



**DİJİTAL OLARAK TASARLANMIŞ
BİR EĞİTSEL OYUN ORTAMINDA
ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN
ALAN KAVRAMININ GELİŞİMİNİN
İNCELENMESİ**

Doktora Tezi

Selçuk ALKAN

Eskişehir 2019

**DİJİTAL OLARAK TASARLANMIŞ BİR EĞİTSEL OYUN ORTAMINDA
ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ALAN KAVRAMININ GELİŞİMİNİN
İNCELENMESİ**

SELÇUK ALKAN

DOKTORA TEZİ

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Tuba ADA

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi

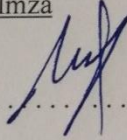
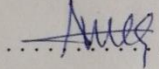
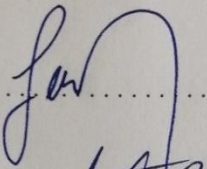
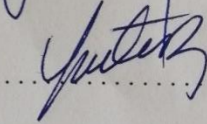
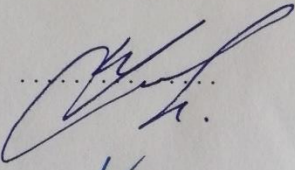
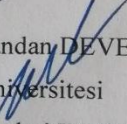
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Mayıs 2019

Bu tez çalışması BAP Komisyonunca kabul edilen 1506E511 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Selçuk ALKAN'ın "Dijital Olarak Tasarlanmış Bir Eğitsel Oyun Ortamında Ortaokul Öğrencilerinin Alan Kavramının Gelişiminin İncelenmesi" başlıklı tezi 29.04.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Programında, Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

	<u>Unvanı-Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı)	: Doç.Dr. Tuba ADA	
Üye	: Prof.Dr. Aytaç KURTULUŞ	
Üye	: Prof.Dr. Savaş BAŞTÜRK	
Üye	: Prof.Dr. Kürşat YENİLMEZ	
Üye	: Doç.Dr. H.Bahadır YANIK	
		

Prof.Dr. Handan DEVECİ
Anadolu Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Müdür Vekili

ÖZET

DİJİTAL OLARAK TASARLANMIŞ BİR EĞİTSEL OYUN ORTAMINDA ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ALAN KAVRAMININ GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Selçuk ALKAN

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mayıs 2019

Danışman: Doç. Dr. Tuba ADA

Bu araştırmanın amacı, dijital olarak tasarlanmış bir eğitsel oyun ortamında ortaokul 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin alan kavramının gelişiminin incelenmesidir. Araştırma nitel araştırma olup desen olarak durum çalışması kullanılmıştır. Çalışma iki temel aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan ilki oyunun tasarlanması ikincisi ise oyunun öğrencilere uygulanmasıdır. Araştırmacı oyun tasarlarken Batista (2003) ve Lehrer'in (2003) alan kavramı gelişimiyle ilgili beceriler ve ön kavramları içeren yaklaşımları kullanmıştır. Oyun tasarımında ise evrensel tasarım modeli ve araştırmacı tarafından tasarlanan döngüsel model benimsenmiştir. İkinci aşamada tasarlanan dijital oyun araştırmacı ile birlikte her bir öğrenciye uygulanmıştır. Uygulamada veriler iki şekilde toplanmıştır. Bunlar ön ve son klinik görüşmeler ve dijital oyun uygulaması boyunca yapılan gözlemlerden oluşmaktadır. Araştırma bulgularında, öğrencilerin başlangıçta birim, kaplama ve sıra-sütun becerisini tam olarak anlamlandırmadıkları görülmüştür. Dijital oyun oynama sürecinde alan kavramıyla ilgili alt kavramları başlangıçta bilmedikleri ancak oyun sırasında yaptıkları hatalar sonucunda stratejileri değiştirerek kavramları kullanmaya başladıkları görülmüştür. Dijital oyun sonunda tekrar yapılan klinik görüşme sonucuna göre öğrencilerin tamamının Batista (2003) tarafından tanımlanmış seviyelerde 1. seviyeden en son seviye olan 6. seviyeye çıktıkları gözlemlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Dijital oyun, Geometri öğretimi, Alan kavramı, Matematik eğitimi, Teknoloji kullanımı.

ABSTRACT

EXAMING OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS' DEVELOPMENT OF THE AREA CONCEPT IN THE DIGITAL EDUCATIONAL GAME ENVIRONMENT

Selçuk ALKAN

Department of Mathematics Education

Anadolu University, Graduate School of Educational Sciences, May 2019

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Tuba ADA

The aim of this research is to investigate the development of the area concept in 5th and 6th grade students in a digitally designed educational game environment. Qualitative case study has been used in this study. The study consists of two basic stages. The first one is the design of the game and the second one is the application of the game to the students. The researcher used Batista (2003) and Lehrer (2003)'s approaches and pre-concept of area to the development of the area concept. In the game design, the universal design model and the circular model designed are used by the researcher. In the second stage, designed digital game, was applied to each student with the researcher. The data obtained from the actual application were collected in two sections. These are the preliminary and final clinical interviews and observations made during the application, which consist of the process of playing the designed digital game. In the research findings, it was seen that the students did not fully understand the area unit, tiling and row-column skills at the beginning. In the process of playing digital games, they did not know the sub-concepts related to the concept of area but they started to use the concepts by changing the strategies as a result of the mistakes they made during the game. At the end of the digital game, according to the results of the clinical interview, it was observed that all of the students increased from level 1 to the last level of level 6 at the levels defined by Batista (2003).

Keywords: Digital game, Teaching geometry, Area concept, Mathematics education, Use of technology.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmada bilgi ve deneyimlerimi esirgemeyen ve her zaman rehber olan değerli danışman hocam Doç Dr. Tuba ADA hocama tüm kalbimle teşekkürü bir borç bilirim. Tez İzleme Komitesinde yer alan, araştırmayı yakından takip eden, çalışmaya rehber olan, fikirleriyle bana yol gösteren değerli hocalarım Doç Dr. Bahadır YANIK'a ve Prof. Dr. Aytaç KURTULUŞ'a; tez savunma jürime katılan ve değerli fikirleriyle çalışmama katkı sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Savaş BAŞTÜRK ve Prof. Dr. Kürşat YENİLMEZ'e teşekkür ederim.

Doktora sürecinin başından itibaren benden desteklerini esirgemeyen Anadolu Üniversitesi Matematik Eğitimi Anabilim Dalında görev yapan ve doktora öğrencileri özellikle Dr. Osman BAĞDAT, Dr. Mehtap TAŞTEPE ve Dr Faik CAMCI'ya teşekkür ederim. Mustafa Kamal Üniversitesi'nde iş arkadaşılarım Arş Gör. Mustafa TAT ve Dr. Celalettin KORKMAZ'a teşekkür ederim.

Doktora süresinde her zaman bana destek veren annem Müslüme ALKAN, babam Bekir ALKAN'a ve doktora tez çalışmamdan dolayı fazla vakit ayıramadığım eşim Senem ALKAN ve biricik oğlum Yunus Emre ALKAN'a anlayışlarından dolayı teşekkür ederim.

Selçuk ALKAN

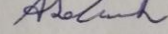
Eskişehir 2019

24.05.2019

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Selçuk ALKAN



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMES	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
GÖRSELLER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Kuramsal Çerçeve.....	8
1.2.1. Batista'nın satır-sütun seviyeler.....	10
1.2.2. Outhered ve Mitchelmore'un kaplama seviyeler	14
1.2.3. Alan konusunda uygulanabilecek etkinlikler.....	15
1.2.4. Dikdörtgen satırlarda karelerin sayılması (numaralandırma)	16
1.2.5. Birim karenin sayılması (numaralandırma)	16
1.2.6. Ölçmenin anlamlı kullanılması.....	17
1.2.7. Kesirli ya da bozuk biçimli alanlar	17
1.3. Araştırmanın Amacı	17
1.4. Araştırma Problemleri.....	18
1.5. Araştırmanın Önemi.....	18
1.6. İlgili Araştırmalar	19
1.6.1. Dijital oyunlara yönelik yapılan çalışmalar	19
1.6.2. Alan kavramına yönelik yapılan çalışmalar	23
2. YÖNTEM.....	27
2.1. Araştırmanın Modeli	27
2.2. Araştırmacının Rolü	27
2.3. Araştırma Süreci	28
2.3.1. Dijital oyunun tasarlanması:	29
2.3.1.1. Döngüsel model.....	31
2.3.1.2.Evrensel dizayn yaklaşımına göre oyunun tasarlanması	32
2.4. Pilot Çalışma.....	37

	<u>Sayfa</u>
2.5. Tasarlanan Oyunun Düzeyleri.....	39
2.6. Çalışma Grubu	53
2.7. Verilerin Toplanması.....	54
2.7.1 Klinik görüşmeler	55
2.7.2. Dijital oyun süreci.....	57
2.8. Verilerin Analizi	58
2.8.1. Analiz çerçeve	60
2.9. Geçerlilik Ve Güvenirlik	62
2.9.1. Geçerlilik	62
2.9.2. Güvenirlik.....	63
3. BULGULAR.....	64
3.1. Katılımcıların alan kavramının dijital oyun öncesi mevcut durumlarına yönelik bulgular	64
3.1.1. Birim kavramı.....	67
3.1.2 Kaplama (Boşluk Doldurma) eylemi	71
3.1.3. Satır-sütun ilişkisi	79
3.2. Katılımcıların tasarlanan dijital oyun ortamındaki alan kavramı gelişimine yönelik bulgular	82
3.2.1. Oyun düzeyi 1: Birim alan ve denklik kavramı.....	83
3.2.2. Oyun düzeyi 2-3: Kaplama eylemi ve satır-sütun ilişkisi.....	88
3.2.3. Oyun düzey 4: Tekrarlama eylemi.....	104
3.2.4. Oyun düzey 5: Orantılılık	109
3.2.5. Oyun düzey 6: Ölçme	118
3.3. Katılımcıların Alan Kavramının Dijital Oyun Sonrası Mevcut Durumlarına Yönelik Bulgular	129
3.3.1. Birim kavramı.....	129
3.3.2. Kaplama eylemi	131
3.3.3. Satır-sütun becerisi.....	135
4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	137
4.1. Sonuç	137
4.2. Tartışma	139
4.2.1. Ön klinik görüşme	139
4.2.1.1. Birim kavramı	139
4.2.1.2. Kaplama eylemi	140
4.2.1.3. Satır-sütun ilişkisi	140
4.2.2. Uygulama sırası.....	141

	<u>Sayfa</u>
4.2.2.1. <i>Oyun düzeyi 1: Birim kare ve denklik</i>	142
4.2.2.2. <i>Oyun düzey 2-3: Kaplama eylemi ve satır-sütun ilişkisi</i>	144
4.2.2.3. <i>Oyun düzey 4: Tekrarlama eylemi</i>	146
4.2.2.4. <i>Oyun düzey 5: Orantılılık</i>	147
4.2.2.5. <i>Oyun düzey 6: Ölçme</i>	149
4.2.3. <i>Dijital oyun ve eğitim</i>	150
4.3. <i>Öneri</i>	156
4.3.1. <i>Oyunun tasarımı yönelik öneriler</i>	156
4.3.2. <i>Araştırmanın sonuçlarına yönelik öneriler</i>	157
4.3.3. <i>Oyunun yönergesi</i>	158
KAYNAKÇA	
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. <i>Araştırma Sürecinin Aşamaları</i>	29
Tablo 2.2. <i>Öğrencilerin durumları.....</i>	54
Tablo 2.3. <i>Battista (2003) alan kavramınında öğrencilerin satır-sütun becerilerini düzeyini tanımlamak için kullandığı seviyeleri</i>	55
Tablo 2.4. <i>Outhered ve Mitchelmore (2000) öğrencilerin kaplama eylemini düzeyini tanımlamak için kullandığı seviyeler.....</i>	56
Tablo 3.1. <i>Öğrencilerin Battista 'ya Göre Ön Klinik Görüşme Bulguları</i>	64
Tablo 3.2. <i>Öğrencilerin ön görüşmelerinde Outhered ve Mitchelmore 'a (2000) göre kaplama seviyeleri.....</i>	78
Tablo 3.3. <i>Öğrencilerin ön görüşmelerinde-son görüşme Outhered ve Mitchelmore (2000) 'a göre kaplama seviyeleri.</i>	134
Tablo 3.4. <i>Ön-son görüşmelerde Battista (2003) seviyeleri</i>	136

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Tasarlanan oyunun seviyeleri	30
Şekil 2.2. Oyunun tasarlanma aşamasında kullanılan döngüsel model.....	31
Şekil 2.3. Oyun düzeyleri.....	59
Şekil 3.1. OD2 sorularında öğrencilerin uygulamış olduğu stratejiler	97
Şekil 3.2. Tekrarlama eyleminde öğrencilerin uygulamış oldukları stratejiler	109
Şekil 3.3. Denklik kavramında öğrencilerin uygulamış oldukları stratejiler.....	117
Şekil 3.4. Ölçme kavramını öğrencilerin uygulamış oldukları stratejiler.....	128



GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 1. 1. Öğrencilerin alan etkinliklerine verdiği cevaplar (Battista, 2003).	11
Görsel 1. 2. Öğrencinin ikinci seviyede satırları sayma işlemi (Battista,2003)	12
Görsel 1.3. Öğrencinin üçüncü seviyede satırları sayma işlemi (Battista, 2003).	12
Görsel 1.4. Beşinci seviyedeki bir öğrencinin yapacağı birim kare sayma için uygulayacağı strateji (Battista, 2003).	13
Görsel 1.5. Kesirler Konu ile ilgili soru örnekleri.	21
Görsel 1.6. Kesirler Konu ile ilgili soru örnekleri	21
Görsel 1.7. Soru çözüm örnekleri.....	21
Görsel 2. 1. OD1-1. Soru ile ilgili görseli.....	40
Görsel 2.2. Öğrenci yanlış cevap verdiğinde oluşan durumu	40
Görsel 2.3. Öğrenci doğru cevap verdiğinde oluşan durum	41
Görsel 2.4. OD1-1. Soru ile ilgili görsel.	41
Görsel 2.5. OD1-2. Soru ile ilgili görsel.	42
Görsel 2.6. OD1-3. Soru ile ilgili görsel.	42
Görsel 2.7. Öğrenci doğru cevap verdiğinde hem yazı hem ses hem de görsel ile oluşan durum.	43
Görsel 2.8. OD1-5. Soru ile ilgili görsel.	43
Görsel 2.9. OD2 1. soru ile ilgili görsel.....	44
Görsel 2.10. Tepsinin boş kalmayacak şekilde birim karelerle kaplanmış durumu.	44
Görsel 2.11. Tüm tepsiyi kaplayacak sayıda birim kare bulunmadığından kaplanamama durumu	45
Görsel 2.12. Tüm tepsiyi kaplayacak sayıda birim kare bulunmadığından kaplanamama durumu	45
Görsel 2.13. Yukarıdaki görselde birim kareleri belli bir doğrultuda dizilmiştir.	46
Görsel 2.14. OD3-2 sorusunun görseli	46
Görsel 2.15. OD3-3. sorusunun görseli	47
Görsel 2.16. OD3-4. sorusunun görseli	47
Görsel 2.17. OD3-5. sorusunun görseli	48
Görsel 2.18. OD4-1. Oyununun görseli	48
Görsel 2.19. OD4-4. Oyununun görseli	49

Görsel 2.20. OD5-1. sorunun görseli.....	50
Görsel 2.21. OD5-2. Soruna ait ekran görüntüsü.....	50
Görsel 2.22. OD5-3 sorusu ait ekran görüntüsü.....	51
Görsel 2.23. OD6'nın 1. sorusuna ait ekran görüntüsü.....	52
Görsel 2.24. OD6'nın 1. Sorusuna ait ekran görüntüsü.....	52
Görsel 2.25. OD6'nın 3 soruya ait ekran görüntüsü.....	52
Görsel 2.26. OD6'nın 4. sorusuna ait ekran görüntüsü.....	53
Görsel 3.1. Öğrenci 1'in birim kare kaplama için yapmış olduğu bir çizim.....	67
Görsel 3.2. Öğrenci 1'in birim kare kaplama örneği.....	68
Görsel 3.3. Öğrenci 2'in klinik görüşmesinde yapmış olduğu çizim.....	69
Görsel 3.4. Öğrenci 2'in klinik görüşmesinde yapmış olduğu çizim.....	70
Görsel 3.5. Öğrenci 2'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim.....	72
Görsel 3.6. Öğrenci 3'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim.....	73
Görsel 3.7. Öğrenci 5'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim.....	74
Görsel 3.8. Öğrenci 5'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim.....	75
Görsel 3.9. Öğrenci 6'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim.....	76
Görsel 3.10. Öğrenci 8'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim.....	77
Görsel 3.11. Öğrenci 2'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim.....	80
Görsel 3.12. Öğrenci 6'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim.....	81
Görsel 3.13. Öğrenci 5'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim.....	81
Görsel 3.14. Öğrenci 1'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim.....	82
Görsel 3.15. Öğrenci 1'in OD1-1. Sorusu ile ilgili görseli.....	84
Görsel 3.16. Öğrenci 1'in OD1- 2. Soru ile ilgili görseli.....	84
Görsel 3.17. Öğrenci 10'nun OD1- 4. sorusuna ait görseli.....	86
Görsel 3.18. Öğrenci 10'nun OD1- 5. sorusuna ait görseli.....	87
Görsel 3.19. Öğrenci 8'in OD2-1 soruna ait görseli.....	90
Görsel 3.20. Öğrenci 6'nın OD2-3 sorusuna ait görseli.....	92
Görsel 3.21. Öğrenci 1 OD2-3 sorusuna ait görseli.....	94
Görsel 3.22. Öğrenci 3'ün OD2-5 sorusuna ilişkin görseli.....	96
Görsel 3.23. Öğrenci 9'un OD2-3 sorusuna ilişkin görseli.....	96
Görsel 3.24. OD3-1 sorusuna ait görsel.....	99
Görsel 3.25. OD3-1. Sorusunun görseli.....	100

Görsel 3.26. Öğrenci9'un OD4-1 Sorusu ait görsel	104
Görsel 3.27. Öğrenci9'un OD4-3 sorusunun cevabına ilişkin görseli.....	105
Görsel 3.28. Öğrenci 4'un OD4-3 Sorusu ait çözüm yöntemi	106
Görsel 3.29. Öğrenci10'un OD4-3'un Sorusunun cevabına ilişkin görseli.....	108
Görsel 3.30. Öğrenci10'un OD5-1 sorusunun cevabına ilişkin görsel.....	111
Görsel 3. 31. Öğrenci9'un OD5-2 Sorusunda sütun belirlemesine ilişkin görseli	112
Görsel 3.32. Öğrenci9'un OD5-2 Sorusunda satır belirlemesine ilişkin görseli.....	113
Görsel 3.33. Öğrenci9'un OD5-2 Sorusunda yanlış yaptıktan sonra strateji değiştirmesi.....	113
Görsel 3.34. Öğrenci3'un OD5-3 Sorusunda tekrarlama eylemine ilişkin görseli.....	114
Görsel 3.35. Öğrenci 3'un OD5-3 Sorusunda birimler arası oranın belirlenmesi.....	115
Görsel 3. 36. Öğrenci 3'un OD5-3 Sorusunda büyük birim çikolata ile satırı belirleme ilişkin görseli.....	116
Görsel 3.37. Öğrenci 5'in OD5-3 Sorusunda alan oranı kullanmasına ilişkin görseli	117
Görsel 3.38. Öğrenci 9'un OD6-1 Sorusundaki kenar uzunluğunu bulması	118
Görsel 3.39. Öğrenci 9'un OD6-1 sorusundaki birim kenar uzunluğunu çapraz ölçmesi.	119
Görsel 3.40. Öğrenci 9'un OD6-1 sorusundaki birim kenar uzunluğunu çapraz ölçmesi.	121
Görsel 3.41. Öğrenci9'un OD6-3 sorusundaki birim kenar uzunluğunu kullanması. .	122
Görsel 3.42. Öğrenci 8'in OD6-1Sorusundaki birim kenar uzunluğunu kullanması. .	123
Görsel 3.43. Öğrenci7'nin OD6-2 sorusunda yuvarlakları sürüklemesine ilişkin görseli.....	125
Görsel 3.44 Öğrenci 6'nin OD6-3 Sorusunda birimin boyutuna dikkat etmediğine ilişkin görseli.....	127
Görsel 3.45. Öğrenci 1'in son görüşme cevabı.....	130
Görsel 3.46. Öğrenci2'in son görüşme cevabı.....	131
Görsel 3.47. Öğrenci2'in son görüşme cevabı.....	131
Görsel 3.48. Öğrenci 2'in son görüşme cevabı.....	132
Görsel 3.49. Öğrenci 5'in son görüşme cevabı.....	133
Görsel 3.50. Öğrenci 6'in son görüşme cevabı.....	134

Sayfa

Görsel 3.51. <i>Öğrenci 1'in son görüşme cevabı</i>	135
Görsel 3.52. <i>Öğrenci 1'in son görüşme cevabı</i>	136



1. GİRİŞ

Bu bölümde, araştırmanın problem durumu, amacı, kuramsal çerçeve ve ilgili çalışmalar ile tanımlarına ilişkin bilgiler verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Matematik eğitiminde en önemli hedeflere ulaşılması için yapılması gereken en önemli basamaklardan biri öğrencilerin matematik konuları ile ilgili seviyelerinin belirlenmesidir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde ise öğrencilerin seviyelerini belirlemek veya bu seviyeleri tanımlamak için problem çözme etkinliklerine yer verildiği ve bu etkinliklerde ise matematik uygulamaları, genellikle gerçek bir bağlam çerçevesinde oluşturulduğu görülmüştür (Goose, Stilman ve Vale, 2007).

Genellikle matematik ile gerçek yaşam deneyimleri, sınıf ortamlarında sözel problemleriyle sağlanmaktadır. Ancak sözel problemleri, gerçek dünya ile formal matematik arasında, daha çok problem çözme ile ilgili temel deneyim vermektedir. Son çalışmalar göstermektedir ki sözel problemlerinde öğrenciler, probleme ait bağlamı problemden hariç tutularak çözmekte ve bundan dolayı öğrencilerin matematiksel modelleri nadiren geliştirmektedir (Verschaffer, 2000). Sözel problemleriyle ilgili iki önemli sınırlılık bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, metinsel faktörlerin doğasında kaynaklanmaktadır. Sözel problemlerin öğrenciye sunulması aşamasında yaşanmaktadır. Öğrencilerin metinde bulunan matematiksel görev ve bilgiyi metin içinde görememesi buna örnek olarak verilebilir. Bir başka sınırlılık ise öğretmenlerin matematiksel problem çözme ile ilgili kültür ve inançlarından kaynaklanmaktadır (Bonoto, 2004). Sözel problemlerin yapısından dolayı öğretmenlerin ve öğrencilerin problemde bulunan bağlamın değersiz olduğuna dair inanç geliştirmektedir ve öğrenciler soruları matematiksel bilgiyi bağlamdan ayırarak çözmektedir. Bunun sonucunda öğrencilerde tüm problemler için bağlamının önemini yitirmesine neden olmaktadır. Bu iki sınırlılık, öğrencinin zihninde modelin oluşmasını engellemektedir. Sözel problemleri tüm bu eksikliklerine rağmen problem çözme etkinliklerinde birçok öğretmen tarafından hala problem çözme ve uygulamalarda ve temel becerileri geliştirmek için kullanılacak bir araç olarak görülmektedir (Blum ve Niss, 1991). Bağlamdan ve gerçek dünyadan kopmuş bir matematik eğitimi günümüz öğrenci

ihtiyaçlarını karşılayamaz ve matematiksel modelin oluşmasını sağlayamaz (Lesh ve Doerr, 2003).

Eğer ğrencilere, matematiksel modelleme hem gerçek dünya bağlamında hem de niceliksel bağlamda yerleştirilmek isteniyorsa, sınıflarda matematik ile gerçek dünya arasında daha reel ve daha az metinsel problem durumları uygulanmalı; ğretmen ve öğrencilerin gerçek ortamların matematikte uygulanmasına yönelik inanç, tutum ve sınıf içi sosyo-kültürel normları değiştirilmelidir (Bonoto,2004).

Gerçek dünya ile matematik arasındaki ilişkiyi oluşturmak için en fazla öğretmene görev düşmekle birlikte bu ilişkiyi oluşturmak zor bir süreçtir. Masengila (1994) bu zorlukları şu şekilde sıralamıştır:

1. Kavramsal ğrenmeyi sağlama,
2. Etkinliklerdeki amaçlara ulaştırma,
3. Esnek davranma.

Kavramsal ğrenme sağlamak önemlidir. Çünkü bazı durumlarda öğrenciler, bir bağlam çerçevesinde uygulanan problemi başka bir bağlam çerçevesinde sorulduğunda çözememektedir. Buradan ğrencilerin kavramsal öğrenmeyi gerçekleştiremediği ve etkinliğin amacına ulaşamadığı anlamı çıkmaktadır. Kavramın öğretilmesi için etkinliklerin tasarlanması ve belirlenmesi öğretmenler için zor ve ayrıca öğretmenlerin iş yükünü artırmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar tarafından etkinliklerin tasarlanması öğretmenlerin içini kolaylaştıracak ve iş yüklerini azaltacak, üstelik öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine yardımcı olacaktır. Problem zme etkinlikleri oyunlaştırarak tasarlanması yöntemlerden biridir. Oyun temelli tasarlanan etkinlikler öğrenciler için zengin bir öğrenme ortamı sağlayabilir ve akademik başarılarını artırabilir.

Çocuklar oynayarak birçok beceriyi elde edebilirler. Oyun oynayan çocuklar sadece eğlenmezler aynı zamanda oynarken bilişsel, duyuşsal ve sosyo-kültürel gelişim gösterirler. En basitinden saklambaç oyununda, ebenin, saklanan çocukların saklanabilecekleri uygun yerleri bilişsel olarak görselleştirmesi ve yerlerini tahmin etmesi gerekir. Bu oyun, çocukların görsel ve uzamsal zeklarının gelişmesinde önemli katkılar sunmaktadır (Ya-Ting Carolyn Yang, 2014). Yapılandırmacılığın en önemli ilkelerinden olan yaparak öğrenme, aktif öğrenme gibi kavramlar oyunla öğretimin temelini oluştırmaktadır.

Geleneksel oyunlarda olduğu gibi diğital oyunlar da eğitimde aktif öğrenmeyi sağlayan önemli materyallerdir. Literatürde oyun, kullanıcıya ineraktif kullanım

sağlayan, kuralları, bir ya da birden çok amacı ve ölçülebilir bir ilerleme ölçüsü olan araçlar olarak tanımlanmaktadır (Becker, 2017). Dijital oyun ise oyunun dijital ortama aktarılmış hali olarak tanımlanabilir.

Dijital oyunlar, sunduğu zengin sanal dünyalar sayesinde öğrenme için çok güçlü bağlam oluşturmaktadır. Bu ortamlarda, öğrenciler kelime ve sembollerin tanımladıkları gerçeklerle doğrudan ilişki içerisine girmektedir. Farklı bağlamlarla ilişkili oluşan bu deneyimler sayesinde, öğrenciler soyut düşünmeyi ve otantik problemler aracılığıyla karmaşık kavramları, ilişkiyi kaybetmeden anlamlandırmaktadır (Admiraal, Huizenga, Akkerman, ve Dam, 2011). Özellikle belli bir bağlam çerçevesine oturtulmuş dijital oyunlar anlamlı ve otantik öğrenme ortamı oluşturmakla birlikte bu tür etkinliklerin oluşturulması için çok iyi bir kaynak sağlamaktadır (Panoutsopoulos ve vd., 2015). Bu yapısından dolayı dijital oyunlarda bağlam çerçevesinde verilen modeller ve temsiller matematiksel problem çözme becerisinin gelişmesine katkıda bulunacak ve matematiksel modellerin zihinde gelişimini sağlayacaktır (Van Garderen, 2016). Gerçek dünya ile ilişkili bağlamlar sayesinde öğrenciler kavramları daha kolay anlamlandırabilir ve böylece bilişsel yükü azaltabilir (Chen vd., 2015). Ancak var olan matematiksel oyunlar incelendiğinde birçoğunun psi-motor becerilerinin gelişimine yönelik tasarlandığını ve oyunlarda kavramlarla ilgili ara temsillerin, modellere, somutlaştırılmış dinamik bağlama dikkat edilmediği ve kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirecek şekilde tasarlanmadığı gözlemlenmiştir (Virk, Clark ve Sengupta, 2016).

Dijital oyunlar, eğitimde farklı alanlarda kullanılabilir. Eğitim programlarında bulunan konuları öğretilbileceği gibi (Beak ve Whitton, 2013) yaratıcılık, problem çözme, iş-birlikli ve eleştirel düşünme, öğrencilerin gündelik ve akademik yaşamda başarılı olabilmeleri için öğrenmeleri gereken becerilerin kazandırılmasında önemli bir rol oynadığı birçok farklı çalışmayla ifade edilmektedir (Hwang ve Wu, 2012; Kiili, 2005; Ravenscroft, 2007; Shih, Shih, Shih, Su, ve Chuang, 2010; Yang, 2012 aktaran Hsiao, Chang, Lin ve Hu, 2014).

Tasarlanmış dijital oyunların, eleştirel düşünme ya da problem çözme, bilgiyi yapılandırma gibi yüksek seviyede bilişsel düşünmeyi geliştirdiği gözlemlenmiştir (Robertson, 2012). Özellikle eleştirel düşünme üzerinde olumlu etkisi bulunmaktadır. Yapılan birçok deneysel çalışmada dijital oyunun kullanıldığı ortamda öğrencilerin

eleştirel düşünmelerini geliştirdiği görülmüştür (Yang ve Chang, 2013). Eleştirel düşünme yanında problem çözme becerisine olumlu etkide bulunmaktadır.

Problem çözme becerisi, öğrencilerin eğitim hayatı boyunca kazanmaları beklenen en önemli becerilerden biridir. Problem çözme becerilerini geliştirmek için, doğal ortamlarda öğrencilere kural ve kavramlar sağlanarak yeterince problem çözme etkinlikleri yapılmalıdır (Kapp, 2007). Ancak bu şekilde öğrenciler senaryolarda başarılı olabilecek, çeşitli bilgilerde sentez yapabilecek ve hangi stratejiyi kullanabileceğine yönelik analiz etme becerilerine sahip olacaklardır (Ebner & Holzinger, 2007). Dijital oyunlar problem çözme etkinliklerinde kullanılabilir. Dijital oyunlar ile öğrenciler problemi keşfedebilir, çeşitli çözümleri deneyebilir ve anlamlı bağlamların oluşturulmasıyla bilgi ve deneyimlerle yapılandırılmış kavramsal öğrenme sağlanabilir (Beak ve Whitton, 2013). Problem çözme etkinliklerinin geleneksel ortamlarda istenilen düzeyde yapılamamasının nedenlerinden biri öğrencilerin problem çözme aşamalarına dönememesi ve problemleri kendi hızlarında çözememelerinden kaynaklanmaktadır. Ancak dijital oyunlar bu sorunu ortadan kaldırmakta ve öğrencilerin kendi hızlarında problemi çözmelerine ve istenilen zamanda problem çözme aşamalarına dönebilmelerine izin vermektedir (Bartek ve Nocar, 2016). Özellikle oyun içerisinde yapılan hatalar ve bu hataları düzeltmeye imkân tanınması dijital oyunun bir başka katkısı olarak belirtilebilir (Lowrie, Jorgensen ve Logan, 2013). Çünkü etkinlik sırasında yapılan hatalar bilişsel çatışmaya neden olmakta ve düşüncelerini yansıtmada ve kavramların keşfini kolaylaştırmaktadır (Borasi, 1994). Öğrenciler hatalardan üç adımda öğrenmektedir. Birinci adım hatayı belirleme bu adımda öğrenci hatasını görmesi aşamasıdır. Daha sonra hatasının nedenini muhakeme etme adımdır. Bu adımda hatanın nedeni incelenir ve farklı strateji dener. Üçüncü adımda ise hataları engelleme aşamasıdır, öğrenci bu adımda artık doğru sonuca ulaşacak strateji belirlemiş ve hatalardan kurtulmak için bu stratejiyi kullanmaktadır (Fisher ve Lipson, 1986). Ancak üst bilişsel becerilerin öğretiminde tasarlanacak dijital oyunun çeşidinin belirlenmesi önemlidir.

Genel olarak eğitim için kullanılan dijital oyunlar üç çeşide ayrılmaktadır (Meyer, ve Sørensen, 2009). Bunlar:

1. Eğitici ve eğlendirici dijital oyunlar: Eğitimde tasarlanan ilk dijital oyunlar bu gruba girerler. Genel olarak eğlendirerek, öğrenmeyi kolaylaştırmak amacıyla tasarlanmış oyunlardır. Bu tür oyunlarda, öğrenci-öğretmen etkileşimine ihtiyaç

duyulmamaktadır. Aynı zamanda bu oyunlar çağdaş öğretim yöntemlerinin ihtiyaçlarını karşılamamaktadır. Günümüzde mobil araç platformlarında bulunan eğitsel oyunların çoğu bu kategoriye girmektedir. Bu oyunlar basit dört işlem yapılarak seviye atlandığı oyunlardır.

2. Araştırma temelli eğitsel oyunlar: Okullarda kullanım amacıyla tasarlanmış ve öğretmen-öğrenci etkileşimine izin veren dijital oyunlardır. Amaç temelli (serious) oyunlar diye adlandırılmaktadır. Bu oyunlar, çağdaş öğretim teorilerine göre tasarlanmıştır.

3. Eğlence için tasarlanmış oyunlar: Bu tür oyunlar eğitim amacıyla tasarlanmamış oyunlardır. Ancak bazı durumlarda, konularda öğrenmeyi kolaylaştırmak amacıyla kullanılabilir. Örneğin SimCity ve Civilization gibi oyunlar tarih ve sosyal bilimlerde öğretimi kolaylaştırmak amacıyla kullanılabilir.

Amaç temelli dijital eğitsel oyunlar çağdaş eğitim yaklaşımları için en uygun araçlardır. Bundan dolayı bu çalışmada amaç temelli dijital oyun tasarlanmıştır. Dijital oyunu eğitim ortamlarında en iyi dijital oyun temelli eğitim teorisi yardımıyla anlamlandırılabilir. Dijital oyun temelli eğitimin kısaca eğitim ve öğretimin oyun ile yapılması olarak tanımlanmaktadır. (Becker, 2017). Bir başka tanımda ise öğrencilerin çeşitli hedefleri kazanmaları için eğitimsel hedefleri belirlenmiş rekabetçi bir faaliyettir. Oyunlar, öğrenmeyi veya bilişsel becerilerin gelişimini teşvik etmek için tasarlanabilir ya da öğrencilerin becerilerini sanal bir ortamda uygulamalarını sağlayan simülasyonlar oluşturabilir. (Erhel ve Jamet, 2013). Dijital oyun temelli eğitimi daha iyi tanımlayabilmek için öğretim teorilerin etkisi de incelenmelidir. Dijital oyun temelli eğitim, davranışçılık, bilişsel teori, yapılandırmacılık, insancılık ve sosyal öğrenme teorilerinden etkilenmekte ve dijital oyun tasarım süreci bu teoriler çerçevesinde şekillenmektedir (Becker, 2017). Bu çalışmada tasarlanan en uygun teori bilişsel çoklu ortam teorisidir. Bu teorinin üç temel ilkesi bulunmaktadır:

1. Çift Kanal: Öğrenenlere bilgi birden çok ortamdan gelmektedir. Bu çalışmada tasarlanan oyunun pekiştiriciler hem yazılı hem de sesle verilmektedir.
2. Öğrenenler belli bir zamanda yapabilecekleri işlem miktarı sınırlıdır. Tasarlanan dijital oyunda öğrenciler sadece fare kullanarak ve birim kareler sürükleyerek çalışmaya dahil edilmiştir. Ayrıca fazladan görsel effect verilmemiş ve öğrencilerin dikkati sadece oyuna yönlendirilmiştir.

3. Öğrenme, ilişkili bilgilere, uygun temsillere ve önceki bilgilerle ilişkilendirmek dahil olmak üzere uygun bilişsel süreçlere girdiğinde gerçekleşir. Bu çalışmada öğrencilerin bilişsel yükü azaltılması için alan kavramıyla ilişkili temsiller kullanılmıştır. Her bir kavram birbiriyle ilişkili bir şekilde ve temel kavramlardan daha karışık kavramlara doğru bir hiyerarşi kullanarak öğretilmiştir.

Eğitimi eğlenceli hale getirmek dijital oyunların en önemli özelliğidir. Dijital oyunlar ilginç, zorlayıcı ve ilginç öğeler içermesinden dolayı öğretimi daha eğlenceli hale getiren yararlı araçlardır. Eğlenceli olması öğrencilerin derse olan ilgisini geleneksel eğitime göre daha da artırmaktadır (Li vd., 2016). Geleneksel eğitimle yapılan bir derse öğrenciler en iyi ihtimalle 20 ya da 30 dakika boyunca aktif olarak katılabilirken (Bonwell ve Eison, 1991) dijital oyunlarla yapılan etkinlikler kağıt kalem ile yapılan geleneksel eğitimlerden daha fazla öğrencilerin motivasyonunu artırmaktadır (Castellar, All ve Looy, 2015). Kısaca dijital oyunların en önemli özelliği eğlendirerek öğretmekte ve öğrencilerin öğrenmeye ilgisini, motivasyonunu artırmaktadır (Klawe, 1999; Rosas vd., 2003; Prenksy, 2003; Papastergiou, 2009). Dijital oyunlar özellikle matematik eğitimi için kullanışlı araçlar olabilir. Çünkü matematik eğitimi için geliştirilmiş dijital oyunlar, matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirdiği görülmüştür (Mavrotheris ve Prodromou, 2016). Özellikle matematik oyunlarında puanlama, rekabet gibi faktörlerin olması öğrencilerin derse ve oyuna yönelik ilgilerini yüksek oranda artırmıştır (Weitze, 2016). Benzer şekilde Kiili (2005) dijital oyunların öğrenme ortamlarında öğrenci tutum ve ilgisini artırdığı ve bu sayede öğrenciler için öğrenme deneyimleri sağladığını belirtmiştir. Bir oyunu eğlenceli hale getiren oyunun yapısı bir başka deyişle mekanikleridir.

Mekanikleri, genel olarak kişilerin oyun içi bilişsel ya da somut kısıtlamaları olarak tanımlanabilir (Sicart, 2008). Dijital oyunlarda mekanikler ikiye ayrılmaktadır. Bunlar eğitsel mekanik ve oyun mekaniğidir. Eğitsel mekanik, dijital oyunun eğitim ile ilgili olan (pekiştireç, yönerge, oyun içi seviyelerin kavramla ilişkili vb) kısım olarak tanımlanır. Oyun mekaniği ise kişilerin oyunu oynarken kullandıkları oyun ile ilgili özellik olarak tanımlanabilir (tıklama, sürükleme, puan vb) (Lim vd., 2012). Başarılı bir dijital oyun tasarlamak istiyorsak eğitsel ve oyun mekaniği bir arada ilişkili bir şekilde kullanılmalıdır (Habgood ve Ainsworth, 2011; Clark ve Martinez-Garza, 2012).

Yukarıda da bahsedildiği gibi matematik eğitimi için özellikle problem çözme etkinlikleri şeklinde tasarlanacak dijital oyunun öğrencilerin kavramsal gelişimine önemli etkisi olacaktır. Dijital oyunlar özellikle tarihsel geçmişi ve gerçek dünya bağlamı sayesinde geometri konularının öğretiminde etkili bir şekilde kullanılabilir.

Geometrinin kullanımı, tarihsel olarak çok uzun zaman öncesine dayanmaktadır. Geometri (özellikle ölçme), antik medeniyetlerden itibaren birçok medeniyet tarafından (Nil nehrinin taşması sonucu tarlaların işaretlendiği yerlerin kaybolması ve bundan dolayı tarlaların sahiplerinin belirlenmesi ya da piramit ve tapınak gibi yapıların oluşturulması... vb.) günlük ihtiyaçları karşılamak amacıyla kullanılmıştır (Ersoy, 2003).

Geometri geçmişte çok sık kullanılmasıyla birlikte temel teoremleri günlük yaşamımızı kolaylaştırmak için hala kullanılmaktadır. Köyde yaşayan biri, tarlasını satmak veya kiralamak ya da en azından tarlalardaki verimliliği ölçmek için ölçme ile ilgili temel teori ve bilgilere sahip olmalıdır. Bununla birlikte, günümüzde daha karmaşık durumlarla başa çıkmak için uzmanlığını almış çalışanlar (mühendis, mimar ya da inşaat işçisi... vb.) kendi işlerini doğru yapabilmeleri için (yol ve bina inşaatında ya da park düzenlemelerinde... vb.) aynı şekilde ileri derece geometri kullanmak zorundadırlar (Freudenthal, 1999). Bundan dolayı çocuk eğitiminin ilk yıllarından itibaren alan kavramı gibi ölçme becerisini geliştirmeye yönelik etkinlikler tasarlanmalıdır.

Alan kavramını geliştirmek amacıyla öğretmenler tarafından tasarlanan etkinliklerde hala formülleri kullanılmakta ve bu formüller öğrencilere ezberletilmektedir. Bu tarz eğitim anlayışı öğrencilerde kavram yanılgılarının oluşmasına neden olmaktadır (Boston ve Smith, 2003). Yapılan çalışmalarda öğrencilerin geleneksel eğitim anlayışı sonucunda karşılaştıkları kavram yanılgıları şunlardır: verilen çevre ve alan birimleri ile şekilleri çizmede zorluk yaşama, çevre uzunluğu ile alan birimlerini birbirine karıştırma ve yüzey alanı ile hacim birimlerini birbirine karıştırmadır. Ayrıca öğrencilerin farklı çevre uzunluklarına sahip dikdörtgenlerin aynı alana sahip olma durumunu açıklamada zorluk yaşadıkları gözlemlenmiştir (Chappell ve Thompson, 1999; Bright ve Hoeffner, 1993 Akt. Boston ve Smith, 2003, Şişman ve Aksu, 2009). 2013-2018 yılları arasında tasarlanmış her iki matematik eğitim programı incelendiğinde hem 5. Sınıflarda hem de 6. Sınıflarda alan ölçme konusu verilmektedir (Beyendi, 2018). Ancak matematik öğretim programlarında

geometri konusunda özellikle 2005 sonrasında bilişsel gelişime dikkat edildiği, iyi yapılandırılmış etkinliklerle ve problem çözme (Yalçın ve Özgeldi, 2018) özellikle birim kare etkinliklerinin başarılı bir şekilde tasarlanmasına rağmen öğrencilerin birim kareyi alan ölçme birimi olarak görmedikleri bunun yerine öğrendikleri (ezberledikleri) alan formülünü kullandıkları gözlemlenmiştir. Buradan da öğrencilerin gerçek yaşam bilgilerini alan kavramıyla ilgili sözel problemleri çözmede kullanmadıklarını gözlemlemişlerdir (Olkun vd., 2014). Bu kavram yanlışlarının giderilmesi için bilimsel çalışmalar sonucunda elde edilen bilgiler kullanılarak etkinlikler ve öğretim ortamları oluşturulmalıdır.

Oyun kullanarak yapılan öğretimlerin alan kavramı geliştirilmesinde geleneksel yöntemlerden daha etkili olduğu görülmüştür (Arslan ve Demirtaş, 2015). Bu çalışmada tasarlanacak dijital oyun alan kavramının gelişimine yönelik olacaktır.

1.2. Kuramsal Çerçeve

Piaget'e (1960) göre ölçme kavramının gelişimi birtakım zihinsel sürecin gelişimi ile doğru orantılıdır. Eğer öğrenci bu zihinsel süreçler ile bir model geliştiremezse yeni problem durumları ile karşılaştığında bu problemi çözmekte zorlanacaktır. Lehrer'e (2003) göre ölçme kavramının gelişimi için birim ile ilişkili birçok temel kavramlar bulunmaktadır. Ancak bazı kavramlar diğerlerine göre daha öne çıkmaktadır. Bu temel kavramları şunlardır:

1. Birim-özellik ilişkisi: Öğrenciler ölçme kavramını geliştirmek için birim ile özelliği arasında ilişki kurmalıdır. Bu kavramı geliştirmeyen öğrenci bir birimi farklı uzamsal oluşumlar için kullanmaktadır. Örneğin iki şehir arasındaki uzaklığı saat ile ilişkilendirmektedir.
2. Tekrarlama (itiration): Bu kavram birimin tekrar kullanılabilirliği olarak tanımlanabilir. Öğrencide bu kavramın geliştirilmesi ilerleyen dönemlerde öğrencilerde denk parçalar ve geçişlilik kavramlarının gelişimine katkı sağlayacaktır.
3. Kaplama: Bu kavram birimlerle açı, uzunluk, alan ve hacimleri boşluk bırakmayacak şekilde tamamen kaplama ve daha sonra bu birimlerin sayılması olarak tanımlanabilir. Öğrencilerde bu kavram açı, uzunluk, alan ve hacimlerin altbölümlere ayrılabilceği fikrini geliştirmektedir. Ancak bu kavram tüm öğrenciler için açık değildir.

4. Tanımlanmış birim: Eğer birim tanımlanmış ise birimin toplam sayısı ölçmeyi temsil etmektedir. Burada birimlerin büyüklükleri açıkça belirlenmelidir.
5. Standartlaştırma (ölçme): Birimlerin geleneksel yapısı iletişimi kolaylaştırmaktadır. Uzunluk biriminin cm, m olarak kullanılması buna örnek olarak verilebilir. Ya da alan hesaplamalarında en ve boyun birbiriyle çarpılması buna örnek verilebilir.
6. Orantılılık: Aynı büyüklüğün farklı büyüklükteki birimlerle ölçülmesi aynı büyüklüğün farklı sayısal değerlerle gösterilebileceği anlamına gelmektedir. Bu sayısal değerler, birimin büyüklüğü ile ters orantılılık göstermektedir. 12 cm ile 24 yarım cm birbirine eşit olması buna örnek olarak verilebilir. Bu beceri öğrencilerde kesirler kavramının gelişimine katkı sağlayabilir.
7. Toplanırlık: Öklid geometrisinde birimler kendinden daha küçük parçalara ayrıştırılabilir ve daha sonra tekrardan birleştirilebilir. Bu kavram, korunumun açıkça fark edilmesi anlamına gelmektedir.

Ölçme çoğunlukla ölçeğin geliştirilmesini içermektedir. Ancak farklı ölçme sistemlerinde farklı ölçekler kullanılmasına rağmen Öklid uzayında ölçme oran ile uyumludur. Bir başka deyişle 0 ile 10 arasındaki uzaklık 20 ile 30 arasındaki uzaklığa eşittir. İşte buna orjin denilmektedir.

Lehrer'e (2003) göre ölçme kavramının gelişimi için basamaklı koordinasyon ve bu kavramların geliştirilmesi önemlidir. Bunun dışında Lehrer vd., (1998) denklik kavramının önemini vurgulamıştır. Ölçme sonucunda aynı değerde verilen büyüklük olarak tanımlanmıştır Öğrencilerde koordinasyonun gelişimi için Outhred ve Mitchelmore (2000) ile Battista (2003) çeşitli gelişim seviyeleri tanımlamışlardır.

Bu iki çalışmanın temelinde kare ya da küp birimlerini anlamlı bir biçimde sıralayarak ve sayarak bir dikdörtgenin tamamen kaplanması ile etkinliklerin gözlemlenmesi yer almaktadır. Diğer şekillerde (çember, dikdörtgen vb) kullanılabilir ama muhakemenin geliştirilebilmesi için küp ve kare birimleri kullanmak öğrenciler için daha kolay olmaktadır. Küp ve karenin sıralanması ve sayılması dört bilişsel sürecin geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bunlar; bilişsel modelleri kullanma ve biçimlendirme, uzamsal yapılandırma, birim yerleştirme ve birleşimleri organize etmedir. Bilişsel modelleri kullanma ve biçimlendirme ile kişisel olarak öğrencinin geliştirdiği ve kullandığı imajlar ya da daha önceki deneyimde elde ettiği görsel temsiller, durumun nedenini kavramak amacıyla kullanılmaktadır. Uzamsal

yapılandırma sürecinde ise şeklin birleşimini, tanımlamak, ilişki kurmak ve birimlerini organize etmek için yaptığı soyutlama süreci olarak tanımlanmaktadır. Örnek olarak bir öğrencinin birim küpleri kullanarak yapılandığı dikdörtgenin satır ve sütunlarını kafasında şekillendirmesi verilebilir. Aslında öğrencinin küp ve kareleri kullanarak geliştireceği yeterlilik için öncelikle küp ve kareler doğru bir şekilde yerleştirmek ve organize etmek için uygun bilişsel yapı modelleri geliştirmelidir (Battista,2003) .

Bilişsel modelleri yapılandırmak için fazladan iki tür sürece ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlardan birisi birim yerleştirme sürecidir. Birim yerleştirme süreci ile öğrenciler küp ve karelerin sütun boyunca koordinatlarını belirleyebilirler (Battista, 2003).

Bir diğer süreç ise birleşimleri organize etmedir. Birleşimleri organize etme sürecinde dizideki temel birimleri daha karmaşık birleşimlere değiştirmek ve elde edilen birleşimleri tekrarlayarak ya da öteleyerek daha farklı birimlere veya birleşimlere değiştirme işlemi olarak tanımlayabiliriz (Battista, 2003).

Bu dört farklı süreci kullanarak Battista ve Clements (1992, 1996, 1998) farklı yıllarda çeşitli çalışmaları sonucunda alan kavramını gelişimsel basamaklarını altı farklı seviyede tanımlamıştır. Bu seviyeler aşağıda açıklanmaktadır.

1.2.1. Batista'nın satır-sütun seviyeler

Bu bölümde Battista (2003), satır-sütun becerilerine tanımlamış olduğu 6 seviye açıklanmıştır. Battista (2003) genel olarak öğrencilerin birim kareleri belli bir alanı kaplarken yapmış oldukları stratejileri belirlemiş ve bu stratejilerin gelişim hiyerarşisine uygun seviye tanımlamıştır. Bu altı seviye, aşağıda altı başlık altında sunulmaktadır:

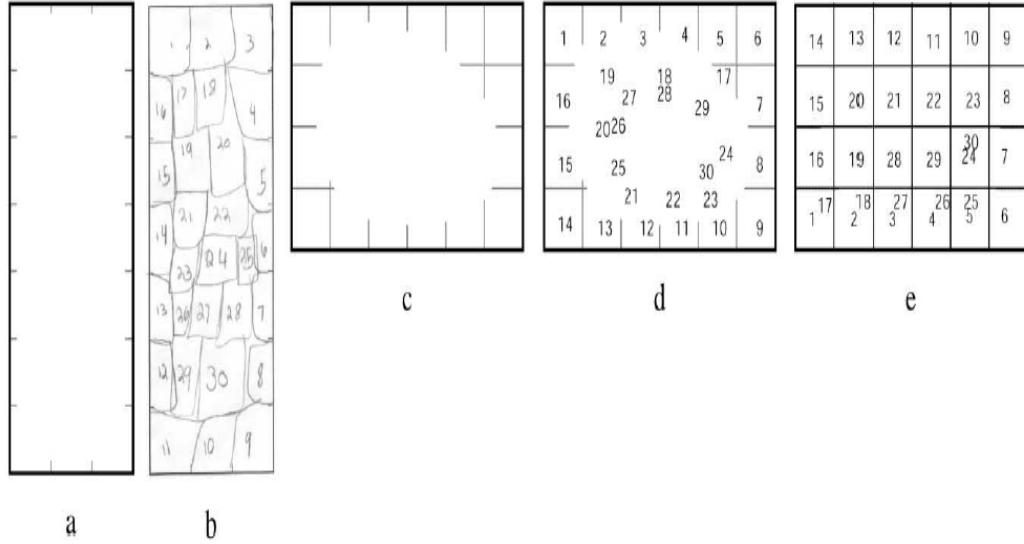
Birinci seviye: Birim yerleştirme ve birleşimleri organize etme süreçlerinin eksikliği

Öğrenciler, bu seviyede birleşim içerisindeki birimleri organize edemezler çünkü uzamsal becerilerinde gelişim tamamlanmamış ve bundan dolayı birimleri uygun bir biçimde koordine edemezler. Bir başka deyişle birimleri dizi içerisinde dizmede sorun yaşarlar.

Battista (2003) yapmış olduğu çalışmada bu aşamadaki öğrenciler alanı doğru birimlerle kaplayamamaktadır. Alanı kaplayan birimler birbirinden farklılık göstermektedir. Kısmen kaplamış dikdörtgenlerde ne kadar kare sığacağı tahmin

edilmesi istendiğinde öğrencinin çizim yapmadan bir sayı tahmin ettiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmalarda bu seviyedeki öğrencilerin satır ve sütun yapılarında kareleri yerleştirme ve organize bilişsel olarak hazır olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (bkz. Görsel 1.1). Bu örnekler ile öğrencilerin uzamsal koordinasyon bilgilerinde eksiklik olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Bir başka sonuç ise çift sayma (dikdörtgen prizmasının dış tarafını kare alanlarına ayıran öğrencinin kenarlarda bulunan ve bir küpe ait olan iki alanın sanki iki farklı küpmüş gibi iki defa sayması) hatasını öğrencilerin sık sık tekrarladığı görülmüştür. Bu seviyede olan öğrenciler çizim etkinliğini aşağıdaki gibi yaparlar (bkz. Görsel 1.1).



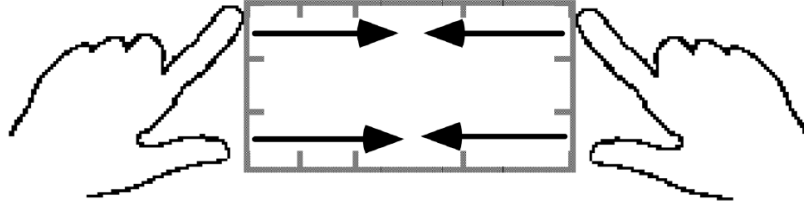
Görsel 1. 1. Öğrencilerin alan etkinliklerine verdiği cevaplar (Battista, 2003).

İkinci seviye: Birim yerleştirme ve birleşimleri organize etme süreçlerinin başlangıcı

Bu seviyede öğrenciler sadece birleşim şekillerini organize etmeye başlamamakta ayrıca birim yerleştirme sürecinde birbirine denk olan birleşimleri kullanabilmektedir.

Bu dönemde öğrenciler satırları oluşturmaya başlamakla birlikte birim yerleştirme süreçlerini kullanarak içte bulunan birimleri kolayca belirleyebilirler. Birleşimlerdeki sayısal denklikleri belirleyip sonuca ulaşabilirler. Ancak bu seviyede

öğrenciler Görsel 1.2 de görüldüğü gibi köşelerde bulunan birim elemanları iki defa sayarak çift sayma hatasına düşmektedirler.

