönüyor)	Durgun
Çevre	Durgun (şekil çizmiş (çember), ilk önce apartman yada evin çevresi geldi sonrasında çember geldi)	Durgun+hareketli(şekil çizmiş(çember), çemberin çevresinde hareketli nokta (çemberin üzerinde dolaşarak çevresi oluşuyor çember durgun))	Durgun (ilk gördüğüm bir karenin çevresi oldu)
Sıralama bağıntısı	Yok (“<” sembolü geliyor, “a<b” gibi)	Durgun(sıralama bağıntısı olma özellikleri geliyor 3 madde ama tam hatırlayamıyorum)	(Yansıma+ ters simetri + geçişme olması gerektiğini düşündüm. Yani şekil göremedim, sadece tanım)
Küme	Durgun (şekil çizmiş)	Durgun (şekil çizmiş, ilkokulda gördüğüm bu resim geliyor)	Durgun (şekil çizmiş)
Permütasyon	Durgun(şekil çizmiş)	Durgun (şekil çizmiş, permütasyon grupları geliyor aklıma)	Durgun, “P(n,r)
Rasyonel sayı	Durgun,(“($\frac{a}{b}$)” “Q” “(a,b)=1 3’de peş peşe geldi)	Durgun,(“ ($\frac{a}{b}$)” a,b∈ $\mathbb{R}$)	Durgun, (“Q” kümesi ve” ($\frac{a}{b}$)”)
Bölme	Durgun (bölme	Durgun+hareketli	Durgun (bölme

	algoritmasını çizmiş)	(bölme gösterimleri durgun, doğru parçasını bölme hareketli şekille göstermiş)	algoritması ve bölme işaretini çizmiş)
Reel sayı	Durgun ($\sqrt{2}\pi$, birde lim an geldi)	Durgun(r ve $\mathbb{R}$ geliyor)	Durgun (sayı doğrusu)
Çokyüzlü	Yok	Durgun(birkaç yüzü görünen ama tüm yüzleri görünmediği için sonsuza kadar açılabilen küremsi bir şekil geliyor)	Durgun (şekil)
İrrasyonel sayı	Durgun($\sqrt{2}$, π, geldi)	Durgun($\sqrt{2}, \pi$, e geliyor)	Durgun (I= $\mathbb{R}\setminus Q$kümesi ve" π" sayısı)
Hacim	Durgun (V=a.b.c var)	Durgun+hareketli (V harfi ve içi mavi suyla yavaş yavaş dolan dikdörtgenler prizması görüyorum)	Durgun (şekil çizmiş dikdörtgenler prizması V=a.b.c)
Denklik sınıfı	Yok gibi sanki,$\overline{0}, \overline{1}$ … gibi $\overline{0}$={2,4,…} de geliyor	Durgun ($\overline{5}, \overline{Z}$, gibi şeyler görüyorum)	Durgun $\overline{0}$,
Limit	Hareketli (daha önce gördüğü animasyonun resmini çizmiş)	Durgun (lim an=a formül geliyor aklıma)	Durgun+hareketli
Grup	Durgun a*(b*c)=(a*b)*c a*e=e*a=a gibi şeyler alt alta geliyorlar	Durgun G harfi ve özelliklerinde oluşan maddeleri görüyorum (1,2,3,4,5)	Durgun (tanım 1)kapalılık 2)birleşme 3)birim eleman 4)ters eleman
Üçgen	Durgun (eşkenar üçgen çizmiş, içi boş)	Durgun (şekil çizmiş, eşkenar üçgen değil yazmış)	Durgun (şekil, eşkenar üçgen)
Halka	Durgun .değişmeli grup .birleşme a.(b.c)=(a.b).c .a*(b.c)=(a*b).(a*c)  	Durgun (◎ içi boş simit ve H (cebirdeki halka özellikleri) geliyor)	Durgun (tanımı düşündüm, "(A,+,.))
Seri	Durgun "$\sum_{n=1}^{\infty} a^n$" geliyor	Durgun (dizilerin toplamı ve "$\sum_{n=1}^{\infty} a^n$" gibi bir gösterim var)	Durgun ("$\sum_{n=1}^{\infty} a^n$")
Yamuk	Durgun(şekil çizmiş,	Durgun(şekil çizmiş)	Durgun(şekil çizmiş,

	içi boş)		paralel kenar)
Değişmeli grup	Durgun “a*b=b*a”	Durgun (a+b=b+aAbel grup)	Durgun (“aob=boa)
Daire	Durgun (şekil çizmiş, içini karalamış koyu renk yazmış)	Durgun (önce çemberi görüyorum sonra karalıyorum içini, şekil çizmiş)	Durgun (içi dolu çember)
Sonsuz Küme	Durgun $\mathbb{Z}$ kümesi geldi	Durgun (A={$a_{1,}a_2$})	Durgun ($\mathbb{Z}$={…,-2,-1,0,1,2,3,…}
Küp	Durgun (şekil çizmiş, içi boş)	Durgun(şekil çizmiş)	Durgun(şekil çizmiş)
Sıralı ikili	Durgun (a,b)={{a},{a,b}}	Durgun ((x,y),(y,x),(a,b))	Durgun (“(a,b)”)
Sonlu küme	Durgun A={a,b,c}	Durgun (A= $a_1 , \dots , a_n$)	Durgun (f:In→A varsa A sonlu bir kümedir)
Ağırlık merkezi	Durgun (şekil çizmiş, oranı göstermiş)	Durgun+hareketli (şekil çizmiş üçgende ağrılık merkezini göstermiş, fizikteki momentim konusundaki çubuğu görüyorum, ağırlık merkezinde desteklenmediğinden çubuk aşağı yukarı hareket ediyor)	Durgun(şekil çizmiş, ağırlık merkezini göstermiş “G”)
Parabol	Durgun (analitik düzlemde parabol çizmiş)	Durgun (y=x^2, analitik düzlemde parabolü çizmiş	Durgun (analitik düzlemde parabol çizmiş)
Hiperbol	Durgun (analitik düzlemde hiperbol çizmiş)	Durgun (analitik düzlemde hiperbol çizmiş, hiperbol deyince Lorentz uzayında bunların çember olduğu düşündüm)	Durgun (hiperbol çizmiş)
Cisim	Yok “F” geldi	Durgun (F bir cisim olsun diye başlayan cebir kavramı geliyor, özelliklerini düşünüyorum)	Durgun (tanım)
Konik Kesimi	Durgun (şekil çizmiş)	Durgun(genel konik denklemi dönme, öteleme Ax^2+Bxy+…+E=0 Gibi genel bir formül)	Durgun

Ek-12. Dokuzuncu görüşmede kullanılan sorular

1) y ekseni etrafında ve 90 derece sağa dönme (2)
2) x ekseni etrafında, 180 derece sağa ve y ekseni etrafında dönme
3) y=-x ve y=x doğrusuna göre simetri (2)
4) y=x doğrusuna göre simetri ve y ekseni etrafında dönme(2)
5) y=x doğrusuna göre simetri, y ekseni etrafında dönme ve y=-x doğrusuna göre simetri
6) 270 derece sağa dönme, y=x doğrusuna göre simetri, x ekseni etrafında dönme
7) 90 derece sağa dönme, y ekseni etrafında dönme ve 90 derece sağa dönme