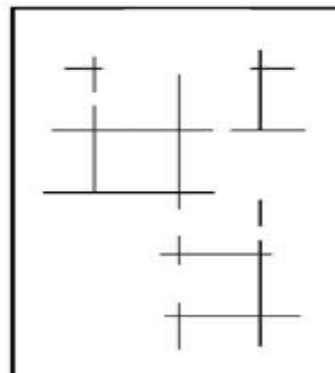


Görsel 1. 2. Öğrencinin ikinci seviyede satırları sayma işlemi (Battista,2003)

Üçüncü seviye: Birim yerleştirme sürecinde koordinasyonun yapılması ve çift sayma hatasının fark edilmesi ve ortadan kaldırılması

Bu seviyeye gelmiş öğrencinin şekiller ve cisimlerde birim yerleştirme kullanırken tek boyutlu düşünmeyi bırakarak aynı birimin farklı bakış açılarıyla şeklini zihinsel olarak oluşturabildikleri ve iki boyutlu düşünülmesinin başlanması alan kavramının gelişmesinde önemli bir ilerlemeye neden olacaktır.

Öğrencilerle yapılan dikdörtgen içine kare yerleştirme etkinliklerinde hem satır hem de sütun kısmında bulunan ortak kareler artık öğrenciler tarafından fark edilmekte ve çift sayma hatasına düşülmemektedir. Bu öğrenciler aşağıdaki görseldeki 1.32’deki soruyu yapmakta zorlanmaktadır.



Görsel 1.3. Öğrencinin üçüncü seviyede satırları sayma işlemi (Battista, 2003).

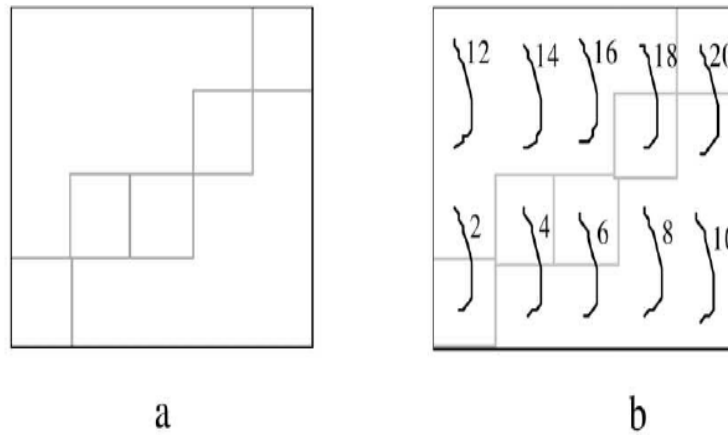
Dördüncü Seviye: Birleşenleri organize etme süreçlerini kullanarak, en fazla birleşenlerle uygun olmayan tekrarlama ile tüm satır birleşimlerini fark etmek

Öğrenciler bu seviyede satır ve sütunları en fazla birleşen şeklinde (alan için satır ve sütun) görmekte ve satırları tek bir doğrultuda tekrarlayarak genellemektedir. Ancak öğrencilerde koordinasyon becerisi yetersiz olduğundan, tekrarlama yaparken hata yapmaktadırlar.

Beş ve yedi birimlik dikdörtgen verildiğinde öğrenci satır ve sütunları doğru bir şekilde bölümlendirmekte ama satırdaki kareleri sütun doğrultusunda tekrarlı saymaya başladığında yediden fazla saymakta ve sütun birimini verilerden yararlanarak bulamamakta ve bundan dolayı kareleri olduğundan daha fazla tahmin etmektedir.

Beşinci Seviye: Tüm birimleri doğru bir şekilde yerleştirmek için birim yerleştirme sürecini uygun bir biçimde kullanılması

Bu seviyede ilk defa öğrenciler doğru bir şekilde kareleri satır yerleştirmek ve bilişsel model oluşturmak için birim yerleştirme sürecini uygun bir şekilde kullanmaktadır. Ancak öğrenciler bazı durumlarda doğru sayılara ulaşmalarına rağmen genellikle yanlış sonuca ulaşmaktadır. Bunun nedeni öğrencilerin uygun olmayan ya da düzensiz birleşim sıralamaları yapması ve bundan dolayı sayma sırasında yerlerini kaybetmesi sonucunda sayma ve toplamalarda işlem hataları olarak görülmektedir. Daha önemlisi öğrencilerin yapılandırma ve numaralandırma stratejisi çok geniş satırları için uygun değildir ve tüm etkinliklere genelleştirilemez (Bkz. Görsel 1.4.).



Görsel 1.4. Beşinci seviyedeki bir öğrencinin yapacağı birim kare sayma için uygulayacağı strateji (Battista, 2003).

Altıncı Seviye: Tüm gelişimleri tamamlamış ve birim yerleştirme ile birleşenleri organize etmeyi koordineli bir şekilde kullanması

Bu seviyede öğrenciler artık alanda satır ve sütun ilişkisini tamamen kurabilmekte ve bundan dolayı öğrenciler fiziksel ya da algısal materyallerdeki satırları rahatlıkla numaralandırabilirler. Bu gibi yapılar matematik bakış açısına göre standart alan formülünden daha güçlü ve farklı durumlara göre daha genelleştirilebilir. Benzer şekilde tabaka yapısı ileriki dönemlerde silindirin hacminin hesaplanmasında ya da analiz ile ilgili konuların öğreniminde yardımcı olabilir.

Öğrencinin kare ve küplerle satır-sütun ilişkisini geliştirdikten sonra bir sonraki basamakta sayısal veriler kullanarak ve sınırlı çizimlerle bir dikdörtgenin alanına doğru bir şekilde hesaplama becerisi bir başka deyişle doğrusal ölçme becerisi, geliştirilmelidir. Bu becerinin gelişimi için birim bir kenarının uzunluğu verilmeli ve dikdörtgen kenarı ya da dikdörtgenler prizmasının ayrıtlarıyla olan ilişkisi öğrencilere gösterilmelidir.

1.2.2. Outhered ve Mitchelmore'un kaplama seviyeleri

Outhered ve Mitchelmore (2000) çalışmalarında kaplama eyleminin satır-sütun ilişkisiyle birlikte değerlendirmiş ve öğrenciler için beş farklı seviye tanımlamışlardır. Bu seviyeler aşağıda açıklanmaktadır.

Seviye 0: Tamamlanmamış kaplama

Bu seviyede bulunan öğrenciler bir dikdörtgeni birim ile kaplama etkinliğinde, dikdörtgeni tamamen kaplayamadıkları veya birimlerde üst üste çizdikleri ya da tam tersi aralarında boşluk bıraktıkları gözlemlenmiştir.

Seviye 1: İlkel kaplama

Bu seviyedeki öğrencilerin dikdörtgenlerde boşluk bırakmadan ya da üst üste binmeden dikdörtgeni tamamen kaplayabilmektedir. Ancak, etkinliklerde kullanılan birimlerin şekil ve büyüklük bakımından birbirinden farklı oldukları görülmektedir. Öğrenciler birim kareleri bir satır ya da bir sütun boyunca kaplayamamaktadır.

Seviye 2: Birimden inşa edilen dizi kaplama

Öğrencilerin bu seviyede çizimleri doğru bir şekilde satır ve sütunlar boyunca eşit birimlerle yapılandığı görülmektedir. Bununla birlikte, birim kareler boyutları dikdörtgenin boyutlarına dikkat edilemeden verilen birim kareyi kullanarak elde

edilmektedir. Birim karelerin boyutu var olan birim karelere bakılarak görsel olarak oluşturulmaktadır. Bu seviyedeki öğrenciler ortamda hareket ettirebilecek birim olduğunda soruyu çözebilir.

Seviye 3: Dizileri ölçme, dizi inşa etme

Bu seviyede öğrenciler her bir satır ya da sütundaki birimleri ölçme ve çizimle bulmaktadır. Bir boyut, her satırdaki birim sayısını bulmak için, diğeri ise satır sayısını bulmak için kullanılır. Bundan dolayı tekrarlama eylemi tamamen öğrenilmiştir. Dizi kısmen çizilmiş olabilir. Ancak sıralı toplama yaptığından dolayı dizinin tamamen görselleştirdiği anlamı çıkarmaktadır.

Seviye 4: Dizileri ima etmek, ölçme yapmak

Bu seviyede, birim sayısı, çocuğun çizim yapmaya ihtiyaç bulmadan birimin boyutundan ve dikdörtgenin boyutlarından hesaplayabilir. Hesaplama işlemi, genellikle çarpma, ancak zaman zaman sıralı toplama yapmaktadır.

Huang ve Witz (2011) ve French (2006) yapmış oldukları çalışmalarda alan kavramının ve formülünün kullanımının genişletilmesi için alan ve çevre kavramlarının ve formüllerin birbirinden tamamen ayrı olduğunun öğrenciler tarafından keşfedilmesi gerektirmektedir. French (2006) ifade ettiğine göre hacim ve yanal alanı kavramları öğrenciler tarafından birbirine karıştırılmaktadır. Benzer şekilde bu iki kavramın birbirinden farklı olduğunu keşfetmeleri gerekmektedir. Ayrıca dikdörtgen ve üçgen şekillerin alanları arasındaki ilişki öğretilmelidir.

Huang ve Witz'e (2011) göre şekilleri farklı ancak alanları aynı olan geometrik şekiller etkinliklerde kullanılmalıdır. Öğrenciler zihinsel olarak şekilleri değiştirerek alanın bulunabileceği problemler çözmelidir. Benzer problemler hacim ile ilgili çözülebilir.

1.2.3. Alan konusunda uygulanabilecek etkinlikler

Öğrencilerin alan kavramları için uygun bilişsel model yapılarını geliştirmelerine olanak sağlayacak ve bu sayede bu kavramlarla ilgili birçok farklı problem durumuyla başa çıkmalarını sağlayan etkinlikler düzenlemelidir. Öğrencilerin bilişsel yapısını geliştirmesi için daha önce tanımlanan dört farklı bilişsel sürecin (bilişsel modelleri kullanma ve biçimlendirme, uzamsal yapılandırma, birim yerleştirme ve birleşimleri organize etme süreçleri) geliştirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte yapılacak etkinlikler öğrencilerin sayma stratejilerini geliştirmeye yönelik olmalıdır.

Genel olarak öğrencilere formüller verilerek yapılan alıştırmalar yerine öğrencilerin sorgulayacağı ve problem çözebileceği yeni şeyler keşfettiren, test edilen ve tartışmalara olanak sağlayan sayma (numaralandırma) stratejileri kullanıldığı etkinlikler düzenlenmelidir (Battista,2003). Aşağıda bu stratejilerin kullanımına yönelik etkinliklerin içeriklerine yer verilmektedir.

1.2.4. Dikdörtgen satırlarda karelerin sayılması (numaralandırma)

Öğrencilerde alan kavramı ile ilgili uzamsal becerinin gerçekleşebilmesi için alan modellerinde sayma (numaralandırma) etkinliği yapılmalıdır. Bu etkinliklerde öğrencilere boş dikdörtgenler verilmeli ve bu dikdörtgenlere kaç birim kare sığacağını sorulmalıdır. Öncelikle öğrencilerden kaç tane sığacağını tahmin edilmesi istenmekte daha sonra birim karelerle tüm dikdörtgen kaplamalıdır. Öncelikle benzer sorular verilmelidir öğrencilerle yapılan etkinliklerden sonra tahmin edilmesi daha zor problemlere geçilmelidir. Tahminde bulunmak dikdörtgen ile kareler arasında ilişki oluşturmak için önemli ancak yeterli değildir. Bunun için dikdörtgen içindeki karelerin içinin çizilmesi ya da karenin yerleştirilmesi, öğrencinin alan kavramına yönelik bir iç bakış oluşturması için önemli bir araç olacaktır (Battista,2003).

1.2.5. Birim karenin sayılması (numaralandırma)

Çalışmada Kamii ve Kysh (2006) yapmış oldukları öğretim ile 4-8. Sınıf öğrencilerin birim kare ve kaplama kavramlarına yönelik kavramsal öğrenmelerini sağlamıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin 4-8 sınıfa kadar bir artma olmasına karşın çoğunluğunun kareyi birim eleman olarak görmediği gözlemlenmiştir. Sadece 8. sınıflara sorulmuş olan ikinci soruda ise öğrencilerin sadece %6'sı karenin kaplama özelliğinin farkında olduğu ve kalan öğrencilerin ise karenin bir birim olarak alanı kaplamak için kullanılabileceği yerine değişmez ve kesikli olarak tanımlamaktadır.

Bu çalışmanın sonucunda karenin bir birim kare olduğunu anlamaları için öncelikle öğrencilere uzunluk birimi kavramı geliştirilmelidir. Özellikle ders ortamında öğrencilerin düşünebilecekleri ve tartışabilecekleri etkinlikler düzenlenmelidir. Özellikle birim kare kullanımı alan öğretimi için uygun etkinliklerdir. Ancak ilerleyen dönemlerde bazı sorunlara neden olabilir (Van De Walle,1997). Birim kareler süreksiz ve sayılabilir bir yapıdadır ancak uzunluk ve alan sürekli nicel yapılardır (Kamii ve

Kysh, 2006). Bundan dolayı öğrencilere ilerleyen dönemlerde mutlaka alan problemlerinde uzunluk birimleri ile ilgili problemler verilmelidir.

1.2.6. Ölçmenin anlamlı kullanılması

Öğrenciler iki boyutlu şekillerde kareleri sayması (numaralandırma) istenilen biçimde geliştikten sonra bu şekillerin kenar ya da ayrıt ölçülerle alan değerleri arasındaki ilişkinin geliştirilmesi gerekmektedir. Örneğin, kenar uzunlukları verilmiş bir dikdörtgen alanı nedir gibi bir soruyla karşılaştıklarında öğrencilerden alan ile uzunluk arasındaki ayrımın ya da ilişkinin farkında olmaları beklenmelidir (Kamii ve Kysh, 2006).

1.2.7. Kesirli ya da bozuk biçimli alanlar

Öğrenciler, alan birimlerinde sayma (numaralandırma) becerilerinde akıcı bir biçimde yapmaya başladıklarından sonra kavramları kesirli birim ya da birimleri ve bozuk biçimli alanı kapsayacak şekilde genişletmeleri gerekmektedir. Kesirli birimlerin gelişimi için öğrencilerden boyutları kesirli olan kutular kullanılabilir. Örneğin kenar uzunlukları $5 \frac{1}{2}$ cm ve 8 cm olan dikdörtgenin alanı kaç santimetre karedir? Ya da bir küp parçalara ayırabilir mi? Tarzı sorular sorulabilir. Ayrıca öğrenciler soyutlama becerilerini geliştirmek için, düzgün olmayan şekillerin alanının ölçülmesi için çeşitli etkinlikler yapılabilir.

Daha önce de bahsedildiği gibi alan kavramını gelişim temelinde uzunluk kavramı ve uzunluk kavramıyla ilişkili açığı kavramı bulunmaktadır (Kamii ve Kysh, 2006). Bundan dolayı yapılacak etkinliklerde öncelikle uzunluk kavramına ait örneklerden sonra alan kavramını ait örneklere geçilmesi daha mantıklıdır.

Bu çalışmada yapılan etkinlikler Barrets vd., (2006) yaptığı çalışmadan yararlanarak oluşturulmuştur. Bunlar öğrencilere uzunluk kavramıyla ilgili etkinlikler yaparak ve daha önce yapılmış çalışmalar ile birlikte öğrencilerin uzunluk kavramına ilişkin gelişim seviyelerini tanımlamışlardır (Barrett ve Clements, 2003; Tzur, 1999; Steffe, 1991; Karmiloff-Smith, 1984).

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı dijital ortamda tasarlanmış bir eğitsel oyun ortamında ortaokul 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin alan kavramının gelişiminin incelenmesidir.

1.4. Araştırma Problemleri

Araştırmanın amacı doğrultusunda aşağıdaki problemlere yanıt aranmıştır:

- Katılımcıların alan kavramına yönelik dijital oyun öncesi mevcut durumları nasıldır?
 - Birim kavramına yönelik durumları nasıldır?
 - Kaplama eylemine yönelik durumları nasıldır?
 - Satır-sütun becerisine yönelik durumlar nasıldır?
- Tasarlanan dijital oyun ortamında alan kavramının gelişiminin nasıl olmaktadır?
 - Tasarlanan dijital oyunun Batista'ya (2003) göre nasıl olmaktadır?
 - Tasarlanan dijital oyunun Lehrer'e (2003) göre nasıl olmaktadır?

1.5. Araştırmanın Önemi

Eğitim amaçlı üretilen dijital oyunlar 60'lı yıllardan itibaren kullanılmasına rağmen hala istenilen düzeye gelemmiştir (Blascovich ve Bailenson, 2006). Eğitim amaçlı üretilen dijital oyunlar, eğitim için üretilen oyunlar ve amaç temelli oyunlar (serious game) ile ilgili birçok makale yazılmıştır (2012 yılına kadar 7392 adet). Yapılan bu çalışmaların büyük bir kısmı oyunları eğitimdeki potansiyelinden, dijital oyunun nasıl yapılacağından ya da dijital oyun tasarımının altında yatan teorilerden bahsetmektedir. Ancak bu çalışmaların çoğu oyunları öğretim ortamlarındaki etkisini ve sonuçlarını empirik kanıtlara göre tartışmamaktadır. Yapılan çalışmalardan sadece 129 tanesi empirik kanıtlar göz önüne alınarak tartışılmıştır. Ve bu 129 makaleden sadece 70 tanesi yüksek kalitede empirik sonuçları içeren kaliteli çalışmalar oldukları gözlemlenmiştir. 129 makaleden yalnızca 4 tanesi yüksek kalitede sonuçlar içeren 70 makaleden sadece 3 tanesi matematik ile ilişkilidir (Connolly vd., 2012). Benzer sonuçlar Boyle vd., (2014) de ulaşmıştır. Yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin istatistik ve bilimsel araştırma becerisini destekleyen, geliştiren 26 tane animasyon, oyun ve manipülasyon ile ilgili çalışmaya ulaşabilmişlerdir. Bu 26 çalışmadan sadece 10 tanesi dijital oyunlarla ilgili olup geri kalan çalışmalar animasyon, model araçlarını içermektedir. Byun ve Joung (2018) çalışmalarında 2005 ve 2014 yıllarında matematik eğitimiyle ve dijital oyun ile ilgili yapılmış çalışmaları incelemiştir. Çalışmalarında 296 makale incelenmiş ve bu makalelerden yalnızca 39 tanesinin nitel ya da nicel analiz yöntemini kullandıkları, öğretim amaçlı dijital oyun içerdiği ve anasınıfından liseye kadar matematik eğitimi ile ilgili olduğunu belirlemişlerdir. İnceledikleri makalelerin

%75'inin eğitim teknolojisi ile ilgili makalelerde sadece %15'inin matematik eğitimi ile ilgili dergilerde basıldığını belirlemişlerdir. Çalışmaların %72.7'sinin matematik eğitimiyle ilişkili olmadığı geri kalan %27.3'lük kısmının ise matematik eğitimcileri tarafından yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan çalışmaların 28 tanesinin sayı hissi ve cebir ve sadece 7 çalışmanın geometri ile ilgili olduğu bulgularına ulaşılmıştır. Bunun sonucunda dijital oyun ve matematik ile ilişkili çalışmalarda hala eksik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer sonuca Tokaç vd. (2015) de ulaşmış ve matematik eğitiminde dijital oyun alanında literatürde eksiklik olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bu çalışmalar göz önüne alındığında dijital oyun ile ilgili çalışmaların uluslararası literatürde fazla yeterli olmadığı ve bu alanda büyük bir boşluk bulunduğu söylenebilir. Ayrıca tasarlanan matematik eğitimi ile ilgili oyunların çoğunun alan bilgisi göz önüne alınmayarak tasarlandığı bundan dolayı elde edilen sonuçların verimli olmadığı söylenebilir (Uluçay ve Çakır, 2014). Bu çalışmada Battista'nin (2003) alan öğretimine yönelik geliştirdiği seviyeler göz önüne alınarak matematik eğitime yönelik oyun hazırlanmıştır.

1.6. İlgili Araştırmalar

1.6.1. Dijital oyunlara yönelik yapılan çalışmalar

Feng (2008) yapmış olduğu çalışmada 4.-5. sınıf öğrencilerin matematiksel başarılarını, üst bilişlerini ve olumlu tutumlarının Pensilvanya okul bölgesinde teknoloji merkezi tarafından yapılan ve Flash programı kullanılan ASTRA EAGLE adlı oyunları değerlendirmiştir. Beş hafta ve toplam 10 saat boyunca eğitim verilmiş ve en sonunda değerlendirme araçları ile veriler toplanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre eğitim için üretilen her oyun istenilen hedefe ulaşamamaktadır. Başarılı olması için temel bazı ilkelere sahip olmalıdır. Oyunların içerisine yerleştirilmiş eğitim durumu iyi ayarlanmalıdır. Ayrıca oyunun hikâyesi ve karakter öğrencileri etkilemelidir ve oyunlar öğrencileri düşündürmeli ve zorlamalıdır.

Papastergiou (2009) yapmış olduğu çalışmada bilgisayar eğitiminin gelişimine dijital oyun ve eğitim içerikli hazırlanmış web sitesinin etkisi karşılaştırılarak incelenmiştir. Her iki öğretim programı iki farklı gruba toplam 16-17 yaş arası 88 öğrenciye uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda ve başında ön ve son başarı testi uygulanmıştır. Çalışma sonunda dijital oyunun öğretimde daha etkili olduğu ve öğrencilerin motivasyonunu daha fazla artırdığı gözlemlenmiştir. Erkek öğrenciler ile

kız öğrencilere göre oyunu daha fazla sevmesine rağmen aralarında başarı açısından bir fark bulunamamıştır.

Kim ve Chang (2010) çalışmalarında 4. Sınıf öğrencilerin dil (çift dillilik ve tek dillilik vb.) ve cinsiyet faktörleri göz önüne alınarak matematik derslerindeki performansına bilgisayar oyunlarının etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmada Amerika Ulusal değerlendirme sisteminin 2005 yılının 4. Sınıf öğrencilerinin verileri alınarak veriler analiz edilmiştir. Çalışmada cinsiyet, anadil ve oyun oynamanın matematik performanslarının birbiriyle korelasyonu analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda ara sıra matematik oyunu oynayan erkek öğrenciler hiç oynamayandan daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Ancak ilginç bir şekilde her gün matematik eğitimiyle ilgili oyun oynayan öğrenciler hiç oyun olmayan öğrencilerden daha başarısız olmaktadır. Tam tersi şekilde anadili İngilizce olmayan öğrencilerden her gün eğitsel oyun oynayan öğrenciler az ya da hiç oynamayan öğrencilerden daha başarılı olmaktadır. Kız öğrencilerde ise herhangi bir farklılık görülmemiştir.

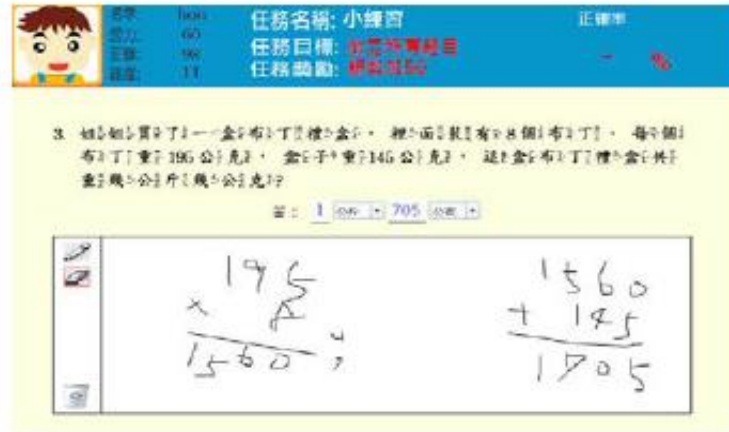
Chen vd. (2011) yapmış oldukları çalışmada üçüncü sınıf öğrencilerin toplama ve kesirler kavramlarını geliştirecek bir oyun tasarladıklarını iddia etmişlerdir. Bir evcil hayvanın beslenmesi ve ilgilenmesi ile ilgili olan oyun bazı durumlarda matematiksel görevler vererek öğrencilere kesirler ve toplama işlemleri yaptırmasını sağlamaktadır. Oyunun görüntülerinden çok iyi bir şekilde tasarlandığı anlaşılmaktadır. Ancak çalışmadaki yazarların tamamının teknoloji öğretimin ya da iletişim alanlarında çalıştıklarından dolayı matematik eğitiminde kavramsal öğretimi sağlanmasından daha çok işlemsel öğrenmeyi katkı sağlayacak bir oyun tasarlanmıştır. Çalışmada öğrencilerin algısını, eğlencesini ve amaca yönelik olması boyutlarına yönelik bir anket hazırlanmıştır. İki farklı grup oluşturulmuş toplam 53 üçüncü sınıf öğrencisi çalışmaya katılmıştır. Birinci gruba görev temelli, bilgilendirici ve bağlamli bir oyun verilmiş ve oyunda başarılı olan öğrenciye hayvanın besleyecek ve oyun içerisinde kullanabilecek oyun parası verilmektedir. Diğer gruba da görev temelli ve bilgilendirici olmayan ve bağlamsız oyunlar oynatılmıştır. İki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Ancak genel olarak öğrenciler oyunları eğlenceli ve motive artırıcı bulmuşlardır. Oyunun kavramsal gelişime katkısı çalışma sonucunda rapor edilmiştir (bkz Görsel 1.5, Görsel 1.6. ve Görsel 1.7.).



Görsel 1.5. Kesirler Konu ile ilgili soru örnekleri.



Görsel 1.6. Kesirler Konu ile ilgili soru örnekleri



Görsel 1.7. Soru çözüm örnekleri.

Jong, Hong ve Yen (2013) yapmış oldukları çalışmada matematik oyunları dokunmatik-etkileşimli ile hareket-etkileşimli iki farklı grup oluşturulmuştur. Çalışmada bu iki grup arasında öğrenmeye yönelik anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir. Çalışma anasınıfları ortamlarında 99 öğrenciyle yapılmıştır. Çalışmada sayı hissi geliştirecek oyunlar oynatılmıştır. Her iki gruptaki öğrencilerin velilerine

anket uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, oyunların kaygıdan uzak ve eğlenceli bir ortam oluşturduğu için öğrenmeyi kolaylaştırdığı ve geliştirdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca hareket-etkileşimli ortamlarda öğrencilerin daha fazla dikkatlerinin dağıldığı ve dokunmatik-etkileşimli ortamlarda oyun oynayan öğrencilerin daha fazla doğru cevap verdikleri gözlemlenmiştir. Buradan da dokunmatik eğitsel oyunların, normal bilgisayar etkileşimli eğitim oyunlarından bilişsel gelişimi daha fazla geliştirdiği söylenebilir.

Castellar vd., (2015), çalışmalarında Monkey Tales adlı ticari oyunun zihinsel hesaplama becerisinin kağıt ile yapılan etkinliklere göre karşılaştırarak etkisini incelemiştir. Çalışmata 2. Sınıf 63 öğrenci katılmıştır. Ayrıca Öğrencilerin hafıza, planlama, görsel motor becerisi ve eğlence boyutlarına göre incelemiştir. Öğrencilere oyundan önce ve sonra ön test ve son test yapılmıştır. Çalışma sonunda öğrenciler oyun oynamayı, diğer etkinliklere göre daha eğlenceli bulduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmada matematiksel hafıza, sınav sorularını çözme hızı ile dijital oyun arasında olumlu yönde ilişki bulmuştur.

Chen, Liao ve Chang (2015) yapmış olduğu deneysel çalışmada matematiksel dört işlemlerle ilgili bir dijital oyun tasarlamıştır. Daha sonra bu oyunu deney grubu ve kontrol grubunda iki farklı gruba uygulamıştır. Her iki grupta 23 öğrenci bulunmaktadır. Daha sonra bu gruplara ilk ve son test yapılmıştır. Son test sonuçlarının analiz sonuçlarına göre deney grubuna yönelik anlamlı bir fark oluşmuştur. Dijital oyun ortamında öğrencilerin toplama ve çarpma gibi işlemsel becerilerini geliştirdiği görülmüştür. Ayrıca dijital oyun ile yapılan eğitimin öğrenmeyi geleneksel yöntemle göre daha iyi bir şekilde sağladığı görülmüştür.

Pope ve Mangram (2015) yapmış oldukları çalışmada iTunes App Store ya da Google Play akıllı cep telefonlarına indirilebilen Wuzzit Trouble adlı matematiksel dijital oyunun etkililiğini incelenmiştir. Oyunda sayı hissini kullanarak öğrencilerin oyundaki bulmacaları çözmeleri istenmiştir. Çalışma deneysel olup araştırmaya 3. sınıf 60 öğrenci katılmıştır. 30 öğrenciye bu dijital oyun oynatılmış diğer 30 öğrenci ise kontrol grubu olmuştur. Ayrıca öğrenciler ön test ve son test yapılmıştır. Çalışma sonunda son test analiz sonuçlarına göre dijital oyun oynayan grubun lehine anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmacılara göre iyi bir bağlam üzerine oturtulmuş dijital bir oyun öğrencilerin öğrenmelerine olumlu bir katkı yapmaktadır.

Li vd., (2016) yapmış oldukları çalışmada tasarlanmış facebook dijital oyunun öğretim etkililiği algısı, kullanıcı memnuniyeti, kullanılabilirlik, eğlence ve internet

özyeterliliği boyutlarına etkisi incelenmiştir. Çalışmaya 42'si bayan toplam 73 kişi katılmıştır. Oyun oynatıldıktan sonra her bir boyut için birer 7'li likert toplamda beş anket uygulanmıştır. Kullanıcılar oyunu eğlenceli, kullanıcı dostu bulmuşlardır. Ayrıca oyunun öğretimi kolaylaştıracağına yönelik olumlu algıları bulunmaktadır.

Young, Kristanda ve Hansun (2016) yapmış olduğu çalışmada artırılmış gerçeklik ortamında sayı hissini geliştirmek için 3d bir oyun tasarlamışlardır. Oyun çarpma, bölme, toplama ve çıkarma işlemlerini fantastik-savaş bağlamında öğretilmesi amaçlanmıştır. Daha sonra bu oyunu 30 ortaokul öğrencisine oynatılmış ve oyunun görüntüleri, oynanırılığını, animasyon, zorluğu, ödül sistemi ve ceza sistemi değerlendirmeleri istenmiştir. Oyun genel olarak çok beğenilmiş ancak öğretim hedefi değerlendirilmemiştir.

Hwa (2018), çalışmasında Digigems isimli bir oyun tasarlamıştır. Bu oyun ile matematik eğitiminde sayı hissini, şekiller, zaman gibi farklı kavramları geliştirmek amaçlanmıştır. Daha sonra bu oyun 7-9 yaş arası ilkokul öğrencilerine deneysel çalışma yapılmıştır. Öğrenciler kontrol ve deney grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır ve her iki gruba başarı test uygulanmıştır. Çalışma sonunda deney grubuna yönelik anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Ancak oyun incelendiğinde kavramsal bilgi yerine işlemsel bilgiyi ön plana çıkardığı ve soruların soru cevap şeklinde olduğu görülmektedir.

Moyer-Packen vd., (2019), yapmış oldukları çalışmada matematik eğitimi ile ilgili 12 oyun yapmıştır. Bu oyunları 2 ve 6. sınıf toplam 194 öğrenciye oynatılmış ve oyundan önce ve oyun oynatıldıktan sonra 24 soruluk matematik testi yapılmıştır. Çalışma sonunda matematiksel ilişki kurularak tasarlanmış matematiksel oyunların öğrencilerin gelişimine daha fazla etki ettiği gözlemlenmiştir. Ancak matematiksel oyunların gelişiminde hangi kavramların kullandıklarını açıkça belirtilmemiştir.

1.6.2. Alan kavramına yönelik yapılan çalışmalar

Battista, Clements vd., (1998) yapmış oldukları çalışmada, birinci ve ikinci on iki sınıf öğrencisine iki - üç ders saati boyunca (45 dk) dikdörtgenlerde birim karelerle kaplama etkinliklerini uzamsal yapılandırma süreçlerini analiz etmiş ve bu süreçlerini detaylandırmıştır. Çalışmanın sonucunda geleneksel eğitim anlayışının (dikdörtgenlerin alan kavramı oluştururken karelerin dizilmesiyle oluşan satır ve sütun yapıların kendi kendine oluşacağı düşüncesi) aksine satır-sütun yapılarının kendi kendilerine gelişmediği ancak kişisel olarak kendi deneyimlerinden oluşturabildiği

gözlemlenmiştir. Bundan dolayı alan kavramının formüllerle (boyutlarının birbiriyle çarpma) öğretilmesinden vaz geçilmeli ve öğrencilere satır-sütun yapılarının gelişimine izin verecek etkinlikler yapılmalıdır. Ayrıca bu etkinlikler 2 boyutlu ve 3 boyutlu uzay yapılarının gelişiminde, görsel ve uzamsal sürecin gelişiminde büyük bir öneme sahip olacaktır.

Clements, Battista vd., (1997) yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin alan ve geometrik hareket (simetri, dönme ve öteleme) ile ilgili geometrik birimin kullanılmasının uzamsal düşünme üzerindeki etkisi incelenmiş ve etkinliklerde birim ile çalışılırken öğrencilerin problem çözme ve muhakeme ile ilgili bilgiler toplanmıştır. Ayrıca çalışmada bilgisayar etkileşimli yazılım (tetris benzeri bir oyun) ve bilgisayarsız ortamların gelişim üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmanın nitel bir çalışma olup deseni eylem araştırmasıdır. Araştırmacılar öğrencilere birim ile ilgili eğitim vermiştir. Çalışmada veri toplamak için alan testi uygulanmış ve öğrenciler etkinliklerde küçük gruplara ayrılarak sınıf gözlemi video kayıt ile yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda alan ve geometrik hareket (simetri, dönme ve öteleme) ile ilgili geometrik birimin kullanılmasının uzamsal düşünme gelişimi üzerinde olumlu yönde etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin genellikle satır-sütun, alan kavramı ve alan modeli geliştirmede zorluk yaşadıkları belirlenmiş ve yapılan etkinlikler ile bu zorluklar giderilmiştir. Oyunda skorun bulunması öğrencilerin zihinsel ve hesaplama ile ilgili becerilerini geliştirdiği gibi oyun oynama stratejilerini de geliştirdiği belirtilmiştir.

Battista ve Clements (1996) yapmış oldukları çalışmada 3 boyutlu küplerin sıralanmasında yapmış oldukları hatalar ile çocukların bu küpleri kullanırken uyguladıkları çözüm stratejileri tanımlanmış ve detaylandırılmıştır. Ayrıca çalışmada uzamsal zeka ile ilişkili sayma stratejisini 3 boyutlu sıralamada nasıl yapıldığı incelenmiştir. Çalışmada öğrencilerin hangi stratejileri kullandığını belirtmek için nicel veriler ve gözlem yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışma ile hacim kavramının gelişimi için gerekli olan kavramlar tanımlanmıştır. Özellikle uzamsal düşünmenin ve koordinasyon gibi becerilerin 3 boyutlu cisimlerde küp birimlerinin sayılmasını kolaylaştırdığı belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada formül temelli geleneksel eğitimin çocukların birim yerleştirme ve birim sayma becerilerini geliştirmede ve bu nedenle yapılacak olan eğitimde bu çalışmada tanımlanan öğrencilerin hacim gelişim seviyeleri ve hacimle ilgili tanımlanan kavramlara dikkat edilmesi gerektiğini savunmuşlardır.

Huang ve Witz (2011) yapmış oldukları çalışmada 4. Sınıf öğrencilerinin alan formüllerini anlama ve alan ile ilgili problemleri çözmek için becerilerini geliştirmek için 2 boyutlu geometri ve ölçme ile ilgili kavramları kullanarak üç basamaklı etkinlik hazırlanmıştır. Çalışma yarı deneysel bir çalışma olup öğrenciler farklı gruba ayrılmıştır. Bu gruplara alan kavramını geliştirmek için farklı alanlarda eğitim verilmiştir. Bunlar alan ölçme (AÖ, öğrencilere alan formülü verilmiş ve sayısal veriler verilerek problem çözme etkinlikleri yapılmıştır), geometrik hareket (simetri, öteleme ve dönme) ve alan ölçme grubu (GHAÖ, bu eğitimde satır-sütun ilişkisi ile birlikte formülün bulunmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu etkinliklerde hesaplama ile ilgili sorular cevaplandırmıştır), geometrik hareket grubu (GH, bu eğitimde öğrencilerin geometrik kavramların birbiriyle ilişkisi, geometrik şeklin değişimi ile alan arası ilişki ve alan formülünün buldurmaya yönelik şekli analiz etme, bölme benzeri etkinlikleri içermektedir. Bu eğitimde öğrencilere hiçbir şekilde sayısal işlem yaptırılmamıştır.) ve kontrol grubu olmak üzere toplam dört farklı gruptan oluşmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda özellikle GHAÖ grubunda olan öğrencilerin matematiksel muhakeme ile ilgili olan problemleri çözmede diğer gruplara göre daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Bundan dolayı içerik olarak zenginleştirilmiş öğretim ortamları alan kavramının gelişiminde çok önemli rol oynadığı söylenebilir. Bu gelişimin nedeni eğitim sırasında hem kavramsal hem de işlemsel öğrenmenin gelişmesi olabilir. Bu eğitim ile paralel kenarın alanını bilmeyen bir öğrenci, şekli zihinsel olarak dikdörtgene değiştirip alanın tekrar hesaplanmasına yardımcı olabilir. GH ve AÖ gruplarında kavramsal öğrenmenin gerçekleşmediğinden yapılan eğitimler başarılı olmamıştır.

Joram vd., (2005) yaptıkları çalışmalar ile öğrencilerin ölçme tahmin etme becerilerini ve kullandıkları stratejilerini incelemiştir. Ayrıca ölçme değerini araştırırken tekrarlama yöntemi sırasında yapmış oldukları hatalar gözlemlenmiştir. Öğrencilerle iki farklı öğretim grubu oluşturulmuştur. Bu grupların birine referans noktası göz önüne bulundurarak tahmin etme eğitimi diğer gruba ise tahmin et ve kontrol et etkinlikleri yapılmıştır. Eğitimin herbiri 45 dakika süren 6 ders saatinde yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin çok az bir kısmı tahmin sırasında referans noktalarını kullandıkları tespit edilmiştir. Referans noktası kullanan öğrencilerin tahmin oranlarının kullanmayanlardan fazla olduğu gözlemlenmiştir. Öğrencilerin yapmış oldukları hataların başlıca sebebi uygun olmayan, değişken ve tutarsız ölçme birimi kullanılmaktan kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca soru

çözümü sırasında çizim yapan öğrencilerin daha az hataya düştükleri gözlemlenmiştir. Öğrencilere referans noktası ile ilgili eğitim verildikten sonra öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun referans noktası kullanmaya başladıkları belirlenmiştir. Ancak bu kullanım sırasında özellikle tekrarlama aşamasında öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun hataya düştükleri görülmüştür. Öğrencilerde en fazla iki birim arasında boşluk bırakma hatası görülmüştür.

Zacharos vd., (2011) çalışmalarında 5-6 yaş çocuklara kapasite kavramının tanıtılması için başlangıç etkinlikleri tasarlamıştır. Bu etkinlikler ile çocukların objelerin kapasite değerini belirleyecek araçlar oluşturma becerisini geliştirmek amaçlanmaktadır. Çalışmaya katılan her çocuk en az bir yıl öğretim ortamlarında eğitim almıştır. Bundan dolayı çocuklar eğitim ortamlarına yabancı değildir. Araştırma ön-test, etkinlik ve son-test olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Ön-test safhasında çocukların geçişlilik becerisi (dikdörtgenlerin alan kavramı oluştururken karelerin dizilmesiyle oluşan satır ve sütun yapıların kendi kendine oluşacağı düşüncesi) değerlendirilmiştir. Eğitim etkinliği üç basamaktan oluşmaktadır. Öncelikle doğrudan karşılaştırma yapacakları etkinlikler yapılmıştır. Daha sonra dolaylı karşılaştırma yaptırılmıştır. En son basamakta ise kapasite ölçebilmek amacıyla araç yapmaları istenmiştir. Çalışmanın sonucunda yapılan etkinliklerin kapasite kavramının gelişimine yardım ettiği gözlemlenmiştir. Oyun şekline dönüştürülmüş eğitsel etkinlikler, eğitim ortamını zenginleştirmektedir. Ayrıca etkinlik ortamında öğretmen-öğrenci ya da öğrenci-öğrenci ilişkisi şemada oluşabilecek hataları engellemekte ve öğrencilerin gelişimine katkı sağlamaktadır.

Yukarıdaki çalışmaları incelediğimizde alan kavramı ve alt kavramların gelişimi üzerine birçok çalışma yapıldığı ve öğrencilerin yaşadığı zorluklar ve kavram yanılgıları açıkça belirlendiği görülmektedir. Dijital oyunlarla ilgili yapılan çalışmalar incelediğinde genellikle kavramsal bilginin gelişimi yerine öğrencilerin motivasyon, algı, psiko-motor, hafıza ve hız gibi değerlerin incelendiğini görülmektedir. Literatürde alan kavramının geliştireceği açıkça belirlenmiş ancak dijital oyun ile nasıl yapılacağı belirlenmemiştir. Bundan dolayı alan kavramının gelişimi için tasarlanacak dijital oyunun literatüre katkı sağlayacaktır.

2. YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı araştırmacı tarafından geliştirilen dijital bir oyunun 5. ve 6. Sınıf öğrencilerinin alan kavramının gelişimin etkisini incelenmesidir. Araştırmada, oyunun alan kavramı ve alt kavramlara olan etkisi derinlemesine araştırılmıştır. Oyun sırasında öğrencilerde meydana gelen değişimler ve öğrencilerin deneyimleri belirlemek için kullanılacak en iyi yöntemin nitel araştırma (Patton, 2014) olduğu düşünüldükçe, çalışmada kullanılmıştır.

2.1. Araştırmanın Modeli

Çalışmada nitel araştırma desenlerinden olan durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışması bir olguyu kendi yaşam sınırları içerisinde farklı verilerin kullanıldığı bir araştırma yöntemidir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu modelde önemli olan özel ve benzersiz bir durumun belirlenmesidir (Creswell, 2013). Bu durum bir birey, grup ya da ortam olabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Durum çalışmaları benzersiz bir durumun tasarlanmasında kullanılabilir. Bundan dolayı bu çalışmada ise dijital oyun ortamı durumu seçilmiştir (Creswell, 2013). Dijital oyun araştırmacılar tarafından özgün olarak tasarlandığından bu ortam öğrenciler için özgündür. Bir başka deyişle bu çalışmada araştırmacı tarafından tasarlanan dijital oyun ile öğrenme yapılarak öğrenciler daha önce karşılaşmadıkları bir durum ile karşı karşıya getirilmiştir. Çalışmada amaç temelli dijital oyun kullanılmıştır. Günümüz eğitim teorilerine uygun olduğu ve öğretmen öğrenci etkileşimi izin verdiği için bu dijital oyun çeşidi seçilmiştir (Meyer, ve Sørensen, 2009). Durum çalışmalarında genellikle birden fazla veri toplama aracı kullanılır. Bir durumu derinlemesine incelemek için gerekli bir yöntemdir ve buna çeşitleme denilmektedir (Patton, 2014).

2.2. Araştırmacının Rolü

Bu çalışmada araştırmacının iki rolü bulunmaktadır. Bunlardan birincisi oyunun içeriklerini ve bağlamını tasarlayan tasarımcı rolüdür. Oyunu tasarlamış ve süreç içerisinde geliştirmiştir. Araştırmacının ilk tasarladığı dijital oyun olduğu için aslında araştırmacının eğitimini de içermektedir. Bu amaçla araştırmacı çalışmada kullanılan yazılım için Youtube gibi eğitim videoları paylaşım sitelerinden ve Lynda, Unity3d.com sitesinde gibi eğitim sitelerinden yazılım kullanımı ve kodlama dersleri almıştır. Oyunda kullanılan tüm kodlamalar araştırmacı tarafından yazılmıştır.

Araştırmacının ikinci rolü araştırmacı/öğretmen rolüdür. Araştırmanın temel amacı dijital oyun ve öğretmen etkileşimi ile öğrencilerin alan kavramının gelişimini araştırmaktır. Bundan dolayı araştırmacı klinik görüşme sürecinde sadece öğrencileri gözlemlemiş ve öğrencilerin bilgilerini ortaya çıkarmak için öğrencilere bilgilendirici sorular yerine öğrencilerin seviyelerini belirlemek için tanımlayıcı sorular sorulmuştur. Oyun sırasında ise öğrencilere oyunu nasıl oynayacakları ve oyunun isteklerini belirtmeye yardımcı olmak için öğretmen rolü üstlenmiştir. Bu kapsamda öğrenciler oyun oynarken yapmış olduğu stratejinin nedenini sorgulamak ve gelişimlerini açık bir şekilde gözlemlemek amacıyla öğrencilere sorular sorulmuştur. Ayrıca yönergelerdeki pekiştireçlere dikkat etmeyen öğrencilere oyun içi verilen pekiştireçleri hatırlatmış ve bu şekilde öğrencilerin kavramsal gelişimlerine yardımcı olmuştur.

2.3. Araştırma Süreci

Çalışma iki temel aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan ilki oyunun tasarlanması ikincisi ise oyunun öğrencilere uygulanmasıdır. Birinci aşamada alan eğitimi ile ilgili literatür taranmış ve öğrencilerde alan kavramını geliştirmek için en uygun bağlam ve teoriler seçilmiştir. Oyun tasarımı Battista (2003) ve Lehrer'in (2003) alan kavramı gelişimiyle ilgili tanımlamış oldukları kavram ve beceriler kullanımasına karar verilmiştir. Oyun tasarımı ise evrensel tasarım modeli (King-Sear, 2009; Hall, Meyer ve Rose, 2012) benimsenmiş ve döngüsel bir model kullanılmıştır. Bu modelde önce oyun seçilen bağlam ve teoriler çerçevesinde tasarlanmış daha sonra üç matematik eğitimi uzmanı ile oyun tartışılmış ve eksik kısımlar düzenlenmiş ve daha sonra oyun öğrencilere oynatılmıştır. Öğrencilerden gelen dönütler çerçevesinde oyun tekrar tasarlanmış ve sonra tekrar öğrencilere oynatılmıştır. En sonunda oyun kullanımında olumsuz geri bildirim alınmadığından asıl uygulamaya geçilmiştir.

İkinci temel aşama olan asıl uygulama üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada Battista'nın (2003) geliştirdiği alan kavramının temel becerilerinden satır-sütun ilişkisini değerlendirme aracı kullanılmıştır. Bu değerlendirme aracı çeşitli dikdörtgenlere sığan birim kare toplam sayısını isteyen sorulardan oluşmaktadır. İkinci aşamada her bir öğrenci dijital oyun araştırmacı ile birlikte oynamıştır. Oyun oynatıldıktan sonra üçüncü aşamada Battista'nın (2003) değerlendirme aracı tekrar kullanılmıştır. Tablo 2.1. de araştırma sürecinin aşamaları özetlenmektedir.

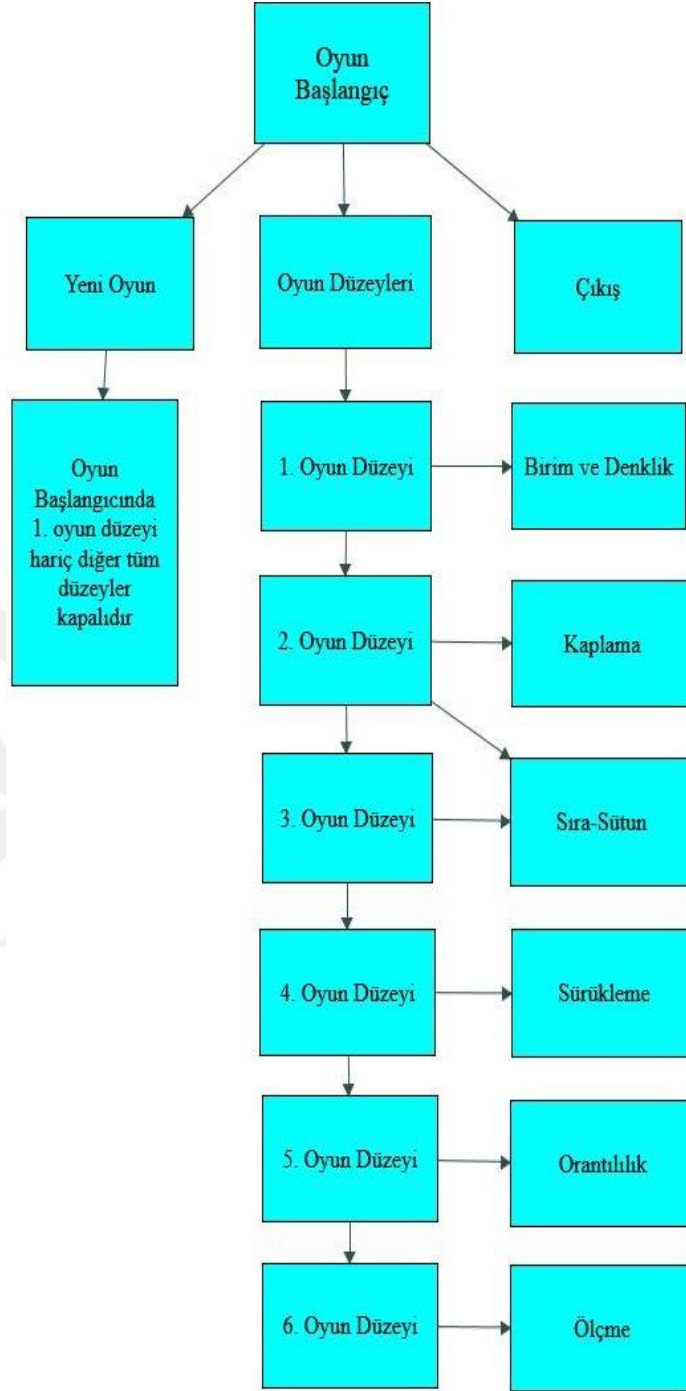
Tablo 2.1. Araştırma Sürecinin Aşamaları

Araştırma Süreci	
1. Aşama	2.Aşama
Dijital Oyunun Tasarlanması	Asıl Uygulama
• Kavram geliştirmeye yönelik en uygun bağlam ve teorilerin seçimi • Oyun tasarımı • Oyunun öğrencilere oynatılması • Öğrencilerden gelen dönütler çerçevesinde oyunun revize edilmesi	• Battista'nın geliştirdiği değerlendirme aracının öğrencilere uygulanması • Tasarlanan oyunun öğrencilere oynatılması • Battista'nın geliştirdiği değerlendirme aracının tekrar öğrencilere uygulanması

2.3.1. Dijital oyunun tasarlanması

Çalışmada araştırmacı tarafından alan kavramının geliştirilmesi için Lehrer'in (2003) tanımlamış olduğu kavramsal temellerin bazılarını (birim, kaplama, tekrarlama, orantılık, ölçme) ayrıca Lehrer vd. (1998) tanımladıkları denklik kavramı göz önüne alınarak oyun tasarlanmıştır. Bu çalışmalarla birlikte Battista'nın (2003) tanımlamış olduğu satır-sütun beceri gelişimi kullanılmıştır. Dijital oyun yapımında Unity 5.0. adlı oyun yazılım programı kullanılmıştır. Çalışmada Unity programının seçilmesinin nedeni programın dinamik bir yapıda olması ve öğrencilerden fazladan program kullanma becerisi gerektirmemesidir. Oyun temel olarak 6 düzeyden oluşmaktadır. Her düzeyin altında 5'şer oyun bulunmakta olup toplam 30 oyun yer almaktadır. Şekil 2.1'de tasarlanan oyunun düzeyleri verilmektedir.

Görevler oyunda bulunan yönergeler tarafından verilmektedir. Oyunda puanlama sistemi bulunmaktadır. Doğru cevap veren öğrenciler 10 puan almaktadır. Ayrıca yanlış cevap verildiği durumlarda öğrencilere uyarı ve ipuçları verilmektedir. Oyunu ilginç hale getirmek amacıyla pastane bağlamı oluşturulmuştur. Oyunda kullanılan kodlar araştırmacı tarafından yazılmış ve kullanılan modellerin bir kısmı araştırmacı tarafından çizilmiştir.



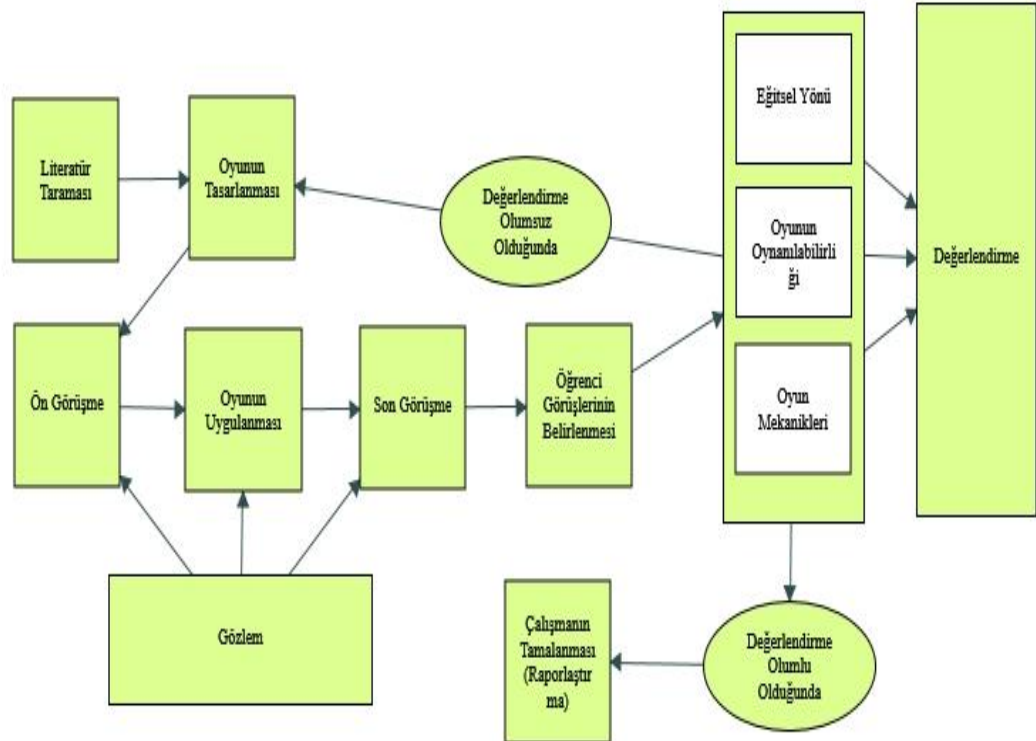
Şekil 2.1. Tasarlanan oyunun seviyeleri

Dijital oyunu çalışmaya katılan öğrenciler tek tek araştırmacı ile birlikte oynamışlardır. Her bir oyun yaklaşık bir saatten fazla sürmüş ve oyun sırasındaki öğrenci davranışları ve yorumlamaları daha sonra analiz etmek amacıyla bilgisayar görüntülerini kayıt etmek için camtasia yazılımı kullanılmıştır.

2.3.1.1. Döngüsel model

Oyunun tasarlanma aşamasında araştırmacı tarafından geliştirilen döngüsel model kullanılmıştır. Bu modele göre oyunun tasarlanması belli bir düzene göre yapılmıştır. Öncelikle oyun matematik eğitimcilerin gözetiminde araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Daha sonra oyunun ilk hali klinik görüşme sorularına göre düşük puan alan öğrencilere oynatılmıştır. Bu ilk oyunda öğrencilerde oyunun oynayışı, zorluk ya da eğitim yönünden kaynaklanan hatalar ya da geliştirilmesi gereken noktalar tespit edilmiş ve araştırmacı tarafından revize edilmiştir.

Bu değişiklikten sonra oyun ikinci aşamada farklı öğrenci grubuna oynatılmıştır. Öğrencilerle yapılan klinik görüşmeye göre başarısız olanlar seçilmiş ve oyun oynatılmıştır. Oyun sırasında öğrenciler gözlemlenmiştir. Gözlem sonunda oyunda bir hata bulunmadığında öğrencilere son klinik görüşme yapılmış ve öğrenci görüşleri sonunda olumsuz bir geri dönüt alınmadığı görülmüş olup dijital oyunun tasarımı tamamlanmıştır. Aşağıda verilen Şekil 2.2’de tasarlanan oyunun döngüsel modeli verilmektedir.



Şekil 2.2. Oyunun tasarlanma aşamasında kullanılan döngüsel model.

2.3.1.2.Evrensel dizayn yaklaşımına göre oyunun tasarlanması

Oyunun tasarlanması aşamasında oyunun tüm kullanıcılar tarafından kolayca kullanabileceği bir yapıda olması hedeflenmiştir. Bundan dolayı bu oyun her seviyede her sosyo-ekonomik düzeyde cinsiyet ayırt edilmeden, dijital oyun oynayıp oynamama durumuna göre öğrencilerin kullanabileceği alan eğitimi ile ilgili bir oyun olduğundan evrensel tasarım modeli kullanılmıştır (King-Sear, 2009; Hall, Meyer ve Rose, 2012).

Evrensel tasarım modeline göre eğitimciler, tasarladıkları eğitim programlarını ya da eğitsel teknolojik araçları kişisel farklılıklardan kaynaklanan öğrencilerin gelişimini engelleyecek tüm durumları (cinsiyet, engellilik vb) elden geldiğince ortadan kaldırılmasını ve öğrenmeyi en üst düzeye çıkarılması amaçlanmıştır (Meyer ve Rose, 2002). Meyer ve Rose'a (1998) göre iyi bir eğitim programı ya da eğitsel araç bazı ilkelere göre tasarlanmalıdır. Meyer ve Rose'un tanımladıkları bu ilkeler ve bu ilkelere göre tasarlama sırasında oyunda yapılan değişiklikler aşağıda verilmektedir.

(İ) Adil kullanım: Bu ilkeye göre kullanıcıların yaşadığı ortam ve ekonomik düzeyin oyunu oynarken bir engelleyici faktör olarak ortaya çıkmasını engellemektir (Mace, 2007). Adil kullanımı gerçekleştirmek için oyun tasarlanırken farklı öğrenci profillerine ulaşmaya çalışılmıştır. İlk pilot çalışmada köy okulunda diğer pilot çalışma ise şehir okulunda yapılmıştır. İlk iki okul karşılaştırıldığında köy okulundaki öğrencilerin bilgisayar ve internet kullanımının düşük olduğu ve evlerinde bilgisayar ve internetin olmadığı görülmüştür. Şehir okulunda yapılan çalışmada ise öğrencilerinin çoğunun evlerinde bilgisayar ya da internet bulunduğu görülmüştür. Bu durum bilgisayar kullanmayan öğrencilerin bilgisayar oyunlarının kullanımına alışkın olmadığı ve oyunda verilen bilgilendirmeleri dikkat etmedikleri görülmüştür. Ayrıca kız öğrencilerin dijital oyunlara ilgisinin farklı olduğu ve FPS, Open World tarzı oyunları oynamada zorluk yaşadıkları görülmüştür. Bu durumda oyunun yapısında değişikliğe gidilmiş ve candy Crash benzeri (Varonis ve Varonis, 2015) kare, fiziksel hareket temelli oyun olarak tasarlanmıştır. Bu oyunlarda, kullanıcılar kısıtlı zaman ve kaynakları kullanarak nesneleri ya da kareleri hareket ettirerek oyun içerisinde keşfetmesidir (Lim vd., 2012). Ayrıca dijital oyunun bir diğer avantajı dilinin Türkçe olmasıdır. Birçok dijital oyun İngilizce yapılmaktadır. Bu oyunları kullanmak isteyen öğretmenin fazladan İngilizce terimleri öğrenmesi ve kullanması gerekecektir. Tasarlanan bu oyun Türkçe olduğu için böyle bir sorunla öğretmen karşılaşmayacaktır (Bartec ve Nocar, 2016).

(ii) **Esneklik:** Bu ilkeye göre eğitimci, öğrencilerin tercih ve yetenek çeşitliliğine göre tasarım yapmalıdır (King-Sears, 2009). Bu ilkeye göre tasarlanmış oyunun çeşitli yeteneklere sahip bireylere faydalı olmalıdır ve kullanıcıları ayırmaktan kaçınılmalıdır. Kısacası tasarlanan bu oyun tüm kullanıcılara hitap etmelidir (Mace, 2007). Ürettiğimiz bu oyunlar tüm seviyedeki öğrencilerin farklı yöntemler kullanarak çözmeleri sağlanmıştır. Örneğin satır-sütun gelişimi ile ilgili olan 2. düzey sorularında öğrenci soruyu çözebilmeleri için birden fazla yöntem kullanabilir. Bu yöntemler öğrencinin alan kavramının gelişim seviyelerine göre farklılık göstermektedir. Tepsinin tamamını birim karelerden kaplayarak ve tek tek sayarak sonuca ulaşabilir ya da tüm tepsiyi kaplayarak ve sıralı sayarak sonuca ulaşabilir. Bununla birlikte tepsinin sadece satır ve sütunlardaki birim karelerle kaplayarak ve sütun- satırda bulunan birim kareleri belirleyerek, çarpma işlemi uygulayarak sonuca ulaşabilir. Benzer şekilde 3. düzey ve 4. düzey soruları da tek tek sayarak ya da satır ve sütundaki birim kareleri belirleyerek bulunabilir. Görüldüğü gibi oyunda birçok düzey farklı seviyede öğrencilerin becerilerine göre düzenlenmiştir. Bu şekilde öğrencilerin oyun içerisinde motivasyonlarını kaybetmemeleri sağlanmıştır. Ancak oyunun amacı alan kavramı ile ilgili öğrencilere kavram ve beceri kazandırılması öğrencileri farklı yöntemleri kullanmayı zorlamak ile olmaktadır. Çünkü kullanıcıların yeteneklerini geliştirmek için dijital oyunun en yüksek düzeyde zorluk oluşturacak şekilde tasarlaması gerekmektedir (Habgood ve Ainsworth, 2011). Bu amaçla oyun içerisinde hem düzey içerisinde hem de düzeyler arasında sorularda kolaydan zora bir gelişim göstermektedir. Örneğin oyunun 1.düzeydeki ilk bölümlerde bütün parçaları birim karelere ayırmak istenmektedir. Sonraki bölümlerde ise iki bütün parçasının birbirine denk olanını bulunması istenmiştir. Öğrenci burada bütünleri zihinden birim karelere ayırarak bulabilmektedir. Oyunun 2. düzeyin ilk bölümlerinde birim karenin sayısı tüm tepsiyi kaplayacak kadar verilmekteyken sonraki bölümlerde ise birim karenin sayısı azaltılmış ve öğrencilerin satır ve sütunları belirleme stratejisini kullanmaya zorlanmışlardır. Benzer şekilde 3. düzey ilk bölümlerde küçük tepsilere sığan birim kareler bulunması istenirken bölüm ilerlerken tepsinin boyutu artırılmış ve bu şekilde öğrencinin birim kareleri bulması için satır-sütun ilişkisi içerisinde ve sıralı toplama ve çarpma işlemi kullanmalarına yönlendirilmiştir. 4. düzey de ise oyunda sağ fare tuşuyla birim kare oluşturmaya izin vermektedir. Kullanıcı sayısız birim kare üretebilir. Ancak ilerleyen bölümlerde sadece tek bir birim kare ve kullanıcının sağ tuşu kullanarak oluşturabilecek sayısız işaretleyici

(küçük kırmızı küreler) bulunmaktadır. Kullanıcılar bu işaretleyicileri kullanarak satır ve sütunları oluşturmaları istenmekte ve böylece tekrarlama becerisini kullanmaları istenmektedir. 5. düzeyde ise bu sefer büyük bir kare ile birlikte birim kare verilmiştir. Bu düzeyin ilk bölümlerinde tepsiyi tamamen kaplayacak birim kare ve büyük kare verilmiştir. Bu düzeyin bu şekilde tasarlanmasının nedeni büyük kare ile küçük karelerin tepsiyi kaplamaları ile ilgili arasındaki farkı görmelerini sağlamaktır. İlerleyen bölümlerde tek bir büyük kare verilmiş ve birim karelerin sayısı azaltılarak sadece satır ve sütunları belirleyecek sayıda birim kare verilmiştir. Burada oyuncudan tepsiyi kaplayan birim kareleri bulması ve iki kare arasındaki oranları bularak tepsiyi kaplayan büyük karelerin sayısını bulması istenmiştir. Bir sonraki bölümde ise büyük kareler yerine eni ve boyu farklı boyutlarda olan dikdörtgenler verilmiştir. Bu şekilde birim kare ile dikdörtgen arasındaki oranı kullanarak tepsiye sığan dikdörtgenlerin sayısının belirlenmesi istenmiştir. En son bölümde ise büyük ve küçük boyutlu iki dikdörtgen verilerek büyük boyutlu dikdörtgenden kaç tanesiyle tepsiyi kaplayabilecekleri sorulmaktadır. 6. düzeyde ise işaretleyiciler kullanarak tepsinin ve birim karenin kenarları ölçerek tepsiye kaç birim kare sığacağını bulmaları istenmektedir. Diğer düzeylerde ise birim kare yerine önce boyutları daha büyük karelerin tepsiye nasıl sığacağı sorulmaktadır. Son bölümde ise dikdörtgen şeklinde bir nesnenin tepsiye kaç tane sığacağı sorulmaktadır. Görüldüğü gibi hem düzeyler arası hem de düzey içlerinde oyun giderek kolaydan zora bir gelişim görülmektedir. Oyun mekaniğinde Pavlov etkileşimi olarak adlandırılmaktadır ve birçok oyunda bu kullanılmaktadır. Oyun içi düzeyler kolaydan zora doğru bir gelişim göstermektedir(Lim vd., 2012).

(iii) Kolay ve sezgisel kullanım: Bu ilkeye göre tasarlanan oyunun kolayca anlaşılır olması, her türlü kullanıcının oyunu nasıl kullanacağını kolayca öğrenmesidir. Görevin tamamlanması sırasında ve sonrasında etkili bir bilgi verilmeli ve geri bildirim sağlanmalı, gereksiz karmaşıklıklar ortadan kaldırmalı, önemli bilgileri düzenlenmelidir (Mace, 2007). Bir başka deyişle içeriğin öğrencilerin arka plan bilgisi, dil becerileri ve konsantrasyon düzeyleri için açık ve net şekilde sunulması anlamına gelir (Hall vd., 2015). Araştırmacı tarafından tasarlanan dijital oyunun ilk versiyonunda “W, A, S, D” tuşları kullanarak karakteri hareket ettirdikleri ve Open Word tarzı bir ortamda görevleri seçtikleri oyun düzeyi arasında bölümler bulunmaktaydı. Bu bölümler dijital oyuna derin bir içerik ve hikaye kazandırmak amacıyla üretilmişti. Ancak ilk pilot çalışmada bilgisayar oyunu kullanıcısı olmayan öğrenciler bu bölümlerde karakteri hareket

ettirmede ve bölümlere ulaşmak için dijital ortamda (3 boyutlu ortam, Call of Duty benzeri oyunlar için tasarlanmış ortamlar) yapması gereken görevleri yerine getirememiştir. Bundan dolayı Candy Crash gibi fazla psikomotor (Varonis ve Varonis, 2015) beceri istemeyen 2boyutlu seviye temelli oyun motoru (mario, candy crash gibi oyunlar için tasarlanmış düzeyler) (Lim vd., 2012) kullanılmasına karar verilmiştir. Oyunda cisimleri hareket ettirme için sadece fare ve tuşlarının kullanılması yeterli hale getirilmiştir. Çünkü kullanım kolaylığı sayesinde öğrenciler dikkatini oyunu kullanmak yerine oyun içi verilen görevleri düşünmeye daha çok zaman harcayabilecek ve bu şekilde daha etkili bir öğretim yapılabilecektir (Li vd., 2016). Seviye tasarımı oyun için çok önemli bir rol oynamaktadır. Oyun, öğrencinin dikkatini oyuna verecek ve kullanıcının dikkatini dağıtmayacak özelliklere sahip olmalıdır. Bundan dolayı oyun düzeyleri hem görsel açıdan zengin hem de kullanıcılar tarafından kullanışlı olmalıdır (Liapis vd., 2014). Oyunda öğrencilerin yönergelere ve pekiştireçlere dikkatini çekmek için uyumlu ve güçlü renkler kullanılmıştır ve arka planda ise zayıf renkler kullanarak önemli olan bilgilerin dikkat çekici olması sağlanmıştır. Oyun içerisinde öğrencilerin dikkatini dağıtabilecek tüm animasyonlar çıkarılmış ve oyunun sade bir yapıda kalması sağlanmıştır. Tasarladığımız bu dijital oyun sadece öğrenciler için değil ayrıca öğretmenlerin sınıf içi kullanımına da uygundur. Birçok öğretmen için dinamik yapılandırma yapması gereken (Geogebra gibi) programları kullanmak zor gelebilir. Bundan dolayı dinamik yapıda tasarlanmış dijital oyunun kullanımı bu öğretmenler için daha kolay olacaktır (Bartec ve Nocar, 2016). Özellikle Unity 3d ile üretilen oyunlar kolayca akıllı tahtalara uyumlu olabilmektedir.

(İV) Algılanabilir bilgi: Bu ilkeye göre oyun içerisinde verilmesi gereken bilgi kullanıcının duyuşsal yeteneklerine ayırt etmeden verilmelidir (King-Sears, 2009). Bu bilgiler oyun içerisinde farklı yöntemler (görsel, yazılı, sesli..vb) kullanılabilir verilebilir (Mace ,1997). Çünkü her öğrencinin farklı öğrenme yaklaşımı etkili olduğu gibi her öğrenciye farklı yöntemler dikkat çekici olabilir (Gardner, 1987). Bu amaçla bu çalışmada öğrencilerin dikkatini çekecek farklı yöntemler kullanmaya çalışılmıştır. Her bölümden önce öğrencilere oyunun nasıl oynayacağına ilişkin bilgi hem görsel hem yazılı bir şekilde verilmiştir. Ayrıca günümüzün dijital oyunlarında eğitimci ile öğrenen arasında bir ilişki olması istenmektedir. Özellikle alan gibi karmaşık kavramların öğretiminde sadece bilgisayar ve eğitilen arasındaki iletişim ile eğitim gerçekleşmemektedir. Çünkü her öğrencinin yapmış olduğu benzer hataların nedeni

farklı olabilir. Örneğin tasarladığımız oyunun bir düzeyde tüm tepsiyi baklavalarla tamamen kaplaması istenmektedir. Bazı öğrenciler tüm tepsiyi doğru şekillerle ve boş yer kalmayacak şekilde kaplamasına ve içerisindeki birim kareleri satır ve sütunlara göre doğru bir şekilde sıralı saymasına rağmen basit işlem hataları yüzünden yanlış cevaba ulaşabilir. Ancak bazı öğrenciler ise tepsiyi diğer öğrenci gibi doğru şekil ve boş yer kalmayacak şekilde kaplayabilir ancak satır-sütun ilişkisi tam gelişmemiş olduğundan tepsideki birim kareleri doğru sayamaz ve yanlış cevaba ulaşır. Her iki durumda bilgisayar programı her iki kullanıcının aynı hatayı yaptığını kabul eder ve her iki kullanıcıya aynı puanı ve pekiştireci verir. İşte bu durumda görev eğitimciye düşmektedir. Oyuna müdahale ederek öğrencilere uygun pekiştireçlerin verilmesini sağlamıştır.

(V) Hata payı: Oyunlarda meydana gelebilecek hataları en asgari düzeye indirilmesidir. Oyunda kod yazımından, içerik seçiminden kaynaklanan hataları önceden fark edilip oyunun uygulanmadan önce bunların değiştirilmesidir (Mace, 1997). Bu amaçla bu oyunu pilot çalışmada öğrencilerle birlikte denenmiştir. Ayrıca oyun içi görselleri matematik eğitimi alanında uzman araştırmacılarla tartışılmıştır. Oyunda daha önceleri bir kayıt tuşu bulunmamaktaydı. Öğrenciler oyun sırasında yanlışlıkla oyundan çıktığında kaldığı yere dönememekte ve oyunu en baştan oynamak zorunda kalmaktaydı. Bundan hatayı gidermek amacıyla oyuna her düzey aşıldığında otomatik kayıt yapan bir kod dizini eklenmiştir. Orantılılık ile ilgili olan düzeyde objelerin yerleştirilmesinde bazı hatalar ile karşılaşmıştır (seçilen objenin gelmemesi ya da objelerin kendi kendine silinmesi gibi). Daha önce araştırmacının gözünden kaçan tüm bu hatalar pilot çalışmada öğrencilerin yardımıyla çözümlenmiştir. Hataların çözümlenmesi için yapılabilecek en iyi yol oyunu önceden öğrencilere oynatmaktır (King-Sears, 2009). Ayrıca çalışmada satır-sütun ile ilgili olan düzeyde bağlam olarak baklava seçilmiştir. Ancak baklava bağlamı yapı itibarıyla kare yerine daha çok küp yapısına benzediği için alan kavramını geliştirmede kavram yanılgısına neden olmaktadır. Bundan dolayı birim karelerin bağlamında baklava yerine çikolata kullanılmasına karar verilmiştir.

(VI) Düşük fiziksel çaba: Oyun dijital ortamda olduğu için zaten yapı itibarıyla fiziksel bir çabaya ihtiyaç duymamaktadır (Hall, Meyer ve Rose, 2012). Oyunda hiçbir şekilde psikomotor becerisine yönelik soru bulunmamaktadır. Hız, zaman ya da tuşların

zamanında doğru kullanımı (mario oyunları gibi) gibi parametreler oyunun hiçbir yerinde kullanılmamıştır.

(Vİİ) Oyunun bilgisayarda kapladığı boşluk ve boyut: Öğreticiler tasarladıkları program ya da oyunun boyutuna ve bilgisayarda kapladıkları alana dikkat etmelidir (Mace, 1997). Oyunda bulunan simülasyonlar, grafikler, resimler vb boyutları dikkat etmelidir. Oyunun fazla alan kaplamalarına engel olunmalıdır (King-Sears, 2009). Oyunun ilk sürümünde oyunun boyutunu büyüten üç boyutlu ortamda kafe bağlamı bulunmaktaydı. 1. Pilot çalışmamızda bu oyunu köy okulunda bilgisayarlara yüklemeye çalıştığımızda oyun açılmamıştı. Oyunun boyutu 1 GB'di. İlerleyen dönemlerde kafe bağlamını (3 boyutlu ortam) oyundan çıkararak oyun 2 boyutlu bir yapıya kavuşmuştur. Bu durumda oyunun boyutu 216 MB olmuş ve köy okulundaki tüm bilgisayarlara yüklenmiştir.

2.4. Pilot Çalışma

Hatay/Antakya'da öncelikle iki farklı ortaokulda toplam 15 öğrenciye pilot çalışma yapılmıştır. Bu okullardan bir tanesi şehir merkezinde diğer okul ise kırsal alanda bulunmaktadır. Öncelikle izin belgeleri ile okullara gidilerek okul müdürlerinden izin alınmıştır. Kırsal alanda bulunan okulda öğrenciler ders çıkışından sonra şehir merkezinde ise boş derslerde ya da öğlen aralarında uygulamalar yapılmış ve toplam 16 haftalık bir süreçte gerçekleşmiştir.

Pilot çalışma iki kısımdan oluşmaktadır.

Birinci kısım: Kırsal alanda bulunan bir devlet ortaokulunda oyunun yapısına yönelik değerlendirme

İkinci kısım: Şehir merkezinde bulunan bir devlet ortaokulunda oyunun eğitsel yapısına yönelik değerlendirme

Birinci kısım: Pilot çalışmanın bu kısmında kırsal alanda bulunan bir ortaokulda tasarlanan dijital oyunun yapısına yönelik değerlendirme yapılması hedeflenmiştir. Oyunu 6. sınıf 7 öğrenci oynamıştır. Bu öğrencilerden sadece bir tanesinin evinde bilgisayar bulunmaktadır. Öğrencilerin 3 tanesi erkek, 4 tanesi kızdır. Öğrencilerin tamamı daha önce bilgisayar oyunu oynamışlardır. Öğrencilerin seçiminde öncelikle matematik notları göz önüne alınmıştır. Seçilen öğrencilerin 3 ve aşağısı not almış olmasına dikkat edilmiştir. Öğrencilerle oyundan önce ön klinik görüşme yapılmıştır. Bu görüşme sonucu Battista'nın tanımlamış olduğu seviyeler göz önünde

bulundurularak ve 1. ve 2. seviyede olan öğrenciler seçilerek dijital oyun oynatılmıştır. Bu şekilde dijital oyunun, oynanabilirliği, zorluğu ve dönütler değerlendirilmiştir. Gelen dönütlere göre oyunda bulunan ve görevlerin verildiği kafe bölümü oyundan çıkarılmıştır. Çünkü bu bölümde öğrencilerden W, A, S, D tuşlarını kullanarak karakteri ilerletilmesi istenmektedir. Daha sonra karakterler tarafından verilen görevlerin objeler (pasta, çikolata dilimleri vb.) üzerine tıklanarak seçilmesi istenmekteydi. Bu tarz bilgisayar oyunlarına aşina olmayan öğrenciler bu bölümde karakteri hareket ettirmekte zorlandıklarından bu bölüm oyundan çıkarılmıştır. Oyun bu değişiklikten sonra sıralı devam eden bir yapıya sahip olmuştur. Bir bölümü tamamen bitiremeyen bir öğrenci diğer bölüme geçemeyecektir. Ayrıca birim karenin tekrarlama eylemini öğretildiği oyun düzeyinde ile orantılık kavramının öğretildiği oyun düzeyinde yerleri değiştirilmiştir. Çünkü öğrencilerin orantılık kavramında daha fazla zorlandıkları görülmüş ve bundan dolayı bu düzeyde ölçme kavramından önce yerleştirilmiştir. Ayrıca orantılık oyun düzeyindeki 5 farklı bölüm bulunmaktaydı. Bu bölümlerden bir tanesinde kesirli kat kullanarak öğrencilerin sonuca ulaşmasını isteyen bir bölüm bulunmaktaydı. Bu sınıf seviyesinde bulunan öğrenciler kesirli sayılarda sorun yaşadıkları için bu bölüm oyundan çıkarılmıştır. Oyuna önceleri birim kare olarak baklava dilimleri kullanılmaktaydı. Ancak baklavanın üç boyutlu yapısından dolayı öğrencilere kavram yanılgısı oluşturacağından birim karede çikolata bağlamı kullanılmıştır (karesel yüzeye sahip olduğu için). Ayrıca oyunda bulunan dönütler ve oyunun anlatıldığı kısımlar tek tek öğrencilere sorularak ne anladıkları sorgulanmıştır. Oyun tasarlama başında, pekiştireçlerin ve ipuçlarının öğrencilere oyun tarafından verilmesi planlanmıştır. Ancak literatür incelendiğinde ve pilot çalışma sırasında bilgisayar oyunun hataları düzeltmeye yönelik ipucu ve pekiştireç veremeyeceği görülmüştür. Kavram öğretimi için kullanılacak oyunlarda öğrencilerin hataları benzer olmakla birlikte bu hataların nedenleri arasında çok büyük farklılıklar görülmektedir. Bilgisayar oyunu ise öğrencilerin bu hataların nedenlerini derinlemesine çözümlemeyeceği için doğru ipucu ve pekiştireçler veremeyecektir. Bundan dolayı ipucu ve pekiştireçler araştırmacı tarafından verilmesi kararlaştırılmıştır.

İkinci kısım: Pilot çalışmanın bu kısmında şehir merkezinde bulunan okulda tasarlanan dijital oyunun eğitsel yapısına yönelik değerlendirme yapılması amaçlanmıştır. Pilot çalışmanın bu kısmı Hatay/Antakya'da bulunan bir ortaokulda 6. sınıf 8 öğrenciyle yapılmıştır. Öğrencilerin 3'ü erkek ve 5'i kızdır. Öğrencilerin sadece

bir tanesinin evinde bilgisayar bulunmamaktadır. Öğrencilerin tamamı daha önce bilgisayar oyunu oynamıştır. Dijital oyunun eğitsel yapısını değerlendirme amacına yönelik klinik görüşmeler yapılmıştır. Klinik görüşmeler ile dijital oyunun alan kavramını kazandıracak temel kavramlara etkisi değerlendirilmiştir. Asıl çalışma için öğrencilerle yapılacak klinik görüşmelerin nasıl yapılacağı ve değerlendireceği belirlenmiştir. Öğrencilere oyun oynatmadan önce yapılan ön klinik görüşme Battista'nın çalışmasında tanımlanan seviyeleri belirlemek amaçlıdır. Seçilen öğrencilerin notları 3 ve aşağısı olmasına dikkat edilmiştir. Ön klinik görüşme sonucu Battista'nın tanımlamış olduğu seviyeler göz önünde bulundurularak ve 1. ve 2. seviyede olan öğrenciler seçilerek dijital oyun oynatılmıştır. Oyun bitiminde öğrencilere son klinik görüşme yapılmıştır. Bu şekilde öğrencilerin gelişimleri gözlemlenmiştir. Tüm öğrencilere ortalama 1 saat boyunca dijital oyun oynatılmıştır. Pilot çalışma sonucunda elde edilen klinik görüşme sonuçları ve öğrencilerin gelişimi araştırmacılar tarafından değerlendirilmiştir. Ayrıca klinik görüşme sorularının nasıl daha etkili sorulabileceği ve öğrencilere klinik görüşme sırasında verilmesi gereken dönütler belirlenmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar araştırmacı tarafından değerlendirilmesi yapılarak öğrencilerin seviyeleri belirlenmiştir. Bu şekilde araştırmacının klinik görüşmelerde uzmanlaşması sağlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin oyun oynamaları video kayıt altına alınmıştır. Daha sonra bu kayıtlar araştırmacılar tarafından izlenerek oyun içi bulunan bölümlerin kavramların öğretime uygunluğu değerlendirilmiştir. Bu aşamadan önce birim kareler baklava olarak tasarlanmıştı ancak baklavanın üç boyutlu yapısından dolayı birim kareler çikolata olarak düzeltilti. Dijital oyun her yönüyle değerlendirildikten sonra asıl uygulamaya geçilmiştir.

2.5. Tasarlanan Oyunun Düzeyleri

Bu bölümde tasarlanan dijital oyunun her düzeyi tanıtılacaktır. Oyunun başlangıcında düzeylerin bulunduğu bir ana menü bulunmaktadır. Ana menüde altı düzey bulunmaktadır. Oyunun başlangıcında sadece ilk düzeyde oynanabilir. İlk düzeyi başarı ile tamandıktan sonra diğer düzeylerde açılmaktadır. İlk düzey aslında öğrenci becerilerinin altında kolay bir düzeydir. Burada bir başka amaç öğrencilerin oyunu nasıl oynayacaklarını öğretmek ve öğrenci motivasyonun artırmaktır. Aşağıda oyun düzeylerine yer verilmektedir.

Oyun Düzeyi 1 (OD1)

Oyunun 1. düzeyinde birim-özellik ve denklik kavramlarıyla ilişkili sorular bulunmaktadır.



Görsel 2. 1. OD1-1. Soru ile ilgili görseli

Görsel 2.1.'da OD1'in 1. sorusuna ait görsel bulunmaktadır. Görselde görüleceği gibi iki tabak bulunmaktadır ve tabak solunda bulunan basit bütünü sağ tepside bulunan karelerden kaç tanesine denk geldiği bulunması istenmiştir. Tepsinin sağında aslında birim kareler bulunmaktadır ve öğrencilere basit bütünü birim karelere ayrıştırmaları istenmektedir. OD1-3. sorusu da bu tarzda tasarlanmıştır. Ayrıca burada basit bütünlere basit satır-sütun kullanarak birimlere ayrılması gerekmektedir. Öğrenciden sağ tabakta bulunan basit bütüne denk birimleri yerleştirilmesi istenmiştir. Öğrenci burada denk birimleri seçtikten sonra sol üst köşede bulunan cevabı kontrol et tuşunu tıklaması gerekmektedir. Eğer cevap yanlışsa Görsel 2.2.'da ki gibi yanlış uyarısı verilmektedir. Ayrıca sağ üst köşede bulunan kalplerden bir tanesi silinmektedir. En son dördüncü kalp silindikten sonra öğrenci oyundan atılmakta ve en başından başlaması sağlanmaktadır.



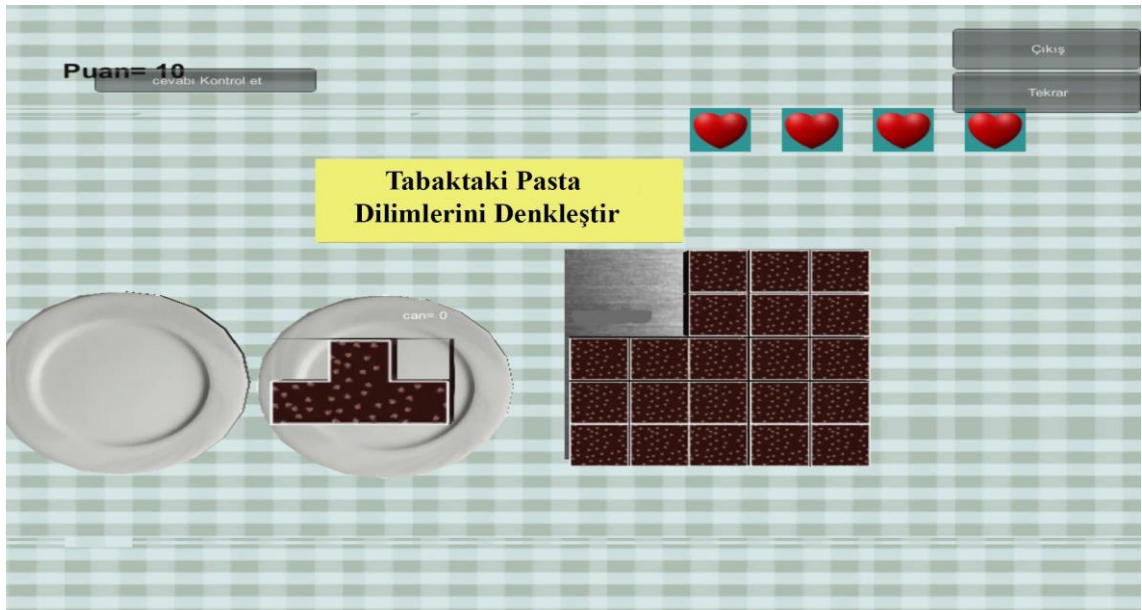
Görsel 2.2. Öğrenci yanlış cevap verdiğinde oluşan durumu

Eğer cevap doğru olursa Görsel 2.3.'deki gibi tebrikler yazısı çıkacak ve öğrenci bir sonraki soruya geçecektir. İlk üç soru zordan kolay doğru bir gelişim göstermemektedir. Her soru birbirine benzer zorlukta bulunmaktadır.



Görsel 2.3. Öğrenci doğru cevap verdiğinde oluşan durum

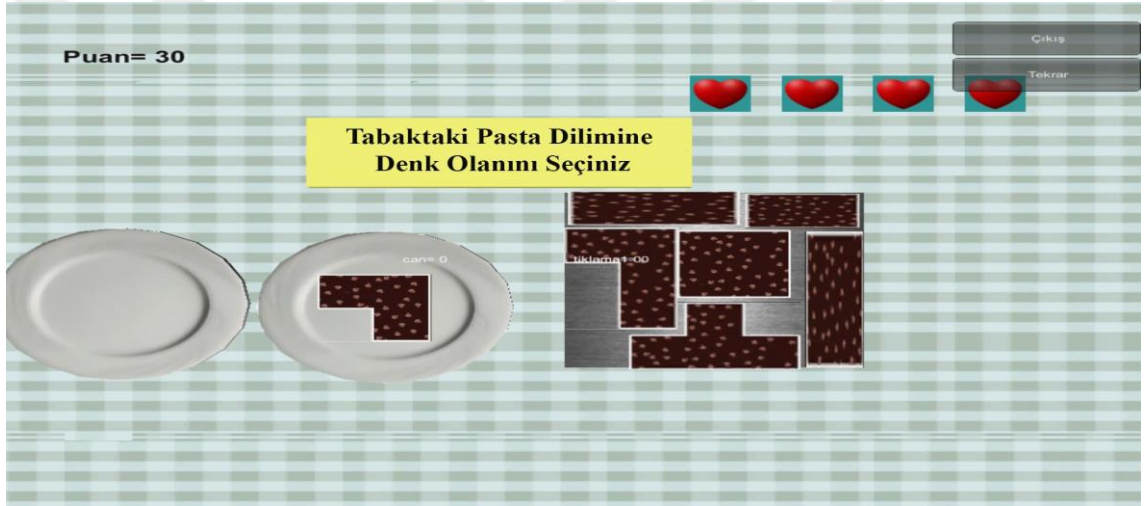
OD1'de 2. ve 3. soru benzer yapıda tasarlanmıştır. Ancak basit bütünlerde farklılık göstermektedir. Bu sorulara ait görseller Görsel 2.4., 2.5., 2.6. de verilmektedir.



Görsel 2.4. OD1-1. Soru ile ilgili görsel.



Görsel 2.5. OD1-2. Soru ile ilgili görsel.



Görsel 2.6. OD1-3. Soru ile ilgili görsel.

Yukarıdaki görsellerde görüldüğü gibi denklik (Toplanırlık) kavramı öğretilmek istenmiştir. Bu amaçla iki tepsi bulunmaktadır ve soldaki tabaktaki boş yere sağ tabaktaki bütünün dengini tepsideki bütünlerden birini seçerek bulmalıdır. Burada öğrencilerden tepside bulunan bütünleri zihinsel olarak birim karelere ayrıştırmaları ve bu aynı sayıda birim kareyi içeren denk bütün bulmaları istenmektedir. Görsel 2.6.'de görüldüğü gibi sağ tabakta bulunan bütün öğrenciler tarafından daha önceki bölümlerde olduğu gibi birim karelere zihinsel olarak parçalanması gerekmektedir. Burada tabakta bulunan bütün üç birim kareye bölümlendirmektedir. Daha önceki sorularda olduğu gibi (Görsel 2.7.). Yanlış cevabı hem görsel hem sesle öğrenciye bildirilecek ve kalplerden bir tanesi eksilecektir



Görsel 2.7. Öğrenci doğru cevap verdiğinde hem yazı hem ses hem de görsel ile oluşan durum.



Görsel 2.8. OD1-5. Soru ile ilgili görsel.

Soru da aynı şekilde tasarlanmıştır. OD1’de 5. sorusu Görsel 2.8.’da verilmektedir.

Oyun Düzeyi 2 (OD2)

OD2’de beş soru bulunmaktadır. Bu düzeyde sol altta üç farklı birim (daire, kare ve eşkenar üçgen) bulunmaktadır. Öğrencilerden tepsiyi tamamen boşluk kalmayacak şekilde kaplamaları için hangi birimi kullanmaları gerektiğini ve kaç tane gerektiği sorusu sorulmaktadır. Her sorudaki tepsinin ebatları farklıdır. Öğrenciler ilk iki soruda tepsiyi tamamen kaplayabileceklerini sayıda birim kare kullanabilmektedir. Ancak son üç soruda birim kare sayısı azaltılmış ve öğrencilerin eşit satır ve sütunları kullanmaları beklenmiştir. Görsel 2.9.’de OD2 1. sorusu bulunmaktadır.



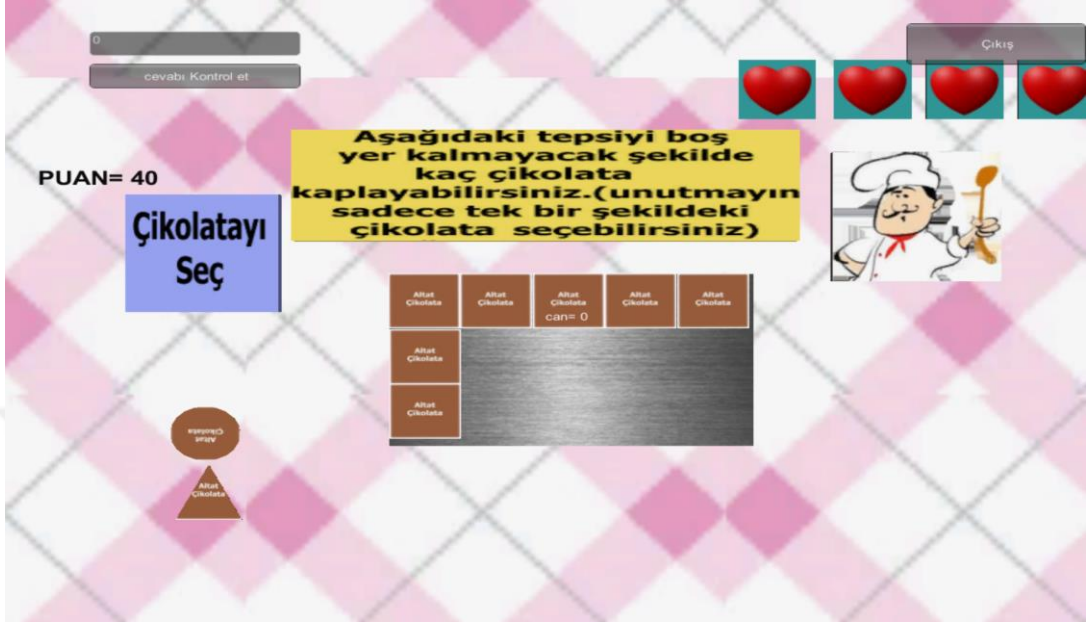
Görsel 2.9. OD2 1. soru ile ilgili görsel.

Görsel 2.10’de görüldüğü gibi öğrencilerin oyunda kullanabilecekleri dört hakkı bulunmaktadır. Ayrıca çikolatayı seç yazısının altında üç farklı birim yer almaktadır. Öğrenciler tepsiyi tamamen kaplayabilmesi için kare birimi seçmesi gerekmektedir. Öğrencilerden tepsiyi birim karelerden kapladıktan sonra tepsiye sığan kare sayısını boş kutucuğa yazmaları istenmektedir. Yazdıktan sonra cevabı kontrol et tuşuna basarak cevabın doğruluğu değerlendirilmektedir. Eğer cevap doğruysa tebrikler yazısı, eğer cevap yanlış ise yanlış yazısı çıkmaktadır ve kalplerden biri silinmektedir. Görsel 2.11’de tepsi boş kalmayacak şekilde çikolatalarla (birim kare) kaplanmışlardır.

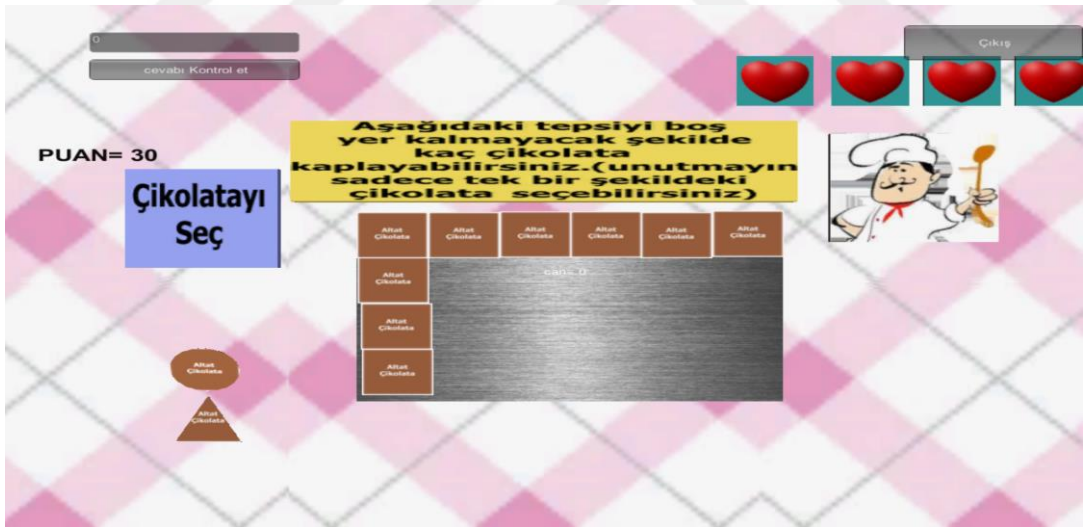


Görsel 2.10. Tepsinin boş kalmayacak şekilde birim karelerle kaplanmış durumu.

Görsel 2.11. ve Görsel 2.12.'de görüldüğü gibi 4. ve 5. sorudan itibaren birim kare sayısı azaltılmıştır. Böylece öğrenci tüm tepsiyi tamamen kaplayamayacaktır ve satır-sütun becerilerini kullanmak zorunda kalacaktır.



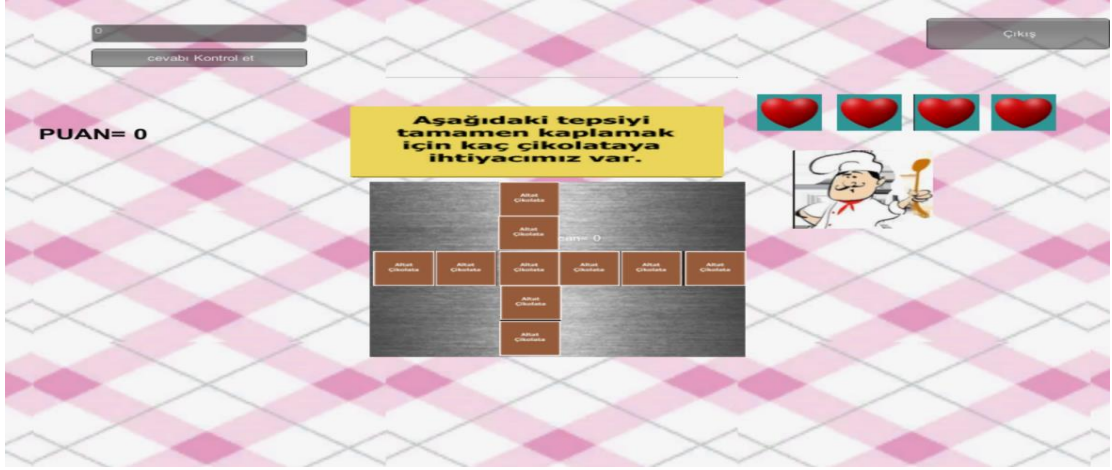
Görsel 2.11. Tüm tepsiyi kaplayacak sayıda birim kare bulunmadığından kaplanamama durumu



Görsel 2.12. Tüm tepsiyi kaplayacak sayıda birim kare bulunmadığından kaplanamama durumu

Oyun Düzeyi 3 (OD3)

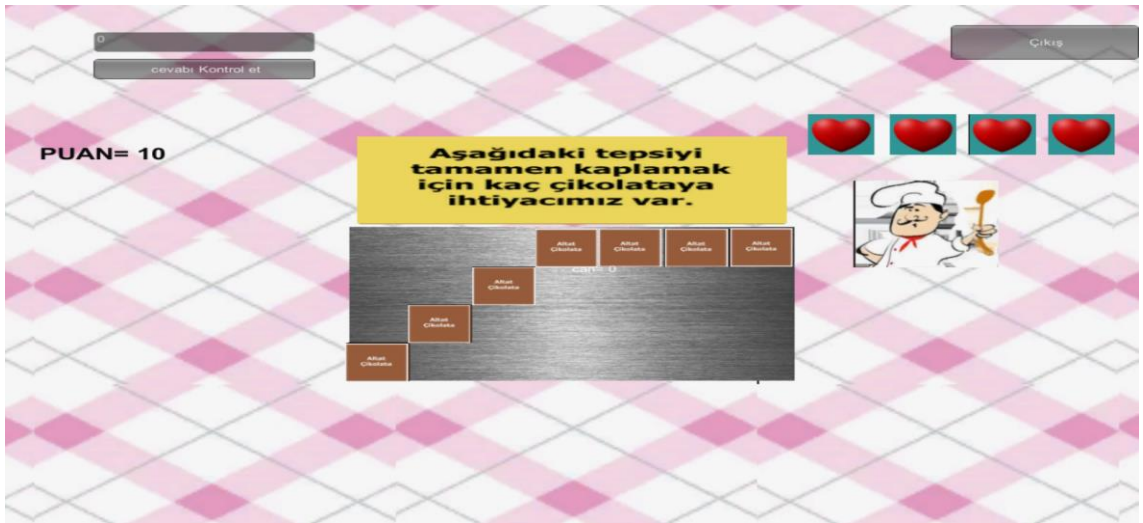
OD3'de satır-sütun becerisinin ile ilişkili farklı soru türleri bulunmaktadır. İlk üç soruda satır ve sütunları belirlemek hatta satır ve sütunu takip ederek birimlerin gelecek yerlerini saymak çok kolay bir işlemdir. Ancak 4. ve 5. sorularda öğrenci mutlaka satır ve sütunu belirleyerek sıralı toplama ya da çarpma yapmalıdır.



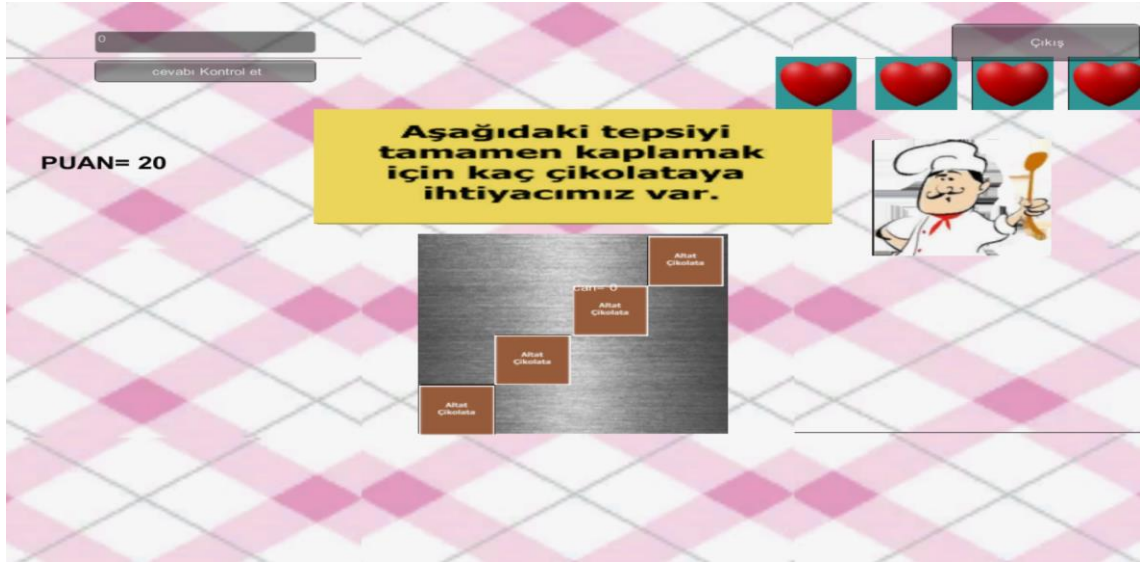
Görsel 2.13.Yukarıdaki görselde birim kareleri belli bir doğrultuda dizilmiştir.

Görsel 2.13.'de görüldüğü gibi fare ile sürüklenmeyen sabitleştirilmiş birim kareler bulunmaktadır. Öğrenci birim kare sayısını belirledikten sonra diğer düzeyde olduğu gibi sol üst kutucuğa tepsiye kaç birim kare ile kaplayabildiği yazması gerekmektedir. Daha sonra cevabı kontrol et tuşuna basarak cevabı kontrol etmelidir. Bu soruda satır ve sütunları belirlemek ve satır-sütun boyunca yerini kaybetmeden zihinsel olarak birim karelerin yerlerini belirlemek çok kolaydır. Zaten soruda satır ve sütun sayıları açıkça belirlenmiştir. Ancak bununla birlikte tam anlamıyla satır ve sütun kavramını oluşturamamış öğrencilerin bu soruları çözmede zorlanacakları düşünülmektedir.

Görsel 2.14.'de görüldüğü gibi bir sonraki soruda tepsinin satırı açıkça görülmektedir. Ancak sütunu belirlemek biraz daha zordur. Yine de öğrenci sıralı sayma yaparak soruya doğru cevap verebilecektir.



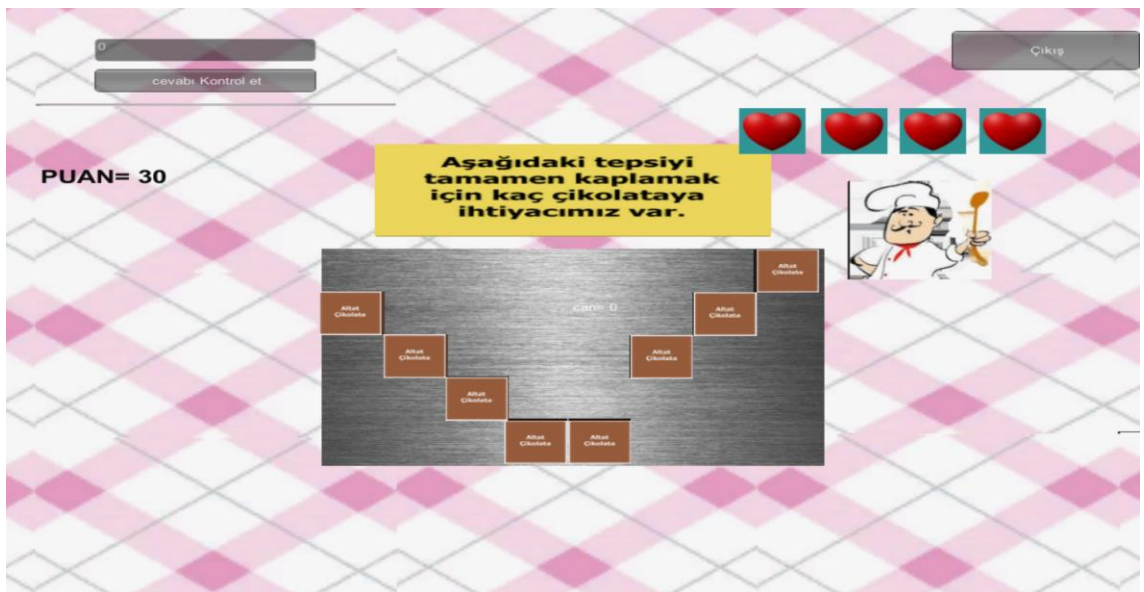
Görsel 2.14. OD3-2 sorusunun görseli



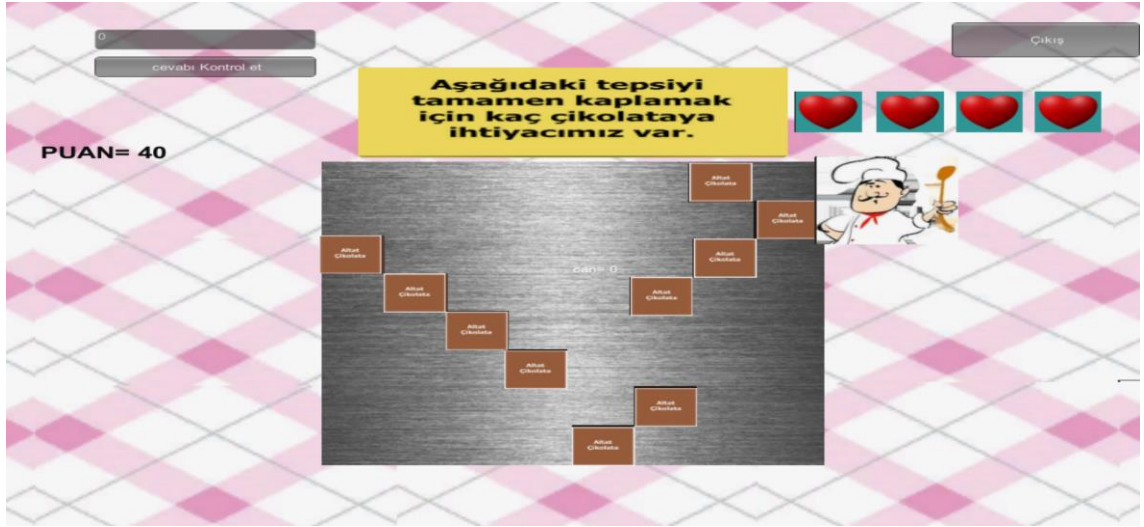
Görsel 2.15. OD3-3. sorusunun görseli

Görsel 2.15’de görüldüğü üzere öğrencilerin satır ve sütunları kendilerin belirlemesi gerekmektedir. Tepsi küçük olduğu için bu işlemi yapmak çok kolaydır.

Bir sonraki bölümde satır ve sütunları belirlemek daha zor olacaktır (Görsel 2.16 ve Görsel 2.17). Çünkü tepsinin boyutu daha önceki tepsilere oldukça daha büyüktür ve ayrıca birim kareler belli bir düzen içerisinde yerleştirilmemiştir. Bundan dolayı öğrenciler satır ve sütunu dikkatli bir şekilde belirlemelidir. Öğrenciler bunu başarmaları için kenarda bulunan birim kareleri belirlemeleri ve sıralı toplama ya da sıralı çarpma yaparak sonuca ulaşmaları gerekmektedir.



Görsel 2.16. OD3-4. sorusunun görseli



Görsel 2.17. OD3-5. sorusunun görseli

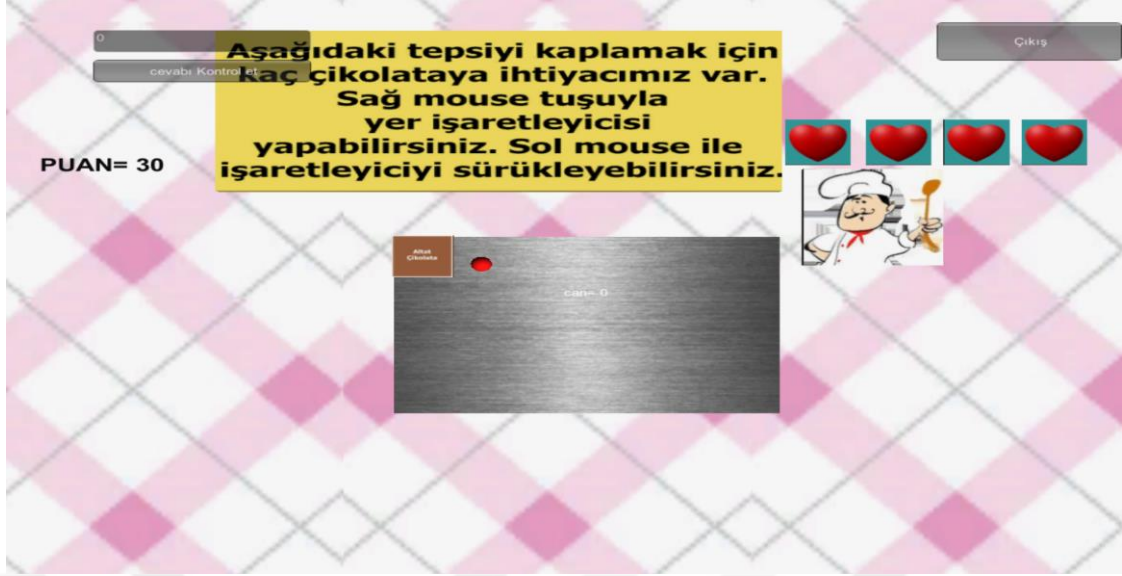
Oyun Düzeyi 4 (OD4)

4. düzeyde beş soru bulunmaktadır. Oyunun ilk iki sorusunda öğrencilerin oyunu nasıl kullanacağını öğretmek hedeflenmiştir. Çünkü bu düzeyde oyun kullanılması diğer düzeylerden farklıdır. İlk iki oyunda hiçbir yerinde birim kare bulunmamaktadır. Bunun yerine farenin sağ tuşuna basıp birim kare oluşturulmaktadır (Bkz. Görsel 2.18).



Görsel 2.18. OD4-1. Oyununun görseli

Öğrenciler bu tuşu kullanarak istedikleri kadar birim kare yapabilir. Ancak ikinci sorudan sonra işler biraz değişmektedir. Bu sorudan sonra öğrenciye sadece tek bir birim kare verilmektedir ve farenin sağ tuşuna tıklandığında birim kareyi tekrarlamak ve yerini belirlemek için kullanılabilecek kırmızı işaretleyici ortaya çıkmaktadır (Bkz. Görsel 2.19.).

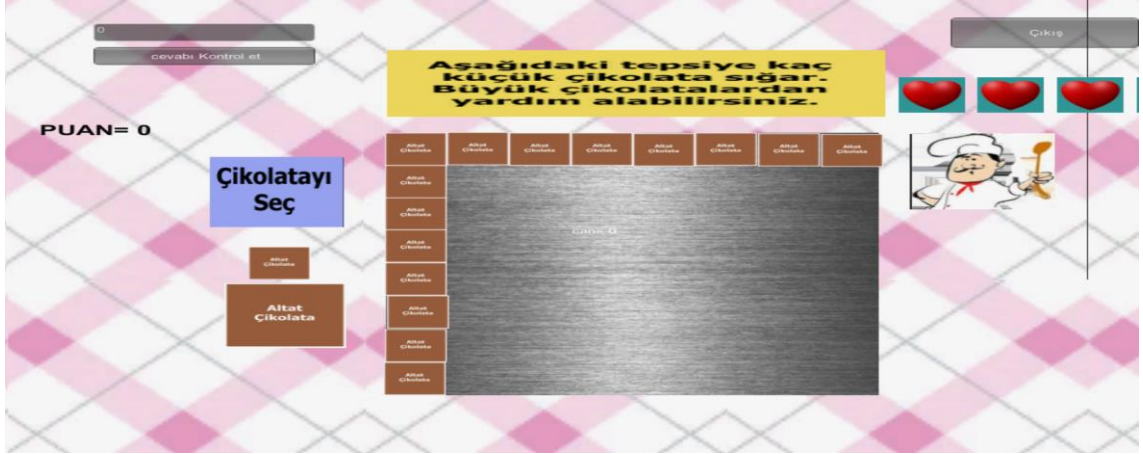


Görsel 2.19. OD4-4. Oyununun görseli

Yukarıdaki görsellerde görüldüğü gibi öğrencilerin tekrarlama kavramını kullanarak ve birim karenin yerini belirleyerek cevabı bulmaları istenmektedir. Ayrıca işaretleyiciyi satır boyunca birim karenin eni ve satır boyunca ise birim karenin boyuna boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmeli ve böylece uzunluk ile alan arasında ilişki kurulmalıdır. Bu ilişki sayesinde öğrencilere Lehrer'in diğer bir kavramı olan orijin yani ölçmeye sıfır noktasından başlanılmasını gerektiğini öğretilmesi de gerçekleştirilmiş olacaktır.

Oyun Düzeyi 5 (OD5)

5. düzeyde öğrencilere Lehrer'in tanımladığı orantılılık konusunun öğretilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla iki farklı boyutta çikolata verilmiş ve tepsiyi tamamen kaplamak için küçük çikolatalardan kaç tane gerektiği sorulmuştur. Öğrencilerden büyük çikolataları kullanarak küçük çikolataları buldurmak amaçlanmıştır. Bu şekilde öğrenciler çikolatanın boyutu ile tepsiye sığan çikolata sayısının ters orantılı ilişkisi öğretilmiş olacaktır. İlk soruda oyunun bu düzeyindeki soruyu öğretmek amacıyla tepsinin satır ve sütunu sığacak kadar yeterli sayıda küçük çikolata verilmiştir (Bkz. Görsel 2.20). Öğrenciler büyük çikolataları kullanmak zorunda kalmadan bu soruyu çözebilir ama burada araştırmacıya rol düşmektedir. Büyük çikolatadan kaç tanesi bu tepsiye sığar şeklinde sorular sorarak öğrenciyi bir sonraki sorulara hazırlamalıdır.



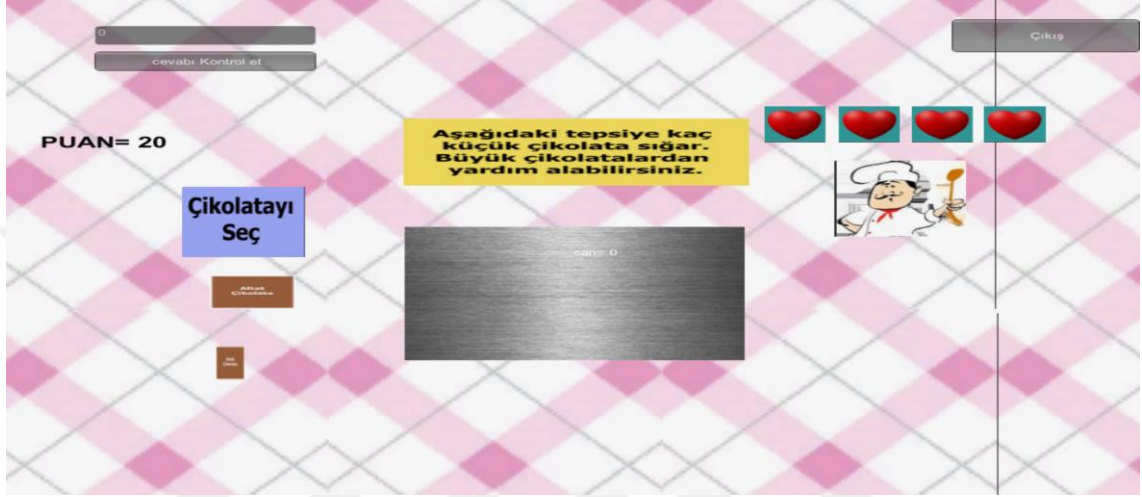
Görsel 2.20. OD5-1. sorunun görseli

Bu düzeyden sonraki sorularda küçük çikolata sayısı azaltılmış ve öğrenciler büyük çikolataları kullanmak zorunda bırakılmıştır (Bkz. Görsel 2.21). Bu düzeylerde verilen küçük çikolata sayısı ile satır ve sütunlar belirlenememekte sadece büyük çikolata ile küçük çikolata arasındaki oran bulunabilmektedir. Daha sonra tepsiye sığan büyük çikolata sayısını belirlenmesi en sonunda ise bu oran kullanarak bir başka deyişle büyük çikolata sayısı ile oranın çarpımı ya da büyük çikolatanın kenarlarını kullanarak satır ve sütunları hesaplama yapılabilir. Ayrıca bu düzeydeki çikolatanın kenar boyutlarının farklı olması (bir dikdörtgen olması) öğrencilere farklı bir zorluk yaşattıracaktır. Dikdörtgen olmasından dolayı tepsinin küçük çikolata için satır ve sütunlarının belirlenmesi daha zordur. Çünkü büyük çikolatanın enine iki ve boyuna üç küçük çikolata sığmaktadır. Bundan dolayı sütunu hesaplarken büyük çikolataların, iki satırı hesaplarken ise büyük çikolataların üç ile çarpılması gerekmektedir.



Görsel 2.21. OD5-2. Soruna ait ekran görüntüsü

En son soru ise en zor olandır. Çünkü bu sefer hem küçük çikolatanın hem de büyük çikolatanın en ve boyları birbirinden farklıdır (Bkz. Görsel 2.22.) Öğrenciler burada küçük çikolatanın geleceği satır ve sütun sayısının belirlenmesinde zorluk yaşayacaktır. Bundan dolayı öğrenciler burada önce büyük çikolata sayını belirleyip ve daha sonra büyük çikolata ile küçük çikolata arasındaki oranla çarpması soruyu daha kolay bir şekilde bulmasına neden olacaktır.



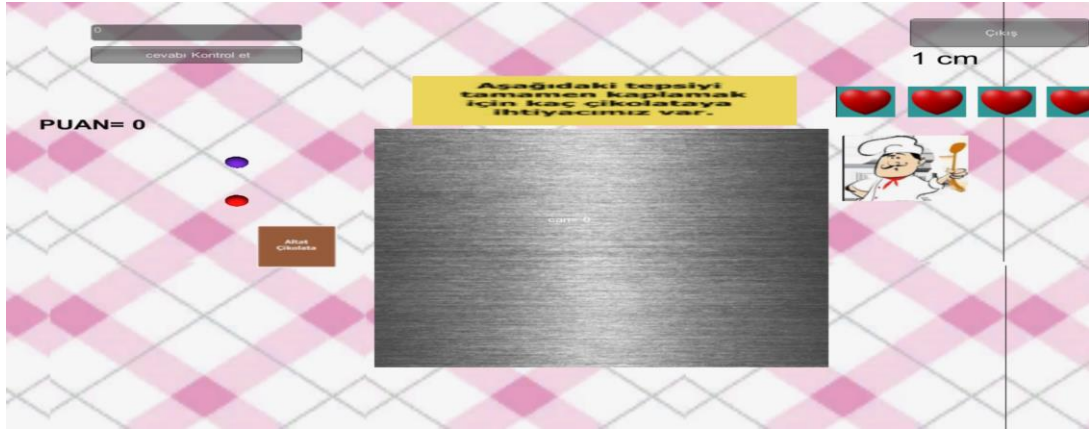
Görsel 2.22. OD5-3 sorusu ait ekran görüntüsü

Oyun Düzeyi 6 (OD6)

OD6'da standartlaştırma (ölçme) kavramı öğretilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla bir yere sabitleştirilmiş birim ve tepsinin kenarlarını ölçebileceğimiz ölçme aracı kullanılmıştır. Ölçme aracı kırmızı ve mavi renkte iki noktadan oluşmaktadır ve sağ üst köşede bu iki nokta arasındaki mesafe yazılmaktadır (Bkz. Görsel 2.23). Bu şekilde öğrencilerin tepsinin ve birim karenin (bazı sorularda dikdörtgen kullanılmıştır) kenarlarını ölçerek ve satır-sütundaki birim karelerin sayısını belirleyerek toplam birim kareye ulaşması hedeflenmiştir. Ayrıca bu düzeyde ile uzunluk ile alan arasındaki ilişki oluşturulmaya çalışılmıştır.

Aşağıdaki Görsel 2.23. görüldüğü gibi iki küre bulunmakta ve arasındaki mesafe 1 cm olarak sağ üst köşede veriliyor. Öğrenciler diğer düzeyde olduğu gibi cevabı sol üst köşede bulunan boş kutucuğa yazmakta ve “cevabı kontrol et” tuşuna tıklayıp cevabının doğruluğunu gebilmektedir. Birinci soruda hem birim kare hem de tepsi birer karedir. Ancak ikinci soruda (Bkz. Görsel 2.24.) tepsi bir dikdörtgen olarak

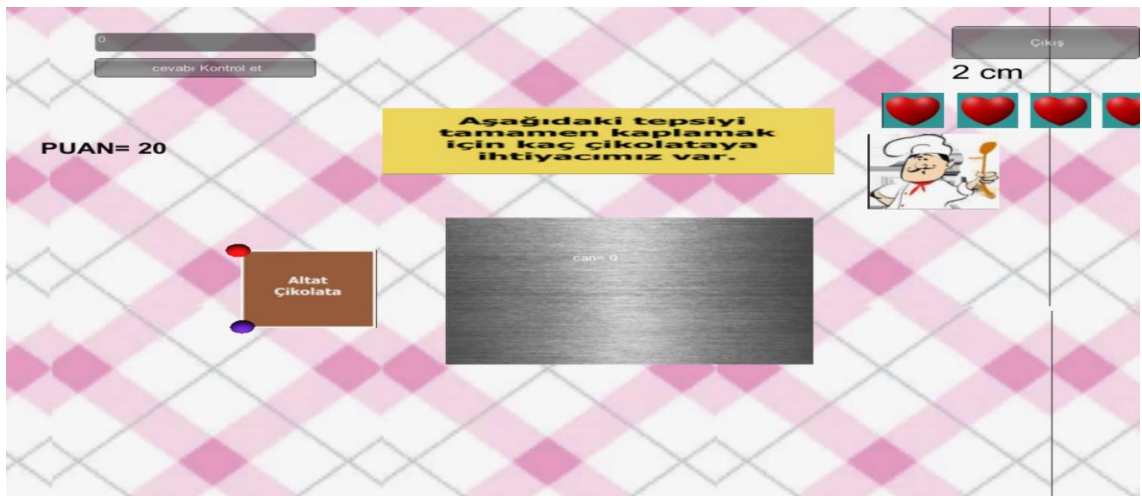
tasarlanmıştır. Bu şekilde öğrencilerin tepsinin hem enine hem boyunu ölçmelerini sağlanmıştır.



Görsel 2.23. OD6'nın 1. sorusuna ait ekran görüntüsü.



Görsel 2.24. OD6'nın 1. Sorusuna ait ekran görüntüsü



Görsel 2.25. OD6'nın 3 soruya ait ekran görüntüsü

Üçüncü soruda ise birim karenin boyutu değiştirilmiş ve kenar uzunlukları 2cm yapılmıştır (Bkz. Görsel 2.25.). Bu şekilde öğrencilere farklı birimlerin birbirine etkisi ve alanda farklı birimlerin kullanılması üzerine bir iç görü geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Dördüncü soruda ise bu sefer 3 cm kenar uzunluklarına sahip birim kareler kullanılmıştır (Bkz. Görsel 2.26.).



Görsel 2.26. OD6'nın 4. sorusuna ait ekran görüntüsü

2.6. Çalışma Grubu

Pilot çalışma sonrasında Hatay/Antakya' da bulunan 3 farklı devlet ortaokulunda asıl uygulama yapılmıştır. Okullardan ikisi şehir merkezinde bir tanesi kırsal kesimde bulunmaktadır. Asıl uygulamaya katılan 10 öğrencinin sekizi şehir merkezindeki okullarda ve iki tanesi ise kırsal alanda bulunan ortaokulda eğitim görmektedir. Öğrencilerin 6'sının evinde bilgisayar bulunmaktadır. Öğrencilerin tamamı daha önce bilgisayar oyunu oynamıştır. 6. sınıf 5 öğrenci ile 5. sınıf 5 öğrenciye uygulama yapılmıştır (Bkz. Tablo 2.2.). Literatürde alan kavramını öğretiminde 5. ve 6. Sınıf öğrencilerin hazır oldukları belirtilmiştir. Benzer şekilde Peled ve Nesher (1988), beşinci ve altıncı sınıf öğrencilerinin, dizilerde ayrık birimlerin düzenlendiği satır-sütun durumlar da dâhil olmak üzere, alanla ilgili çeşitli kavramların iyi bir şekilde anlaşıldığını bulmuşlardır. Benzer şekilde 1, 2 ve 3. sınıf öğrencileri için satır ve sütun becerilerinin gelişimi erken bir dönemdir. 4, 5, ve 6. sınıf öğrencileri ancak birim kare satır ve sütun ilişkisini doğru bir şekilde anlamlandırabilirler (Battista, vd., 1998).

Seçilen ğrencilerin matematik notları 3 ve aşağısı olmasına dikkat edilmiştir. n klinik görüşme sonucu Battista'nın tanımlamış olduğu seviyeler göz önünde bulundurulmuş ve 1. ve 2. seviyede olan öğrenciler seçilerek dijital oyun oynatılmıştır (Bkz. tablo 2.2). Öğrencilerin 5'i kız ve 5'i erkektir. Öğrencilere yapılan asıl uygulama 2015-2016 eğitim ğretim yılı içersinde uygulanmıştır. Bundan dolayı ğrenciler 2013 Milli Eğitim bakanlığı tarafından uygulanan eğitim programına göre 5. ve 6.sınıf öğrencilere alan kavramının eğitimi verimiştir. Ancak 5. sınıf eğitim programı incelendiğinde genellikle dikdörtgen alanı hesaplama, alan birimlerini kullanma gibi kazanımlar olduğu görülmüştür. 6. Sınıf programı incelendiğinde bu sefer paralel kenar, üçgen, yine alan birimlerle ilgili kazanımlar olduğu görülmüştür (MEB, 2013). Kazananımlarda hiçbir şekilde birim kare kullanımı, birim tekrarlama, kaplama ya da satır-sütün, orantılılık, denklik gibi kavramların öğretilmediği öğrencilerden direk lme yapmaları istemiştir.

Tablo 2.2. Öğrencilerin durumları

Öğrenci	Sınıfı	Bilgisayar, tablet...vb.	Battista n klinik görüşme sonucu
Öğrenci 1	5	Var	1.seviye
Öğrenci 2	6	Var	1.seviye
Öğrenci 3	5	Var	1.seviye
Öğrenci 4	6	Yok	1.seviye
Öğrenci 5	5	Yok	1.seviye
Öğrenci 6	6	Var	1.seviye
Öğrenci 7	6	Var	1.seviye
Öğrenci 8	6	Var	1.seviye
Öğrenci 9	5	Yok	1.seviye
Öğrenci 10	5	Yok	1.seviye

2.7. Verilerin Toplanması

Genel olarak veriler iki bölümde toplanmıştır. Bunlar birinci n ve son klinik görüşmeler ile uygulama boyunca yapılan gözlemler, öğrencilerin tasarlanan dijital oyun sürecinden toplanmıştır. Dijital oyun sürecinde öğrencilerin problemleri çözerken kullandıkları stratejiler belirlenmiş ve analiz erevesi bu stratejiler ve literatürden alınan yardımlarla oluşturulmuştur.

2.7.1 Klinik görüşmeler

Dijital oyunun uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında öğrencilerle klinik görüşme yapılmıştır. Klinik görüşme sorularında Battista (2003) yapmış olduğu çalışmada uyguladığı etkinlikler kullanılmıştır ve Battista'nın tanımladığı kriterlere (Bkz. Tablo 2.3.) göre yorumlanmıştır.

Tablo 2.3. Battista (2003) alan kavramında öğrencilerin satır-sütun becerilerini düzeyini tanımlamak için kullandığı seviyeleri

Seviye	Kriterler
1.Seviye	Alanı kaplayan birimler birbirinden farklılık göstermektedir. Kısmen kaplanmış dikdörtgenlerde ne kadar kare sığacağı tahmin edilmesi istendiğinde öğrencinin çizim yapmadan bir sayıyı tahmin ettiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmalarda bu seviyedeki öğrencilerin satır ve sütun yapılarında kareleri yerleştirmeye ve organize etmeye bilişsel olarak hazır olmadığı sonucuna ulaşılmıştır
2.Seviye	Bu seviyedeki birim yerleştirme sürecinde birbirine denk olan birleşimleri görmeye başlamışlardır. Öğrenciler satırları oluşturmaya başlamakla birlikte satırdaki bütünlerin tamamen birbirine eşit olduğunu görmemektedir. Tüm birleşimlerdeki olmasa bile bazı sayısal denklikleri belirleyip sonuca ulaşabilirler. Köşelerde bulunan birim elemanların iki defa sayarak çift sayma hatasına düşmektedir. Öğrenciler satırları oluşturmalarına rağmen sütunları ile arasındaki ilişkiyi tam anlamıyla kullanamamaktadır.
3.Seviye	Bu seviyeye gelmiş öğrencinin şekillerin de birim yerleştirme kullanırken tek boyutlu düşünmeyi bırakarak aynı birimin farklı bakış açıları ile şeklini zihinsel olarak oluşturabilirler. Sadece satır ya da sütunu göz önüne almamakta satır-sütun arasındaki ilişkiyi fark etmektedir. Örneğin birimleri sütun boyunca ve satırdaki yerine dikkat ederek sayabilir. Öğrencilerle yapılan dikdörtgen içine kare yerleştirme etkinliklerinde ortak hem satır hem de sütun kısmında bulunan ortak kareler artık öğrenciler tarafından fark edilmekte ve çift sayma hatasına düşülmemektedir. Ancak satır-sütun koordinasyonu tam anlamıyla yapılamamaktadır. Bir başka deyişle bütünleri sıralı toplama yaparak sonuca ulaşamazlar.
4. Seviye	Öğrenciler bu seviyede satır ve sütunları en fazla birleşen şekilde görmekte ve satırları tek bir doğrultuda tekrarlayarak genellemektedir. Beş ve yedi birimlik dikdörtgen verildiğinde öğrenci satır ve sütunları doğru bir şekilde bölümlendirmekte ama satırdaki kareleri sütun doğrultusunda tekrarlı saymaya başladığında yediden fazla saymakta ve sütun birimini verilerden yararlanarak bulmamakta ve bundan dolayı kareleri olduğundan daha fazla tahmin etmektedir. Ayrıca bütünleri sıralı toplama yapılmaya başlanıldığı seviyedir.

Tablo 2.3. (Devamı) Battista (2003) alan kavramında öğrencilerin satır-sütun becerilerini düzeyini tanımlamak için kullandığı seviyeleri

Seviye	Kriterler
5. seviye	Bu seviyede ilk defa öğrenciler doğru bir şekilde kareleri satır ve sütunlara yerleştirmek için bilişsel model oluşturmak için birim yerleştirme sürecini uygun bir şekilde kullanmaktadır. Ancak öğrenciler bazı durumlarda doğru sayılara ulaşmalarına rağmen genellikle yanlış sonuca ulaşmaktadır. Bunun nedeni öğrencilerin uygun olamayan ya da düzensiz birleşim sıralamalarını yapması ve bundan dolayı sayma sırasında yerlerini kaybetmesi ve bunun sonucunda sayma ve toplamalarda işlem hataları olarak gösterilmektedir.
6. Seviye	Bu seviyede öğrenciler artık alanda satır ve sütun arasındaki ilişkiyi tamamen kurabilmekte ve bundan dolayı öğrenciler fiziksel ya da algısal materyallerdeki satırları rahatlıkla numaralandırabilirler. Bu gibi yapılar matematik bakış açısına göre standart alan formüllerinden daha güçlü ve arklı durumlara göre daha genelleştirilebilir.

Tablo 2.3’de görüldüğü gibi bu kriterler altı seviyeden oluşmuştur. Bu seviyeleri öğrencilerin birimi alanlara yerleştirirken uygulamış oldukları stratejiler göz önünde alınmamıştır. Outhred vd., (2000) yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin ölçme ile ilgili kavramlarının gelişimini gözlemlemenin en iyi yolunun Battista’nın (2003) de yapmış olduğu çizim etkinlikleri olduğunu belirtmişlerdir. Çizim etkinliklerinde bir alanı küplerle ya da karelerle kaplamadan öğrencileri bu yapıları çizmeleri ve alanı kaç birim sığacağını tahmin etmeleri istenmektedir. Outhred vd., (2000) göre çizim etkinlikleri öğrencilerin zihinlerindeki imajların ortaya çıkarmak için kullanılabilecek en iyi yöntemdir. Klinik görüşmeleri ayrıca Outhred ve Mitchelmore (2000) öğrencilerin kaplama eylemini yönelik kavramsal bilgilerini çalışmalarında tanımlamış oldukları kaplama eylemi seviyelerine göre yorumlanmıştır (Bkz. 2.4.).

Tablo 2.4. Outhred ve Mitchelmore (2000) öğrencilerin kaplama eylemini düzeyini tanımlamak için kullandığı seviyeler

Seviye	Kriterler
0. Seviye	Bu seviyede bulunan öğrenciler bir dikdörtgeni birim ile kaplama etkinliğinde, dikdörtgeni tamamen kaplamadıkları veya birimlerde üst üste çizdikleri ya da tam tersi aralarında boşluk bıraktıkları gözlemlenmiştir.

Tablo 2.4. (Devamı) Outhred ve Mitchelmore (2000) öğrencilerin kaplama eylemini düzeyini tanımlamak için kullandığı seviyeler

Seviye	Kriterler
1.Seviye	Bu seviyedeki öğrencilerin dikdörtgenlerde boşluk bırakmadan ya da üst üste binmeden dikdörtgeni tamamen kaplayabilmektedir. Ancak etkinliklerde kullanılan birimlerin şekil ve büyüklük bakımından birbirinden farklı oldukları görülmektedir. Öğrenciler birim kareleri bir satır ya da bir sütun boyunca kaplayamamaktadır.
2.Seviye	Bu seviyede çizimler doğru bir şekilde satır ve sütunlar boyunca eşit bir şekilde birimleri yapılandığı görülmektedir. Bununla birlikte birim kareler boyutları dikdörtgenin boyutlarına dikkat edilemeden verilen birim kareyi kullanarak elde edilmektedir. Birim karelerin boyutu var olan birim karelere bakılarak görsel olarak oluşturulmaktadır. Bu seviyedeki öğrenciler ortamda hareket ettirebilecek birim olduğunda soruyu çözebilir.
3.Seviye	Bu seviyede öğrenciler her bir satır ya da sütundaki birimleri hesaplama ya da çizimle birim kareleri bulmaktadır. Bu birim sayıları kullanarak toplam birim kare sayısını çok kolay bir şekilde oluşturmaktadır.
4.Seviye	Bu seviyede, birim sayısı, çocuğun çizim yapmaya ihtiyaç bulmadan birimin boyutundan ve dikdörtgenin boyutlarından hesaplayabilir. Hesaplama işlemi, genellikle çarpma, ancak zaman zaman sıralı toplama yapmaktadır.

Tablo 2.4’de görüldüğü gibi Outhred ve Mitchelmore’un (2000) kaplama eyleminde 5 seviye tanımlanmıştır. Daha sonra bu uygulama araçları için pilot çalışma yapılmıştır. Pilot çalışmaya beş beşinci sınıf ve beş altıncı sınıf öğrencisi katılmıştır. Pilot çalışmada değerlendirme aracının nasıl uygulanacağı ve öğrencilerin soruları doğru anlayıp anlamadıkları ve Battista’nın (2003) tanımladığı seviyelerin gözlenip gözlemlenmediği değerlendirilmiştir. Asıl uygulamada klinik görüşmeler daha sonra değerlendirilmek üzere video kamera ile kaydedilmiştir.

2.7.2. Dijital oyun süreci

Öğrencilerin oyun oynarken yapmış oldukları davranışları değerlendirmek amacıyla, bilgisayar üzerindeki yapılan işlemleri kaydeden Camtasia Studio 8 adlı program kullanılmıştır. Camtasia Studio kullanıcılar tarafından bilgisayar ekranında yapılan işlemleri kullanıcıların konuşmalarını video dosyasına dönüştürebilen bir yazılımdır. Ayrıca veri kaybını engellemek için süreci video kamera ile kayıt altına alınmıştır. Bu şekilde öğrencilerin oyundaki problemleri çözerken kullandıkları stratejiler ve bu stratejileri hangi durumlarda değiştirdikleri gözlemlenmiş ve analiz

edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin oyun ile ilgili görüşlerini belirlemek için yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Bu görüşmede öğrencilere oyun hakkındaki görüşleri ve oyunun eğitime katkısı sorulmuştur.

Ayrıca oyunun eksik yanlarını ve düzeltilmesi gereken noktaları belirlemek amacıyla alanında uzman kişilerle görüşme yapılmıştır. Mülakatlar ses kayıt cihazına kaydedilmiştir. Daha sonra temalar oluşturularak değerlendirme yapılmıştır.

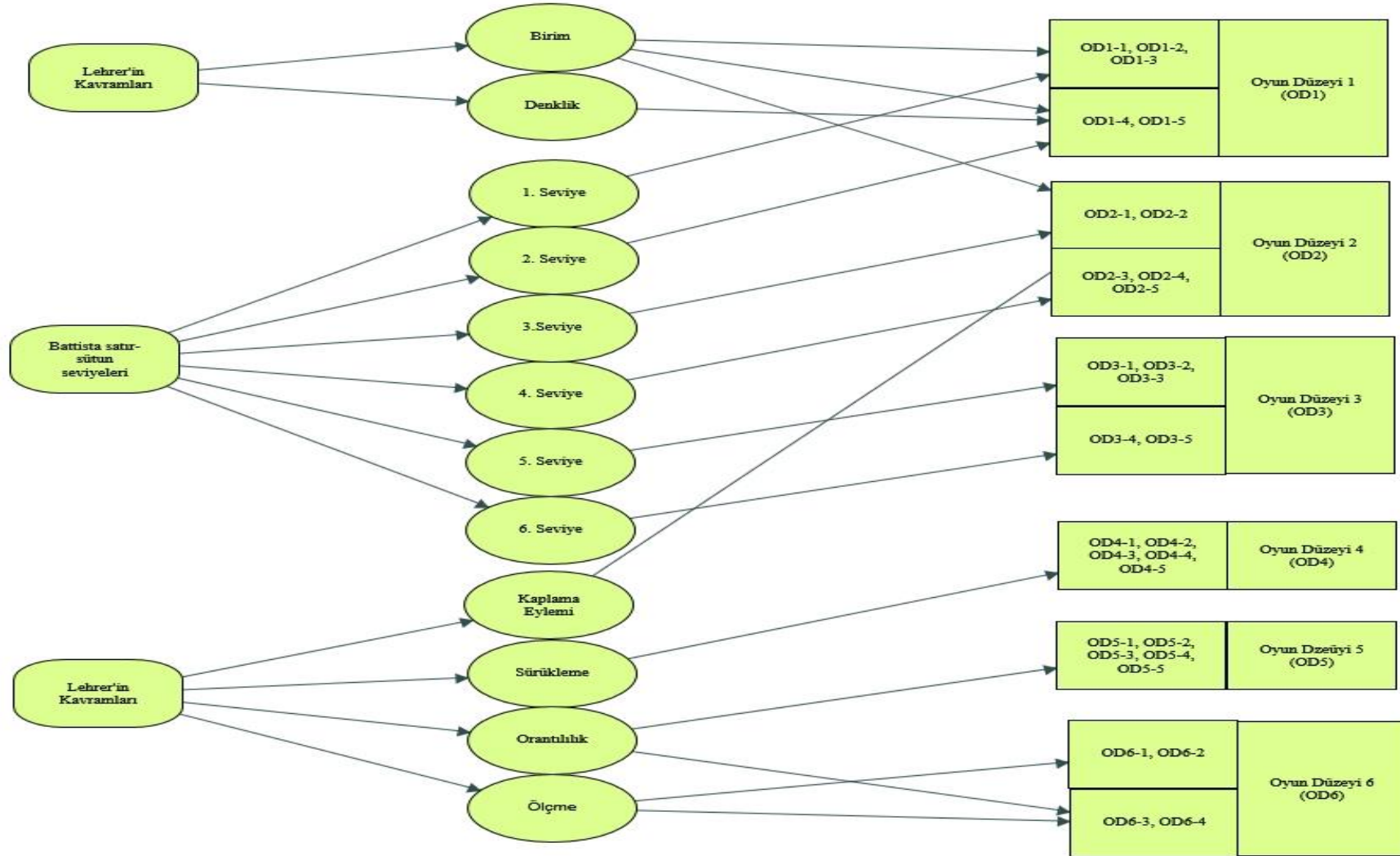
Aşağıdaki Şekil 2.3.'de her bir soru ve düzeyde öğretilmesi hedeflenen kavramlar gösterilmiştir. Bazı kavramlar birden fazla düzeyde bazı kavramlar ise tek bir düzeyde öğretilmesi hedeflenmiştir.

2.8. Verilerin Analizi

Çalışmada toplanan verilerin içerik ve tümevarımsal analiz yapılmıştır. İçerik analizi çok büyük boyutlarda olan ham verileri belli bir tutarlık çerçevesinde anlamlandırma ve indirgeme çabası olarak tanımlanmıştır. Tümevarımsal analiz ise veri içerisindeki örüntülerin, temaların keşfedilmesi süreci olup özellikle veri analizinin ilk aşamasında yapılmaktadır. Daha sonra örüntülere ya da temalara aykırı ya da destekleyen durumların ortaya çıkarılmaktadır (Patton, 2014).

Ön ve son klinik görüşmede Battista (2003) tarafından satır-sütun becerisini değerlendirmek amacıyla uygulanan sorular kullanılmıştır. Bu sorular ekler bölümünde verilmiştir. Öğrencinin birim kare sayısını bulmak için kullanmış olduğu stratejiler daha sonra analiz edilmiştir. Birim kareyi bulmak için kullanmış olduğu satır-sütun becerisi Battista (2003) (Bkz. Tablo 2.3) tarafından tanımlanmış seviyelere göre analiz edilmiştir. Ayrıca klinik görüşme sorularında öğrencilerin kaplama ve birim kare kavramsal gelişimi de incelenmiştir. Bu kavramlar Outhred ve Mitchelmore'un (2000) tanımladığı seviyelere göre analiz edilmiştir (Bkz. Tablo 2.4).

Bu çalışmada yazılım sırasında kaydedilen davranışlar transkrip edilmiştir. Daha sonra öğrencilerin içerik analizi ve tümevarımsal analiz yöntemleri kullanarak öğrencilerin dijital oyunda sorulan soruları çözme stratejilerini belirleyerek belli bir örüntü içerisinde analiz çerçevesi oluşturulmuştur. Analiz çerçeve ile oyundaki öğrencilerin her bir kavramın gelişimini değerlendirmek amacıyla literatür tarama ve uygulama yapıldıktan sonra uygulamalar değerlendirilerek araştırmacılar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 2.3. Oyun düzeyleri.

Analiz çerçevesi Lehrer (2003) ve Battista'nın (2003) tanımladığı kavramların gelişimi için öğrencilerin izlediği yol açıkça belirtilmeye çalışılmıştır. Analiz çerçevesinde satır-sütun ilişkisi araştırmacı Battista'nın (2003) tanımladığı kriterlere göre düzenlemiştir. Çünkü Battista satır-sütun ilişkisinin gelişim basamakları ve her bir basamakta yapması gereken becerileri açıkça belirtmiştir. Ancak Lehrer'in (2003) tanımlamış olduğu kavramlarda (birim-özellik ilişkisi, tekrarlama, tanımlanmış birim, standartlaştırma, orantılık, ölçme) ise öğrencilerin gelişim basamakları ve her basamakta beklenen beceriler araştırmacılar tarafından oluşturulmuştur (Bkz. Şekil 2.3). Analizin çerçeve aşağıdadır yer verilmektedir.

2.8.1. Analiz çerçeve

1. OD1 (Oyun Düzeyi 1): Dijital oyun ortamında alana yönelik birim ve denklik (Toplanırlık) kavramının gelişimi,

- OD1-1, OD1-2 ve OD1-3 (oyun düzeyi 1'in 1., 2., ve 3. sorusu) öncelikle öğrencinin basit bütünleri (1 satır ya da sütundan oluşan basit yapılar) zihinsel olarak tepside bulunan karelere bölümlendirmesi beklenmektedir. Basit yapıları kare birimlerine ayrıştırabilme alan kavramının gelişimi için ilk basamaktır. Öğrenci bu beceriyi öğrenemezse ilk üç soruyu çözemez.
- OD1-4 ve OD1-5 (oyun düzeyi 1'in 4. ve 5. sorusu) öğrencinin denklik kavramını kullanarak çözümlemesi gerekmektedir. Öğrenci OD1-1, OD1-2 ve OD1-3 öğrendiği ve basit bütünleri karelere ayrıştırmasını bu bölümde denk olan yapıları bulmak için kullanılmalıdır. Öncelikle oyunda tabakta bulunan yapıyı zihinden karelere ayrıştırmalı daha sonra tepsideki yapıları zihinsel olarak yapıları ayırarak denk olan yapıyı bulmalıdır.

2. OD2 ve OD3 (Oyun Düzeyi 2 ve 3): Dijital oyun ortamında alana yönelik kaplama eylemi ve satır-sütun ilişkisi gelişimi,

- Bu düzeyde öğrencilerden satır-sütun düzenleme becerisini geliştirmesi beklenmektedir. Öncelikle öğrencinin istenilen şekli (kare, dikdörtgen) doğru birimle kaplaması istenmektedir.
- Öğrencinin karelerle kapladığı şekilde kaç kare olduğunu bulması istenmektedir. Öğrencinin kareleri karışık saymaması satır boyunca ya da sütun boyunca sayması beklenmektedir.

- Öğrenci satır ve sütun boyunca saydıktan sonra satırların veya sütunların birbirine eşit olduğunu görmektedir.
- Artık tüm sorularda sadece satır ve sütunu oluşturarak ve sıralı toplama yaparak sonuca ulaşmaya çalışmaktadır. Ancak hem satır hem de sütun belli olmadığı için cevabı yanlış bulmaktadır.
- Artık öğrenci hem satırı hem de sütunu oluşturuyor. Sıralı toplama yaparak ya da sütun ve satırı birbirine çarparak doğru sonuca ulaşılmaktadır.
- Bu düzeyde öğrencilerden satır-sütun becerilerini farklı problem durumlarına genişletilmesi istenmektedir.
- Kenarlarda bulunmayan satır ve sütunları kullanmaları istenmektedir. Tüm satır ve sütunların birbirine eşit olduğu öğrenciler tarafından bilinmesi istenmektedir.

3. OD4 (Oyun Düzeyi 4): Dijital oyun ortamında alana yönelik Tekrarlama Eylemi Gelişimi,

- Son üç soru tek bir kareyi tekrarlama eylemini kullanarak ve yer belirleyicileri kullanarak çözümlenmesi istenmektedir.
- Öğrenci tepside karelerin yerini belirlerken uzunluk biriminden yararlanmaya başlamıştır. Yer belirleyicileri karenin köşelerine yerleştirerek satır ve sütundaki yerini belirlemelidir. İlerde cetvel ile ölçme işlemi yaparken bu beceri temel olacaktır.

4. OD5 (Oyun Düzeyi 5): Dijital oyun ortamında orantılılık gelişimi

- İlk iki soruda bir küçük ve bir büyük kare ikinci soruda dikdörtgen verilmiştir. İki kare arasında belirli bir oran bulunmaktadır. Öğrenciler, bu oranı basit bütünleri ayrıştırma becerisi ile bulabilirler.
- Öğrenciler bundan sonra aralarında bulunan oran ile tepside bulunması gereken sayı arasındaki ilişkiyi temel olarak bulmalıdır.
- Son soruda küçük dikdörtgen ile büyük dikdörtgen arasında belli bir oran bulunmaktadır. Burada öğrencilerden en ve boy arasındaki ilişkiye dikkat edip satır-sütun becerisi kullanarak soruyu çözmesi istenmelidir.

5. OD6 (Oyun Düzeyi 6): Dijital oyun ortamında ölçme kavramının gelişimi

- Bu düzeydeki ilk iki soruda öğrencilerden tepsinin kenarlarını bularak içine sığabilecek karelerin bulunması istenmektedir.

- Öğrenciler birimin kenarlarını enini ve boyunu ölçmelidir. Elde edilen bu veriler ile tepsinin boyu ve eni arasında ilişki kurulmalıdır. Bu ilişki satır-sütun bağlamında olabilir.
- Öğrenciler, tepsinin bir kenarını ölçerken mesafe hesaplama için kullanılacak işaretleyiciler sürükleyerek değil tüm en ve boyu ölçerek bulmalıdır.

2.9. Geçerlilik Ve Güvenirlik

2.9.1. Geçerlilik

Nitel araştırmalarda geçerlik amaçlanan durumu doğru bir şekilde ölçme olarak tanımlanır ve toplanan veriler gerçeği yansıtır bu şekilde durum hakkında bütüncül tarafsız gerçek bilgi elde edinilmiş olunur (Yıldırım ve Şimşek, 2016) Nitel araştırmalarda geçerliliği sağlamak için belli ölçütlere bağlı kalmak gerekmektedir (Patton, 2014). Bunlar;

Veri Çeşitlemesi: Kısaca bir teori, süreç ya da bakış açısını aydınlatmak için farklı kaynaklarını kullanmak olarak tanımlanabilir (Creswell, 2016) Nitel araştırmalarda veri çeşitleme geçerliliği gerçekleştirmek için en etkili stratejilerden bir tanesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu aşamada öğrencilerde alan kavramı gelişimi ile ilgili iki farklı araç kullanılmıştır. Birincisi Battista'nın (2003) tasarlamış olduğu klinik görüşmelerdir. İkincisi ise dijital oyunun kendisi bir değerlendirme aracı olarak kullanılmıştır. Çünkü dijital oyunda belli bir düzeyi atlamak için öğrencilerin alan ile ilişkili kavramları öğrenmesi ve kullanmayı bilmesi gerekmektedir.

Meslektaş/Uzman İncelenmesi: Bu strateji ile araştırmacının dışarıdan kontrol edilmesidir. Böylece araştırmacının dürüst kalması sağlanmaktadır (Creswell, 2016). Burada önemli olan akran ya da uzmanın araştırma konusu hakkında genel bilgilere ve nitel araştırma konusunda uzman olmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu çalışmada nitel araştırmalar yapmış üç farklı uzmanla bir araya gelerek araştırmanın süreci ve elde edilen bulgular tartışılmıştır. Araştırma hakkında çeşitli eleştiriler dikkate alınmış ve çalışma bu eleştiriler ışığında yönlendirilmiştir.

Aktarılabilirlik: Nitel araştırmalarda genelleme bulunmamaktadır ancak bununla birlikte nitel araştırmalarda yapılan çalışmalar bir sonraki araştırmalara yol göstermeleri için daha bilinçli ve yenilikçi çalışmalar yapabilmeleri için çalışmanın tekrarlanmasına izin verecek şekilde tasarlanmalıdır (Creswell, 2016). Bunun için de çalışmanın süreci

çok derinlemesine açıklanması gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu çalışmada çalışma süreci ve çalışmanın tasarlama süreci tüm açıklığıyla açıklanmıştır.

Uzun süreli etkileşim: Nitel araştırmalarda geçerliliği elde edilmesi çok zor bir süreçtir. Öncelikle araştırmacı alanda çok yoğun ve derinlemesine çalışmalı ve çok fazla zaman geçirmelidir, ancak bu şekilde çalışma verilerinin doğruluğu artmaktadır (Creswell, 2016). Bunu sağlamak için asıl çalışmaya başlamadan önce uzun bir süre hem klinik görüşme soruları ile hem de dijital oyunu tasarlanması ile ilgili pilot çalışmalar yapılmıştır.

2.9.2. Güvenirlik

Battista'nın (2003) yapmış olduğu değerlendirme aracının güvenilirlik sağlamak için öncelikle dil uyumluluğunu değerlendirmek gerekmektedir. Bunun için dil uzmanlarından yardım alınmıştır. Dijital oyunun kullanımı gibi etkilerden kaynaklanacak sorunlar gidermek amacıyla oyun tasarım aşamasında öğrencilere oynatılmıştır. Bu durum dijital oyun tasarım aşamasında ayrıntılı açıklanmıştır. Ayrıca bulgular iki araştırmacı tarafından yapılan ayrı ayrı analizler daha sonra karşılaştırılmıştır. Verilerin kaybolmaması dikkat edilmiştir. Bu durum veri toplama ve analiz kısmında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde araştırma sonunda elde edilen verilerin analizinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bulgular üç temel bölümden oluşmuştur. İlk bölümde dijital oyun öncesi öğrencilerin alan kavramına yönelik birim-kaplama-satır-sütun becerilerinin hazır bulunuşlukları incelenmiştir. İkinci bölümde öğrencilerin oyun sırasında problemi çözmek için kullandıkları stratejiler ele alınmıştır. Üçüncü bölümde ise öğrencilerin oyun sonrasında birim-kaplama-sütun becerilerinin gelişimi incelenmiştir.

3.1. Katılımcıların alan kavramının dijital oyun öncesi mevcut durumlarına yönelik bulgular

Bu bölümde dijital oyunun oynatılmasından önce yapılmış klinik görüşme bulguları bulunmaktadır. Kaplama ve birim kavramları Outhered ve Mitchelmore (2000) tarafından tanımlanan seviyelere göre, satır –sütun becerisi ise Batista (2003) tarafından tanımlanan seviyelere göre değerlendirilmiştir. Bu çalışmada uygulanan görüşme soruları üçüncü bölümde birim, kaplama kavramları ve satır-sütun becerisinin gelişimini görebilmek amacıyla da kullanılmıştır. Tüm öğrencilerin ön görüşme bulgularına ilişkin özet Tablo 3.1.'de bulunmaktadır.

Tablo 3.1. Öğrencilerin Battista'ya Göre Ön Klinik Görüşme Bulguları

Öğrenciler	Battista'nın seviyeler	Problem çözme Stratejisi
Öğrenci1	1.seviye	Kaplama (boşluk doldurma) kavramını biliyor, dikdörtgenleri tamamen kaplıyor. Birim kare kavramını bilmiyor çünkü farklı şekillerde birim kare yapıyor. Birim kareleri sayarken satır-sütun ilişkisine bakmıyor saymaya kenarlardan başlıyor. Çizimlerinde doğrusal satır ve sütun yapmıyor.
Öğrenci2	1.seviye	Kaplama (boşluk doldurma) kavramını bilmiyor. Çizimlerinde birim kareler arası boşluk bırakmakta ve dikdörtgenleri tam olarak kaplayamamaktadır. Birim kare kavramını da bilmemektedir. Çünkü çizimlerinde farklı şekillerde ve büyüklükte birim kare yapmaktadır. Temel ilk iki kavramı bilmediğinden öğrencide satır-sütun becerisinde gelişmemiştir. Öğrenciler birim kareleri belli bir satır ya da sütun boyunca saymamaktadır. Ayrıca çizimlerinde doğrusal satır ve sütun yapmıyor.

Tablo 3.1. (Devamı)Öğrencilerin Battista'ya Göre Ön Klinik Görüşme Bulguları

Öğrenciler	Battista'nın seviyeler	Problem çözme Stratejisi
Öğrenci 3	1.seviye	Öğrenci, şekli tamamen kaplayamamaktadır ve bundan dolayı kaplama (boşluk doldurma) kavramı geliştiği söylenebilir. Bu öğrenci Birim kare çizimlerinde farklı büyüklükte ya da şekillerde çizdiğinden birim kare kavramı gelişmediği söylenebilir. Birim kare kavramı gelişmediğinden dolayı satır ve sütunları doğru bir şekilde yerleştirememektedir. Şekilleri karışık saymaktadır (Sistematik saymamıştır). Ayrıca çizimlerinde doğrusal satır ve sütun yapmıyor.
Öğrenci 4	1.seviye	Öğrenci, bazı sorularda tamamen dikdörtgeni kaplamasına rağmen bazılarında ise boşluk bırakmaktadır. Burada kaplama (boşluk doldurma) kavramının tamamen gelişmediği görülmektedir. Ayrıca birim kareleri farklı büyüklükte ve şekilde çizmektedir. Satır-sütun ilişkisinde ise saymaya kenarlardan başlamış ve hiçbir şekilde satır-sütun ilişkisine dikkat etmemiştir. Ayrıca çizimlerinde doğrusal satır ve sütun yapmıyor.
Öğrenci 5	1.seviye	Öğrenci, tüm dikdörtgenlerde çizdiği şekiller arasında boşluk bırakmıştır. Buradan da kaplama (boşluk doldurma) kavramının gelişmediği görülmektedir. Ayrıca birim kareleri farklı şekilde olmamakla birlikte farklı büyüklükte çizmiştir. Ayrıca bu kavramların gelişmediğinden satır-sütun gelişmediği anlamına gelmektedir. Satır-sütun ilişkilerinde şekilleri sayarken belli bir satırda ya da sütunda saymamaktadır; karışık saymaktadır. Ayrıca çizimlerinde doğrusal satır ve sütun yapmıyor.
Öğrenci 6	1.seviye	Öğrenci, dikdörtgenleri tamamen kaplamakta ve boşluk bırakmamaktadır. Buradan da kaplama (boşluk doldurma) kavramı geliştiği anlamına gelmektedir. Farklı büyüklükte birim kare yaptığından birim kare kavramının gelişmediği görülmektedir. Ayrıca çizimlerinde doğrusal satır ve sütun yapmadığından satır-sütun becerisinde gelişmemiştir.
Öğrenci 7	1.seviye	Öğrenci dikdörtgeni tamamen kaplayamamaktadır. Dikdörtgenlerin ortasını boş bırakmakta ve birim kareleri kenarlardan başlayarak çizmektedir. Buradan öğrencinin kaplama (boşluk doldurma kavramını) bilmediği anlamına gelmektedir. Ayrıca farklı büyüklükte ve şekillerde birim kare şekiller yapmaktadır. Şekilleri saymaya kenarlardan başlamakta ve hiçbir şekilde satır ve sütunu takip etmemektedir. Buradan da satır ve sütun becerisinin gelişmediği anlaşılmaktadır.

Tablo 3.1. (Devamı)Öğrencilerin Battista 'ya Göre Ön Klinik Görüşme Bulguları

Öğrenciler	Battista'nın seviyeler	Problem çözme Stratejisi
Öğrenci 8	1.Seviye	Öğrenci kaplama (boşluk doldurma) kavramını kullanabilmektedir. Ayrıca birimleri şekil olarak birbirine eşit şekilde çizmeye çalışmaktadır. Ancak şekilleri doğru çizmesine rağmen birim kareleri saymakta zorlanmaktadır. Çünkü öncelikle satır ve sütunların birbirine eşit olduğunu bilmemektedir. Sayarken karışık saymaktadır bundan dolayı satır ve sütun becerisi gelişmemiştir.
Öğrenci 9	1.seviye	Öğrenci, dikdörtgenleri tamamen kaplamakta ve boşluk bırakmamaktadır. Buradan da kaplama (boşluk doldurma) kavramının geliştiği anlaşılmaktadır. Farklı büyüklükte ve şekillerde birim kare yaptığından birim kare kavramının gelişmediği görülmektedir. Şekilleri saymayı belli bir sütun ya da satır boyunca yapmamıştır. Ayrıca satır ve sütunlarda eşit miktarda birim kare olduğunu bilmemektedir. Satır ve sütun kavramının gelişmediği anlamına gelmektedir.
Öğrenci 10	1.seviye	Öğrenci, dikdörtgeni birim kare ile kaplarken boşluk bırakmakta ve dikdörtgenleri tam olarak kaplayamamaktadır. Birim kareleri farklı büyüklüklerde ve şekillerde çizmektedir. Dikdörtgenlerdeki şekilleri belli bir satır ya da sütunda saymamaktadır. Çizimleri de belli bir satır ya da sütun boyunca yapmamaktadır. Bundan dolayı satır-sütun becerisi gelişmemiştir.

Yakarıda verilen tabloda öğrencilerin ön klinik görüşmelerinde problemleri çözmek için yapmış oldukları stratejiler özetlenmiştir. Tablo 5 incelendiğinde öğrencilerin tamamının Battista (2003) tanımlamış olduğu seviyelere göre 1. seviye olduğu görülmektedir. Buradan da öğrencilerin tamamının sıra-sütun becerisinin gelişmediği anlamı çıkarılmaktadır. Öğrencilerin altısının hem birimleri yanlış çizmiş hem de dikdörtgenleri istenilen düzeyde kaplayamamıştır. Üç öğrenci ise dikdörtgenleri tamamen kaplamış ancak birimleri farklı büyüklükte ve şekilde çizmiştir. Sadece bir öğrenci hem doğru bir şekilde dikdörtgenleri kaplamış hem de birimleri eşit büyüklükte ve şekilde çizmiştir.

Bu bölümde klinik görüşmeler sonucunda elde edilen bulgular;

- birim kavramı
- kaplama eylemi
- satır-sütun ilişkisi

temaları altında sunulmuştur.

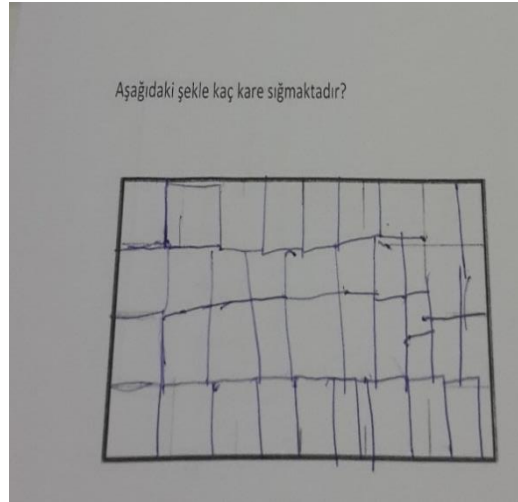
3.1.1. Birim kavramı

Ölçmenin ana amacı nitelikli büyüklükleri hesaplamak için gerekli birimin ne olduğunu anlamaktır. Birim, büyüklükleri ölçmek için gerekli hassasiyeti oluşturur ve birim olmadan büyük miktarların ölçülmesi yalnızca yaklaşık bir değer olacaktır. Alanı ölçmek için kullanılacak temel araç birim karedir. Batista (2003) ve Lehrer'e (2003) göre birim kare, alan kavramının ilk ve en temel kavramlarından biridir. Bu çalışmada öğrencilerden öncelikle farklı boyutlardaki dikdörtgenlere sığacak birim kareleri tahmin etmeleri ve sonra parmaklarıyla saymaları ve yapamayan öğrencilerden ise çizerek bulmaları istenmiştir. On öğrencinin çizimleri incelendiğinde dokuzunun farklı büyüklüklerde ve şekillerde birim kareler çizdikleri görülmektedir.

Görsel 3.1.'da görüldüğü üzere öğrenci 1 farklı büyüklükteki kareleri çizmiştir. İlk satırdaki şekiller alt kenarda bulunan çizgilere dikkat etmediğinden dolayı satıra fazladan kare çizmiştir. Bundan sonra aşağıya doğru kareler oluşturmuştur. Şekillerin hepsinin boyutu ve şekilleri birbirinden farklıdır. Hatta bazı şekiller yamuk bazıları ise kare yerine eni ve boyu farklı dikdörtgenlere benzemektedir. Buna ilişkin olarak aşağıdaki diyalog örnek olarak sunulabilir:

Araştırmacı: *Kareler birbirine eşit değil mi?*

Öğrenci 1: *Evet.*



Görsel 3.1. Öğrenci 1'in birim kare kaplama için yapmış olduğu bir çizim

Araştırmacı öğrenciye birbirine eşit boyutlarda kare çizmesi gerektiğini ima etmesine rağmen öğrenci hatasını fark etmemiştir. Bundan dolayı Öğrenci 1'in birimi tam olarak bilmediği anlamı çıkarılmıştır. Öğrenci 1 diğer sorularda da bu şekilde davranmaya

devam etmiş verilen her soruda farklı büyüklükte ve şekillerde birimler çizmeye devam etmiştir.

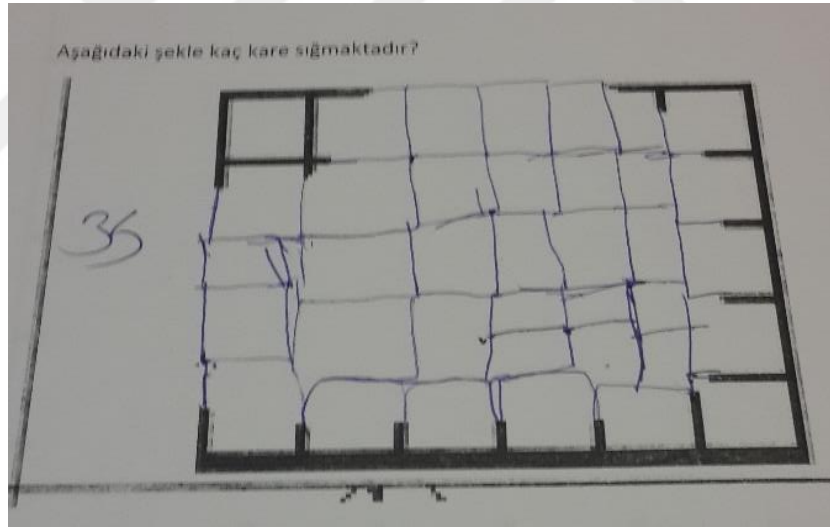
Araştırmacı: *Bunu çizerek bul.*

Öğrenci 1: *Çizeyim mi?*

Araştırmacı: *Evet çiz.*

Öğrenci 1: [Görsel 3.2.'da boş olan ilk satırdan başlıyor. En altta satırın belirtildiği bir yer var ona dikkat etmeden ilk 4 satırdaki kare sayısı son satırdaki kare sayısından farklı bir şekilde çiziyor. Sonra sütun ve alt satır ve en son yan sütun boyunca kareler çiziyor ama sütunların ve satırların birbirine eşit olduğunu bilmeden ve farklı büyüklükte birim kareler çiziyor. En son ortadaki kareleri yapmaya başlıyor.]

Öğrenci 1: [karelerin çizdiği şeklin üzerine kenarlardan saymaya başlıyor ve daha sonra orta kısmı sayıyor ve sonucu yanlış buluyor.]



Görsel 3.2. Öğrenci 1'in birim kare kaplama örneği

Öğrenci 1'in birkaç soru öncesine kadar eşit kare çizmesi gerektiğini bilmesine rağmen farklı büyüklükte birim kareler çizmeye devam ettiği gözlemlenmiştir. Bu soruya ilişkin olarak Öğrenci 2'nin araştırmacıyla yapmış olduğu diyalog aşağıdaki gibidir:

Araştırmacı: [Elinde dikdörtgenin bir alanını kaplayan birim kare bulunmaktadır.]

Bu dikdörtgenin içine elimdeki bu karelerden kaç tane sığar.

Öğrenci 2: *Çizeyim mi?*

Araştırmacı: *Yok önce say.*

Öğrenci 2: [Eliyle kareleri hayali bir şekilde çizerek dikdörtgeni kaplamaya çalışıyor. Eliyle farklı boyutta ve dikdörtgenin kenarlarında bulunan belirteçlere dikkat etmeden kare çizmeye çalışıyor.] 8 tane sığar.

Araştırmacı: *Hepsinin birbirine eşit olmasına dikkat etmelisin. Dikdörtgenlerin kenarlarında bulunan belirteçlerden yardım alabilirsin.*

Öğrenci 2: [Aynı işlemi tekrarlıyor.] 10 tane sığar.

Araştırmacı: *Tamam o zaman bu sefer çizerek bulmaya çalış.*

Görsel 3.3.'de Öğrenci 2 verilen dikdörtgen içine 10 kare çizmeye çalışmaktadır.



Görsel 3. 3. Öğrenci 2'in klinik görüşmesinde yapmış olduğu çizim

Öğrenci 2:[Görsel 3.3.'deki şekli kendisi çizmiştir]. "9 tane var".

Araştırmacı: " Sence burada 9 tane mi var?"

Öğrenci 2: "Evet"

Araştırmacı: "Sence bunlar birbirine eşit mi?"

Öğrenci 2: [cevap vermedi].

Araştırmacının tüm dönütlerine rağmen birim kareleri farklı çizmekte ve öğrenci cevabından vazgeçmemiştir. Görsel 3.3.'de görüldüğü gibi dikdörtgen ve kare çizilmiştir. Karşılıklı konuşmalardan araştırmacının eşit mi sorusuna cevap vermediği görülmüştür. Öğrenci 2 sadece araştırmacının önerisi doğrultusunda göstergeleri kullanmış ancak nasıl kullanacağını ve eşit birim kareleri nasıl yapacağını bilmediği için Görsel 3.3. deki gibi çizmiştir. Öğrenci 2 bir sonraki soruda da benzer şekilde cevaplar vermiş ve

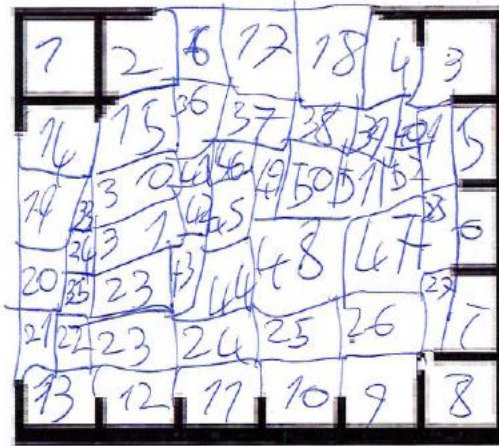
araştırmacının tüm dönütlerine rağmen eşit olmayan birimler çizmeye devam etmiştir (bkz. Görsel 3.4.). Öğrenci 2'nin araştırmacı ile diyalogu aşağıda verilmektedir.

Araştırmacı: *Tamam o zaman diğer soruya geçelim. Bak buradaki kareden [sol üst köşede bulunan tamamen çizilen kareyi göstererek] bu büyük dikdörtgenin içerisine kaç tanesi sığıyor. Önce çizmeden say.*

Öğrenci 2: [Önce kenardaki kareleri saymaya başlıyor ve satır-sütun ilişkisine hiçbir şekilde dikkat etmeden sayıyor. Daha sonra karenin içerisine karışık bir şekilde birim kareleri eliyle belirleyerek saymaya çalışıyor.] 47.

Araştırmacı: *Tamam o zaman şimdi çiz.*

Öğrenci 2: [Görsel 3.4.'de önce kenardan çizmeye başlıyor. Sonra ortada bulunan kareleri çizmeye başlıyor ve karışık çizimler yapıyor. Hiçbir şekilde satır-sütun ilişkisine bakmıyor ve dolu olan kenarda bulunan karelerin üst boş olan yerdeki birim karelerin sayısını eşit olduğunu bilmiyor.]



Görsel 3. 4. Öğrenci 2'in klinik görüşmesinde yapmış olduğu çizim

Araştırmacı: *“Yukarıdaki kareler birbirine eşit mi?”*

Öğrenci 2: *“evet”*.

Öğrenci 2 dikdörtgen içerisinde çizdiği şekilleri birbirine eşit olarak tanımlamıştır. Ancak Görsel 3.4. incelendiğinde birimlerin farklı büyüklükte ve şekilde olduğu görülmektedir. Öğrenci 2 burada eşitliği şekil olarak dikdörtgene benzeyen şekiller, eni boyu ve şekli birbirine eşit birim kareler yerine dikdörtgene benzer şekiller düşündüğü görülmektedir.

Yukarıdaki örneklerden görüldüğü üzere birim kavramının eksik ya da gelişmemiş olması alan kavramı ve alan kavramı için önemli olan ön kavramların (kaplama ya da boşluk doldurma gibi) ya da becerilerinin gelişimini olumsuz etkilemiştir. Bir başka deyişle birim karenin gelişimi kaplama (boşluk doldurma) ya da satır-sütun becerisini özellikle de satır-sütun becerisini olumsuz etkilemektedir. Diğer katılımcılar da birim kareleri yukarıda verilen örnekler gibi çizmiştir.

3.1.2 Kaplama (boşluk doldurma) eylemi

Kaplama (boşluk doldurma) eylemi birimlerle açı, uzunluk, alan ve hacimleri boşluk bırakmayacak şekilde tamamen kaplama ve daha sonra bu birimlerin sayılması olarak tanımlanabilir. Kaplama kavramı, Lehler (2003) tarafından alan kavramını kazanmak için gerekli ön kavram olarak tanımlanmıştır. Ön görüşme sonucunda bazı öğrencilerin bu kavramı kullanmadıkları gözlemlenmiştir. Normalde Batista'nın (2003) çalışmasında kaplama kavramı incelenmemiştir. Ancak bu çalışmada yapılan ön görüşmelerde kaplama kavramının gelişimi üzerinde sonuçlar elde edilmiştir.

Outhered ve Mitchelmore (2000) çalışmalarında kaplamayı dört seviyede incelemiştir. 0. seviyede bulunan altı öğrenci bir dikdörtgeni birim ile kaplama etkinliğinde, dikdörtgeni tamamen kaplayamaktadır veya birimlerde üst üste binmelerin olduğu gözlemlenmiştir. Bu öğrencilerden Öğrenci 2'nin ön görüşme sorularında birim kareler arasında boşluk bıraktığı görülmüştür. Bu öğrencinin ön görüşmede araştırmacıyla geçen diyalogu aşağıda verilmektedir.

Araştırmacı: *Şimdi bu soruda burada kareler var. Bu karelerle aynı boyutta karelerden bu dikdörtgenin içerisinde kaç tane birim kare bulunmaktadır.*

Öğrenci 2: *[Önce içerisinde hazır çizilmiş olan kareleri saymaya başlıyor. Daha sonra çizilmemiş bölgeleri eliyle çizmeye çalışıyor ve karışık sayıyor].*

Araştırmacı: *Tamam o zaman şimdi bunu çizerek bulmanı istiyorum.*

Öğrenci 2: *[Aşağıda bulunan resimdeki gibi önce hazır çizilmiş karelerin içerisinde yerini kaybetmemek için saydığı sayıları yazıyor. Daha sonra hazır çizilmiş karelere benzeterek kareler çizmeye çalışmıştır].*

Araştırmacı: *[Boşta kalan yerleri göstererek] Peki buraya ne kadar kare sığar?*

Öğrenci 2: *Buraya kare sığmıyor.*

Araştırmacı: *Yani buralar boş mu kalacak.*

Öğrenci 2: *Evet.*

15			18	5
74	2	72	4	6
13	2	3	8	7
1	72	71	9	10

Görsel 3.5. Öğrenci 2'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim

Yukarıdaki görsel 3.5.'da da görüldüğü gibi bazı alanları boş kalmıştır. 15 ile 18 numaralı şekiller arasında boşluklar bulunmaktadır. Araştırmacının öğrenciyi uyarmasına ve dönüt vermesine rağmen öğrenci bu şekilde çizmeye devam etmiştir. Araştırmacının sözel olarak verdiği dönütler kavramın gelişimine etkisi olmadığı söylenebilir.

Bazı durumlarda farklı boyutlarda birim kare çiziminden dolayı dikdörtgenlerde boşluk kalmaktadır (Bkz. Görsel 3.6.). Bu şekilde birim kareleri yerleştiren Öğrenci 3'ün araştırmacı ile diyalogu aşağıda verilmektedir.

Araştırmacı: [Öğrenci 3 çizmeye çalışıyor.] “*Yok çizmeden say önce.*”.

Öğrenci3: [Tekrar kenarlardan saymaya başlıyor. Kenarları saydıktan sonra içeride bulunan kareleri saymadan cevabı söylüyor.] “16”.

Araştırmacı: [Peki iç tarafta kaç kare var.]

Öğrenci 3: [Duraksadı ve içerideki kareleri nasıl hesaplayacağını bulamadı.]

Araştırmacı: “*tamam istersen numaralandır.*”.

Öğrenci 3: [Kenarlara numara vermeye başlamıştır. Ancak karenin iç tarafını numaralandıramamıştır.] “*Çizmeden içerisini bulamam.*”

Araştırmacı: “*Yapamaz mısın?*”

Öğrenci 3: “Yok.”

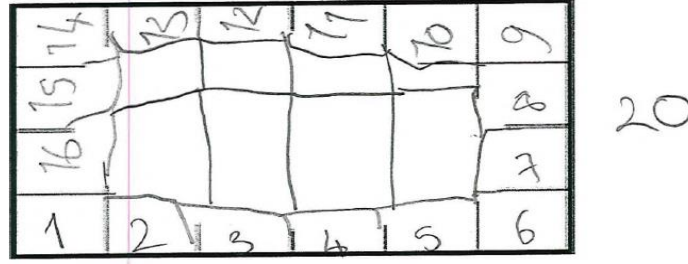
Araştırmacı: “*Tamam çiz o zaman.*”

Öğrenci 3: [Önce kenarlara farklı boyutlarda kareler çiziyor. Daha sonra karelerin kenarlarını birleştirerek dikdörtgenin içini kaplıyor. Ancak sayarken küçük kareleri saymadığı için yanlış sonuca ulaşıyor.]

Öğrenci 3 burada küçük kareleri diğer büyük karelerden farklı olarak görüyor ve bundan dolayı o bölgeyi boş olarak hesaplıyor. Öğrencinin burada bu şekilde yapmasının nedeni birim karelerin çiziminden kaynaklanmaktadır. Eğer ortada ve altta bulunan kareleri daha uygun bir şekilde çizebilseydi daha doğru bir sonuca ulaşacaktı. Outhered ve Mitchelmore (2000) göre her iki öğrenci aynı seviyede ancak ilk öğrenci (Öğrenci 2)

dikdörtgeni boş kalan yerlerini kaplayabilecekken kaplamıyor, boşluklara birim kare sığabileceğini görmüyor. Ancak Öğrenci 3 ise birim kareleri aynı boyutta olması gerektiğini bildiğinden ve yanlış birim kare oluşturduğundan dolayı küçük kareleri boş bırakıyor.

Aşağıdaki şekle kaç kare sığmaktadır?



Görsel 3.6. Öğrenci 3'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim

0.seviyede olan diğer bir öğrenci Öğrenci 5 de bu sefer birim kareleri hiçbir şekilde yan yana çizmemekte ve tüm birim kareleri farklı yerlerde çizmektedir (Bkz Görsel 3.7.). Öğrenci 5'in araştırmacıyla geçen diyaloguna aşağıda yer verilmektedir.

Araştırmacı: *Şu şekle bak bu şekle kaç kare sığmaktadır onu bulmanı istiyorum.*

Kareleri bu büyüklüğü göre çizeceksin.

Öğrenci 5: *Çizgilere göre mi?*

Araştırmacı: *Evet öyle ama öncelikle nasıl bulabilirsin?*

Öğrenci 5: *Hocam kare, bunlardan 4 çizgi yaparsam kare olur.*

[Dikdörtgenlerdeki çıkmış çizgileri göstererek ve bunları birleştirerek bir kare yapacağını anlatmak istemiştir.]

Araştırmacı: *Tamam bu karelerden kaç tane sığar. Çizmeden yap.*

Öğrenci 5: [Kalemin ucuyla çizmeden hayali bir şekilde çizgileri birleştirmeye çalışıyor ve karelerin yerlerini belirlemeye çalışıyor.]

Araştırmacı: *Sesli say.*

Öğrenci 5: [Satır boyunca birim kareleri sayıyor.] *Burada 1 olur, burada 2 olur, burada 3 olur.* [Bu şekilde tüm kenardaki kareleri belirlemeye çalışıyor ancak kenardaki kareleri yanlış belirliyor ve 8 kare var diyor.] *8 olur.*

Araştırmacı: *Tamam bu sefer çiz bakalım.*

Öğrenci 5: Çizeyim mi?

Araştırmacı: “Çiz.”

Öğrenci 5: [Kenara yanları boş kalacak şekilde bir kare çizmiştir.] *Burada 1 oldu.*

Araştırmacı: *Ama tüm şekli tamamen kaplamamız lazım.*

Öğrenci 5: [İlk çizdiği karenin çaprazına bir kare daha çizer ve daha sonra kenar boyunca her karenin yanındakini boş bırakmak şartıyla kareleri çizmeye devam ediyor. Her kareyi çizdikten sonra sesli şekilde sayıyor.] 1, 2, 3, 4, 5,..7

Araştırmacı: *Tüm şekli kaplayacak şekilde tüm şekle toplam kaç kare sığar.*

Öğrenci 5: 7 tane. Yok 8 tane.

Araştırmacı: *Peki ortalarda boşluklar var.*

Öğrenci 5: [Aralıklı ortaya iki kare çizmiştir.]



Görsel 3.7. Öğrenci 5'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim

Araştırmacının tüm dönütlerine rağmen Öğrenci 5 birim kareleri birbirinden ayırık çizmeye devam etmiştir. Bu öğrenci de kaplama kavramını bilmemektedir. Ancak diğer öğrencilerden ayrı olarak birim kareleri büyük çizdiğinden boşluk kalmamış bir başka deyişle çizimden kaynaklanan hatalardan değil aralarında boşluk kalması gerektiğini inandığından dolayı bu şekilde çizmiştir (Bkz. Görsel 3.8.). Öğrenci 5'in cevabı aşağıda bulunmaktadır:

Araştırmacı: *Tamam bu soruya geç.* [Bu sefer şeklin bir kısmının içi kaplamıştır.] *Çizmeden yap tekrar.*

Öğrenci 5: *Şimdi burada bir kare çizmiş onu da sayayım mı?*

Araştırmacı: *Tabi tabi hepsinin toplamını bulmanı istiyoruz.*

Öğrenci 5: [Dikdörtgenin içindeki kareleri karışık saymaya başlıyor. Bir ortadan bir kenardan.] 1, 2, 3, 4, 5, 6. 6 tane sığar.

Araştırmacı: *6 tane mi? Boşluk kalmayacak şekilde kaç tane sığar.*

Öğrenci 5: [Bu sefer kendince bir daha saymış.] *12 tane sığar.*

Araştırmacı: *Bir çiz bakalım.*

Öğrenci 5: [Çizgileri kullanarak kareleri ve kısmen kaplamış dikdörtgendeki çizgileri bütünleştirerek kareleri farklı boyutlardan kareler oluşturmaya çalışıyor.] *Bu boşluklar da mı?*

Araştırmacı: *Hepsi hepsi hiç boşluk kalmayacak.*

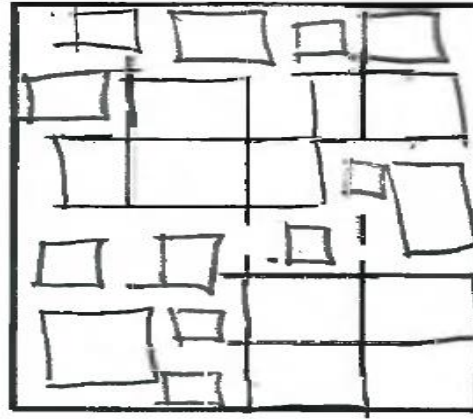
Öğrenci 5: [Farklı boyutta kareler yaparak saymaya çalışıyor.] *12, 13.*

Araştırmacı: *Arada boşluklar oldu ama bak.*

Öğrenci 5: *Ama öyle sıkışık olur.*

Araştırmacı: *Olsun sıkışık olsun, dip dibe olsun.*

Öğrenci 5 : [Kareler arasında boşluk bırakarak ve farklı büyüklükte kareler yapmaya devam etmiş ve yanlış saymıştır.] *23 tane var.*



a

Görsel 3.8. Öğrenci 5'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim

Yukarıda görüldüğü gibi araştırmacının tüm ısrarlı soruları ve dönütlerine rağmen öğrenci boşluk bırakarak çizmiştir. Ancak bu sefer bu dönütlerin etkisiyle farklı büyüklükte birim kareler çizmiştir. İlk örnekte öğrenci eşit birim kareler çizmişti. Bu örnekte görüldüğü gibi kaplama kavramı, birim kare kavramından etkilenmektedir, ancak her iki kavramın gelişimi bağımsız olabilir. Öğrencilerin etkinliklerde kullanılan birimlerin şekil ve büyüklük bakımından birbirinden farklı oldukları ya da birimleri sıralarken yanlış sıraladıkları belirlenmiştir.

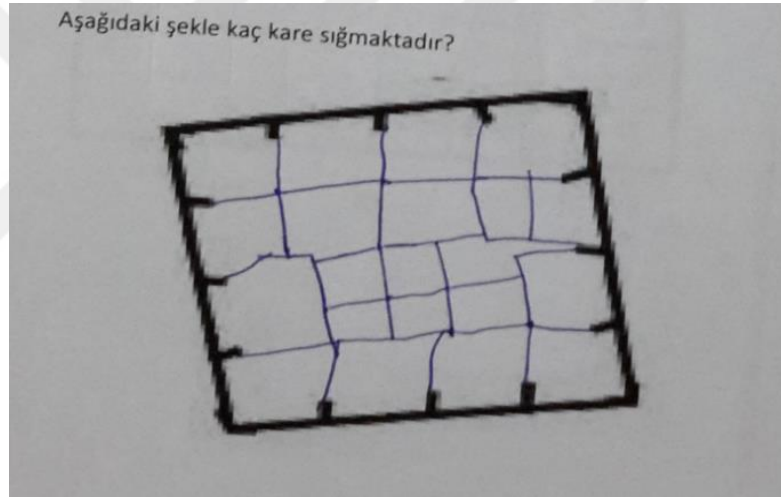
Outhered ve Mitchelmore (2000) göre 1.seviyedeki öğrenciler dikdörtgenlerde boşluk bırakmadan ya da üst üste binmeden dikdörtgeni tamamen kaplayabilmektedir. Ancak bu seviyedeki öğrencilerin etkinliklerde kullanılan birimlerin şekil ve büyüklük bakımından birbirinden farklı olduklarından birimleri sıralarken yanlış sıraladıkları belirlenmiştir (Bkz. Görsel 3.9.).

Araştırmacı: *Tamam bu soruya geçelim. Bak bu sefer bu dikdörtgenin içine kareler çizmeni istiyorum. Karelerin tamamı buradakine eşit olacak.* [Araştırmacı eliyle göstergeleri birleştirerek kare oluşturmaktadır].

Öğrenci 6: *Tamam.* [kalemiyle farklı büyüklükte kareler oluşturmaktadır.]

Araştırmacı: *Unutma tüm kareler birbirine eşit olmalıdır.*

Öğrenci 6: [Çizmeye devam etmiştir.]



Görsel 3.9. Öğrenci 6'ın ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim

Yukarıda görüldüğü gibi Öğrenci 6 tüm dikdörtgeni kaplamış ancak kaplarken farklı büyükte ve şekillerde birimler kullanmıştır. Araştırmacının her sorudaki tüm dönütlerine rağmen bu şekilde çizmeye devam etmiştir. Bu öğrenci Outhered ve Mitchelmore (2000) göre ilkel kaplama yani 1.seviyede bir öğrencidir.

2. seviyedeki öğrenciler birim karelerin yerini soyut olarak belirleyememekte ancak birim karelerin yerini belirlerken sistematik bir strateji uygulamaktadır. Yani somut kaplama yapmaktadır.

Aşağıdaki örnekte Öğrenci 8 den önce çizmeden birim kareleri belirlemesi istenmiştir. Öğrenci 8 zihinsel olarak birim karelerin yerini bulamadığı için bunu yapamayacağını belirtmiştir. Daha sonra Öğrenci 8 çizerek birim kareleri oluşturmuştur.

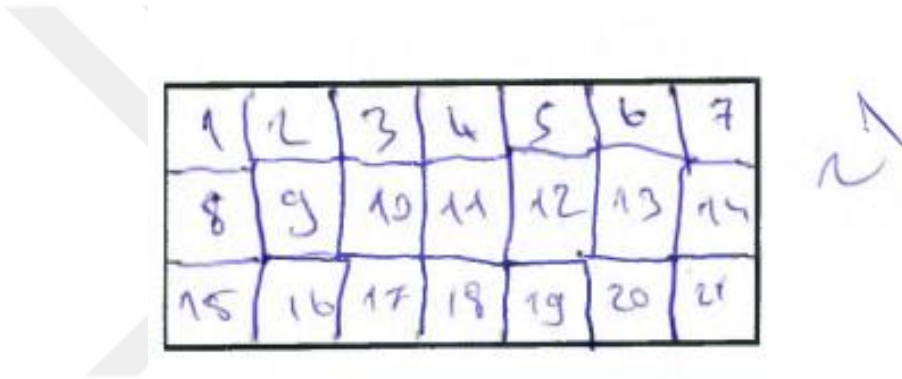
Elinden geldiğince birim kareleri eşit çizmiştir. Ayrıca çizdikten sora birim kareleri sütun boyunca belli bir sistematik içerisinde yerleştirmiştir (Bkz. Görsel 3.10.). Öğrenci 8'in cevabı aşağıda bulunmaktadır:

Araştırmacı: *Şimdi buraya [dikdörtgeni göstererek] kaç birim kare [elindeki birim kareyi göstererek.] sığdığını bulmanı istiyorum. Ama çizmeden bulmaya çalış.*

Öğrenci 8: [Öğrenci birim kareleri saymaya çalışmış ancak çizmediği için birim karenin yerlerini karıştırmıştır]. *Çizmeden yapamıyorum.*

Araştırmacı: *Tamam o zaman şimdi çiz o zaman.*

Öğrenci 8: [Birim kareleri birbirine eşit bir şekilde çizmeye çalışmıştır. Daha sonra sütun boyunca saymıştır].



Görsel 3.10. Öğrenci 8'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim

Bu öğrenci Outhred ve Mitchelmore'a (2000) göre somut kaplama (birimden inşa edilen dizi kaplama) yapmaktadır. Çünkü çizmeden dikdörtgendeki birim kare sayısını bulamamıştır. Birim kareleri eşit çizmiş ve sayarken sistematik saymıştır.

Tablo 3.2.' de çalışmaya katılan on öğrencinin Outhred ve Mitchelmore'ın (2000) tanımladığı kaplama seviyelerine göre problem çözerken kullandıkları stratejileri özetlenmiştir.

Tablo 3.2. incelendiğinde Outhred ve Mitchelmore (2000) göre kaplama seviyelerine göre öğrencilerin altısının 0.seviye (Tamamlanmamış Boşluk Doldurma) olduğu görülmektedir. Bu seviyedeki öğrenciler dikdörtgenleri kaplarken boşluklar bırakmaktadır. Öğrencilerin üçü 1. seviye (ilkel kaplama) olduğu görülmektedir. Bu seviyedeki öğrencilerin farklı büyüklükte birim çizmektedirler. Öğrencilerin biri 2. seviye (Birimden inşa edilen dizi kaplama) olduğu görülmektedir. Bu öğrenci tüm dikdörtgenleri aynı büyüklükte ve şekilde

birimlerle tamamen kaplamıştır. Ancak tüm birim sayısını zihinsel olarak tespit etmemiştir.

Tablo 3.2. Öğrencilerin ön görüşmelerinde Outhered ve Mitchelmore'a (2000) göre kaplama seviyeleri

Öğrenciler	Kaplama seviyeleri.	Problem çözerken kullanmış olduğu strateji
Öğrenci 1	1.seviye (ilkel kaplama)	Öğrenci dikdörtgeni kaplamakta ancak farklı büyüklükte ve şekilde birimler kullanmaktadır.
Öğrenci 2	0.seviye (Tamamlanmamış Boşluk Doldurma)	Öğrenci dikdörtgeni tam olarak kaplamamaktadır. Kaplayamamasının nedeni boşluğa sığabilecek birim kare olmasına rağmen çizmemiştir.
Öğrenci 3	0.seviye (Tamamlanmamış Boşluk Doldurma)	Öğrenci dikdörtgeni tam olarak kaplamamaktadır. Çünkü birim kareleri birbirine eşit çizmeye çalışmış ancak bazı birimleri yanlış çizimden dolayı boş alana sığabilecek birim kare kalmamıştır. Bu alanı boş bırakmıştır.
Öğrenci 4	0.seviye (Tamamlanmamış Boşluk Doldurma)	Dikdörtgeni kaplamasında boşluk bırakmaktadır. Kaplayamamasının nedeni boşluğa sığabilecek birim kare olmasına rağmen çizmemiştir.
Öğrenci 5	0.seviye (Tamamlanmamış Boşluk Doldurma)	Dikdörtgeni hiçbir şekilde belli bir yerini kaplamıyor tüm birim kareler arasında boşluk bırakıyor.
Öğrenci 6	1.seviye (Görsel kaplama)	Öğrenci dikdörtgeni kaplamakta ancak farklı büyüklükte ve şekilde birimler kullanmaktadır.
Öğrenci 7	0.seviye (Tamamlanmamış Boşluk Doldurma)	Dikdörtgenlerin ortasını boş bırakmakta ve dikdörtgeni tamamen kaplayamamaktadır.
Öğrenci 8	2.seviye (Birimden inşa edilen dizi kaplama)	Öğrenci kaplama (boşluk doldurma) kavramını kullanabilmektedir. Ayrıca birimleri şekil olarak birbirine eşit şekilde çizmeye çalışmaktadır. Ancak öğrenci yine kaplama kavramını zihinsel olarak kullanamadığı için 2. seviyede bulunmamaktadır.
Öğrenci 9	1.seviye (Görsel kaplama)	Öğrenci dikdörtgeni kaplamakta ancak farklı büyüklükte ve şekilde birimler kullanmaktadır.
Öğrenci 10	0.seviye (Tamamlanmamış Boşluk Doldurma)	Öğrenci dikdörtgeni tam olarak kaplamamaktadır. Çünkü birim kareleri birbirine eşit çizmeye çalışmış ancak bazı birimleri yanlış çizimden dolayı boş alana sığabilecek birim kare kalmamıştır. Bu alanı boş bırakmıştır.

3.1.3. Satır-sütun ilişkisi

Öğrencilerin satır-sütun becerilerini değerlendirmek için Batista'nın (2003) çalışmasından yararlanılmıştır. Batista'nın (2003) çalışmasında 1.seviyede olan öğrenciler dikdörtgen içerisine birim kare çizerken bunları organize veya koordine edemezler. Birimleri satır ya da sütun içerisinde dizerken sorun yaşarlar.

Bu çalışmada öğrencilerin seviyeleri iki şekilde belirlenmiştir. İlki birim kareleri sayarak belirlemedir. Eğer öğrenci belli bir satır ya da sütun boyunca saymıyor karışık sayıyorsa bu öğrencide satır-sütun organizasyonu gelişmediği anlamına gelmektedir ve Batista'nın (2003) 1.seviyesine girdiğini göstermektedir.

Araştırmacı: [eliyle kareyi çizerek] *“Bu karelerden tüm bu dikdörtgeni tamamı kaplamak için kaç tane ihtiyaç var.”*

Öğrenci 2: [Önce kalemin ucuyla çizmeden köşedeki kareleri belirlemiştir.] *“köşeleri mi sadece?”*

Araştırmacı: *“Tamamını.”*

Öğrenci 2: [Bu sefer sadece kenarlardaki kareleri belirlemeye başlıyor. Onları sayarak 15 sonucuna ulaşıyor.]

Araştırmacı: *“Tamamını 15 mi? Sen sadece yanları saydın iç tarafı yok mu?”*

Öğrenci 2: *“İç tarafta bir tane daha var bir de kendisi ver 17”.*

Araştırmacı: *“Bak tüm karelerin [Eliyle kareleri çiziyor] büyüklüğü böyle olacak.”*

Öğrenci 2: [Tekrardan kenarlardan saymaya başlıyor. Bu sefer 14 sayısına ulaşıyor.] *“14 tane”*

Araştırmacı: *“14 tane, tamam o zaman çizerek yap.”*

Öğrenci 2: [Farklı büyüklükteki kareleri kenarlara çizmeye başlıyor ve çizerken ayrıca sayıyor.] *“16 tane”.*

Araştırmacı: *“İç tarafta da kareler var onları da bul?”*

Öğrenci 2: *“Nasıl yani?”*

Araştırmacı: *“İçerisinde kare yok mu sence?”*

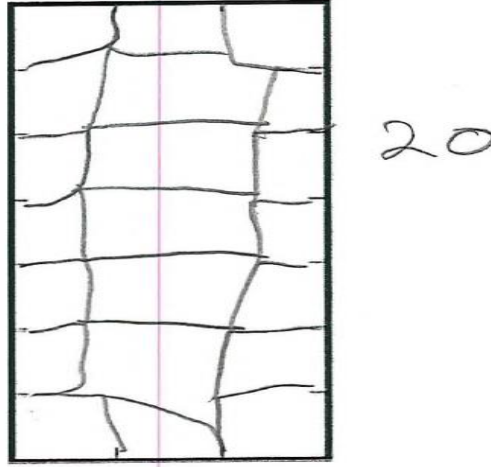
Öğrenci 2: [İki karenin uçlarını birleştirerek] *“hmmm böyle var”.* [Tüm uçları birleştirerek 20 sonucuna ulaşıyor.]

Araştırmacı: *“Kaç buldun?”*

Öğrenci 2: *“20”.*

Araştırmacı: *“Tamam yanına yaz?”*

Aşağıdaki şekle kaç kare sığmaktadır?



Görsel 3.11. Öğrenci 2'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim

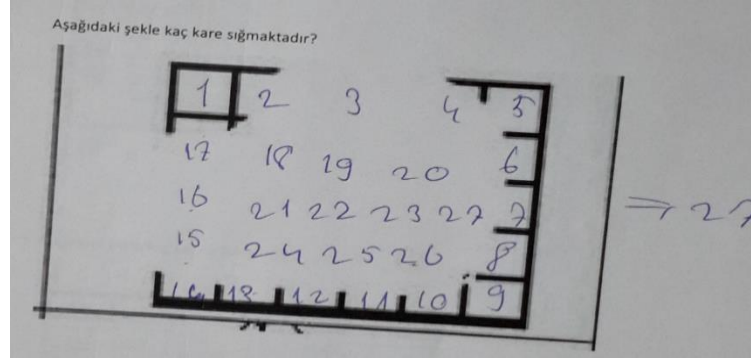
Bu soruda Öğrenci 2 önce kenarları saymış ve daha sonra araştırmacının dönütüyle ortadaki birim kareleri belirlemeye çalışmıştır. Ancak çizmeden bulamamıştır. Satır-sütunda koordinasyonu yapamayan bir öğrenci için kenarlarda bulunan birim kareleri belirlemek ortada bulunan birim kareleri belirlemekten daha kolaydır. Ancak Öğrenci 2 çizmeden kenardaki birim kareleri belirlemekte bile zorluk yaşamıştır. Çizdikten sonra aslında 21 birim kare çizmiştir ama tekrar saymakta sorun yaşadığı için cevabı yanlış bulmuştur (Bkz Görsel 3.11.).

1. seviyede olan Öğrenci 6 da birim kareleri sayarken satır ve sütunlarda bulunan birim kareleri tahmini olarak yerlerini belirliyor (Bkz. Görsel 3.12) ancak sistematik bir şekilde belirlemediği için cevabı yanlış bulmaktadır. Öğrenci 6'nın bu soruyu cevaplarken araştırmacı ile geçen diyalogu aşağıda verilmektedir.

Araştırmacı: *Hadi bu soruya geçelim. Bu soruyu da yukarıdaki gibi çözmeni istiyorum. Bak bu kareye eşit olan [hazır çizilmiş kareleri göstererek] karelerden bu dikdörtgenin içine kaç tane sığar.*

Öğrenci 6: [Üst satırdan saymaya başlamıştır ancak üst satırda göstergeler bulunmadığından dolayı birim karelerin yerlerini doğru bir şekilde belirleyememiştir. Ayrıca önce kenarlardaki birim kareleri saymış daha sonra ortadaki kareleri belirlemiştir.] *1, 2, 3, 4...27. 27 tane var.*

Araştırmacı: *Tamam buraya yaz.*



Görsel 3.12. Öğrenci 6'ın ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim

Öğrenci 6'dan çizim yapmadan sayması istenmiştir. Görsel 3.12.'da görüldüğü gibi Öğrenci 6 ilk satırdan saymaya başlamıştır. Ancak göstergeler bulunmadığından dolayı doğru sayıda birim kare bulamamıştır. Öğrenci 6 satır ve sütunları birbirine eşit olduğunu bilmemektedir. En alt satırda altı birim kare bulunmasına rağmen en üst satırda beş birim kare saymıştır. Benzer şekilde sütunlarda da aynı hata yapmıştır. Neredeyse her sütunda beş birim kullanmasına rağmen sadece bir sütunda bir birim yerleştirmiştir. Bu örnekten de görüldüğü gibi öğrenci tüm satırların ve tüm sütunların birbirine eşit olduğunu bilmemektedir.

Bir başka etkinlikte hazır birim kareler kullanılmış ve toplam birim kare istenmiştir. Öğrenci 5 örneği aşağıda paylaşılmıştır (Bkz. Görsel 3.13.).

Araştırmacı: “*Bu karelerden kaç tane sığacaktır.*”

Öğrenci 5: [Kalemle hayali kareler yapmaya başlamış ancak öncelerde yaptığı gibi kareleri karışık olarak saymıştır. Bundan dolayı doğru cevabı bulamamıştır.]



Görsel 3.13. Öğrenci 5'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim

Öğrencilerin satır-sütun becerilerini ölçmek için yapılan ikinci yöntem ise dikdörtgene birim karelerin çizdirilmesidir (Bkz. Görsel 3.14.). Bu şekilde Öğrenci 1 satır-sütun becerilerin gelişiminde birim karenin etkisi de gözlemlenmiştir.

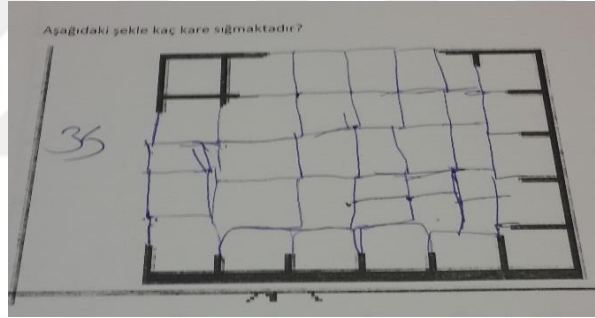
Araştırmacı: “*Bunun çizerek bul*”

Öğrenci 1: “*Çizeyim mi?*”

Araştırmacı: “*Evet çiz*”

Öğrenci 1: [Boş olan ilk satırdan başlıyor. En altta satırın belirtildiği bir yer var ona dikkat etmeden ilk 4 satırdaki kare sayısı son satırdaki kare sayısından farklı bir şekilde çiziyor. Sonra sütun ve alt satır ve en son yan sütun boyunca kareler çiziyor ama sütunların ve satırların birbirine eşit olması gerektiğini bilmeden ve farklı büyüklükte birim kareler çiziyor. En son ortadaki kareleri yapmaya başlıyor].

Öğrenci 1: [Karelerin çizdiği şeklin üzerine kenarlardan saymaya başlıyor ve daha sonra orta kısmı sayıyor ve sonucu yanlış buluyor].



Görsel 3.14. Öğrenci 1'in ön görüşmesinde yapmış olduğu çizim

Görsel 3.14.' de görüldüğü gibi bu öğrenci farklı büyüklükte birim kareler yapmış ve bundan dolayı satır ve sütunları belli bir doğrultuda çizememiştir. Birim kare kavramının satır-sütun becerisinin gelişimi için ön kavramlardan bir tanesidir (Lehler, 2003). Ayrıca Öğrenci 1 benzer şekilde her satır ve sütunda farklı birim kare yerleştirmiştir. Satır ve sütunların birbirine eşit olduğunu öğrencinin öğrenmesi, satır sütun gelişimi için kritik bir öneme sahiptir.

3.2. Katılımcıların tasarlanan dijital oyun ortamındaki alan kavramı gelişimine yönelik bulgular

Dijital oyun sürecinde uygulama boyunca yapılan gözlemler sonucunda elde edilen bulgular beş başlıkta verilecektir. Ayrıca bu bölümde araştırmacı tarafından

tasarlanan dijital oyunun ve oyun bölümleride öğrencilerin geliştirdikleri çözüm stratejileri değerlendirilmiştir.

Katılımcıların alan kavramındaki gelişimi sırasıyla;

1. Oyun Düzeyi 1: birim kare ve denklik
2. Oyun Düzey 2-3: Kaplama Eylemi ve Satır-Sütun ilişkisi
3. Oyun Düzey 4: Tekrarlama Eylemi
4. Oyun Düzey 5: Orantılılık
5. Oyun Düzey 6: Ölçme

3.2.1. Oyun düzeyi 1: Birim alan ve denklik kavramı

Oyunun ilk düzeyinde öncelikle öğrencilerin basit bütünleri (bir satır ya da sütundan oluşan basit yapılar) zihinsel olarak tepside bulunan birim karelere ayırması beklenmektedir. Birim karenin öğrenilmesi alan kavramının gelişimi için gereken ilk kavramlardan biridir. Öğrenci bu kavramı yeterince geliştiremezse oyun düzeyi 1-1.soru (OD1-1), oyun düzeyi 1-2.soru (OD1-2) ve oyun düzeyi 1-3.soru (OD1-3) sorularını çözmede zorlanacaktır.

Araştırmanın bulguları bu düzeydeki öğrencilerin birim kareyi tam anlamlandıramadığı ve bu kavram gelişmediği için basit bütünü birim karelere ayırmada sorun yaşadıklarını göstermektedir. Dolayısıyla basit bütünlerde satır-sütun ilişkisini kullanamadıkları gözlemlenmiştir. Bu problemi yaşayan öğrencilerden Öğrenci 1'in OD1-1 sorusuna ilişkin cevabı aşağıda verilmektedir.

Öğrenci1: *Hocam nasıl yapacağız?*

Araştırmacı: *Bak bu karelerden bunu oluşturmak için kaç tane ihtiyacımız var onu bulmanı istiyoruz. Burada çikolataları seçtikten sonra kontrol et tuşunu tıklayacaksın.*

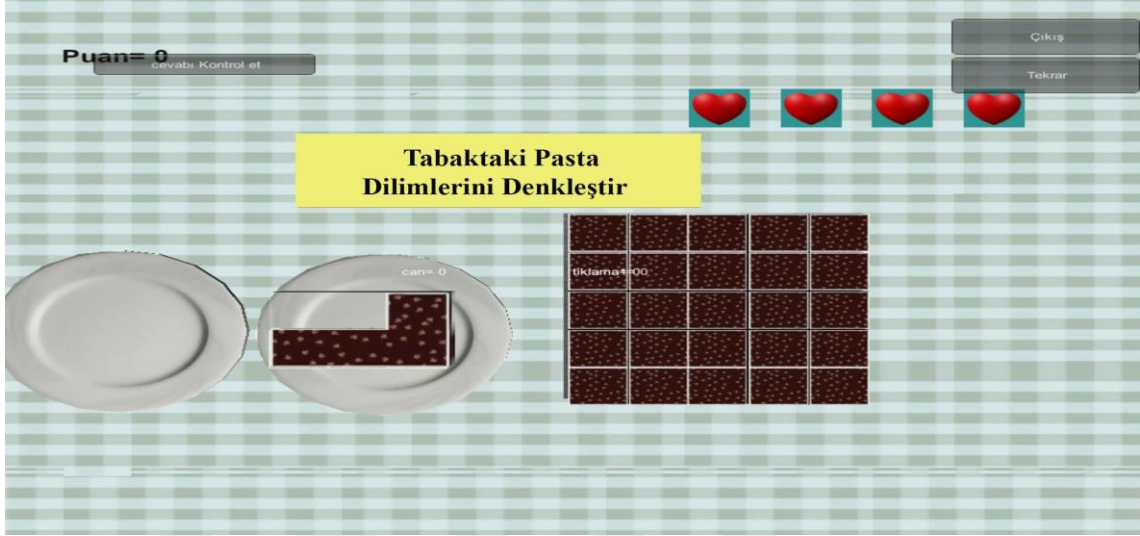
Öğrenci1: *Bekle, 1,2,3,4,5''* [bütünü parçalara ayırmaya çalışıyor ancak ayırmada zorluk yaşıyor ve fazla çikolata seçiyor.].

Araştırmacı: *Cevabı bulduysan cevabı kontrol et tuşuna tıkla.*

Öğrenci1: [Tuşa tıklıyor ve yanlış cevabı görüyor]. *Neden yanlış?* [Bütünü, birim parçalara bölmeden, bu sefer daha az pasta seçerek doğru sonuca ulaşıyor ancak bütünü parçalara ayırmayı yapamıyor].

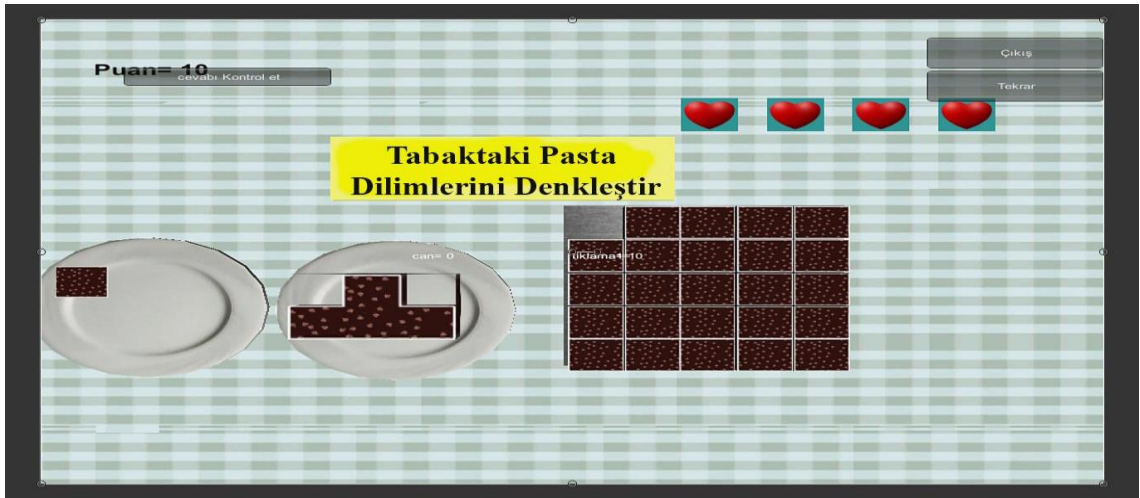
Öğrenci 1'in basit bütünü birim karelere ayıramadığı bir başka deyişle birim olarak kareyi kullanmadığı görülmektedir. Öğrenci 1 bunun yerine tahmin stratejisini

kullanarak soruyu çözmeye çalışmıştır. Öncelikle yanlış cevabı görmüştür. Ancak bütünü birim parçalara bölmeden daha az birim seçip tahminde bulunmuş ve şans eseri doğru bulmuştur.



Görsel 3.15. Öğrenci 1' in OD1-1. Sorusu ile ilgili görseli

Öğrenci 1 OD1-2 sorusunda da OD1-1 sorusunun etkisiyle tahmin stratejisini kullanmış ancak yanlış cevaba ulaşmıştır. Daha sonra strateji değiştirerek bütünü oluşturacak birim kareleri göz kararı ile ayırmaya çalışmıştır. Birkaç deneme sonrasında öğrenci fare ile birim karelerinin sınırlarını belirlemiş ve bütünü birimlere ayırmayı başarmıştır. Böylece birim karelerin birbirine denk olduğu sonucuna ulaşmıştır. Birim kareyi basit bütünde temel satır-sütun ilişkisini (bir satır veya bir sütundan oluşan bütünlükler) kullanarak soruyu çözebilmiştir. OD1-2'ye ilişkin soru Görsel 3.16'de verilmektedir.



Görsel 3.16. Öğrenci 1' nin OD1- 2. Soru ile ilgili görseli

Öğrenci 1'in OD1-2. sorusuna ilişkin cevabına aşağıda yer verilmektedir:

Öğrenci1: [Dikkatli bir şekilde bütünü bölmeden göz kararı bütünün 3 çikolataya denk olduğunu düşünüp, tepside 3 çikolata seçiyor. Yanlış olduğunu gördükten sonra bütünü tekrar saymadan bu sefer 2 çikolata seçiyor]. *Neden olmuyor?*

Araştırmacı: *Dikkatli bir şekilde bir say.*

Öğrenci1: 1, 2, 3, 4. [Bu sefer dikkatli bir şekilde bütünü fare yardımıyla küçük çikolataların yerlerini belirtip bölümlendirerek 4 olan sonuca ulaşmaktadır.]

Araştırmacı: *Tamam 4 tane tıkla.*

Öğrenci 1:[4 çikolata seçerek doğru sonuca ulaşıyor (Bkz. 3.16.). *Doğru 4 doğru.*

Öğrenci 1 birim kareyi ayırma stratejisini öğrendikten sonra OD1-3., OD1-4. ve OD1-5. sorularda da doğru cevaba kolayca ulaşabilmektedir. Bu durum benzer şekilde başka öğrencilerde de görülmektedir. Bu düzeydeki soruları çözebilmek için ancak birim kareyi kullanma ve bütünü zihinsel olarak doğru bir şekilde bölme stratejisi kullanılması gerekmektedir. Öğrenciler bu stratejiye de diğer stratejileri deneyerek ulaşabilmektedir. Bu stratejiyi kullanarak doğru cevaba ulaşan Öğrenci 2'nin OD1-2 sorusuna ilişkin cevabı aşağıda verilmektedir.

Araştırmacı: *Soruyu anladın mı?*

Öğrenci 2: *Evet hocam.*

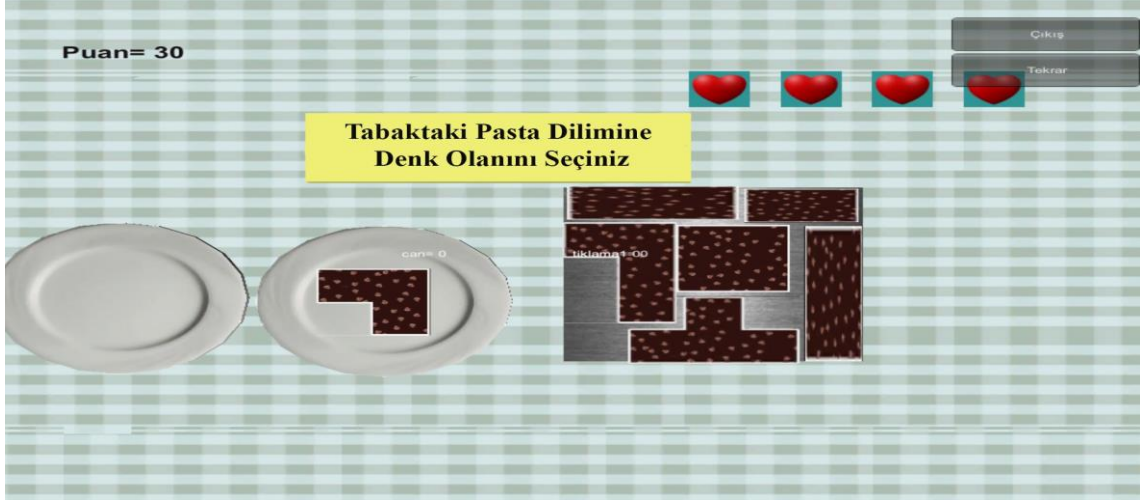
Araştırmacı: *Bu şekli oluşturmak için kaç kareye ihtiyacımız var.*

Öğrenci 2: *Üç hocam.* [bütünü birim karelere ayırmadan]

Araştırmacı: *Tamam cevabı kontrol et.*

Öğrenci 2: [Cevabı kontrol etti ve yanlış olduğunu gördü. Bu sefer dikkatli bir şekilde elini ve fareyi kullanarak bütünü birim karelere ayırarak 4 kare seçti ve tuşa tıkladı ve doğru cevabı gördü.]

OD1-4 ve OD1-5 sorularını öğrencilerin iki basit bütünün denk sayıda birim kareleri ayırma stratejisini kullanarak denklik kavramını çözümlemesi beklenmektedir. Öncelikle oyunda tabakta bulunan basit bütünü zihinden birim karelere ayrıştırmalı daha sonra tepsideki yapıları zihinsel olarak birim kare yapılarına ayırarak sayıca denk olan yapıyı bulmalıdır. Görsel 3.17.'de Öğrenci 10'nun OD1-4. sorusuna ait görsel verilmektedir.



Görsel 3.17. Öğrenci 10'nun OD1- 4. sorusuna ait görseli

Çalışmaya katılan öğrencilerden Öğrenci 10'nun OD1-4 sorusuna ilişkin cevabı aşağıda verilmektedir.

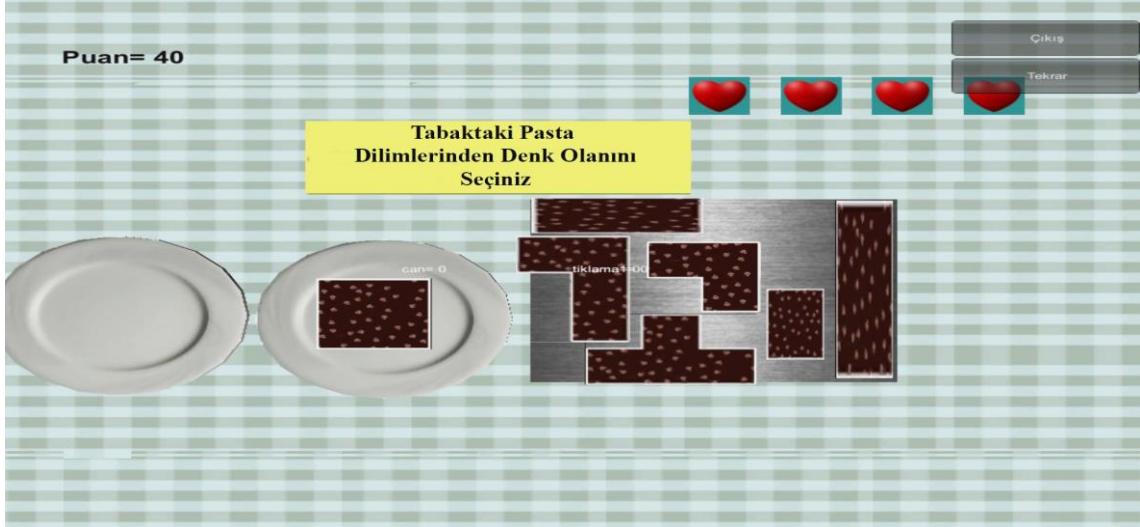
Araştırmacı: Bu düzeyde birbirine denk olan iki çikolata bütünü bulmanı istenmektedir.

Öğrenci 10: [Önce şekil olarak benzer çikolatayı seçmiştir. Her iki şekil L harfine benzemektedir. İkinci denemesinde tahminle doğru sonuca ulaşmıştır. Ancak hem tabakta hem de tepside bulunan bütünleri birim karelere bölememiştir.]

Araştırmacı: Büyüklük olarak birbirine denk olan şekiller.[Öğrenci hala bulamamıştır].

Öğrenci 10'nun OD1-4 sorusuna verdiği cevaptan başlangıçta temel denklik kavramını (alanlarının birbirine denk olduğu ya da aynı sayıda birim çikolata şıgan bütün) bilmediği görülmektedir. Bu soruda, Öğrenci 10 OD1-1, OD1-2 ve OD1-3 sorularında öğrendiği basit bütünleri birim karelere ayırtırmayı denk büyüklükleri belirlemek için kullanmamıştır. Bu durum öğrencinin birim kareyi ve basit satır-sütun ilişkisini tam anlamıyla kavrayamadığı ve farklı soru türlerine genelleştiremediğini göstermektedir. Öğrenci 10 şekil olarak benzer olanı seçmiş ve birim kare kavramını göz ardı etmiştir. Öğrenci 10 ikinci denemesinde tahminde bulunmuş ve şans eseri doğru cevabı bulmuştur.

Görsel 3.18.'de verilen OD1-5 sorusuna Öğrenci 10 göz kararı ya da tahmin yaparak doğru sonuca ulaşma stratejisini uygulamaktadır. Ancak doğru sonuca ulaşamamıştır. İkinci denemesinde araştırmacının yönlendirmesiyle stratejisini değiştirmiş ve birim kareleri ve basit satır-sütun ilişkisi kullanarak bütünleri birim kareleri belirlemiş ve birbiriyle karşılaştırma yaparak denk olan bütünleri seçebilmiştir. Aşağıda Öğrenci 10'nun OD1-5 sorusuna ilişkin cevabı verilmektedir.



Görsel 3.18. Öğrenci 10'nun OD1- 5. sorusuna ait görseli

Öğrenci 10: [Önceki soruda her iki bütünü birim kare çikolatalara bölümlendirmediği için bu düzeyde göz kararı olarak seçtiği iki seçeneğin sonucu yanlıştır.]

Araştırmacı: *Sayarak bulmaya çalış.*

Öğrenci 10: [Önceki sorularda öğrendiği birimi kullanarak ve basit satır-sütun işlemi kullanarak bütünü zihinsel olarak ayrıştırma işlemi yapmaya başlıyor. Fare yardımıyla ve elleriyle çikolata bütündeki birim kareleri sayıyor ve doğru sonuca ulaşıyor.] 1, 2, 3, 4. *Cevap 4.* [Dört tane çikolata seçiyor ve daha sonra cevabı kontrol et tuşuna tıklayıp doğru sonuca ulaşıyor.]

Bazı öğrenciler araştırmacının dönüt vermesine gerek kalmadan kendiliğinden tahmin stratejisinden birim kareye ayrıştırma ve sayarak denk bütünü bulma stratejisi kullanmıştır. Öğrenci 8 OD1-4 sorusunda birkaç denemeden sonra şans eseri doğru denk bütünü bulmuş ancak OD1-5'de önce tahmin stratejisini denemiş ancak sonuca ulaşamayınca strateji değiştirmiş bütünü birim karelere ayırarak ve sayarak denk bütünü bulmuştur. Öğrenci 8'in cevabı aşağıda bulunmaktadır.

Araştırmacı: Burada denk olan pastanın bulunması istenmiştir.

Öğrenci8: [Rastgele bütünlere seçmiş birkaç tıklamadan sonra doğru cevabı bulmuştur].

OD1-5

Öğrenci 8: [Yine rastgele seçmeye başlamış sonuca ulaşamayınca bütünlere içindeki kareleri saymış ve doğru sonuca ulaşmıştır.].

Öğrenci8 ön görüşmede kaplama ve birimi doğru yapan tek öğrenci olmasına rağmen bu soruları hemen çözememiş ve hatalardan sonra strateji değişikliğine gitmiştir. Bazı öğrenciler ise hiçbir dönüt almadan ve hata yapmadan OD1-1, OD1-2 ve OD1-3 sorularında öğrendiği bütünleri birimlere ayrıştırma stratejisini kullanmıştır. Öğrenci5 OD1-4 sorusunda hata yapmadan ya da dönüte ihtiyaç duymadan tüm bütünleri birimlere ayrıştırarak ve aynı sayıda birime sahip bütünü belirleyerek doğru sonuca ulaşmıştır.

Öğrenci5: [Tek tek tüm bütünlerdeki birim kareler ayrıştırmış.] *Hocam burada 2 tane var, bunda 4 tane var, burada da 4 tane var, bunda da. Hocam bu [üç birimden oluşmuş doğru bütünü seçip, Tebrikler yazısını görmüştür.]*

OD1-4 ve OD1-5 sorularında öğrenciler OD1-1, OD1-2 ve OD1-3 sorularında basit bütünleri birim karelere ayrıştırma işlemini başka bir deyişle birim kare kavramını kullanmaya genişletmektedir. Ayrıca birim kare sayıları denk olan şekillerin birbirine denk oldukları fikri öğrencilere kazandırılmıştır.

3.2.2. Oyun düzeyi 2-3: Kaplama eylemi ve satır-sütun ilişkisi

2. düzeydeki tüm soruları (OD2-1, OD2-2, OD2-3, OD2-4 ve OD2-5) çözebilmek için öğrencilerin satır-sütun becerisini öğrenmeleri ve kullanmaları gerekmektedir. Bu düzeydeki sorular kolaydan zora doğru gelişmektedir. Bundan dolayı öğrenciler her soruda stratejilerini geliştirerek çözmelidir. Öğrencilerin kaplaması istenilen şekli (kare ya da dikdörtgen olan tepsiyi) doğru birim ile boşluk kalmayacak şekilde kaplamaları gerekmektedir. Bir başka deyişle kaplama eylemini doğru yapmalıdır.

Pastane bağlamında tepsinin yanında çember, eşkenar üçgen ve birim kare bulunmaktadır. Öğrenci tepside boşluk kalmayacak şekilde kaplamak için birim kareyi seçmelidir. Öğrencilerin az bir kısmı bu düzeyde tek tek diğer şekilleri seçerek ve deneyerek tepsiyi kaplamaktadır. Böylece bu öğrenciler boşluk kalmaması için birim kareyi kullanması gerektiğini öğrenmişlerdir. Ayrıca öğrenci bu soruda yönergeyi okumamış ve sorunun nasıl çözüleceğini bir başka deyişle sorunun kurallarını araştırmacıya sormuştur. Ancak satır-sütun ilişkisine dikkat etmemişlerdir. Daha önce 1. Düzeyde birim ile ilgili sorular sorulmuştu. Bu düzeyde benzer soruların bulunmasının temel amacı bu kavramı farklı soru türlerinde kullanılmasıdır. Aşağıda Öğrenci 7'nin OD2-1 sorusuna ilişkin cevabı verilmektedir.

Araştırmacı: *Bu soruda ne yapacaksın. Şu şekillerden birini seçip hiç boşluk kalmayacak şekilde bu tepsiyi kaç şekille kaplayacağını bulacaksın. Şekillerden sadece birini seçebilirsin.*

Öğrenci 7: *Farklı şekiller seçebiliyor muyuz?*

Araştırmacı: *Hayır. Sadece tek bir tür şekil seçebilirsin. Buradaki yuvarlağı seçebilirsin ama kesinlikle boşluk kalmayacak.* [öğrenci bu düzeydeki soruda bulunan yönergeyi okumamıştır. Yönergede tek bir şekil seçilmesi gerektiği yazılmış ancak öğrenci bunu fark etmemiştir.]

Öğrenci 7: *Peki üst üste gelebiliyor mu?*

Araştırmacı: *Hayır.*

Öğrenci 7: [Bir satıra karelerden yerleştirdikten sonra Üçgenleri tepsiye yerleştirmektedir?] *Bunları [üçgenleri kast ediyor] ters çevirebiliyor muyuz?*

Araştırmacı: *Hayır*

Öğrenci 7: [Kenarlarında boşluk kaldığını gördükten sonra üçgenlerden vazgeçiyor ve yuvarlak alıyor sonra boşluk kaldığını gördükten sonra ondan da vazgeçip kareye devam ediyor. Tüm satırları karelerden yerleştirerek tüm tepsiyi kaplıyor. Kareleri tek tek sayarak cevabı buluyor] *Cevap 30* [Cevabın yazılacak kısma geliyor ve cevabı yazıyor, Cevap doğru yazısı çıkıyor].

OD2-1 sorusunda Öğrenci 7 önce diğer birimleri (üçgen gibi) kullanmayı deniyor ancak doğru sonuca ulaşmak için tepsiyi tamamen birim karelerle kaplaması ve daha sonra karelerle kapladığı şekilde kaç birim kare olduğunu bulması gerekmektedir. Öğrenci 7 tepside boşluk kaldığını gördükten sonra üçgen birimini kullanmaktan vazgeçmiş ve birkaç deneme sonunda birim kareyi kullanarak tepsiyi boşluk kalmayacak şekilde kalamıştır.

Öğrenciler bu oyunla aslında birim kareyi farklı soru türlerinde kullanmaktadırlar. Öğrencilerin yedisi bir önceki bölümlerdeki soruların etkisiyle direkt birim kareyi kullanmaktadırlar. Ancak birim kareyi farklı sorulara yayılması kavramın daha fazla pekiştirilmesinde etkilidir.

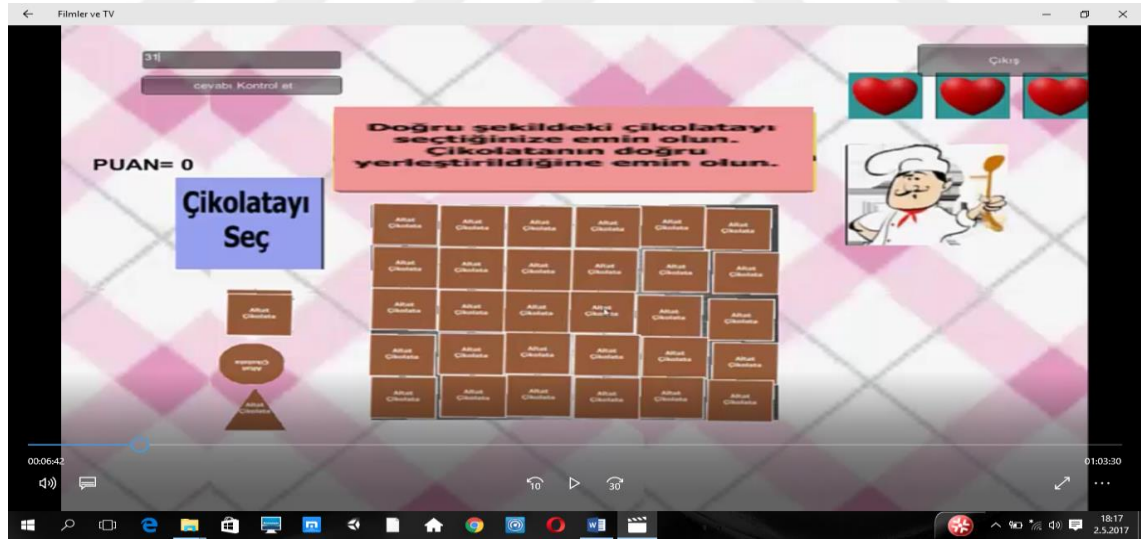
Öğrencilerin toplam birim kareleri bulmak için birimleri satır ve sütun boyunca saymaması (sistemik saymaması) öğrencilerin yanlış saymasına ve saymada zorluk yaşamasına neden olmaktadır. Oysa ki satır-sütun ilişkisi alan kavramının gelişimi için gerekli olan bir basamaktır. Birim kareleri sistemik saymayan Öğrenci 8'in Batista'nın

(2003) seviye tanımlamalarına göre 1. seviyede olduğu görülmektedir. Öğrenci 8'in OD2-1. sorusuna ilişkin cevabı aşağıda verilmektedir.

Araştırmacı: *Bak bu şekle boş yer kalmayacak şekilde şu çikolata şekillerinden sadece bir tanesini seçerek boşluk kalmayacak şekilde kaplayavaksın. Kaç tanesiyle kaplanır sayısını bulacaksın.*

Öğrenci 8: “Bu” [direkt kare çikolatayı seçmiştir. Karışık olarak çikolataları tepsiye dizmektedir. Tüm tepsiyi çikolata ile kapladıktan sonra satır-sütun ilişkisine dikkat etmeden bir başka deyişle satır boyunca ya da sütun boyunca saymadan karışık saymıştır. Karışık saydığı için birkaç defa tekrardan saymaya başlamış ve en sonunda şans eseri cevabı doğru bulmuştur].

Öğrenci 8 önce Görsel 3.19.’deki gibi tüm tepsiyi birim karelerle tamamen kaplamıştır. Ancak birim kareleri satır ve sütun boyunca saymadığı ve sistematik saymadığı için doğru cevabı bulmakta zorlanmıştır. Daha sonra Öğrenci 8 sistematik saymama stratejiden vazgeçmediği için birkaç defa saymak zorunda kalmıştır. En sonunda birkaç saymadan sonra doğru cevabı bulmuştur.



Görsel 3.19. Öğrenci 8'in OD2-1 soruna ait görseli.

Öğrenci 8 OD2-2 sorusunda OD2-1 sorusunda yaptığı gibi soruda yine birim kareleri satır ve sütun boyunca sistematik saymamıştır. Öğrenci 8 soruyu çözmekte zorlandığı için strateji değiştirmek zorunda kalmış ve satır boyunca sistematik sayma stratejisini geliştirmiştir. Araştırmacı ile Öğrenci 8'in OD2-2 sorusuna ilişkin diyalogu aşağıda sunulmaktadır.

Öğrenci 8: [Öğrenci çikolataları tüm tepsiyi boşluk kalmayacak şekilde kaplamış ancak birim kareleri tekrar karışık saymıştır. Daha sonra sütun boyunca karışık saymadan saymaya başlamıştır. Bu şekilde doğru cevaba ulaşmıştır.

Öğrenci 2 dışında diğer öğrenciler sistematik sayma yapmama stratejisini sorularda birkaç hata yaptıktan sonra bırakmış ve OD2-2. sorusunda satır-sütunlarda bulunan birim karelerin birbirine eşit olduğu fikrinin ilk defa gelişmiş ve bundan sonra satır ya da sütun boyunca sayma (sistematik sayma) stratejisini kullanmaya başlamıştır.

Öğrenci 2 tepsideki birim kareleri karışık saymış ancak OD2-1'deki ilk saymada şans eseri doğru sonuca ulaşmıştır. Öğrenci 2'nin strateji değişikliğinin olmamasının nedeni cevabı şans eseri doğru bulmasından kaynaklanabilir. Öğrenci 2'in OD2-1. sorusuna ilişkin cevabı aşağıda verilmektedir.

Öğrenci 2: [Öncelikle satırı ve sonra sütunu kaplamış ve daha sonra çikolataları karışık olarak boş kalmayacak şekilde tepsiye kaplamıştır. Tepsiyi kaplarken seçtiği her çikolatayı sayarak yerleştirmektedir. Tepsinin yarısını kaplarken bir ara nerede kaldığını unutmuş ve satırdan başlayarak karışık şekilde tekrar saymıştır. Cevabı 30 olarak bulmuştur. Cevabı kutucuğa yazmış ve doğru sonuca ulaşmıştır].

Karışık saymayı bırakmak ve sistematik sayma (satır ve sütun boyunca sayma) stratejisi öğrencilerde satır ve sütunun birbirine eşit olduğu fikrini geliştirmeye başlayacaktır. Daha sonra öğrenciler tüm kare ve dikdörtgenlerde kaplanan karelerin oluşturduğu satır ve sütunların birbirine eşit olduğunu gözlemlemelidir. Ancak bu fikrin gelişimi öğrenciler daha fazla benzer sorular çözerek ulaşacaktır.

Öğrenci 6 OD2-1. soruda karışık saymayı bırakmış ve daha sonra birim kareleri sütun boyunca tek tek saymaya devam etmiştir. Sistematik sayma stratejisi kullanarak satır ve sütunların birbirine eşit olduğu fikrinin gelişmesi için araştırmacı tarafından Öğrenci 6'ya dönütler verilmiştir. Araştırmacı öğrencinin sadece bir satır ya da sütunu sayarak ve sıralı toplama yaparak tüm birim kare toplamını bulmasını beklemektedir. Ancak Öğrenci 6 OD2-3. sorusunda araştırmacının dönütlerine rağmen bir sonraki stratejiye geçmemiştir. Öğrenci 6 satır-sütun boyunca saymaya başlamasına rağmen satır ve sütunun birbirine eşit olduğunu hala fark etmemiştir. Araştırmacı Öğrenci 6'ya birkaç defa dönüt vermiş ama buna rağmen tepsideki kare çikolataları tek tek sayarak cevabını bulmaya çalışmıştır. Öğrenci 6'nın OD2-3. sorusuna ilişkin cevabı aşağıda verilmektedir.

Öğrenci 6: [Sütun boyunca kareleri tek tek yerleştirmeye başlamıştır.]

Araştırmacı: *Tamamen kaplamadan yapabilir misin?*

sayısal değerlere sahip olduğunu gösterildiğinde Öğrenci 3 strateji değiştirmiş ve sıralı toplama stratejisi kullanmıştır. Ancak sadece bir sütundaki birim kare sayısını kullanmakta ve satırda bulunan birim kare sayısına dikkat etmemektedir. Buradan da öğrencinin sadece sütunların ya da satırları birbirine eşit olduğunu kabul etmektedir. Ancak hem satır hemde sütunun birbirine eşit olduğu görememiştir. Öğrenci 3 birim kareleri belirlemek için tek bir parametre kullanmaktadır. Öğrenci 3'nin sırasıyla OD2-2 ve OD2-3 sorularına ilişkin diyalogları aşağıda yer verilmektedir.

Öğrenci 3: *Aynısı* [tekrar kareyi seçerek tepsiyi sütun boyunca kaplamaya başlıyor. Bu sefer sütun boyunca devam ediyor. 3. Sütunu kapladıktan sonra karışık kaplıyor.] *Hocam saymaya başlıyorum.* [Öğrenci satır boyunca saymaya başlıyor].

Araştırmacı: *Tamamını kaplamadan yapabilir misin?*

Öğrenci 3: *Evet burada karenin şeklini zihnimde burada canlandırabilirsem yapabilirim.*

Araştırmacı: *Tamam burada eşit olan yerleri bana gösterebilirsen.*

Öğrenci 3: *Eşit olarak tam anlamadım satır olarak mı?*

Araştırmacı: *Satır olarak birbirine eşit mi?*

Öğrenci 3: *Bence eşit.*

Araştırmacı: *Sadece aşağı satırlar mı eşit ya da tüm satırlar mı?*

Öğrenci 3: *Tüm satırlar eşit.* [Öğrenci bunu söylemesine rağmen sistematik sayma stratejiden vazgeçmiyor.

Öğrenci 3'nin OD2-3 sorusuna ait çözüm örneği aşağıda verilmektedir.

Öğrenci 3: [Önce satırı kaplamakta ve daha sonra sütunu kaplamıştır]

Araştırmacı: *Bir dakika tamamını kaplamadan buradan bulmaya çalış.*

Öğrenci 3: [Bir sütuna kareler yerleştiriyor sonra alt satırdaki kareleri yerleştiriyor]

Araştırmacı: *Bir dakika bekle. Bu sütunda kaç tane kare var.*

Öğrenci 3: *Üç* [sayıyor]

Araştırmacı: *Peki bu sütunda kaç kare var.*

Öğrenci 3: *Üç* [sayıyor]

Araştırmacı: *Bu sütunda*

Öğrenci 3: *Üç*

Öğrenci 3: *Tamam.* [sesli bir şekilde sadece sütunları üçer üçer saymaktadır] 3, 6, 9, 12, 15.

Öğrenci 6 da satır ya da sütun bütünlerin birbirine denk olduğunu oyun sırasında öğrenmiştir. Ancak bu bilgi strateji değişikliğine neden olmamıştır. Denk bütünleri sayısal olarak birbirine eşit olduğunu ancak araştırmacının vermiş olduğu dönütler sonunda görmüş ve bu şekilde tek bir parametre kullanarak sıralı toplama yapma stratejisini kullanmaya başlamıştır.

Öğrenci 1 sıralı toplamayı araştırmacı dönüt vermeden kendi kendine keşfetmiştir. Ancak Öğrenci 1 sadece sütundaki birim kareleri sıralı toplama yaparak bulmaktadır. Öğrenci 1 sadece sütunlardaki birim kareyi belirlemiş ancak satırlardaki birim kareyi belirlememiştir (Bkz. Görsel 3.21.). Bundan dolayı sütunları satır boyunca saymadığı için sonuca yanlış ulaşmaktadır. Öğrenci 1'in OD2-3. sorusuna ilişkin verdiği cevap aşağıda verilmiştir.

Araştırmacı: *Tüm tepsiyi kaplamadan yapabilir misin?*

Öğrenci1: *Zihinsel olarak,* [sütunda çikolata sayısını bulunca satırdaki çikolata sayısını bulmadan 4'er 4'er sayarak sonuca bulmaya çalışmış ve 32 sayısına ulaşmıştır]. 32.

Araştırmacı: *Nasıl buldun?*

Öğrenci1: *4'er 4'er saydım.*

Araştırmacı: *Bir daha sesli sayar mısın?*

Öğrenci1: [Yine satırdaki çikolata sayısını belirlemiyor. Ancak bu sefer 4'er sayarak doğru sonuca ulaşıyor]. 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28.



Görsel 3.21. Öğrenci1 OD2-3 sorusuna ait görseli.

Öğrenci 1 tek parametre stratejisini ancak OD2-4 sorusunda bırakmıştır. Bu düzeyde öğrenci önce sütunu doğru belirlemiş ve daha sonra satırı belirlemeden saymaya başlamıştır. Sıralı toplamada hata yaptığının farkına vardıktan sonra strateji değiştirmiş hesaplamalarda hem satır hem de sütunları kullanmaya başlamıştır. Öğrenci 1'ün OD2-4. sorusuna yönelik cevabı aşağıdaki gibidir:

Öğrenci 1:[Sütündeki çikolatayı belirlemiş ve 4 bulmuştur. Ancak satırdaki çikolata sayısı belirlenmemiştir. 4'erli 4'erli sayarak yanlış sonuca ulaşmış ve 20 cevabını bulmuştur. Bir daha saymış ve 20 cevabını tekrar ulaşmış. Daha sonra, satırın bir kısmına çikolata yerleştirmiş ve tekrar saymıştır ve doğru sonuca ulaşmıştır.]

Öğrenci 3'de benzer şekilde önce tek bir parametre (sadece satır ya da sütun) kullanarak toplam birim kareleri bulmaya çalışmaktadır. Ancak cevaba ulaşamadığı için sadece satırlardaki birim karelerin belirlemenin yeterli olmadığını görmüş ve hesaplamalara hem satır hem de sütunları kullanmaya başlamıştır (bkz Görsel 3.22.). Öğrenci 3'ün OD2-5. sorusuna yönelik cevabı aşağıdadır:

Öğrenci 3: [Önce satırdaki kareleri bulmuştur. Daha sonra sütun boyunca satırdaki kareleri saymaya çalışmıştır ama sütun belli olmadığı için cevabı bulamamıştır. Bundan sonra sütunu da birim karelerle kaplayarak doğru cevabı bulmuştur].
Burada 5 oluyorsa, 3 oluyor cevap 15.

Araştırmacı: *"Tamam."*

Öğrenci 3 önce tek parametre kullanarak sıralı toplama yapmasından dolayı yanlış cevabı bulmuştur. Bu nedenle strateji değişikliği yapmış ve hem satır hem de sütunu kullanma (her iki parametreyi kullanmış) stratejisini uygulayarak doğru sonuca ulaşmıştır. Bu stratejiyi uygulayan Öğrenci 3 Batista'nın (2003) çalışmasına göre 6. seviyede, yani satır ve sütun ilişkisini anlamlandırmıştır.

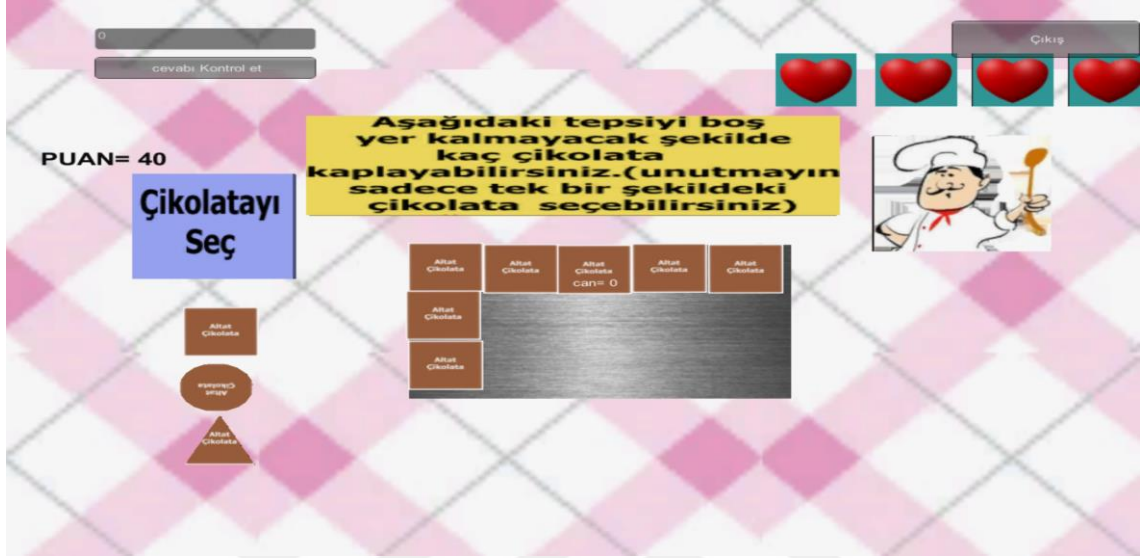
Benzer şekilde Öğrenci 9'da Öğrenci 3 gibi aynı stratejiyi (her iki parametreyi kullanmış) kullanarak doğru cevaba ulaşmıştır (Bkz. Görsel 3.22.). Bu öğrenci Batista'nın (2003) çalışmasına göre 6. seviyede bir öğrencidir. Öğrenci 9'un araştırmacıyla diyalogu aşağıda örnek olarak sunulmuştur.

Araştırmacı: *Bu soruda şekillerden birini seçeceksin ve tepside boş yer kalmayacak şekilde tepsiyi kaplayacaksın tamamını kaplamaya gerek yok çikolata sayısını bu boşluğa yazacaksın.*

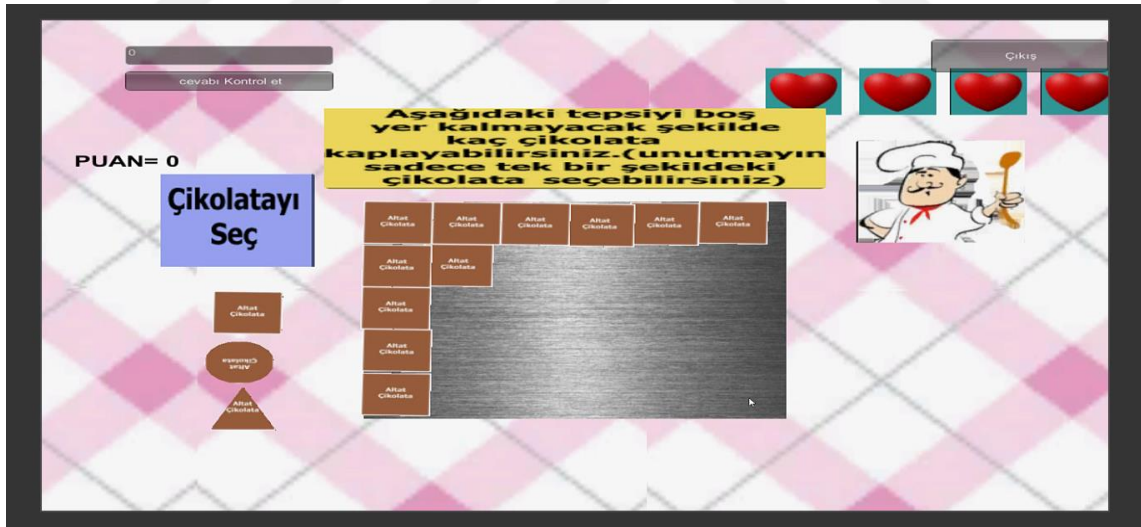
Öğrenci 9: *Şimdi uzun kenarı ve kısa kenarı kaplarsam olur mu?*

Araştırmacı: *Olur. Önemli olan sayıyı doğru bulmaktır.*

Öğrenci 9: [Görsel 3.23.'de önce sütunu sonra satırı kaplamıştır. Sonra sütundaki kare sayısını belirleyip satır boyunca beşerli saymış ve 30 olan doğru sonuca ulaşmıştır.]



Görsel 3.22. Öğrenci 3'ün OD2-5 sorusuna ilişkin görseli



Görsel 3.23. Öğrenci9'un OD2-3 sorusuna ilişkin görseli.

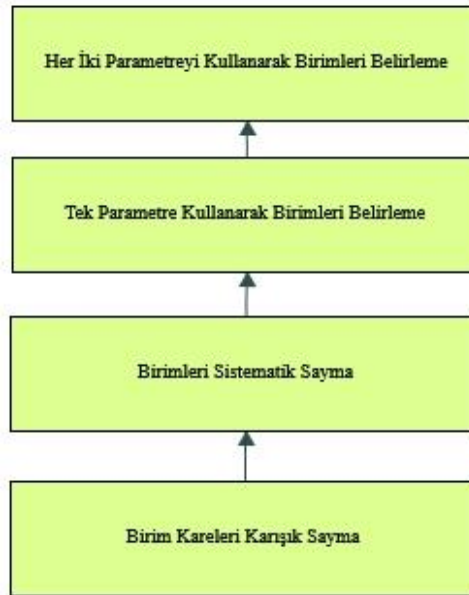
Batista (2003) öğrencilerin karışık saymasından (sistemik saymama) sonra ortak birim hatasının giderilmesi gereken bir problem olarak görmektedir. Bu hatayı 3. seviye öğrencilerin özelliklerinden biri olarak tanımlamıştır. Ancak bu çalışmada sadece Öğrenci 10 ortak birim kare (iki kere saymaması) hatasına düşmekle birlikte oyun sırasında bu hatalarını fark edip düzeltmektedir. Bundan sonra Öğrenci 10 bir daha aynı

hataya düşmemiştir. Ayrıca bu hatayı düzelttikten sonra 6. seviyedeki bir öğrenci gibi her iki parametreyi kullanarak doğru sonuca ulaşmıştır. Öğrenci 10'nun OD2-4 sorusuna ilişkin cevabı aşağıda bulunmaktadır.

Araştırmacı: *Tamamını kaplamana gerek yok.*

Öğrenci 10: *Hmmm tamam o zaman.* [Önce satırı ve daha sonra satırı kaplamıştır. Ancak ortak olan kareyi sadece satırda kullandığı ve sütunda kullanmadığı için sütunu bir eksik belirlemiştir. Satırı 5 ve sütunu 4 olarak belirlemiştir. Bundan dolayı sonucu yanlış bulmuştur.] *Neden olmadı.* [Daha sonra çikolataları tekrar saymış ve hem satırı ve hem de sütunu bu sefer doğru belirlemiş ve her ikisini 5 olarak bulmuştur. Bu iki sayıyı birbiriyle çarparak doğru sonuca ulaşmıştır].

Öğrenci 10 hem satırı hem de sütunu oluşturmuştur. Sıralı toplama yaparak ya da sütun ve satırı birbirine çarparak doğru sonuca ulaşmaktadır. Aslında Öğrenci 10 yukarıdaki OD2-4 sorusuna ilişkin cevabında Batista'nın (2003)'nin tanımladığı seviyelerinde doğrusal bir ilerleme göstermemiştir. Öğrenci 10 3. seviyeden 6. seviyeye atlamıştır. Bu çalışmada ise 1. seviyeden 2. seviyeye gelmiş, 3. seviyedeki hatayı sadece bir öğrenci yapmış ve 6. seviyeye geçmiş, 2. seviyeden 4. seviyeye oradan da 5. Seviyede bulunmadan 6. seviyeye atlamıştır. Bu düzeye genel olarak öğrencilerin kullanmış oldukları strateji hiyerarşısı Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. OD2 sorularında öğrencilerin uyguladığı stratejiler

Yukarıdaki Şekil 3.2. incelendiğinde öğrenciler bu düzeyde öncelikle tepsiyi tamamen doldurup birimleri karışık sayadığını bu sorularda hata yaptıktan sonra satır-sütun boyunca saymaya başladığını bir başka deyişle sistematik sayma başlamıştır. OD2-3 sorusundan itibaren birim kare sayısı azaltılmış bundan dolayı sistematik sayma işe yaramamıştır. Bu aşamadan sonra öğrenciler tekparametre kullanmaya başlamıştır. Ancak tek parametre kullanma stratejisinden satır ya da sütunu belirtilmediği için cevabı bulmakta zorlanışlardır. Bundan dolayı strateji değiştirerek her iki parametreyi kullanmaya başlamıştır.

3. oyun düzeyi ile öğrencilere satır ve sütun becerisini farklı problem durumlarında tekrar kullanmaları amaçlanmıştır. Bundan dolayı tasarlanan 3. düzey sorularında sabit birim kareler yerleştirilmiştir. Bu birim kareyi öğrenci yerini değiştirememektedir. Öğrencilerin görevi sabit birim kareleri kullanarak satır ve sütunların yerini belirlemektir. Öğrencilerin tamamı bir önceki düzeyde satır ve sütun ilişkisini doğru bir şekilde kullanmıştır. Üçüncü düzeye geçildiğinde öğrencilerin altısı soruları çözerken daha önce öğrendikleri satır ve sütun ilişkisini doğru bir şekilde kullanabilmektedir. Ancak dört öğrenci (Öğrenci 1, Öğrenci 5, Öğrenci 6 ve Öğrenci 9) satır ve sütundaki kareleri belirlemedikleri ve sorularda sistematik saymama (karışık sayma) stratejisini tekrar kullanmaya başladıkları görülmüştür. Bu öğrenciler 2. düzeyde satır-sütun stratejisini uygulamalarını rağmen farklı soru türleriyle karşılaştıklarında yanlış cevap bulmuşlardır.

OD3-1 sorusunda sabit birim kareler ortada bulunmaktadır (Bkz. Görsel 3.24.). Öğrenci 5 OD3-1. sorusunda satır ve sütun ilişkisine dikkat etmemiş ve birim kareleri karışık saymıştır. Tepsinin boş kısımlarında zihninden birim kareleri saymış ve daha sonra sabit birim kareleri bu saydığı değere eklemiştir. Araştırmacının hatırlatmalarına rağmen satır ve sütun ilişkisine dikkat etmemiştir. Öğrenci 5'in OD3-1 sorusuna verdiği cevap aşağıda yer almaktadır.

Öğrenci5: *Hocam şimdi burada ne yapacağım. Hı tamam.* [Ne yapacağını bilgi vermeden anladı. Tepsideki kareleri sayarken karışık saymaktadır. Önce sol üstte bulunan 4 kareyi saymış ve sonra son sol altta bulunan kareleri saymıştır. En sonunda ortada bulunan kareler ile sağ üst ve altta bulunan kareleri saymıştır. Karışık saydığı için yanlış saymış ve 32 sonucuna ulaşmıştır (Bkz. Görsel 3.24.).].



Görsel 3.24. OD3-1 sorusuna ait görsel

OD3-2. sorusunda Öğrenci 5 sabit kareler yerleştirmesi sonucunda satır ve sütun tam olarak belli olmamaktadır. Öğrenci 5 önce sistematik saymamıştır ancak cevabı bulamamıştır. Araştırmacının yönlendirmesinden sonucundan sonra strateji değiştirmiş ve sütun boyunca sistematik saymaya başlamıştır. Ancak hâlâ satır ve sütun parametrelerini kullanmamıştır. Öğrenci 5'in OD3-2 sorusuna verdiği cevap aşağıda yer almaktadır.

Öğrenci 5: [Karışık saymaya başlamış ve eksik sayarak 27 sonucuna ulaşmıştır. Tekrar karışık saymaya başlamıştır.]. *Burada 3 var* [sol üstte bulunan boşluğu göstererek.].

Araştırmacı: *Neden karışık sayıyorsun?*

Öğrenci 5: [Bu sefer satırı sütun boyunca tek tek saymaya başlamıştır. Ve doğru sonuca ulaşmıştır.].

Araştırmacı: *Daha kolay nasıl yapılabilir?*

Öğrenci 5: *2'şerli sayarım.*

Araştırmacı: *Daha önce ikişerli mi saydın?*

Öğrenci 5: *Evet.*

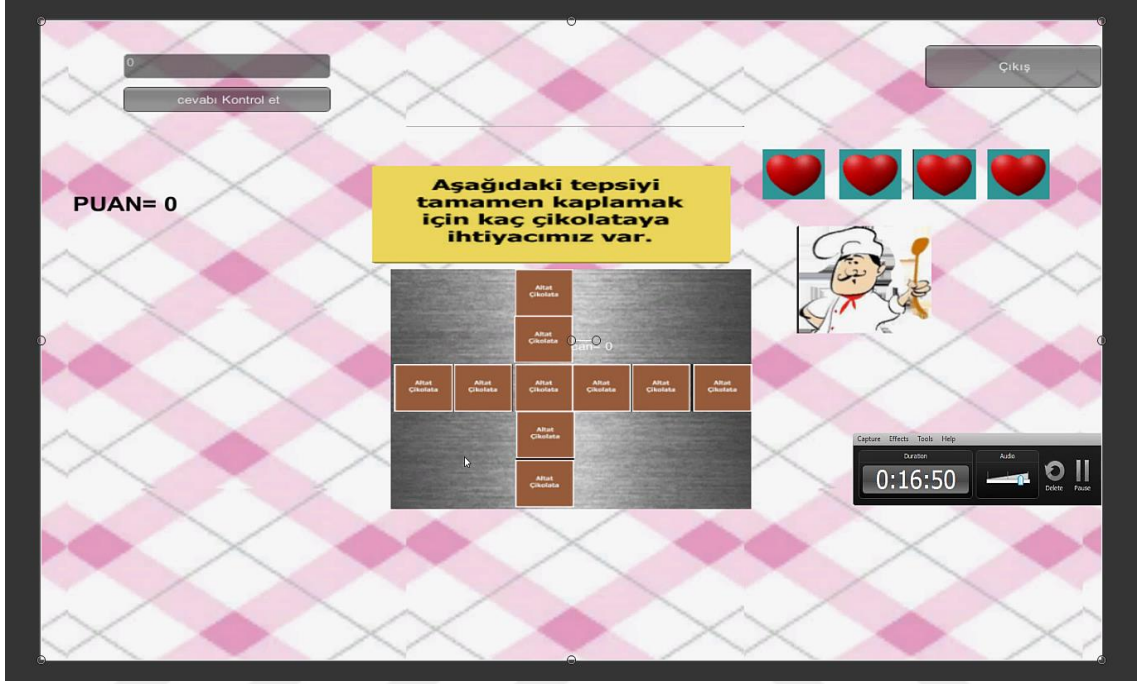
OD3-1 sorusuna yönelik Öğrenci 9'un cevabı da araştırmacının vermiş olduğu dönütlere rağmen önce karışık saymış ancak hatalar yapınca strateji değiştirmiş ve sistematik saymaya başlamıştır. Öğrenci 9'un cevabı aşağıda gösterilmiştir.

Araştırmacı: *Neden eski stratejiyi izlemiyorsun.*

Öğrenci 9: [Bu sefer var olan çikolataları saymadan ve karışık sayarak 18 sonucuna ulaşıyor (Bkz. Görsel 3.25.)].

Araştırmacı: *Üzerindeki dâhil olan çikolataları saymayı unutma.*

Öğrenci 9: *Dâhil derken.*



Görsel 3.25. OD3-1. Sorusunun görseli

Araştırmacı: *Yani tepsideki tüm çikolatalar istenmektedir.*

Öğrenci 9: [Tekrar karışık saymakta ve 34 olan yanlış sonuca ulaşmaktadır. Daha sonra satırları sütun boyunca tek tek saymaya başlamıştır ve doğru sonuca ulaşmıştır].

Öğrenci 9 ve Öğrenci 5 2. oyun düzeyinde satır ve sütun ilişkisini kullanmasına rağmen soru çeşidi değiştiğinde Öğrenci 9 başlangıçta birim kareleri sistematik bir şekilde saymamaktadır. Karışık sayma stratejisi kullandığında doğru sonuca ulaşamamıştır. Bu koşulda stratejisini değiştirerek sistematik saymaya başlamıştır. Öğrenci 5 ise OD3-1 sorusunda strateji değiştirmemiştir. OD3-2 sorusunda ise strateji değiştirmiş ve sistematik saymaya başlamıştır. Öğrenci 5 ancak OD3-3. sorusunda her iki parametre stratejisini hatırlamış ve kullanmaya başlamıştır. Öğrenci 5'in OD3-3 sorusuna cevabı aşağıdadır:

Öğrenci 5: [Önce tekrar karışık saymıştır. Önce sol üstteki kareleri saymıştır daha sonra sağ tarafa geçiş ve oradaki boşlukları sayarken. Sütunu saymış] *burada 4 var.*

Araştırmacı: *Kaç var?*

Öğrenci 5: *4 burası 4 ise (karşı sütunu göstererek) burada da 4 olur. [4'erli sayarak 16 olan doğru cevabı bulmuştur.]*

Öğrenci 6 ise OD3-1. sorusunda önce sistematik bir şekilde saymamış birim kareleri karışık saymıştır. Daha sonra yanlış yaptığını fark edip yeniden karışık sayma yapmıştır. Yine yanlış cevap bulduğundan strateji değişikliği yapmıştır. Bu sefer sabit karelerin dışında kalan boşluklarda olabilecek, Öğrenci 9 ve Öğrenci 5'den farklı olarak birim kareleri satır ve sütun ilişkisine dikkat ederek belirlemiştir. Sadece belirlediği satır ve sütunlardaki birim kareleri ikiye ikiye olacak şekilde saymıştır, ancak sabitleri saymamıştır. Öğrenci 6'nın OD3-1 sorusuna yönelik cevabı aşağıda bulunmaktadır.

Öğrenci 6: *Burada ne yapacağız.*

Araştırmacı: *Bu hareket etmeyen kareler yardımıyla bu tepsiye sığan çikolataların tamamını bulmanı istiyoruz.*

Öğrenci 6: *[Artı şekilde dizilmiş karelerin boş kalan yerlerini satır-sütun ilişkisine dikkat etmeden saymaya başlıyor.] Cevap 27.*

Araştırmacı: *Nasıl Buldun?*

Öğrenci 6: *Buldum. [Cevabı yazmaktan vaz geçerek, tekrar sesli bir şekilde saymaya başlıyor. Sonra yerini karıştırıp bu sefer sol üstten başlayarak sırasıyla sol alt, sağ üst ve sağ alttaki karelerin sığabileceği boşlukları 2 şer saydıktan sonra sabit yerde bulunan artı yerine gelen kareleri de sayıyor. Cevabı 31 olarak buluyor.] Cevap 31.*

Araştırmacı: *Cevabı boşluğa yaz.*

Öğrenci 6: *[Emin olmadığından bir daha saymayı istiyor. Tekrar karışık sayıyor ve bu sefer sağ üstten başlayarak sırasıyla boşluklara gelebilecek kareleri sayıyor. Cevabı burada 30 buluyor.] Cevap 30.*

Öğrenci 6'nın kullandığı bu strateji Batista'nın (2003), tanımladığı uygun olmayan satır-sütun becerisi diye adlandırılan 5. seviyedeki öğrenciler satır ve sütunlarda düzensiz bütünler oluşturmakta ve bundan dolayı sayma ve toplama işleminde hata yapmaktadır.

Araştırmacının dönüt vermesinden ve fazladan sorular sorduktan sonra Öğrenci 6 iki parametre kullanma stratejisini hatırlamış ve satır-sütun becerisini tam anlamıyla kullanmaya başlamıştır. Öğrenci 6'nın OD3-1 sorusuna verdiği cevap aşağıda verilmektedir.

Araştırmacı: *Tamam bir şey soracağım bu sütunda kaç kare var?*

Öğrenci 6 : 5

Araştırmacı: *Peki bu sütunda?*

Öğrenci 6 : 5

Araştırmacı: *Bunda?*

Öğrenci 6 : 5

Araştırmacı: *Tamam devam et.*

Öğrenci 6 OD3-2 sorusuna her iki parametre stratejisini kullanarak doğru cevabı bulmuştur. Öğrenci 6'nın bu soruya cevabı aşağıda verilmektedir.

Öğrenci 6: [Sütun boyunca devam ederek sütun kadar kareyi sıralı toplama yaparak sonuca ulaşmıştır.] 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28.

Öğrenci 1 ise OD3-1 sorusunda öncelikle tahmini olarak satır ve sütundaki birim kareleri belirlemeye çalışmış ve sütunda 8 birim kare olacağını düşünerek 8'erli saymaya başlamış, sabit karelerin sütununa geldiğinde bu sütunda 6 birim kare olduğunu gördüğünde stratejisini yanlış olduğunu fark etmiştir. Buradan yola çıkarak sabit birim kare sayısını kullanarak sütundaki birim kare sayısını belirlemiş ve doğru cevabı bulmuştur. Öğrenci 1'in OD3-1 sorusuna yönelik cevabı aşağıda verilmiştir.

Öğrenci 1: *Bu düzeyde ne yapacağız.*

Araştırmacı: *Bu düzeyde hareket etmeyen çikolatalar kullanarak tepsiyi toplam kaç çikolata sığar bunu bulmamız gerekir. Yani bu kareden bu tepsinin tamamını kaplamak için kaç tane ihtiyacımız vardır.*

Öğrenci 1: *Tamam. Bir dakika.* [Satırdaki çikolataları saymaya başlamış ancak hatalı birim kareler çizerek satırı yanlış belirlemiş ve sekiz sonucuna ulaşmıştır. Ortadaki çikolata dolu olan satıra dikkat etmeden göz kararı belirlemiştir]. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. [Daha sonra sütun boyunca 8'erli saymaya devam ederken ortada bulunan çikolataları fark ediyor ve 6 olduğunu sayıyor ve satırlarda 6 tane çikolata olduğunu fark ediyor. Daha sonra 6'şar 6'şar sayarak 30 bularak olarak sonucuna ulaşıyor]. 6, 12, 18, 24, 30.

Araştırmacı: *Nasıl buldun?*

Öğrenci 1: *Burası 6'ydı*''[ortadaki satırı işaret ederek]. *6'şar şekilde topladım sonucu buldum.*

İlk başta yanlış strateji uygulayan Öğrenci 1, Öğrenci 5, Öğrenci 6 ve Öğrenci 9 OD3-2, OD3-3, OD3-4 ve OD3-5 sorularında tekrar her iki parametre stratejisini uygulayarak bu soruları doğru cevaplamışlardır.

Öğrencilerin altı tanesi (Öğrenci 2, Öğrenci 3, Öğrenci 4, Öğrenci 7, Öğrenci 8, Öğrenci 10) ise daha önceki problemlerde kullandıkları her iki parametre stratejisini 3. düzeyin tüm sorularında genişlettiği ve kullandıkları görülmüştür. Bu öğrencilerden Öğrenci 4 sabit birim kareleri kullanarak satır ve sütunlarda bulunan birim kareleri belirlemiş ve daha sonra sıralı toplama yaparak doğru sonuca ulaşmıştır. Öğrenci 4'ün OD3-1 sorusuna ilişkin cevabı aşağıda bulunmaktadır:

Araştırmacı: *Sesli say.*

Öğrenci 4: [Önce kareleri tek tek sayarak tüm sırada 6 sonucuna ulaşmıştır.]

Araştırmacı: *Bu satır 6 ise*

Öğrenci 4: *Tüm satırlarda 6 olmalıdır.* [Daha sonra satırdaki çikolata sayısını sütun adedince saymaya başlamış ve 30 olan doğru sonuca ulaşmıştır.]

Araştırmacı: *Sonucu nasıl buldun?*

Öğrenci 4: *Bir satırda 6 vardı bunu 5 kere saydım sonucu bu şekilde buldum.*

4. düzey soruları tekrarlama eylemini öğretmek amacıyla tasarlanmıştır. Bu düzeyin ilk iki sorusunda farenin farklı kullanım şekillerini öğrenilmesi için tasarlanmıştır. Rehberlik seviyeleri olarak adlandırılan bu düzeydeki oyunun oynanışı için çok önemlidir. Bu düzeyde farenin sağ tuşuyla soru çözecek yardımcı objeler (ilk iki soruda birim kare ve son üç soruda kırmızı işaretleyici) ortaya çıkmaktadır. Bu objeler yardımıyla bu soruları yapmamız istenmektedir. Öğrenciler genellikle bilgisayar oyunlarında farenin sol tuşunu kullanarak oynamaktadırlar. Farklı bir tuşun kullanılması ya da benzer tuşun farklı amaçlar için kullanılacağı durumlarda genellikle oyunculara eğitici bölümler ve görevler verilmektedir. OD4-1 ve OD4-2 sorularında oyunun farklı mekaniğinin kullanımı öğretmek amacıyla öğrenciler kolay problem durumlarıyla karşılaştırılmıştır. Bu düzeydeki sorularda Öğrenci 9 satır-sütun becerisini bildiği için çok kısa sürede farenin kullanımını öğrenmiştir. Öğrenci 9'un OD4-1 sorusunda verdiği cevap aşağıda yer verilmektedir.

Öğrenci 9: *Bu soruyu nasıl yapacağız?*

Araştırmacı: *Fareyi sağa tıkla [bir kare oluşmaktadır] gördüğün gibi bir kare çıkmaktadır.*

Öğrenci 9: [Görsel 3.26.'daki gibi satır ve sütuna sığabilecek karelerle kaplamış daha sonra sıralı toplama yaparak 30 olan doğru sonuca ulaşmıştır.]



Görsel 3.26. Öğrenci9'un OD4-1 Sorusu ait görsel

3.2.3. Oyun düzey 4: Tekrarlama eylemi

Satır-sütun ilişkisinden bir sonraki aşama tek bir birim kullanarak yer işaretleri ile birim karelerin yerlerini belirleyip tepsinin içerisini kaplayan birim kare sayısını bulmaya çalışmaktır. Bu düzeyde öğrenciler işaretleyiciler yardımıyla birim karenin boy ve en uzunluğunu kullanarak ve kareyi sürükleyerek tepside satır ya da sütunda bulunan birim karenin yerlerini belirleyip toplam birim kare sayısını bulmaları hedeflenmiştir. Bu şekilde öğrencinin uzunluk kavramını alan kavramıyla birlikte kullanması amaçlanmıştır.

Dördüncü düzeyin OD4-3, OD4-4 ve OD4-5 sorularında tek bir kareyi Lehrer'in (2003) tekrarlama becerisi kullanarak ve yer işaretleyicisi (kırmızı yuvarlaklar) kullanarak çözümlenmesi istenmektedir. Öğrenciler bu düzeyde elde edilen bulgulara göre tekrarlama eylemini kullanmakta sorun yaşamıştır. Bu sorunun nedeni birim karenin en ve boy uzunluklarını ve işaretleyicileri kullanarak satır-sütunlardaki birim kareleri belirlerken ortaya çıkmaktadır. Öğrenciler ilk başlarda işaretleyicileri nasıl kullanacaklarını bilemediklerinden eni ya da boyu belirlerken tam doğru ölçüm yapamamıştır.

Öğrenci 9 önce tek bir birim kareyi tekrarlamadan ve birim karelerin yerini yer işaretleyicilerle belirtmeden birim kare boyutunda çizimler yapmaya çalışmıştır (bkz görsel 3.27). Birim kareleri şekil olarak doğru çizemediği için OD4-3 sorusunda satır ve

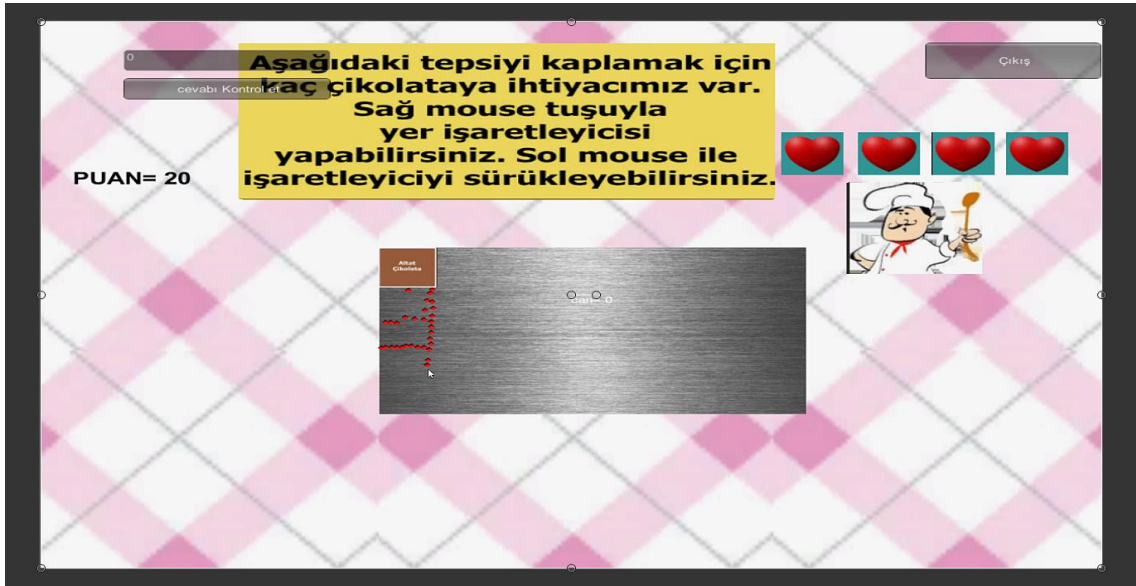
sütunda birim karelerin sayısını bulamamıştır. Öğrenci 9'un OD4-3 sorusuna ilişkin cevabı aşağıda verilmiştir.

Araştırmacı: *Bu soruda artık kare yerine kırmızı yuvarlaklar(yer belirteci) oluşmaktadır. Öğrenciye sadece bir kare verilmektedir.*

Öğrenci 9: *Bu ney böyle [tek olan kareyi kast ederek] başka yok mu?*

Araştırmacı: *Yok sadece kırmızı yuvarlaklar verilmektedir.*

Öğrenci 9: [soru daha iyice anlamak için yönergeyi okumuştur. Daha sonra yuvarlaklarla şekildeki gibi kare yapmaya başlamıştır(görsel 3.27.)].



Görsel 3.27. Öğrenci9'un OD4-3 sorusunun cevabına ilişkin görseli

Görsel 3.27.'de Öğrenci 9 birim kareyi sürüklediğinden tekrarlama kavramını bilmediği ve sadece satır ve sütun becerileri ile çözmeye çalıştığı görülmektedir. Oysa tekrarlamakavramını kullanarak satır ve sütundaki birim kareleri belirlemelidir. Bir başka deyişle bu soruya benzer soruları (OD4-4 ve OD4-5) çözebilmek için her iki ön koşulu bir arada kullanmalıdır.

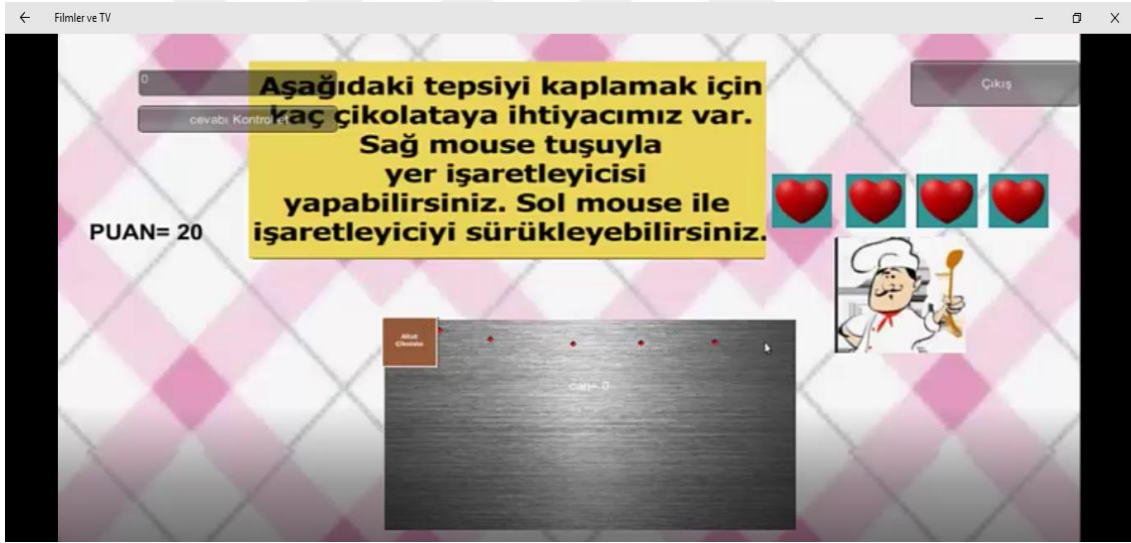
Öğrencilerin yapmış olduğu bir diğer hata satır ve sütunlardaki birim kareleri tahmini olarak belirlemektir. Öğrenci 4, OD4-3 sorusunda önce birim kareyi sürüklemeneden birim karelerin gelebilecek yerlerini tahmini olarak bulmaya çalışmıştır. Ancak istenilen doğru cevabı elde edememiştir. Birkaç denemeden sonra oyunun verdiği pekiştireci okumuş ve bunun üzerine strateji değiştirmiş ve birim karenin kenarlarına işaretleyiciler yerleştirerek önce satırdaki birim kareleri belirlemiştir, sonra sütundaki birim kare sayısını hiçbir işlem yapmadan tahmini olarak bulmuştur. Ama yanlış cevap

bulmuştur. Araştırmacının verdiği dönüt sonunda birim karenin boyunu kullanarak sütunda bulunan birim kareleri tespit etmiş ve doğru cevaba ulaşmıştır. Öğrenci4'ün OD4-3. sorusuna ilişkin cevabı aşağıda verilmiştir.

Öğrenci 4: [Öncelikle kırmızı noktalardan yardım almadan var olan tek çikolatayı sürükleyerek tepsiye kaç çikolata sığacağını bulmaya çalışmıştır. Ancak bu belirlemeler göz kararı olduğu için sütundaki çikolataları doğru belirlemesine rağmen satırdaki çikolataları doğru belirleyememiştir .] 4 burada (sütunu göstererek) ve 8 şurada (satırı kast ederek).

Araştırmacı: Şurada 4, burada 8 mi var dedin?

Öğrenci 4: Evet [Daha sonra emin olamadığından, çikolatayla noktaların yerini belirlemeden göz kararı noktaları yerleştirmiş ve çikolatanın yerini belirlemeye çalışmıştır.]



Görsel 3.28. Öğrenci 4'un OD4-3 Sorusu ait çözüm yöntemi

Öğrenci 4: [tekrar satırı yanlış belirlemiştir] 5 böyle''[satırı göstererek], 4 söyle [sütunu göstererek].

Araştırmacı: Yaz.

Öğrenci 4: [Yanlış olduğunu görüyor ve bu sefer 25 sayısını cevabı kontrol et kutucuğuna yazıyor.]

Araştırmacı: Pekiştireci bir oku bence ne yazıyor. [Pekiştireçte yuvarlakları yanlış yerleştirilebileceğini söylenmektedir.]

Öğrenci 4: [Okuduktan sonra tekrar çikolatayı kullanmadan göz kararı belirlemeye çalışmaktadır. Ancak tekrar hata yaptığı için sonucu bulamamıştır.]

Bu sefer yeni pekiştireçte yerleştirilen yuvarlaklar arasındaki mesafenin fazla olabileceği ve mesafeyi ölçmesi için çikolatayı kullanılabileceği söylenmektedir.

Öğrenci 4: [Bu pekiştireci okuduktan sonra çikolatayı tepsi üzerinde hareket ettirmekte ve bu şekilde satır ve sütunda bulunan çikolata sayısını belirlemeye çalışmaktadır ancak bu sefer yuvarlakları kullanmamaktadır. Bundan dolayı tekrar hata yapmıştır ve oyun tekrar başlamıştır.]

Araştırmacı: *Bu yuvarlaklarla çikolatanın yeri belirlenebilir. Böylece sen sonucu öğrenebilirsin.*

Öğrenci 4: *Anladım.* [Satır boyunca çikolatanın yerlerini yuvarlaklar yardımıyla belirlemiştir. Ancak sütun belirlememiş ve göz kararı sütunda 3 çikolata olduğunu söylemiştir. Sonuç yine yanıştır.]

Araştırmacı: *Birde sütundaki çikolataları ölç.*

Öğrenci 4: [Çikolataları sütun boyunca belirlemektedir.. Önce 4 ile 6'yı çarpmış ve daha sonra 7 ile 3'ü çarpmıştır. En sonunda hatasının farkına varmış 7 ile 4'ü çarpmıştır (Görsel 3.28. Bkz.).]

Öğrenci 4 başlangıçta tekrarlama eylemini kullanmak yerine tahmin stratejisini kullanmış ve birkaç hatadan sonra tekrarlama eylemini kullanmaya başlamıştır. Ancak birim kareyi sürüklemekte işaretleyiciler kullanarak kenar uzunluklarına bakmadığı için doğru sonuca ilk başlarda ulaşamamıştır. Tekrar strateji değişikliğine gitmiş ve doğru sonucu ulaşmıştır.

Öğrenci7 OD4-3 sorusunda birim kareyi ve belirteci soruyu çözmek için kullanmıştır. Ancak birim karenin enini ve boy uzunluğunu satır ve sütunları belirlemek için kullanmamıştır. Bunun yerine birim kare sürüklemiş ve birim karenin sürüklediği yerin ortasına belirteci yerleştirmiştir. Bu şekilde satır ve sütunlardaki birim karelerin yerini belirlemeye çalışmıştır. Birim karenin en ve boy uzunluğuna dikkat etmediği için yanlış sürüklemiştir. Bundan dolayı yanlış cevaba ulaşmıştır. Öğrenci7'nin OD4-3 sorusuna verdiği cevap aşağıdadır:

Araştırmacı: *Şimdi burada sağ fare tuşuna bastığımız da kırmızı yuvarlaklar çıkıyor. Bunu kullanarak kaç kare sığacağını bulacaksın.*

Öğrenci7: *Nasıl yani.*

Araştırmacı: *Yani bu yuvarlağı ve kareyi kullanarak cevabı bulacaksın.*

Öğrenci7: *Kaç tane sığacağını sayı ile mi bulacağım.*

Araştırmacı: *Evet.*

Öğrenci7: [Soldaki tek birim kareyi göstererek] *Bunu kullanamam mı?*

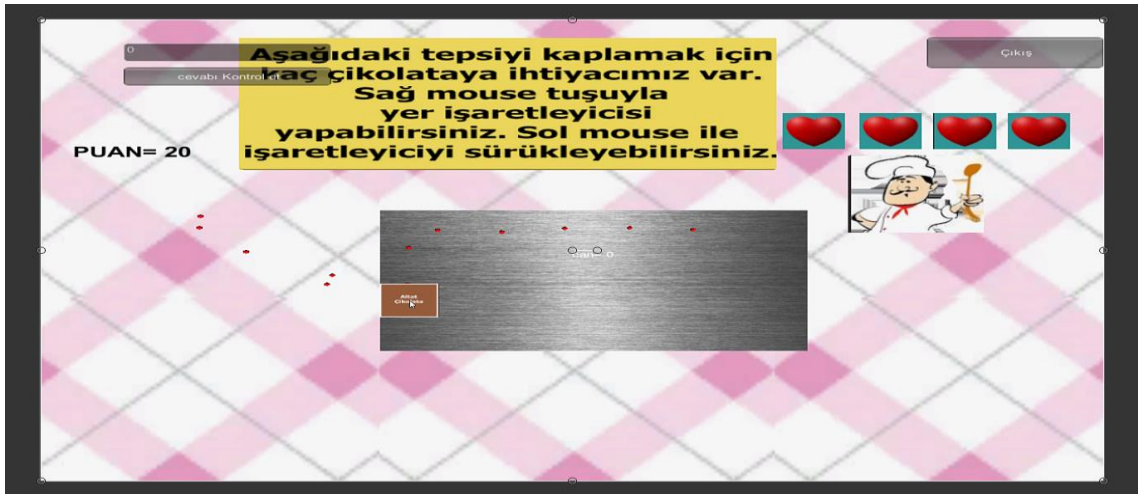
Araştırmacı: *Tabi kullanabilirsin.*

Öğrenci7: [Kareyi yerleştirdikten sonra] *Hmmm anladım.* [Kareyi yerinden alır ve köşeye yerleştirir. Daha sonra karenin geldiği yerin ortasına kırmızı belirteci yerleştirir. Sonra yanına kareyi kaydırarak bir nokta da onun üzerine yerleştirir. Daha sonra tahmini olarak yuvarlakları satır boyunca yerleştirir. Satırdaki kareleri yerleştirdikten sonra bu sefer aşağıya doğru sütunda kareleri yerleştirmeye başlamıştır. Ancak yuvarlakları yerleştirirken kareler arası mesafeye dikkat etmemiştir. En sonunda yuvarlakları saymaya başlamıştır. Satırda 8 yuvarlak ve aşağıya doğru sütunda 5 yuvarlak saymıştır. Cevabı 40 olarak bulmuş ve boşluğa 40 yazarak cevabı yanlış olarak bulmuştur].

Öğrenci 10 OD4-3 sorusunda birim kareyi sürüklemekte ve birim karenin kenarlarını işaretleyiciler yerleştirerek birim karenin en ve boy uzunluğunu belirlemiş ve birim kareleri bu uzunluğa göre yerlerini tespit etmiştir (bkz. Görsel 3.29.). Satır ve sütundaki birim kareleri bulduktan sonra bu iki parametre stratejisini kullanarak doğru sonuca ulaşmıştır. Öğrenci 10'nun OD4-3 sorusuna verdiği cevap aşağıda bulunmaktadır:

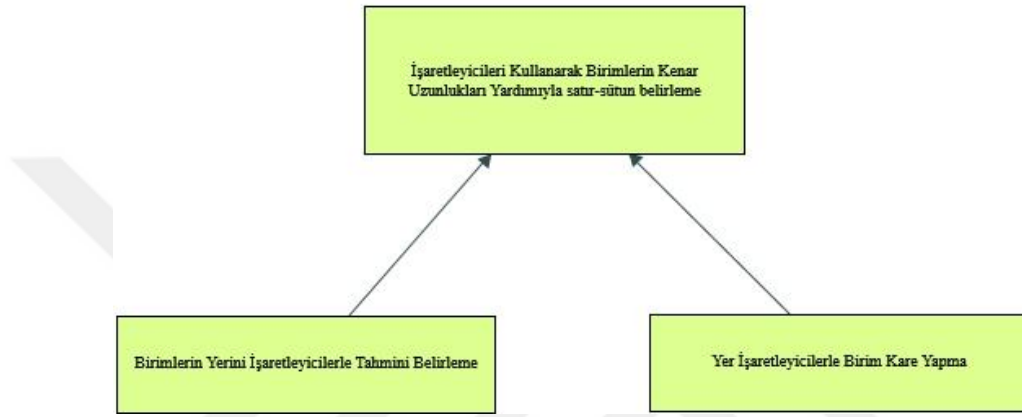
Araştırmacı: [Bu sefer kırmızı işaretleyiciler çıkıyor.] *Bunları işaretleyici olarak kullanabilirsin.*

Öğrenci10: [Kırmızı belirteçleri çikolatanın kenarına yerleştirerek çikolatanın yerini belirlemektedir. Satır ve sütunu belirledikten sonra bu iki değeri birbirine çarpıp sonuca ulaşmaktadır.]



Görsel 3.29. Öğrenci10'un OD4-3'un Sorusunun cevabına ilişkin görseli

Öğrenci 10 tepside karelerin kenarların yerini belirlerken uzunluk biriminden yararlanmaya (işaretleyicileri, sürüklediği çikolatanın kenarlarına yerleştirerek kenar uzunluklarını kullanılması) başlamıştır. Daha sonra satır ve sütun becerisini kullanmış ve doğru sonuca ulaşmıştır. Bu şekilde uzunluk ve alan arasındaki ilişki oluşmaya başlamıştır. Aşağıda Şekil 3.2.'de tekrarlama eyleminde öğrencilerin uygulamış oldukları stratejileri gösteren bir şema verilmektedir.



Şekil 5.2. Tekrarlama eyleminde öğrencilerin uygulamış oldukları stratejiler

Şekil 3.2. incelendiğinde OD4 düzeyinde öğrencilerin başlangıçta iki farklı yanlış strateji kullanmıştır. Bunlardan birincisi işaretleyicilerle birim kare yapmak ve ikincisi ise yer işaretleyicilerle birim karenin yerini tahmini olarak belirlemedir. Bu iki stratejiyi cevaba ulaşmak için yeterli olmadığını gören öğrenciler strateji değiştirerek işaretleyicileri kenar uzunlukları belirlemek için kullanmış ve satır-sütun birim kare sayısını belirlemiştir.

3.2.4. Oyun düzey 5: Orantılılık

Bu düzeyde öğrencilere farklı birimler ve bu birimler arasındaki oranın alanı kaplayan birim sayısına etkisi öğretilmektedir. Böylelikle cm^2 ve m^2 gibi farklı birimler arasındaki ilişki kavramsal olarak hissettirilmesi hedeflenmektedir. OD5-1 ve OD5-2 sorularında aralarında belli bir oran bulunan kareler, OD5-3 sorusunda ise aralarında belli bir oran bulunan bir kare ve bir dikdörtgen verilmiştir. Bu oranın tüm tepsideki çikolata sayısının nasıl etkilediğini bulmaları gerekmektedir. Ayrıca bu sorularda küçük çikolata sayısı az verilmiştir ve bundan dolayı öğrenci büyük çikolataları kullanmayı ve aradaki oranı kullanmaya zorlanmıştır. OD5-3 ve OD5-4 sorularında ise çikolatanın

büyükliğünün artmasıyla tepsideki çikolata sayısının ters orantılı olduğunuz öğrenmektedirler. Bu sorulardan elde edilen bulgulardan, öğrenciler her ikisi birim kare olduğunda kolayca aralarındaki oranı bulup soruları çözebildikleri görülmüştür. Ancak birimlerden biri dikdörtgen olduğunda soruları çözmede zorluk yaşamışlardır. Çünkü öğrenciler birimler arasındaki oranı bulmakta sorun yaşamışlar ve oranı bulmadan büyük birim karelerle satır ve sütundaki küçük birim kareleri bulmaya çalıştıklarında en ve boy farkını göz ardı ettiklerinden dolayı yanlış hesaplama yapmışlardır.

Öğrenci 10 OD5-1 sorusunda ilk olarak tepsiyi kaplayan büyük çikolata sayısını bulmuştur. İkinci olarak büyük çikolata ile küçük çikolata arasındaki oranı büyük çikolata üzerine küçük çikolataları yerleştirerek belirlemiştir. Son olarak da belirlenen büyük çikolataları bulduğu oranla çarparak sonuca ulaşmıştır. Böylece farklı büyüklükteki çikolatalar arası bulduğu oranı kullanarak küçük birimleri bulmuştur. Öğrenci 10'nun OD5-1 sorusuna cevabı aşağıda verilmektedir.

Araştırmacı: *Burada amacımız büyük kareleri kullanarak küçük karelerin sayısını bulunması istenmektedir.*

Öğrenci10: [Büyük kareleri yerleştirmektedir. Ve 16 tane büyük çikolatanın tepsiyi kapladığını bulmuştur(Görsel 3.30.)]. *Buraya 16 tane sığıyor. Küçük çikolatalar bunun çeyreği bundan dolayı 4 tane sığar.*

Araştırmacı: *4 cevabını yaz bakalım.*

Öğrenci10: [Boş kutucuğa yazar ve yanlış olduğunu görür].

Araştırmacı: *Sence çikolata küçüldükçe tepsiye sığacak çikolata sayısı azalır mı?*

Öğrenci 10: *Tamam 4 kere 16 eşittir 64.* [Cevabı kutucuğa yazarak doğru sonucu görmüştür].

Öğrenci 5'de Öğrenci 10'nun OD5-1 sorusuna benzer bir cevap verilmiştir. Aşağıda Öğrenci 5'in OD5-1 sorusuna ilişkin cevabı verilmektedir.

Araştırmacı: *Bu küçük çikolataların tepsiyi tamamen kaplamak için kaç tane gerektiğini bulmanı istiyoruz. İstersen büyük çikolatalardan yardım alabilirsin.*

Öğrenci 5: *Büyükleri kullanacağım.* [Büyükleri sütun boyunca yerleştirmektedir (Bkz.)].

Araştırmacı: *Ama küçükleri bulman lazım.*

Öğrenci 5: [Büyük çikolataları sütun boyunca yerleştirdikten sonra küçük çikolata ile büyük çikolata arasındaki oranı 4 olduğunu buluyor ve 4'erli sayarak küçük

çikolataları buluyor. Ancak 4'erli sayma esnasında yanlış sayarak sonucu 58 olarak yanlış buluyor].

Araştırmacı: *58 olduğunu nasıl buldun?*

Öğrenci 5: *Bunların (büyük karelerin) her birinde 4 tane (küçük kare) olduğunu buldum.*

Araştırmacı: *Kaç büyük kare var.*

Öğrenci 5: *16 tane*

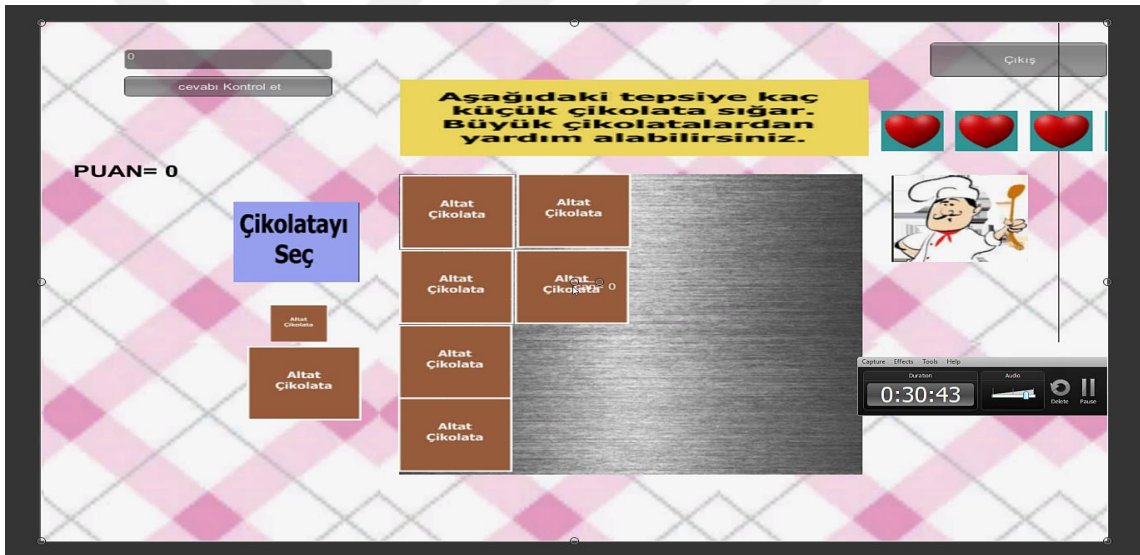
Araştırmacı: *Daha sonra ne yaptın.*

Öğrenci 5: *16'ı 4 ile çarptım.*

Araştırmacı: *Çarpınca sonuç ne oldu*

Öğrenci 5: *58 oldu.* ["cevabı kontrol et" tuşuna tıklayıp yanlış cevabı görmüştür.

Daha sonra tekrar 4'erli sayarak doğru cevabı 64 olarak görmüştür].



Görsel 3.30. Öğrenci10'un OD5-1 sorusunun cevabına ilişkin görsel

OD5-1 sorusunda Öğrenci 10 ile Öğrenci 5 büyük çikolata (kare şeklinde) ile küçük birim kare çikolataları arasındaki oranı (bütünü üst üste yerleştirerek) kolaylıkla bulabilmişlerdir (Bkz. Görsel 3.30.). Bu gösterir ki öğrencilerin kolaylıkla orantılılık kavramı kullanabilmekte ve soruları çözebilmektedir.

OD5-2 sorusunda Bu düzeyde küçük birim çikolata sayısı azaltılmıştır. Bu soruda Öğrenci9 büyük birim çikolata dikdörtgen olduğu için farklı en ve boy uzunluklarını kullanarak soruyu çözmüştür. Büyük birim çikolatanın eni 2 birim boyu ise 3 birim olmaktadır. Öğrenci önce Görsel 3.31.'deki gibi küçük birim kare çikolataları sütun boyunca dizmiş geri kalan kısma bir büyük çikolata yerleştirmiştir. Büyük birimin enine

iki birim kare sığdığı için sütuna kolayca 6 birim kare sığdırmıştır. Öğrenci 9 büyük birim çikolatanın boyuna da iki birim kare sığacağını düşünmüş ve bu şekilde hesaplamış yanlış sonuca ulaşmıştır (bkz. Görsel 3.32). Öğrenci 9 bu farkı da göz önünde bulundurarak satırdaki küçük birim kareleri belirlemiştir. Ancak öğrenci büyük birim çikolataları kullanarak satır ve sütunları belirlemede zorlanmıştır. Bunun sonucunda Öğrenci 9 strateji değiştirmiş ve iki birim arasındaki oranı bulmuş (Görsel 3.33.) ve büyük birim çikolata toplam sayısı ile bu oranı çarpmıştır. Bu şekilde küçük birim kare çikolata sayısını bulmuştur. Öğrenci 9'un OD5-2 sorusuna ilişkin cevabı aşağıda verilmiştir.



Görsel 3. 31. Öğrenci9'un OD5-2 Sorusunda sütun belirlemesine ilişkin görseli

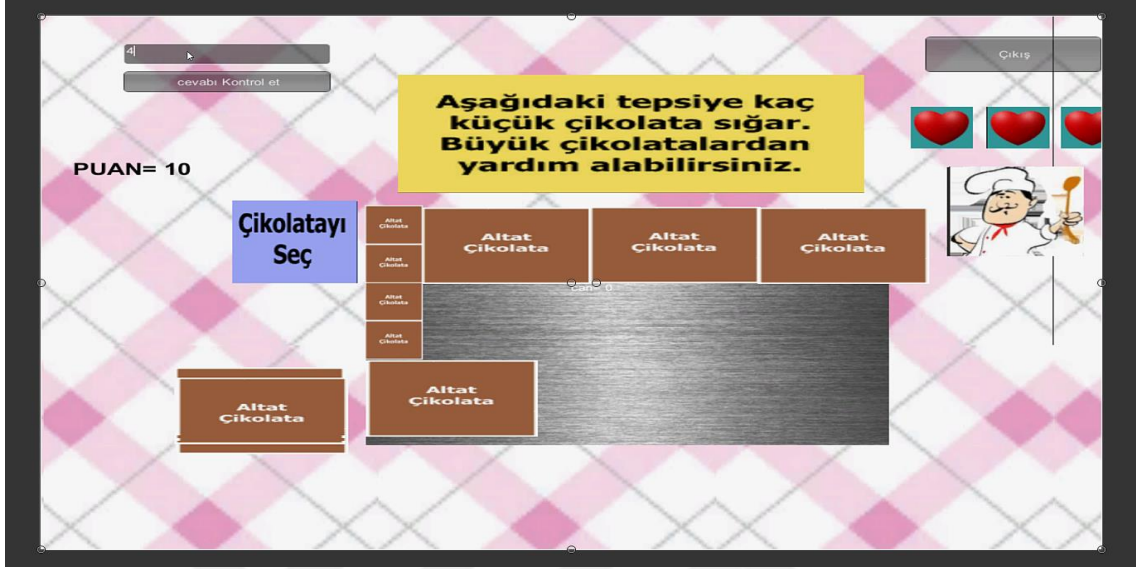
Öğrenci 9: [Küçük birim kareleri sütun boyunca yerleştirmiş ve sütunu tamamen kaplayamamıştır.]

Araştırmacı: *Şimdi az kare var ne yapacaksın?*

Öğrenci 9: [Bir büyük birimi, küçük birim karenin altına yerleştirmiş. Büyük birimin eni ve boyu arasındaki farka dikkat ederek sütunda doğru kare sayı 6 sonucunu bulmuştur (Bkz. Görsel 3.31.).]

Öğrenci 9: [Daha sonra ikinci sütuna iki büyük birim alt alta yerleştirmiş. Bundan vazgeçip sonradan yerleştirdiği bu iki büyük birim çıkarmış. Sadece küçük birim kare bırakmıştır] *Bunu kullanmayacağım. Burada 7 var.* [sütunu göstererek daha sonra sütunu tekrar saymış] *6 tane var.* [Üst satırı büyük birim kaplamış ve eni ve boyunu eşit olduğunu düşünerek aradaki oranı iki olduğunu düşünmüştür. Bundan

dolayı yanlış sonuca ulaşmıştır (Bkz. Görsel 3.32.). Daha sonra tüm küçük kareleri çıkararak ve tüm tepsiyi büyük birimlerle kaplamıştır.].



Görsel 3.32. Öğrenci9'un OD5-2 Sorusunda satır belirlemesine ilişkin görseli

Öğrenci 9: Öğretmenim hepsine iki tane geliyor. [Büyük birim çikolata ile küçük kare arasındaki oranı zihninden oranlıyor ve cevabı yazıyor ancak yanlış cevap dönüştü geliyor. Oyunun *Birimler arası oranı kullanınız* şeklindeki pekiştiricinden sonra küçük kareleri büyük birim çikolata üzerine yerleştirerek aradaki oranı bulmuştur. 6'şarlı sayarak 54 olan doğru sonuca ulaşmıştır (Bkz. Görsel 3.33.)].

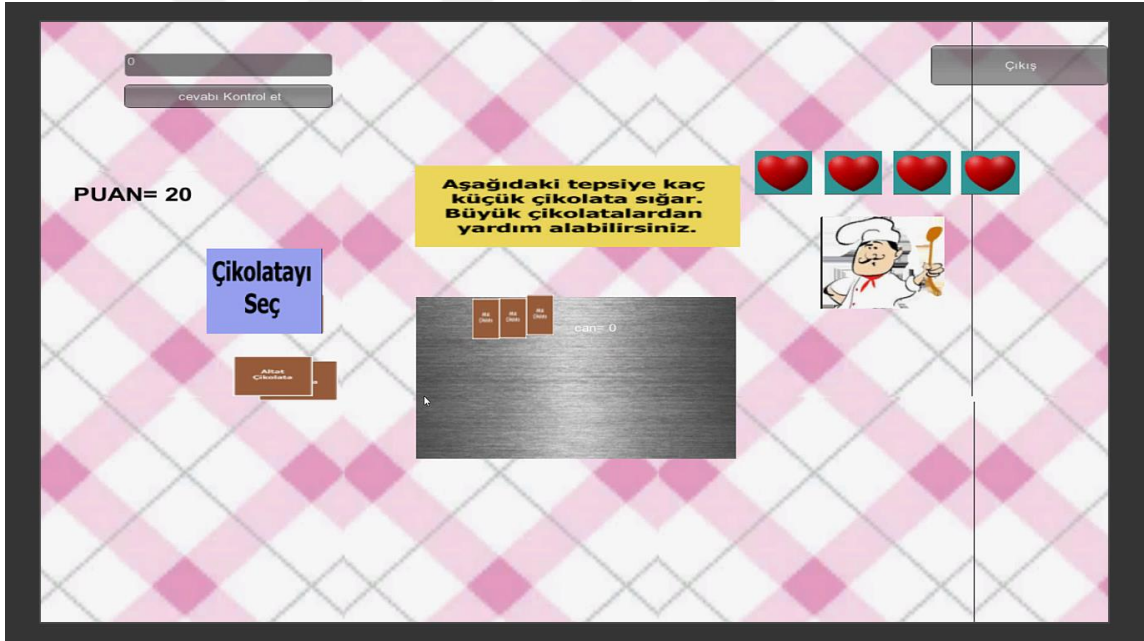


Görsel 3.33. Öğrenci9'un OD5-2 Sorusunda yanlış yaptıktan sonra strateji değiştirmesi

OD5-2 sorusunda Öğrenci 9'dan en ve boy uzunluğunun farklılığını kullandırılarak birim kare sayısını bulunması istenmiştir. Bu şekilde uzunluk ve alan arasındaki ilişkinin oluşturulması hedeflenmiştir. Öğrenciler başta zorlanmalarına rağmen zaman içerisinde doğru sonuca ulaşmıştır.

OD5-3 sorusunda öğrencilerden yine birimler arasındaki en ve boy ilişkisine dikkat edip satır-sütun becerisini kullanarak çözümlemeleri istenmiştir. Bu soruda hem küçük hem de büyük çikolata birim dikdörtgen şeklindedir. Batista (2003) yaptığı çalışmada dikdörtgenin birim olarak kullanılabileceğini söylemektedir.

Öğrenci3 OD5-3 sorusunda ilk başta tekrarlama yöntemi kullanmaya çalışmış ancak yer belirleyicilerinin bulunmaması ve çok az sayıda birim olması (zaten oyun öğrencinin tekrarlama kavramını kullanmaması için bu şekilde tasarlanmıştır) kenarlardaki birim sayısı bulmasını zorlaştırılmıştır (Bkz. Görsel 3.34.). Öğrenci3 OD5-3 sorusuna ilişkin cevabı aşağıda verilmiştir.



Görsel 3.34. Öğrenci3'un OD5-3 Sorusunda tekrarlama eylemine ilişkin görseli

Araştırmacı: *Yine küçük birim çikolata bulacaksın. Ama büyüklerden yardım alabilirsin.*

Öğrenci3: [Küçük birimleri satır boyunca yerleştirmeye başlamıştır. Daha sonra küçük birim çikolataları sürükleyerek satırda bulunan küçük birimlerin sayısını bulmaya çalışmıştır. (Bkz. Görsel 3.34) daha sonra satırda 11 küçük birim

bulmuştur] 1, 2, 3,...11. [Ancak cevabı yazmayıp sütunu bulmaya çalışmış zorlanınca bu stratejiden vazgeçmiştir].

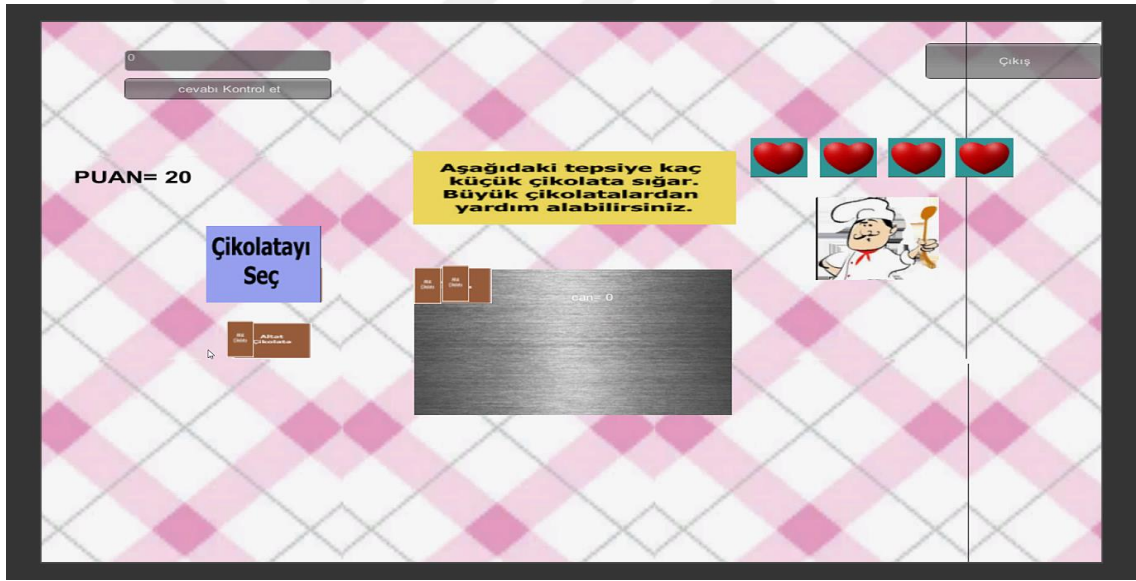
Büyük çikolata ve küçük çikolata dikdörtgen olduğu için büyük çikolataları kullanarak kenarlardaki küçük çikolata sayısını belirlemek daha zordur. Araştırmacının büyük birim çikolatayı kullanmasını tavsiye ettikten sonra Öğrenci 3 büyük birim çikolatanın üzerine küçük birim çikolataları yerleştirerek aradaki oranı bulmuştur (Bkz. Görsel 3.35.).

Araştırmacı: *Büyüklerden yardım al bu şekilde yanlış yaparsın.*

Öğrenci 3: *Şimdi yanlış mı bu?* [büyük birim çikolata alarak satıra dizmiştir].

Araştırmacı: *Büyüklerden nasıl yardım alacaksın?*

Öğrenci 3: *Şimdi az önceki taktiğimi kullanacağım.* [Büyük birim çikolata yerleştirdikten sonra üzerine küçük birim çikolata yerleştirmekte bu şekilde aralarındaki oranı bulmaktadır. (Görsel 3.35.'deki gibi)].



Görsel 3.35. Öğrenci 3'un OD5-3 Sorusunda birimler arası oranın belirlenmesi

Öğrenci 3'ün araştırmacıyla geçen yukarıdaki diyalogundan büyük çikolatanın eni küçük çikolatanın boyuna eşit olduğunu fark ettiği görülmektedir. Bu şekilde tepsinin sütununda dört büyük çikolata sığdığını görmüş aradaki uzunluk oranının bir olduğunu belirterek sütuna dört küçük çikolata sığdırmıştır. Küçük ile büyük çikolata arasında diğer kenar oranını ise üç olarak belirlemiştir. Satırda dört büyük çikolata olduğunu bulmuş ve bunu üç ile çarparak satırda on iki küçük çikolata olduğunu belirlemiştir. Daha sonra satır ve sütunu birbirine çarpmış ve doğru sonuca ulaşmıştır (Bkz. Görsel 3.36.).

Öğrenci 3: *1,2 üç çikolata etti. Yani üç dikdörtgene eşitmiş bu büyük çikolata etti.* [Daha sonra büyük çikolataları satır boyunca dizerek ve 3'erli sayarak satırda bulunan küçük çikolataları buldu.(Görsel 70)]

Öğrenci 3: [Daha sonra sütun boyunca büyük çikolataları dizmektedir. Ve tekrar üçerli saymaktadır]. *“Burada 12 çikolata var.”*

Araştırmacı: *Şimdi burada [satırı göstererek] 12 çikolata sığdı. Peki [sütunu da göstererek] burada kaç çikolata sığar?*

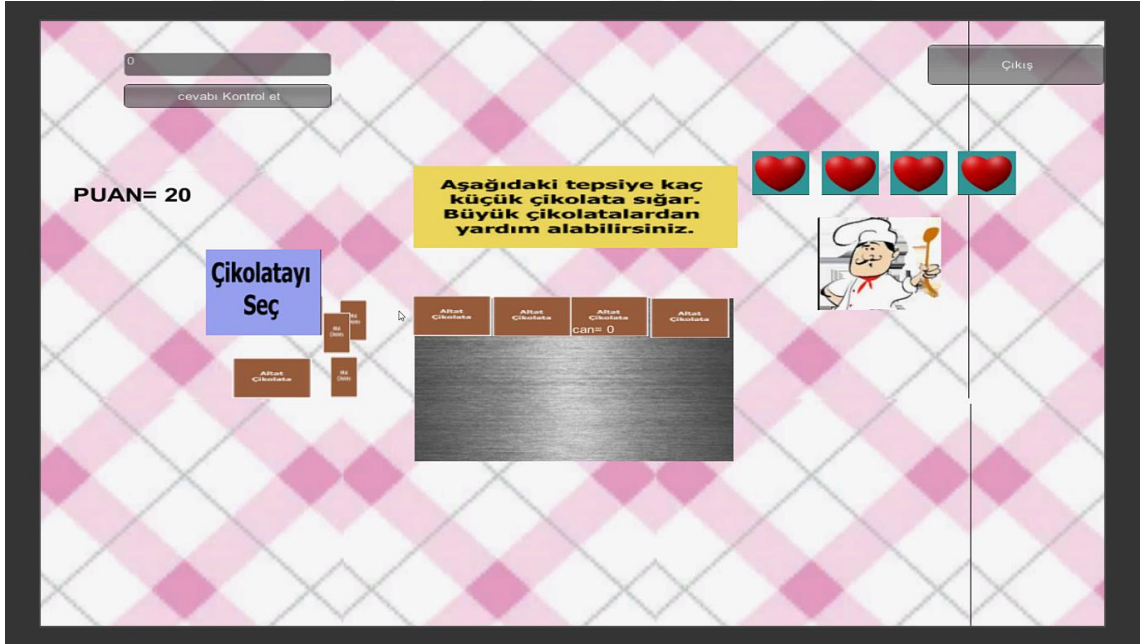
Öğrenci 3: *4. Yok şimdi hepsine 3 dikdörtgen sığdığı için [sütun için konuşuyor] 3,6,9,12 sığar.”*

Öğrenci 3: *12 ile 12 144 yapar.*

Öğrenci 3: [144 cevabını yazmıştır ve yanlış cevabını bulmuştur.]

Araştırmacı: *“Buraya kaç tane sığar?”*

Öğrenci 3: [Öğrenci 3 küçük kareyi tekrar büyük karenin yanına getirerek (enine getirerek)] *4 tane sığar. Bundan sonra 4 ile 12'yi çarpmaktadır. 48 doğru sonucuna ulaşır.*



Görsel 3. 36. Öğrenci 3'un OD5-3 Sorusunda büyük birim çikolata ile satırı belirleme ilişkin görseli

OD5-3 sorusu bir önceki OD5-1 ve OD5-2 sorularına göre daha zordur. Çünkü hem küçük hem de büyük çikolatalar dikdörtgen şeklindedir. Burada Öğrenci3 en ve boylardaki farklılığa dikkat etmiştir.

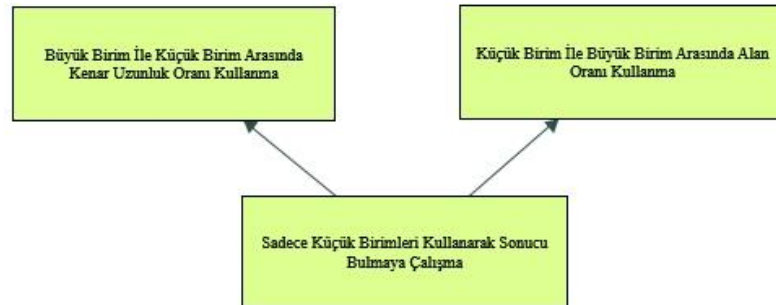
Öğrenci 5 OD5-3 sorusuna küçük çikolata ile büyük çikolata arasındaki alansal oran stratejisini kullanarak cevaba daha kolay ulaşmıştır. Görsel 3.37.'de görüleceği gibi Öğrenci 5 büyük çikolata üzerine küçük çikolataları yerleştirerek aradaki oranı bulmuştur. Daha sonra büyük çikolata sayısını belirlemiş ve bu oranı çarparak doğru sonuca ulaşmıştır. Öğrenci 5'in OD5-3 sorusuna ilişkin cevabı aşağıda bulunmaktadır.

Öğrenci 5: [Öğrenci 5 kontrol etmeden aradaki oranı 4 olarak yanlış tahmin ederek toplam çikolata sayısını yanlış bulmuştur. Oyundan yanlış dönütü geldikten sonra küçük çikolataları, büyük çikolataların üzerine yerleştirerek (bkz. Görsel 71) aradaki oranı üç olarak bulmuş ve büyük çikolata sayısını belirlemiş bu sayı ile oranı birbirine çarparak doğru cevabı bulmuştur].



Görsel 3.37. Öğrenci 5'in OD5-3 Sorusunda alan oranı kullanmasına ilişkin görseli

Aşağıda Şekil 3.3.'de denklik kavramında öğrencilerin stratejilere yer veren bir şema verilmektedir.



Şekil 6.3. Denklik kavramında öğrencilerin uygulamış oldukları stratejiler

Şekil 3.3. incelendiğinde öğrenciler başta büyük birim ile küçük birim arasındaki oranı kullanmamıştır. OD5-2 sorusundan itibaren birim kare sayısı azaltılmış bundan dolayı öğrencilere büyük birimi kullanma zorunluluğu getirilmiştir. Bu aşamadan sonra öğrencilerde iki strateji gelişmiştir. Bunlardan biri büyük birim ile küçük birim arasındaki oranı kullanılmasıdır. Bu stratejide öncelikle tepsiyi kaplayan büyük birim kare sayısı belirlenmiş ve daha sonra aradaki oran kullanarak küçük birim kare sayısı bulunmuştur. Bir diğer strateji ise büyük birimlerin kenar uzunluğuna kaç birim kare sığdığını bulunmasıyla başlanılmıştır. Daha sonra satır-sütundaki küçük birim kare sayısı belirlenip tepsiyi kaplayan toplam birim kare sayısını belirlenmiştir.

3.2.5. Oyun düzey 6: Ölçme

Bu düzeydeki OD6-1 ve OD6-2 sorularında öğrencilerden tepsinin kenar uzunluğunu bularak içine sığabilecek birim kare sayısını belirlenmesi istenmektedir. Öncelikle öğrenciler sabit birimin kenarlarının enini ve boyunun uzunluğunu ölçmelidir. Elde edilen bu veriler ile tepsinin boyu ve eni ölçülüp aralarında ilişki kurularak tepsinin kenarlarına sığacak birim kare sayısı belirlenip toplam birim kare sayısı bulunmalıdır.



Görsel 3.38. Öğrenci 9'un OD6-1 Sorusundaki kenar uzunluğunu bulması

Öğrenci 9 tepsinin kenar uzunlukları ve birim karenin kenar uzunluğu hesaplamıştır (Bkz. Görsel 3.38.). Daha sonra tepsinin boy uzunluğunu ölçmek için kullanılan yuvarlaklarla sabit birim karenin kenarını 1 cm bulmuş ve tepsi üzerinde 1 cm'lik çaprazlar şekilde sürükleyerek satır-sütundaki birim kare sayısını bulmaya çalışmıştır (Bkz. Görsel 3.39.). Öğrenci 9 bu stratejiyi kullanırken araştırmacı tarafından dönüt verilerek uzunluk ve satır-sütun arasında ilişkiyi görmesi sağlanıp uygun strateji

Öğrenci 9'a buldurulmuştur. Öğrenci 9'un OD6-1 sorusuna verdiği cevap aşağıda verilmektedir.

Öğrenci 9: [Öncelikle soruya ait yönergeyi okumuştur.]

Araştırmacı: “Bak şu iki yuvarlağı görüyor musun? Bu iki yuvarlağın arasındaki mesafe bak buraya [mesafenin yazılı olduğu yeri göstererek] eşit.”

Öğrenci 9: “8cm”

Araştırmacı: “Evet.”

Öğrenci 9: [Kareyi göstererek] “bunu taşıyamıyoruz.”

Araştırmacı: “Evet taşıyamıyorsun.”

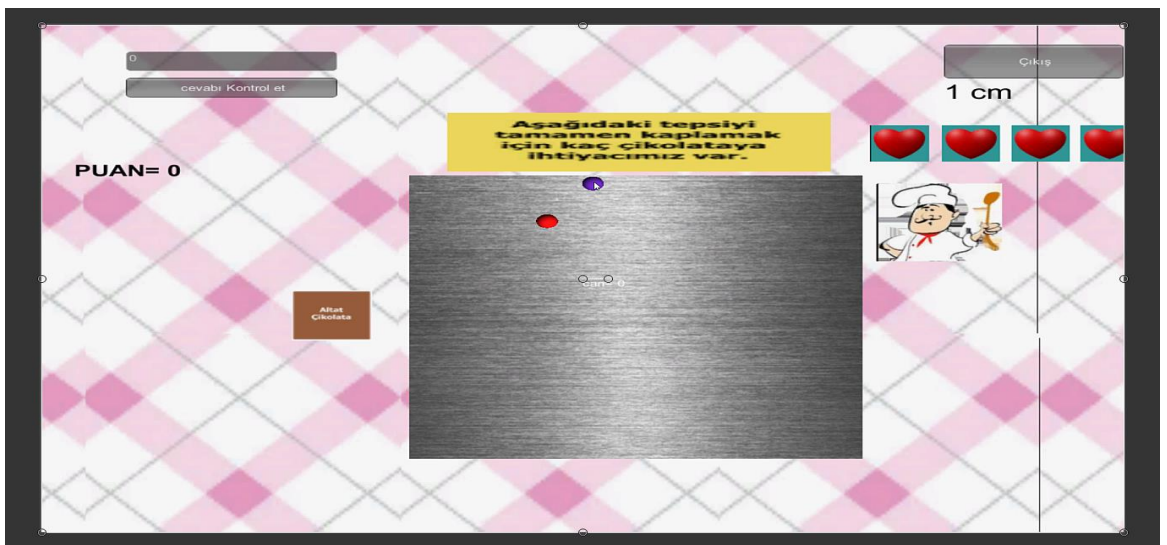
Öğrenci 9: “Bu diğer kenar da mı 8 cm?”

Araştırmacı: “Bak bir”

Öğrenci 9: [Yuvarlağı diğer kenara sürükleyerek o kenarın 8 cm olduğunu buluyor.]. “İkisi de 8 cm. Buraya kaç tane sığıyorsa onu bulacam. Kısa kenarla sonra (sütunları işaret ederek) hepsini sayacam.” [Daha sonra hayali olarak uzunluklara dikkat etmeden kareler oluşturmaya başladı.]

Araştırmacı: “Çikolatanın bir kenarını buldun mu?”

Öğrenci 9: [Yuvarlakları karenin kenarına getirerek bir kenarının 1 cm olduğunu bulmuştur. Daha sonra 1 cm uzunluğunu şekildeki gibi tepsinin üzerinde çapraz olarak sürükleyerek tek tek saymaktadır. Satırda 7 birim kare bulmuş ve 7’şerli sıralı toplama yapmıştır (bkz. Görsel 3.39.).]



Görsel 3.39. Öğrenci 9'un OD6-1 sorusundaki birim kenar uzunluğunu çapraz ölçmesi.

Öğrenci 9: [Her satırda 7 tane olduğunu ölçtükten sonra satırları göstererek] *Hepsinde 7 tane var.*

Araştırmacı: *Daha kısa bir yöntemle yapılabilir mi?*

Öğrenci 9: *Hepsinde 7 olduğu için 7'şerli toplarız. 7, 14, 21, 28 öyle gidiyorlar. [Yanlış cevabı görmüştür.].*

Araştırmacı: *Başka yolu yok mu?"*

Öğrenci 9: *Yok hocam eğer kareler olsaydı kullanabilirdim.*

Araştırmacı: *Tamam son bir ipucu veriyorum. Bu karenin (boyunu göstererek) 1 cm ise tepsinin şurası (boyunu göstererek) 8 cm ise, buraya bu karelerden kaç tane sığar.*

Öğrenci 9: *8 tane sığar. Peki şurası da mı aynı. [tepsinin enini göstererek].*

Araştırmacı: *Bir bak bakalım?*

Öğrenci 9: [Endeki uzunluğu ölçerek 8 cm olduğunu bulmuştur. Daha sonra eliyle 8'er sıralı toplamayı 8 defa yaparak 64 olan doğru sonuca ulaşmıştır.].

Araştırmacı: *Anladın mı?*

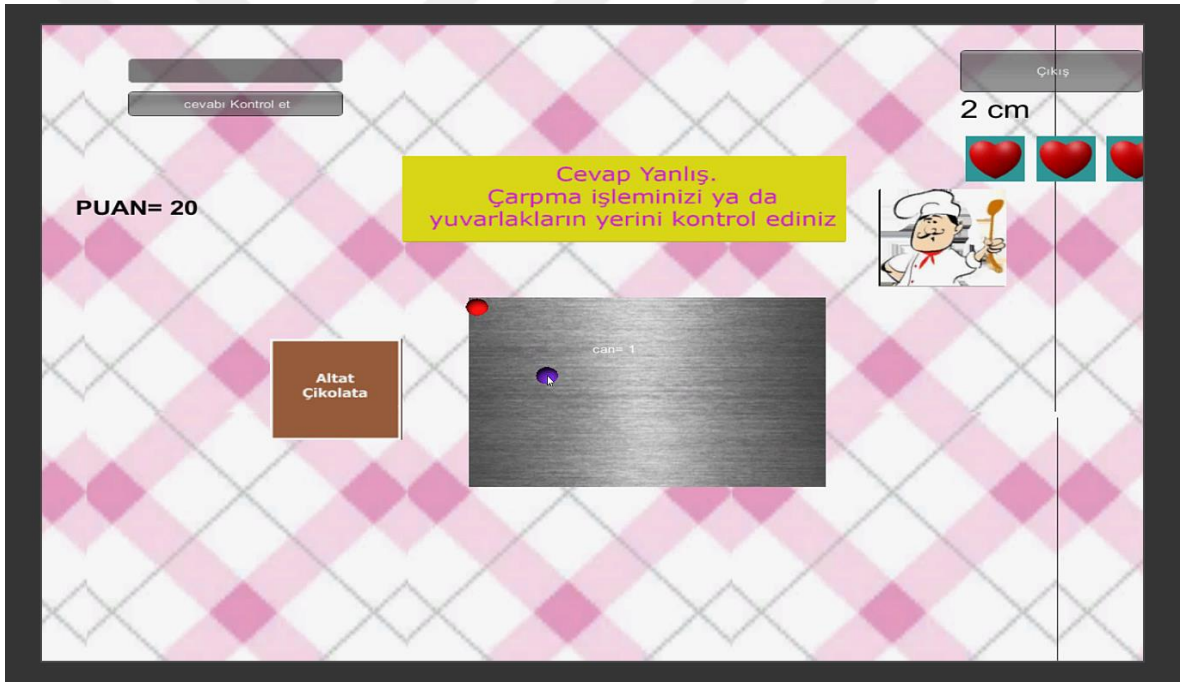
Öğrenci 9: *Öğretmenim sadece kenarları çarptım.*

Öğrenci 9 OD6-1 sorusunda kenar uzunluklar ile satır ve sütun ilişkisini tam anlamadığı görülmüştür. Öğrenci 9 tekrarlama eylemini kullanması zaten kenar uzunluğunu hesaplamaktan daha zordur ve yanlış yapma ihtimali daha da yükseltmiştir. Ayrıca kenar uzunluğunu kullanarak tepside çapraz uzunlukları yapmak başka bir deyişle kenar uzunluğu ile köşegen uzunluğunu eşit olarak görmesi uzunluk kavramında başlangıçta sorun olduğu anlamına gelmektedir. Ancak araştırmacının Öğrenci 9'a verdiği dönütü satır-sütun ile ilişki kurmasını sağlayarak Öğrenci 9'un strateji değişikliğini kolaylaştırmıştır.

Öğrenci 9 OD6-1 sorusuna benzer yapıda olan OD6-2 sorusunda kenarları bulmuş ve birbiriyle çarparak doğru sonuca ulaşmıştır. Ancak OD6-3 sorusunda birim farklı bir büyüklükte olduğundan OD6-2'deki gibi kenarları birbirine çarparak sonuca ulaşmak istemiş ancak doğru cevaba ulaşamamıştır. Bunun nedenini araştırmak için birimin bir kenarını ölçmüş ve 2 cm olduğu görmüştür. Tekrar tüm uzunluk yerine çapraz tekrarlama stratejisi kullanmış yine yanlış cevap bulmuştur. Bu sefer araştırmacı çapraz kullanım için dönüt vermemiştir. Öğrenci9 eni ölçerken yuvarlakları çapraz yerine doğrusal yerleştirmeye başlamıştır ve birim karenin kenar uzunluğunu kullanmıştır. Bu şekilde

doğru sonuca ulaşmıştır. Öğrenci9'un OD6-3 sorusuna verdiği cevap aşağıda verilmektedir:

Öğrenci 9: [Eski sorulardan elde ettiği sonuca göre sadece kenarları ölçmüş ve birbiriyle çarpmıştır. Ancak bu sefer çikolatanın bir kenarı 2 cm olduğundan dolayı cevap yanlıştır. Daha sonra çikolatanın bir kenarını ölçmüş ve 2 cm olduğunu görmüştür. Yine en başında ilk soruda geliştirdiği ve şekildeki gibi yuvarlakları çapraz koyarak elde ettiği 2 cm uzunluğunu kullanmaya çalışmıştır. Bu şekilde sütundaki değeri bulmuştur ama satırı bulmadığı için 2'şerli rastgele sıralı toplama yapmış ve 12 olan yanlış sonuca ulaşmıştır. Daha sonra Görsel 3.40.'deki gibi çapraz yapmış ve boyda iki tane birim kare bulmuştur].



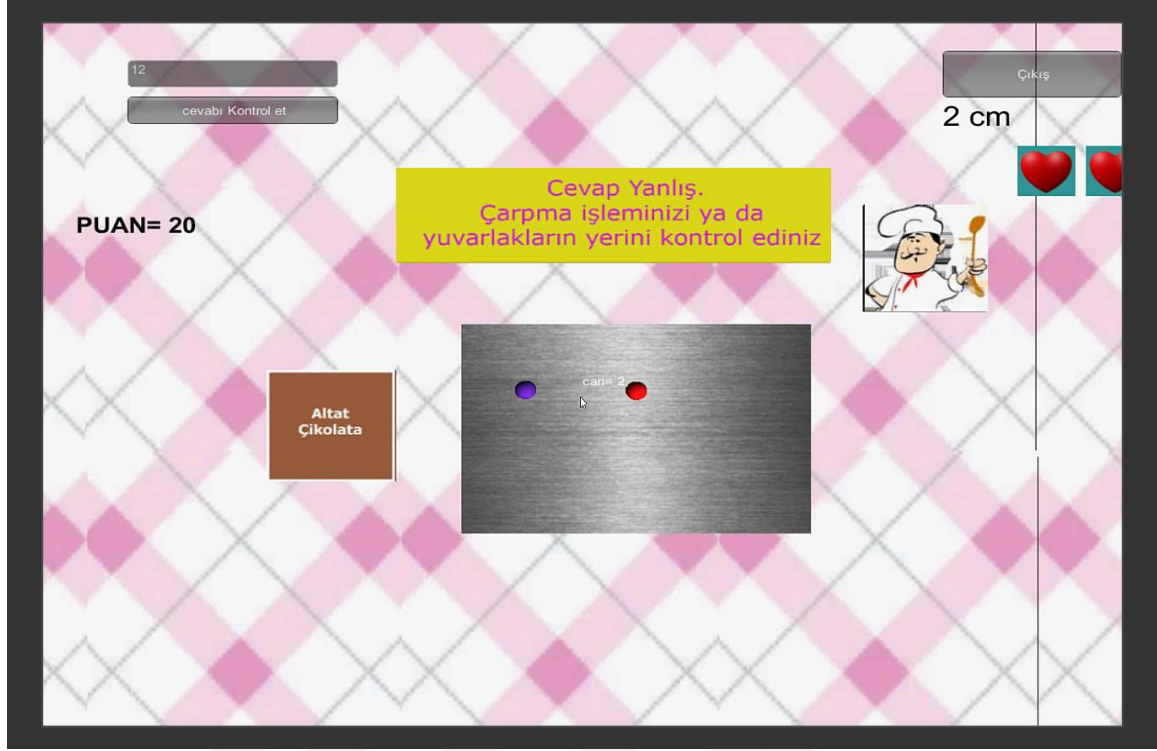
Görsel 3.40. Öğrenci 9'un OD6-1 sorusundaki birim kenar uzunluğunu çapraz ölçmesi.

Araştırmacı: *Buraya iki tane sığıyor dedin (eni göstererek) peki buraya (satır) kaç tane sığıyor o zaman?*

Öğrenci9: (Bu sefer Görsel 3.41. gibi 2 cm aralıklarla tepsi üzerinde hesaplama yapmaktadır. Ende 3 tane kare olduğunu bulmuştur.) *Öğretmenin yan yana üç tane sığıyor alt alta 2 tane sığıyor.*

Araştırmacı: *O zaman toplamda kaç tane olması lazım?*

Öğrenci 9: *6 tane.*



Görsel 3.41. Öğrenci9'un OD6-3 sorusundaki birim kenar uzunluğunu kullanması.

Öğrenci 8 OD6-1 sorusunda kenar yerine alan hesaplamak için çevreyi kullanmıştır. OD6-1 sorusunda Öğrenci 8 birim karenin çevresini yuvarlaklarla ölçerek 4 cm olarak bulmuştur. Daha sonra tepsinin bir kenarını hesaplamış ve 8 cm olduğunu bulmuştur. Çevreyi kenar gibi düşünmüş ve tepsinin kenarına iki tane birim kare geleceğini belirtmiştir. Öğrenci önce bu stratejiyi denemiş ancak yanlış olduğunu tepsi üzerinde 1 cm'lik uzunluğu ölçtüğünden (Bkz. Görsel 3.42.) ve araştırmacının sorularından sonra birim karenin 1cm olan bir kenarını kullanarak satır ve sütundaki birim kareyi belirlemiştir. Daha sonra bu iki değeri çarparak doğru sonuca ulaşmıştır. Öğrenci8'in OD6-1 sorusuna ilişkin cevabı aşağıda bulunmaktadır:

Araştırmacı: *"Bu iki topu görüyor musun? Bu iki top arası mesafe bak şurada yazıyor. Bu çikolataların da boyutları farklı bunlara dikkat et."*

Öğrenci 8: [Önce karenin enini ve boyunu ölçtü ve daha sonra tepsinin boyunu ölçtü] *Şimdi bu 4 [karenin çevresini söylüyor] bu da 8 [tepsinin bir kenarından bahsediyor] buraya [tepsinin bir kenarına] 2 kare gelir.*

Araştırmacı: *Buraya [sütunu göstererek] iki kare mi sığar?*

Öğrenci 8: *4 tane sığar.*

Araştırmacı: *Tamam cevabını yaz.*

Öğrenci 8: [Yuvarlaklar arası mesafeyi kullanarak tepsinin üzerinde bir kenarı 1 cm olan hayali bir kare oluşturdu (Görsel 3.42.).] *Eğer burası 1 cm [karenin bir kenarı] ise burası 8 cm [tepsinin bir kenarı] buraya 8 tane sığar.*

Araştırmacı: *Tamam.*

Öğrenci 8: *Buraya da 8 tane sığar. 8 kere 8 64 sonucuna ulaşırız.*



Görsel 3.42. Öğrenci 8'in OD6-1Sorusundaki birim kenar uzunluğunu kullanması.

Bu soruda da Öğrenci 8 sütundaki birim kare sayısını belirtmek için birim karenin çevre uzunluğunu kullanmıştır. Dijital oyunun öğrencilere anlık uzunluk hesaplaması yapmasına izin vermesi Öğrenci 8'in sütuna sığacak birim kare sayısını daha mantıklı bir değer olması gerektiğini görmesini sağlamıştır. Bu şekilde birim karenin çevresinin alan hesaplamalarında etkili olmayacağını göstermektedir.

OD6-1 sorusunda Öğrenci 7 tepsinin çevresinin yarısını kullanmıştır. Öncelikle tepsinin kenarlarını ölçmüş ve 8 'er cm bulmuştur daha sonra bu iki kenarın uzunluklarını toplamıştır ve satırı 16 olarak belirterek 8'şerli sıralı toplama yapmaya başlamıştır. Ancak stratejisinin yanlış olduğunu görüp birim karenin bir kenarının uzunluğunu ve daha sonra kenarların uzunluklarını belirlemiş, satır ve sütunlardaki birim kare sayısını bulmuş ve bu iki değeri çarpmış ve doğru sonucu bulmuştur. Öğrenci7'nin OD6-1 sorusuna ilişkin cevabı aşağıda bulunmaktadır:

Öğrenci 7: *Bu kenarı 8 cm öteki kenarı da 8 cm[eni kast ederek].*

Araştırmacı: *Peki kaç tane sığar.*

Öğrenci 7: *Burada 8 [satırı göstererek] ve burada da 8. 16 tane.*

Araştırmacı: *Peki toplamda kaç tane sığar.*

Öğrenci 7: *Çok sığar 8, 16, 32,...72.*

Araştırmacı: *Kaçar kaç ar sayıyorsun?*

Öğrenci 7: *Devamını sayacağım. 96, 104, 112, 120, 136, 144, 152.* [16'şar saymaya başlıyor.152 cevabını boş kutucuğa yazmaktadır. Cevap yanlış]

Araştırmacı: *Burası ne kadar* [tepsinin boyunu göstererek] *8 cm, peki diğer taraf.*

Öğrenci 7: [Karşı kenarı ölçüyor 8 cm. Sonra enini ölçüyor 8 cm enin karşısındaki kenarı ölçüyor 8 cm] *O zaman 8 kere 8 64 mü?* [cevabı yazıyor ve doğru cevabı görüyor.]

Oyunda çevre alan ilişkisi oyun içi uzunluk hesaplama aracıyla ve yanlış cevap dönütleri yardımıyla gelişebilir. OD6-1 sorusu ile Öğrenci7 uzunluk kavramı ile satır ve sütun becerisini birlikte nasıl kullanacağını keşfetmiştir. Öğrenci7 ilk başta birim kare sayılarını belirlemek için OD6-1 sorusunda tepsinin çevresinin yarısını kullanmıştır. Daha sonra elde edilen değerin çok büyük olduğunu görmüş ve cevabın yanlış olduğunu anlamıştır. Satır-sütun ile ilişki kurarak strateji değiştirmiş ve doğru sonuca ulaşmıştır.

Öğrenci7 OD6-2 sorusunda ise önce birim karenin kenarlarını ve daha sonra tepsinin kenarlarının uzunluklarını belirlemiştir. Öğrenci7 tepsinin boyunda 1 cm aralıklara bölerek satırdaki birim kare sayısını bulmaya çalışmıştır. Ancak sürüklemesi sırasında birim karelerin yerini tam olarak belirlemediği için doğru sonuca ulaşamamıştır. Daha sonra boyun tüm uzunluğunu kullanmış ve bu uzunlukları kullanarak doğru sonuca ulaşmıştır. Öğrenci 7'nin OD6-2 sorusuna cevabı aşağıda verilmektedir.

Öğrenci 7: *Aynı türden soru mu?*

Araştırmacı: *Evet.*

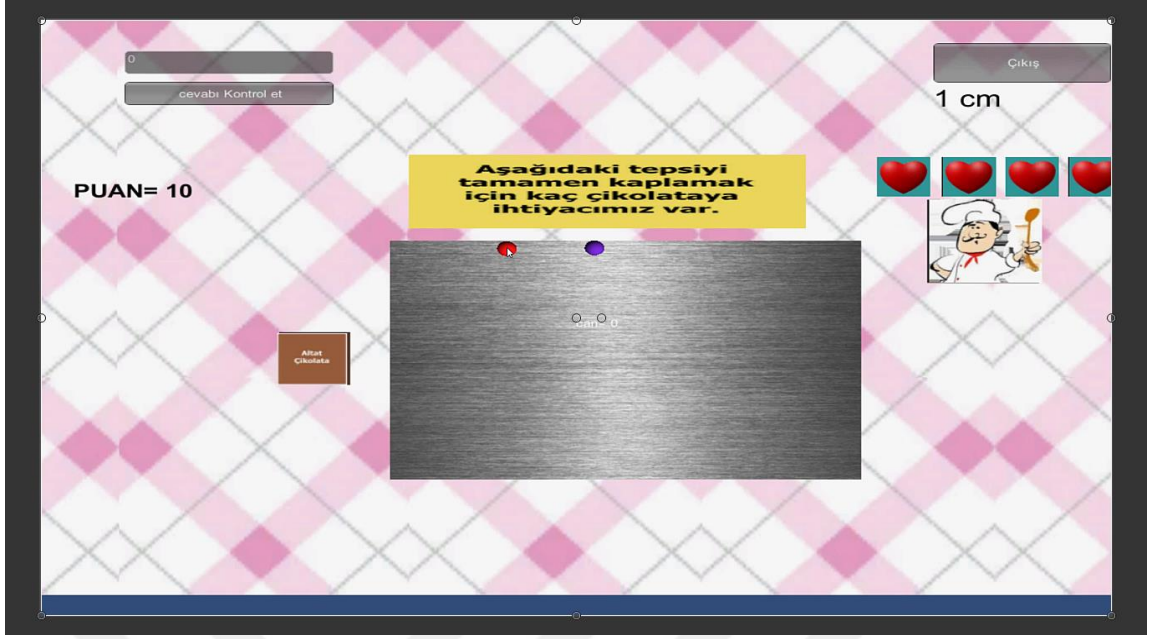
Öğrenci 7: [Önce karenin enini ve boyunu ölçmüş ve 1 cm bulmuştur. Daha sonra tepsinin enini ölçmüş ve 6 cm bulmuştur. Daha sonra boyu 1 cm aralıklara bölerek ve her aralık için 6'şarlı sıralı toplama yaparak (Bkz. Görsel 3.43) cevaba ulaşmaya çalışmış ama yuvarlakların yerini tam olarak belirleyemediği için 42 olan yanlış cevabı bulmuştur.]

Araştırmacı: [Boyunu göstererek] *Burası kaç cm'dir?*

Öğrenci 7: *9 cm*

Araştırmacı: *O zaman buraya kaç kare sığar.*

Öğrenci 7: *9 tane toplamda da 9 kere 6, 54 tane sığar.*



Görsel 3.43. Öğrenci7'nin OD6-2 sorusunda yuvarlakları sürüklemesine ilişkin görseli

Kenar uzunluğu ile alan arasındaki ilişkinin tam anlamıyla oluşmasından önce satır-sütun ilişkisi ile tüm kenar uzunluğu arasında ilişkinin tam anlamıyla oturması gerekmektedir. Birim karenin kenar uzunluğu yerine çevresini ya da köşegenini kullanan öğrenciler satır ve sütun ilişkisini kazanmış ama kenar uzunluğu ile bu ilişki arasındaki bağlantıyı tam anlamıyla oluşturamamışlardır.

Öğrenci 4 OD6-1 ve OD6-2 sorularında pekiştireç ve fazladan soruya ihtiyaç duymadan kendiliğinden tüm eni ve boyu hesaplama stratejisini kendisi geliştirmiştir. Öğrenci 4'ün OD6-1 sorusuna verdiği cevabı aşağıda bulunmaktadır:

Öğrenci 4: [Kolaylıkla en, boy ile çikolatanın kenarı arasındaki ilişkiyi fark etmiştir. Tepsinin boyunu ölçerek, 8 cm olduğunu öğrenmiştir ve buraya sığacak çikolatayı belirlemiştir. Ancak eni belirlemeden 10 tane sığacağını göz kararı tahmin etmiş ve sonucun 80 olduğunu söylemiştir.] *1 cm buraya 8, toplamda 80 tane.*

Araştırmacı: *Sonucu yaz.[cevabı yanlış olduğunu görüyor.] Neden 80 tane?*

Öğrenci 4: [Daha sonra göz kararı çikolataları belirlemeye çalışıyor. Bulamayınca daha sonra eni ve boyunun ölçüyor ve her ikisinin de 8 cm olduğunu buluyor.] *8 çarpı 8, 64.*

Öğrenci 4 gibi Öğrenci 5 'de bu düzeydeki OD6-1 ve OD6-2 sorularını çözmek için pekiştirece ihtiyaç duymamıştır. Öğrenci 5'e verilen dönütler stratejilerini belirlemeye yönelik değildir. Daha çok işlem hatasını göstermek için verilmiştir.

Hatalarını görerek doğru stratejiye kendiliğinden ulaşmıştır. Öğrenci 5'ün OD6-1 sorusuna yönelik cevabı aşağıda bulunmaktadır.

Araştırmacı: *Şimdi burada iki top arasındaki mesafe burada görülüyor. Bu küçük karelerde bu tepsinin içerisine kaç tane sığar diye aynı soruyu soruyorum. Bak görüyor musun bu ikisi arasında üç cm var.*

Öğrenc5: [Tepsinin boyunu ölçmeden sadece enini ölçerek 8 cm bulmuştur. Bundan dolayı sütun boyunca 8'erli toplama yapmıştır. Ve yanlış sonuç olan 48'i bulmuştur.] *Burada iki top arası 8 cm var.*

Araştırmacı: *Evet 8 var.*

Öğrenc5: *Burada da 8 cm var.* [Sütunu göstermiştir. Bu safer satır boyunca 8'erli toplamaya başlamıştır. 56 olan yanlış sonuca ulaşmıştır.] *"Nasıl oluyor?"*

Araştırmacı: *Şimdi burası (satırı gösteriyor) kaç cm?*

Öğrenc5: *8 cm.*

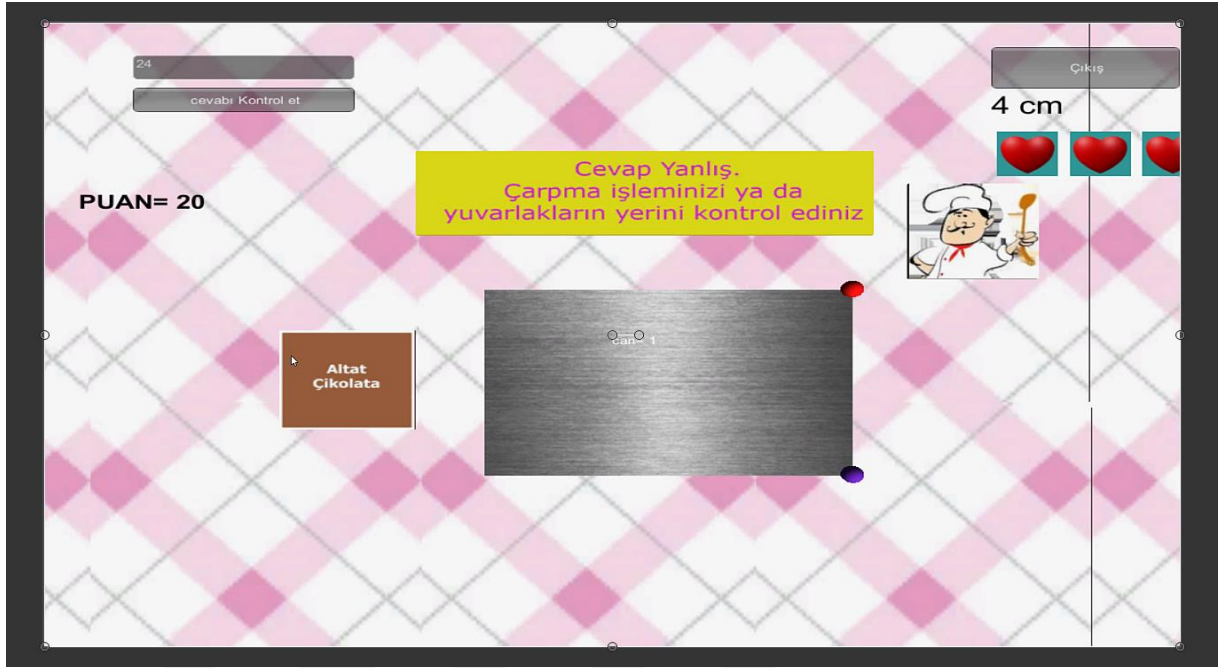
Araştırmacı: *Burası [sütunu gösteriyor] kaç cm?*

Öğrenc5: *8 cm. Doğru ya 64 olur.*

OD6-3 ve OD6-4 sorularında birimlerin kenar uzunlukları ilk iki sorudan daha büyüktür. Bu şekilde birim karenin büyümesi ile tepsiye sığan birim kare arası ilişkiye dikkat çekilmesi istenmiştir. Bir başka deyişle ölçme ile oran arasında nasıl bir ilişki olduğunun farkına varılması amaçlanmıştır.

Öğrenci6 ilk başlarda birimin kenar uzunluğunun artmasının birim kare sayısını nasıl etkileyeceğini bilmemektedir. Önce diğer sorulardaki gibi birim karenin bir kenarını 1 cm olarak düşünmüş ve eski stratejiyi uygulamış ve yanlış olduğunu görmüştür. Daha sonra birim karenin bir kenarının 2 cm olduğunu hatırlamış ve tüm birim kare sayısını 2 ile çarpmıştır ve yine yanlış sonuca ulaşmıştır. Öğrenci 6 başlangıçta birimin büyümesiyle birim sayısının artacağını düşünmüştür. Bir başka deyişle birim kare boyu ile birim kare sayısı arasında doğru orantı olduğunu düşünmüştür. Araştırmacı Öğrenci 6'ya satır ve sütun becerisini ilişkilendirmesine dikkat çekerek doğru stratejiyi kullanmasını sağlamış ve Öğrenci 6 satır ve sütundaki doğru sayıdaki birim kareyi bulmuştur. Birim kare boyu ile birim kare sayısı arasında ters orantı olduğunu fark etmiştir. Öğrenci 6'nın OD6-3 sorusuna yönelik cevabı aşağıdadır:

Öğrenci 6: [Önce karenin enini ve boyunu ölçmüş ve 2 cm sonucunu görmüştür. Daha sonra tepsinin enini ve boyunu ölçmüş ve sırasıyla 6, 4 cm sonuçlarına ulaşmıştır.] *Cevap 24.[sonucu yanlış olduğunu görmüş (Bkz. Görsel 3.44.).]*



Görsel 3.44 Öğrenci 6'nın OD6-3 Sorusunda birimin boyutuna dikkat etmediğine ilişkin görseli.

Araştırmacı: Karenin daha önceki karelerden daha büyük olduğuna dikkat et.

Öğrenci 6: O zaman 24 ile 2'yi çarpacağız.

Araştırmacı: Neden?

Öğrenci 6: Öyle.

Öğrenci 6: [Verdiği cevabın yanlış olduğunu düşünüp]"O zaman 8 tane"

Araştırmacı: Neden 8 tane?

Öğrenci 6: 4 ile 2'yi çarptım. [Neden çarptığını söyleyemedi.]

Araştırmacı: Daha önce yaptığın gibi yapacaksın. Ene kaç kare sığar.

Öğrenci 6: 6 tane.

Araştırmacı: 6 tane mi?

Öğrenci 6: Buldum. 3 tane gelir.

Araştırmacı: Neden?

Öğrenci 6: 2 cm olduğu için.

Araştırmacı: Boya kaç tane gelir?

Öğrenci 6: 3 tane toplam 6 tane olur. [6 olan doğru cevabı boş kutucuğa yazmış ve tebrikler cevabını görmüştür].

Öğrenci4 ise OD6-3 sorusunda önce birim karenin köşegenini ile tepsinin kenarlarını ölçmüştür. İlk sorularda birim karenin 1 cm olduğundan etkilenecek tepsinin

kenarları birbirine çarpmış ve cevabın yanlış olduğunu görmüştür. Daha sonra strateji değiştirmiş ve birimin kenarını ölçmüş ve 2 cm olduğunu görmüştür. Bu sefer tepsinin her bir kenarını 2 ile çarpmış ve daha sonra bu kenarlarını birbirine çarpmıştır. Araştırmacının bu stratejiyi neden kullandığını sorduğunda ve oyunda verilen dönütle birlikte bu sefer satır ve sütunlarda birim kare sayısının azalması gerektiğini anlamış ve doğru sonuca ulaşmıştır. Öğrenci4'ün OD6-3 sorusuna verdiği cevap aşağıda bulunmaktadır:

Öğrenci 4: [Çikolatanın köşegenini ölçüyor ve 3 buluyor. Bu 3 cm. Daha sonra tepsinin enini ve boyunu ölçüyor. 4 ve 6 sonucuna ulaşıyor. Daha sonra 6 ile 4'ü çarpıyor. 24 sonucunu boş kutucuğa yazıyor ve yanlış olan sonucu görüyor.]. *Bu üç cm.*

Araştırmacı: *Bir daha ölç bakayım.*

Öğrenci 4: [Bu sefer kenarları ölçüyor.] *2 cm. 4 cm kenarlı tepsiye 8 tane sığar, 6 cm kenara 12 tane sığar. Cevap 96.*

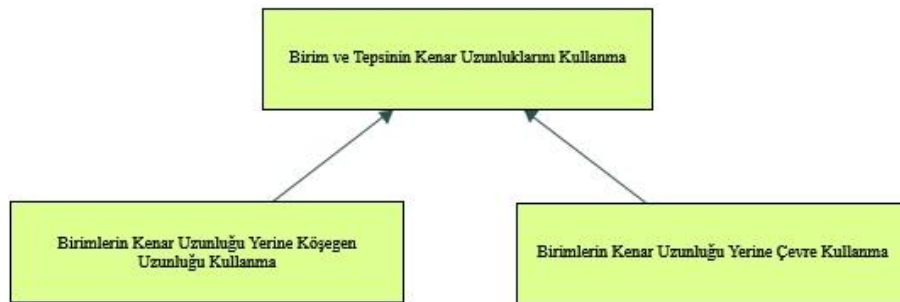
Araştırmacı: *Bir kenar 4 cm neden buraya 8 tane sığar dedin?*

Öğrenci 4: *2 cm.*

Araştırmacı: *Hayır burası* [Tepsinin enini gösteriyor] *4 cm. Neden buraya 8 tane sığar dedin?*

Öğrenci 4: *Burası 4 cm buraya 2 tane sığar, burası 6 cm buraya 3 tane sığar. Cevap 6 oluyor.*

Öğrenciler genellikle birim karenin büyümesiyle tepsiye sığacak çikolata sayısının artacağını düşünmektedir. Kenar alan ilişkisi arasında bir oran olacağını bilmekteler ancak ters orantılı bir şekilde artacağını düşünmemektedirler. Araştırmacı tarafından verilen fazladan sorularla bu sorun giderilmiştir. Şekil 3.4. ölçme kavramında öğrencilerin geliştirmiş oldukları stratejileri gösteren bir şema verilmektedir.



Şekil 7.4. Ölçme kavramını öğrencilerin uyguladıkları stratejiler

Şekil 3.4. incelendiğinde öğrencilerin başlangıçta iki farklı strateji geliştirdiği görülmektedir. Bunlardan birincisi birimin kenar uzunluğu yerine köşegeni kullanma bir diğeri ise birimin çevre uzunluğunu kullanarak satır-sütundaki birim kare sayısını belirlemeye çalışmıştır. Kullanmış oldukları stratejiler yanlış olduğu için öğrenciler strateji değiştirmiş ve tepsinin kenar uzunluğu ile birimin kenar uzunluğunu bulmuş ve bu değerleri kullanarak sıra-sütundaki birim kare sayısını belirlemiştir.

3.3. Katılımcıların Alan Kavramının Dijital Oyun Sonrası Mevcut Durumlarına Yönelik Bulgular

Dijital oyun oynatıldıktan sonra öğrencilere tekrar Battista (2003) tarafından tanımlanmış klinik görüşme soruları yapılmıştır. Bu görüşme soruları sonunda tüm öğrenciler 6. seviyeye yükselmiştir. Ayrıca tüm öğrencilerde birim kare ve kaplama kavramları gelişmiştir. Öğrencilerin kaplama kavramını değerlendirmek için Outhred ve Mitchelmore (2000) bulmuş oldukları seviyeler göz önüne alınmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin tamamı Outhred ve Mitchelmore (2000) tanımlanmış oldukları seviyelerin son basamağına olan 3. seviye ölçmeye ulaştıkları görülmüştür. Oyun sonrası son görüşmelerden elde edilen bulgular;

- birim kavramı
- kaplama eylemi
- satır-sütun ilişkisi

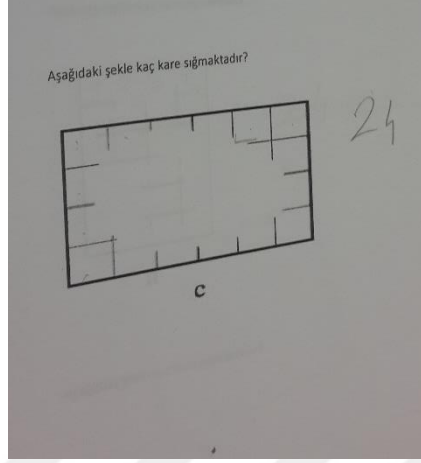
temaları altında sunulmuştur.

3.3.1. Birim kavramı

Bu bölümde öğrencilerin dijital oyun sonunda birim kare kavramındaki gelişmeleri incelenmiştir. Birim kare alan kavramının en temel kavramlarından biridir (Lehrer, 2003). Batista'nın (2003) 6. seviyesine gelinebilmesi için öncelikle birim kavramı oluşmalıdır.

Öğrenci 1 ön görüşmede farklı büyüklükte ve şekillerde kareler çizmiştir. Farklı büyüklükte kareler çizdiği için satır ve sütunlarda fazladan birim kare oluşturmuş ve birim kareleri doğrusal çizememiştir. Bundan dolayı satır-sütunları oluşturamamıştır. Dijital oyun sonundaki son görüşmede öğrenci birim kareleri anlamlandırdığı için hiçbir çizime ihtiyaç duymadan sadece satır ve sütunları sayarak toplam birim kareyi bulmuştur. Öğrenci 1'in araştırmacı ile yaptığı son görüşme aşağıda verilmektedir:

Öğrenci 1: [Önce satır ve sütunda bulunan kareleri belirliyor (bkz. Görsel 3.45.)]
Burada 4 tane var (sütunu göstererek), burada da 6 tane var (satırı göstererek)
ve (sonra bu bulduğu iki değeri birbirine çarpıyor)-6 kere 4 24 .



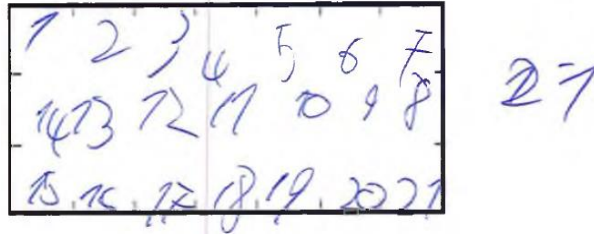
Görsel 3.45. Öğrenci 1'in son görüşme cevabı

Öğrenci 2 ise ön görüşmede farklı büyüklükte ve şekillerde birim kareler çizmiştir. Araştırmacının vermiş olduğu dönütlere rağmen birim kareyi bu şekilde çizmeye devam etmiştir. Son görüşmede ise Öğrenci 2 çizim yapmadan önce sistematik birim kareleri saymış araştırmacının nasıl daha kolay yapabilirsin sorusu üzerine satır ve sütunları kullanmıştır. Öğrencinin çizim yapmadan satır ve sütunları kullanması ya da sistematik sayması birimin eşit olduğu fikrin geliştiğini göstermektedir. Bundan sonraki tüm sorularda satır ve sütun kullanmıştır. Öğrenci 2'nin araştırmacı ile yaptığı son görüşmesi aşağıda verilmektedir:

Araştırmacı: *Şimdi buraya (dikdörtgeni göstererek) kaç birim kare (elindeki birim kareyi göstererek) sığdığını bulmanı istiyorum.*

Öğrenci 2: [Önce üst sütundaki birim kareleri saymaya başlamıştır. Daha sonra altındaki satırı saymış ve en son en alt satırı saymıştır.] 21

Araştırmacı: *Şimdi yazarak göster.* [Öğrenci 2 aşağıdaki şekilde yazmıştır (Bkz Görsel 3.46.)]



Görsel 3.46. Öğrenci2'in son görüşme cevabı

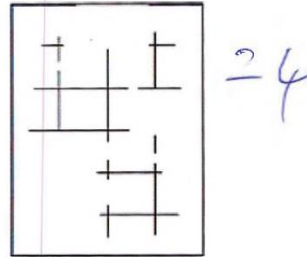
Araştırmacı: *Tamam aşağıdaki soruya geçelim. Sence bu soruyu daha kolay nasıl çözebilirsin?*

Öğrenci 2: *Önce şurayı sayarım [satırı göstererek] sonra şurayı sayarım [sütunu göstererek] sonra birbiriyle çarparım.*

Araştırmacı: *Tamam yap o zaman."*

Öğrenci2: "[önce satırı sayıyor] 4 ve [sütunu sayıyor] 6. 6 çarpı 4, 24 (Bkz. Görsel 3.47.)

Aşağıdaki şekle kaç kare sığmaktadır?



Görsel 3.47. Öğrenci2'in son görüşme cevabı

Dijital oyun sonunda tüm öğrencilerde birim kavramı oluşmuş ve birimlerin birbirine eşit olduğunu öğrenmişlerdir. Çünkü öğrenciler sadece satır-sütunlardaki birim kareleri çizime ihtiyaç duymadan zihinsel olarak belirlemektedir. Buradan da öğrencilerin birimin birbirine eşit büyüklükte ve şekilde olması gerektiği fikrinin geliştirdiği anlamı çıkarılmıştır.

3.3.2. Kaplama eylemi

Kaplama eylemi satır-sütun becerisinin gelişimi için temel kavramlardan biridir. Kısaca Kaplama (boşluk doldurma) birimlerle açı, uzunluk, alan ve hacimleri boşluk bırakmayacak şekilde tamamen kaplama ve daha sonra bu birimlerin sayılması olarak

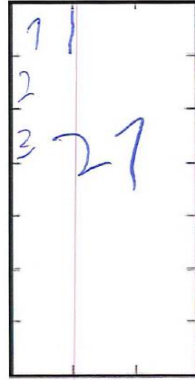
tanımlanabilir (Lehler, 2003). Bu çalışmada öğrencilerin kaplama eylemini değerlendirmek için Outhered ve Mitchelmore'un (2000) ortaya koymuş oldukları seviyeler göz önüne alınmıştır.

Ön görüşmede Öğrenci 2 tüm dikdörtgeni tamamen kaplayamamış ve boşluklar bırakmıştır. Bundan dolayı ön görüşmede Outhered ve Mitchelmore (2000) göre 0. tamamlamamış kaplama seviyesinde bulunmaktadır. Son görüşmede ise Öğrenci 2 çizim yapmaya ihtiyaç duymadan zihinsel olarak satır ve sütunlardaki birim kareleri belirlemiş ve dikdörtgeni zihinsel olarak kaplayarak tüm birim kareleri belirlemiştir (Bkz. Görsel 82). Bu şekilde çözüm yapan öğrenciler Outhered ve Mitchelmore (2000) göre 3. ölçme seviyesine yükselmiştir. Öğrenci2'nin cevabı aşağıdaki gibidir:

Araştırmacı: *Tamam şimdi bu soruya geçelim.*

Öğrenci2: *Burada 7 tane var, burada da 3 tane var. İkisini çarptığımızda 7 kere 3 eşittir 21 oluyor.* (Bkz. Görsel 3.48)

Aşağıdaki şekle kaç kare sığmaktadır?



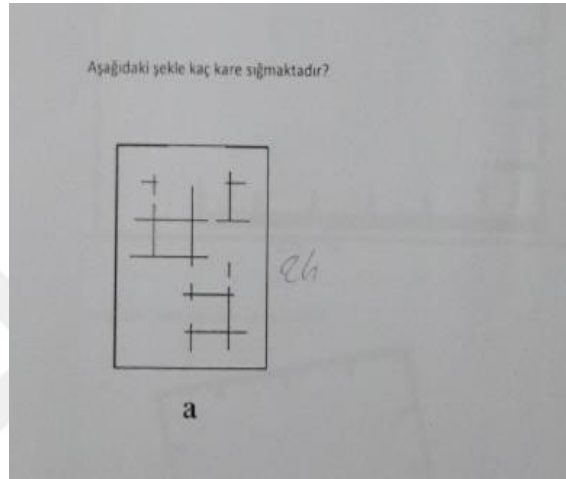
Görsel 3.48. Öğrenci 2'in son görüşme cevabı

Ön görüşmede Öğrenci 5 ise birim kareleri hiçbir şekilde yan yana çizmemekte ve tüm birim kareleri farklı yerlerde çizmektedir. Bundan dolayı Outhered ve Mitchelmore (2000) göre 0. tamamlamamış kaplama seviyesinde bulunmaktadır. Öğrenci 5 son görüşmede çizim yapmaya ihtiyaç duymadan zihinsel olarak satır ve sütunlardaki birim kareleri belirlemiş ve bu değerleri çarparak tepsideki tüm birim kare sayısını belirlemiştir (Bkz. Görsel 3.49.). Bu şekilde çözüm yapan öğrenciler Outhered ve Mitchelmore (2000) göre 3. ölçme seviyesinde bulunmaktadır. Öğrenci 5'in cevabı aşağıda bulunmaktadır:

Araştırmacı: *Şimdi burada tamamlanmamış bir dikdörtgen bulunuyor. Burada şu çizilmiş karelerden aynısından bu dikdörtgen içerisine çizmen isteniyor.*

Ancak çizmeden bulmanı istiyorum.

Öğrenci 5: [Önce satırı saymaya başlamıştır] 1, 2, 3, 4 [daha sonra sütunu saymıştır] 1, 2, 3, 4, 5, 6 [sonra dörderli sıralı toplama yapmıştır.] 4, 8, 12, 16, 20, 24 [böylece doğru sonuca ulaşmıştır (Bkz. Görsel 3.49.).]



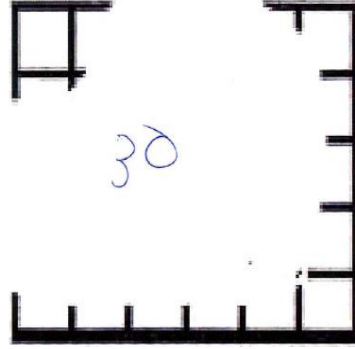
Görsel 3.49. Öğrenci 5'in son görüşme cevabı

Öğrenci 6 ön görüşmede dikdörtgenlerde boşluk bırakmadan ya da üst üste binmeden dikdörtgeni tamamen kaplamıştır. Ancak birimleri farklı büyüklükte ve şekilde çizdikleri için satır-sütunları düzenli bir şekilde çizememiştir. Outhered ve Mitchelmore (2000) göre Öğrenci 6 1.seviyesinde ilkel kaplamadır. Öğrenci6 son görüşmede çizim yapmaya ihtiyaç duymadan zihinsel olarak satır ve sütunlardaki birim kareleri belirlemiş ve bu değerleri çarparak tepsideki tüm birim kare sayısını belirlemiştir (Bkz. Görsel 3.50.). Bu şekilde çözüm yapan öğrenciler Outhered ve Mitchelmore (2000) göre 3. seviye ölçmede bulunmaktadır. Öğrenci 6'nın cevabı aşağıda bulunmaktadır:

Araştırmacı: *Tamam şimdi bu soruyu yap.*

Öğrenci 6: [Önce sütunu saymış ve sonra satırı saymış (Bkz. Görsel 3.50.)] 6 çarpı 5 eşittir 30.

ağıdaki şekle kaç kare sığmaktadır?



Görsel 3.50. Öğrenci 6'in son görüşme cevabı

Çalışma sonunda tüm öğrencilerin tamamı Outhered ve Mitchelmore (2000) tarafından tanımlanmış seviyelerin son basamağına olan 3. seviye ölçmeye ulaştıkları görülmüştür. Bu seviyeye göre öğrenciler birim kareleri dikdörtgende zihinsel olarak dikdörtgeni kaplayabilir, sadece satır ya da sütünü birim kareleri belirlemek için kaplanabilir. Tablo 3.3.'de tüm öğrencilerin ön görüşme ve son görüşme sonundaki seviye gelişimleri verilmektedir.

Tablo 3.3. Öğrencilerin ön görüşmelerinde-son görüşme Outhered ve Mitchelmore (2000)'a göre kaplama seviyeleri.

Öğrenciler	Ön görüşme kaplama seviyeleri.	Son görüşme kaplama seviyeleri.
Öğrenci1	1.seviye(İlkel kaplama)	4.seviye(diziye ima etme, ölçme)
Öğrenci2	0.seviye(Tamamlanmamış Boşluk Doldurma)	4.seviye(diziye ima etme, ölçme)
Öğrenci3	0.seviye(Tamamlanmamış Boşluk Doldurma)	4.seviye(diziye ima etme, ölçme)
Öğrenci4	0.seviye(Tamamlanmamış Boşluk Doldurma)	4.seviye(diziye ima etme, ölçme)
Öğrenci5	0.seviye(Tamamlanmamış Boşluk Doldurma)	4.seviye(diziye ima etme, ölçme)
Öğrenci6	1.seviye(Görsel kaplama)	4.seviye(diziye ima etme, ölçme)
Öğrenci7	0.seviye(Tamamlanmamış Boşluk Doldurma)	4.seviye(diziye ima etme, ölçme)
Öğrenci8	2.seviye(somut kaplama kavramı tam gelişmiş)	4.seviye(diziye ima etme, ölçme)
Öğrenci9	1.seviye(Görsel kaplama)	4.seviye(diziye ima etme, ölçme)
Öğrenci10	0.seviye(Tamamlanmamış Boşluk Doldurma)	4.seviye(diziye ima etme, ölçme)

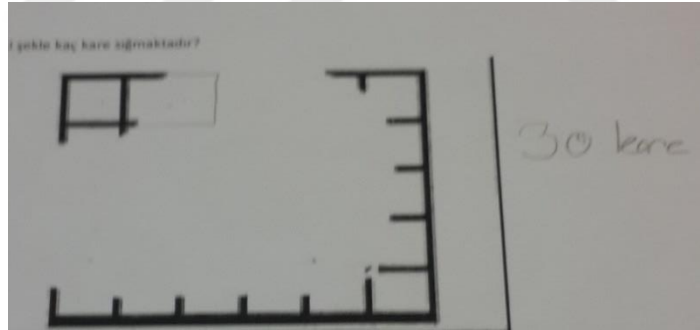
Tablo 3.3. incelendiğinde çalışma sonunda öğrencilerin tamamı 4.seviye (diziyi ima etme, ölçme) seviyesine geçtiği gözlemlenmiştir. Öğrencilerin tamamı çizim yapmaya ihtiyaç duymadan dikdörtgenlerdeki birim kare sayının zihinsel olarak belirleyebilmektedir.

3.3.3. Satır-sütun becerisi

Bu bölümde Batista'nın (2003) tanımladığı satır-sütun ilişkisini göre dijital oyun oynatıldıktan sonraki gelişimi incelenmiştir. Satır-sütun kavramı alan gelişimi için ve öğrencilerin alanı ölçmek için kullanması gereken en önemli beceridir.

Öğrenci 1 ön görüşmede farklı büyüklükte birim kareler çizmiş ve birim kareleri karışık saymıştır. Bundan dolayı Battista (2003) tanımladığı 1. seviyededir. Son görüşmede hem satır hem de sütunu belirleyip birbiriyle çarparak sonucu bulmuştur (bkz. Görsel 3.51). Öğrenci 1 bundan dolayı son görüşmede 6.seviye yükselmiştir. Aşağıda Öğrenci 1'in cevabı bulunmaktadır:

Öğrenci 1: [Önce satırdaki birimleri belirliyor. Ve daha sonra sütundaki birimleri sayarak buluyor. Bu iki değeri birbirine çarpıyor (bkz. Görsel 3.51.).].

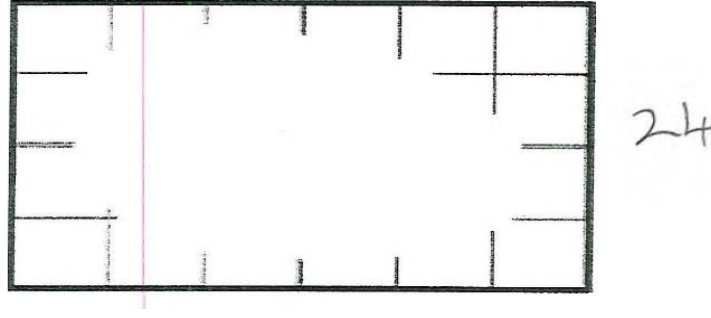


Görsel 3.51. Öğrenci 1'in son görüşme cevabı

Öğrenci 2 ise ön görüşmede karışık saydığı için ve satır-sütunler koordine edemediği için ortada bulunan kareleri belirleyememiştir. Bundan dolayı ön görüşmede 1. seviyededir. Son görüşmede satır ve sütunu birim kareleri çizmeden zihinsel olarak belirleyip ve birbiriyle çarparak sonucu bulmuştur (Bkz. Görsel 3.52.). Öğrenci2 bundan dolayı son görüşmede 6.seviye yükselmiştir. Aşağıda Öğrenci 2'in cevabı bulunmaktadır:

Araştırmacı: Aşağıdaki şekle kaç kare sığar?

Öğrenci2: [Önce sütunu saymış sonra da satırı saymış ve birbirine çarpmıştır.] 6 kere 4 eşittir 24. (bkz. Görsel 3.52.).



Görsel 3.52. Öğrenci 1'in son görüşme cevabı

Dijital oyun sonunda tüm öğrenciler Batista'nın (2003) tanımladığı satır-sütun becerilerinde 6. seviyeye ulaşmıştır. Bu seviyede öğrenciler artık alanda satır- sütun arasındaki ilişkiyi tamamen kurabilmekte ve bundan dolayı fiziksel ya da algısal materyallerdeki satırları rahatlıkla numaralandırabilmektedir.

Tablo 3.4. Ön-son görüşmelerde Battista (2003) seviyeleri

Öğrenciler	Ön Görüşme Seviyesi	Son görüşme seviyeleri
Öğrenci1	1.seviye	6.seviye
Öğrenci2	1.seviye	6.seviye
Öğrenci 3	1.seviye	6.seviye
Öğrenci 4	1.seviye	6.seviye
Öğrenci 5	1.seviye	6.seviye
Öğrenci 6	1.seviye	6.seviye
Öğrenci 7	1.seviye	6.seviye
Öğrenci 8	1.Seviye	6.seviye
Öğrenci 9	1.seviye	6.seviye
Öğrenci 10	1.seviye	6.seviye

Tablo 3.4. incelendiğinde çalışma sonunda öğrencilerin tamamının battista (2003) tanımlamış oldukları seviyelere göre 6. seviyeye geçmiştir. Bu seviyede öğrenciler satır ve sütunlardaki birim kareleri belirlemekte ve birbirine çarparak ya da sıralı toplama yaparak tüm birim kare sayını bulmaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. Sonuç

Bu bölümde araştırmadan elde edilen sonuçlar ele alınacaktır. Tasarlanan dijital oyun alan kavramının öğretimine katkı sağlamıştır. Alan kavramının öğretiminde temel kavramlar birim kare, denklik, kaplama eylemi, satır-sütun becerisi, tekrarlama eylemi, orantılılık ve ölçme kavramlarıdır.

- Öğrenciler birim kare ile ilgili sorularda başlangıçta basit bütünleri birim karelere ayırmada sorun yaşamış ancak yapılan hatalar ve verilen dönütler sonucunda basit bütünleri zihinsel olarak ayrıştırarak birimi kullanıp bu soruları çözmeye başlamıştır. Öğrencilerin bu seviyede soruları çözememeleri durumunda birim kavramının gelişmediği anlamına gelmektedir. Öğrenci birim kavramını geliştirmedeği durumda bundan sonraki düzeylerdeki soruları çözemeyecektir.
- Denklik kavramında öğrenciler önce tahmin stratejisini kullanmış, bu stratejiden sonra şekil olarak benzer basit bütününü seçmiş ancak oyundaki soruları çözmekte sorun yaşadıkları için strateji değiştirip önce basit bütününü birim kareler ayırtmış daha sonra aynı sayıda birim kareye sahip olan bütününü seçmiştir. Bu düzeyde öğrencinin başarısız olması denklik kavramını bilmediği anlamına gelecektir.
- Kaplama eylemindeki sorularda bazı öğrenciler farklı birim kullanmıştır. Öğrencilerin çoğu tepsiyi birim karelerle boşluk kalmayacak ve üst üste binmeyecek şekilde kaplamıştır. Kaplama eylemi, öğrencilerin birim ile satır-sütun arasındaki ilişkiyi fark etmesi için gerekli basamaklardan biridir. Kaplama eylemi başarısız olan öğrencinin satır-sütun yapısını fark edemeyeceği açıktır.
- Satır-sütun becerisinin gelişimi için dört farklı strateji gözlemlenmiştir. Bunlardan birincisi tamamen kapladığı tepsideki birim kareleri karışık sayma stratejisidir. Bu stratejiden başarısız olan öğrenci daha sonra sistematik sayma stratejisi geliştirmiştir. Soruların zorlaşmasıyla tek parametre stratejisine geçmek zorunda kalmış ve buradan da hatalar yaparak en son stratejiye iki parametre kullanma stratejisine geçmiştir. Öğrenci satır-sütunu doğru yapamadığı zaman alan formülünü anlamlandıramaz bir başka deyişle uzunluk ile alan arasında ilişki kuramaz.
- Tekrarlama eylemi öğrenciler başlangıçta birimleri anlamlı bir şekilde sürükleyememiştir. Öğrenciler işaretleyiciler kullanarak birim kareleri çizmiş ya da birimleri en ve boy uzunluğuna dikkat etmeden sürüklemiştir. Daha sonra birimleri en ve boy uzunluğuna dikkat ederek sürükleye eylemini doğru kullanmıştır. Tekrarlama eylemi

ile en ve boy uzunluğu ile alan arasındaki ilişki oluşturmaya başlanılmıştır. Ayrıca informal uzunluk ölçme yapıldığı için 0 sayısından başlayarak doğru cetvel kullanılması öğretilmiştir. Tekrarlama eylemini doğru yapamayan öğrenciler uzunluk ile alan arasındaki ilişkiyi oluşturmalar zordur.

- Orantılık kavramı ile ilgili soruları çözmek için öğrenciler iki farklı strateji geliştirmiştir. Bunlardan birincisi birimlerin kenar uzunluk oranını kullanarak satır ve sütunleri belirlemektir. İkincisi ise bu birimler arası alan oranları belirlemek ve bu oranı kullanarak birim kare sayısını bulmaktır. Orantılık kavramı alan birimi (cm^2 ve m^2 vb) arasındaki ilişkinin öğretilmesi için önemli bir kavramdır. Bu kavram öğretilmezse birim ile alan arasındaki ters orantıyı göremez ve bu şekilde alan kavramının gelişimi sağlanamaz.

- Öğrenciler başlangıçta uzunluk kavramını kullanarak soruları çözememiştir. Öncelikle yanlış tekrarlama strateji ya da kenar uzunluğu yerine çevreyi kullanarak sonuçlara ulaşmaya çalışmış, ancak daha sonra hata yaptıklarının farkına varıp tüm kenar uzunluğu birim kare ve satır-sütun becerisi ile ilişkili bir şekilde kullanmışlardır. Bu şekilde bir önceki kavramları kullanılarak alan formülü anlamlandırılmaktadır.

Tasarlanan dijital oyunun mekaniklerinin matematiksel kavramların gelişimine katkısı bulunmaktadır. Bu katkılar aşağıda sunulmaktadır:

- Oyunun tekrar oynanabilmesi öğrencilerin eksik olduğu düzeylere geri dönmesine yardımcı olmuş ve sorularda hata yapan öğrenciler tekrar oyunu oynayarak hatalarını görmelerini sağlamıştır.
- Oyunda verilen dönütler, sesli ve görüntülü uyarılar sayesinde öğrenciler hatalarını fark etmeleri ve bu hatalardan kurtulmak için strateji değişikliğine gitmeleri ve doğru stratejiye yönlendirilmeleri sağlanmıştır.
- Oyundeki içi puanlar, görsel efektler, bilgisayar gibi bir aracın kullanılması öğrencilerin motivasyonun artmasına neden olmuş ve 1 saatten fazla oyun oynamasını sağlamıştır.
- Oyun için seviyelerin kolaydan zora doğru tasarlanması (pavlovian etkisi) öğrencilerin kavramsal gelişim için gerekli strateji değişikliğine katkı sağlamıştır.
- Oyunun düzeyleri farklı kavramlar kullanarak tasarlandığı için bir kavramı öğrenmeden o düzey geçilemeyeceğinden öğrencinin hangi kavramı bilmediği ortaya çıkmaktadır. Bir başka deyişle, oyun değerlendirme aracı olarak kullanılabilir.

- Her bir öğrenci bu oyunu farklı süreler içinde bitirdiğinden bu dijital oyun öğrencilerin öğrenme hızlarına göre ayarlayabilmektedir. Bu nedenle bireysel öğrenmeye uygun bir ortam oluşturmaktadır.
- Oyun sadece fare kullanımı ile oynandığından dolayı öğrenciler oyunun kullanımında zorluk yaşamamıştır. Bu şekilde öğrenciler kendilerini kavramsal gelişimine daha fazla odaklayabilmişlerdir.

4.2. Tartışma

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular, alan yazın taraması ile desteklenerek tartışılmıştır.

4.2.1. Ön klinik görüşme

Çalışmanın başında öğrencilere ön klinik görüşme yapılmıştır. Bu klinik görüşmenin amacı öğrencilerin hazır bulunuş düzeylerini belirlemek ve kavram bilgisi düşük olan öğrencileri çalışmaya dâhil etmektir. Bu amaçla birçok öğrenciyle klinik görüşme yapılmış ancak öğrencilerin sadece 10'unu çalışmaya katılmıştır. Klinik görüşme soruları Batista (2003) tarafından tasarlanmış ve genel olarak öğrencilere dikdörtgene içine sığan birim kare sayısını belirlemek üzerine kurulan sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerin başarısı ise Batista (2003) ve Outhred ve Mitchelmore (2000) tarafından tanımlanan seviyelere göre belirlenmiştir. Çalışmaya Batista (2003) seviyelerine göre 1. seviyede olanlar seçilmiştir. Klinik görüşme sorularında öğrencilerden sesli düşünme ve uyguladıkları stratejileri açıklamaları istenmiştir. Böylece öğrencilerin düşünme şekillerini ortaya çıkmıştır (Steffe ve Thompson, 2000). Ön klinik görüşmeleri üç temel kavram üzerine odaklanmıştır. Bunlar birim, kaplama ve satır-sütun becerisidir.

4.2.1.1. Birim kavramı

1. seviyedeki bu on öğrencinin yedisi farklı büyüklükte ve şekillerde birim kare çizerken, iki öğrencinin kare çizdiği ancak karelerin farklı büyüklükte oldukları gözlemlenmiştir. Öğrenciler birim kare yerine dikdörtgen, yamuk, üçgen gibi şekiller çizmiştir. Benzer sonuca Lehrer vd., (1998) çalışmasında da ulaşılmıştır. Bu çalışmaya katılan öğrencilerin yarısından fazlasının üçgen, yuvarlak gibi farklı şekiller çizdiğini gözlemlemiştir. Ayrıca bu çalışmada öğrencilerin farklı büyüklükteki birimleri eşit olarak varsaydığını gözlemlenmiştir. Benzer şekilde Doig (1995) çalışmasında öğrencilere verilen kâğıt birim kareleri küçük parçalara ayırdıkları ve bu parçaları birbirine eşit

olduğunu varsaydıkları gözlemlenmiştir. Bu araştırmaya katılan öğrencilerin dokuzunun birimi kullanmadıkları görülmüştür. Ancak dokuz öğrencinin birim kavramına yönelik farklı anlamlandırmaları bulunmaktadır. Birim kavramını anlamlandırmada öğrencileri üç ayrı kategoriye ayırabiliriz:

1. Hem şekilsel hem de niceliksel farklı birimler (7 öğrenci).
2. Sadece niceliksel olarak farklı birimler (2 öğrenci).
3. Hem şekilsel hem de niceliksel olarak aynı birimler (1 öğrenci).

Araştırmacının öğrencilere verilen sözel (birim karenin eşit şekil ve büyüklükte olmasını söylemesi gibi) ya da görsel (somut olarak eşit büyüklükte birim karelerin gösterilmesi gibi) dönütlere rağmen öğrencilerin hiçbirinde herhangi bir değişiklik olmamıştır.

4.2.1.2. Kaplama eylemi

Outhered ve Mitchelmore (2000), tanımlamış oldukları seviyelere göre on öğrenciden sadece biri 2. seviye somut kaplamada bulunmaktadır. Kalan dokuz öğrenciden yedisi 0. seviye tamamlanmamış kaplamada (boşluk doldurma) bulunmaktadır. Bu öğrenciler dikdörtgeni tamamen kaplamamakta ve boşluklar bırakmaktadır. Üç öğrenci kaplama eylemi ile ilgili 1. seviye yani ilkel kaplama seviyesinde bulunmaktadır. Bu öğrenciler dikdörtgeni farklı şekillerde ya da büyüklükte birim ile boşluk kalmayacak şekilde tamamen kaplamaktadır. 1. seviyede bulunan bu üç öğrenci birim kavramını bilmemelerine rağmen kaplama eyleminde 1. seviyede bulunmaktadır. Birim kavramı ile kaplama eylemi arasında doğrudan ilişki olmadığı söylenebilir. Ayrıca yukarıdaki bahsedilen birim karenin üç kategorisi kaplama kavramını anlamlandırmada hiçbir etkisi bulunmamıştır. Eş şekillerde farklı büyüklüklerde birim kare çizen öğrencilerden Outhered ve Mitchelmore'e (2000), göre bir tanesi 0. seviyedeysen bir diğeri 1. seviyededir. Bir başka deyişle birim kare kavramı gelişmemiş öğrenci kaplama kavramının da gelişmeyeceği söylemek yanlıştır. Ancak öğrencilerin kaplama kavramını tam anlamıyla gelişmesi için birime ihtiyaç duymaktadır. Öğrencilerin Outhered ve Mitchelmore (2000), tanımlamış oldukları 2. seviyeye ulaşması için birbirine eşit büyüklükte ve eşit boyutta birim elde etmelidir.

4.2.1.3. Satır-sütun ilişkisi

Öğrencilerin farklı büyüklükte ve şekilde birimler oluşturmaları ileri aşamalarda birimleri saymada sorun yaşamasına ve ölçme konusunda kavramsal gelişimin

oluşmasına engel olacaktır. Öğrencilerin dokuzu birim kavramı ve kaplama eylemini bilmediği için satır-sütun becerisini kullanamamaktadır. Bunun nedeni farklı büyüklükte ve eş şekilde birimleri tüm tepsiye doğrusal bir şekilde kaplamadığından satır ya da sütunların birbirine eş olduğunu görememesi olabilir. Satır ve sütun öğrencilerin alan kavramının formülünü oluşturmak için gerekli bir beceridir. Öğrencinin satır ve sütun becerisini oluşturması için birim kavramına ihtiyacı bulunmaktadır. Buradan birim kavramı ölçme kavramlarının temeli olarak tanımlanabilir. Bir başka şekilde birim kavramı ölçme kavramları gelişimine kavramsal köprü oluşturmaktadır (Kellogg, 2010).

Sadece bir öğrenci eşit büyüklükte ve eş şekilde birim ve bu birimleri düzgün bir şekilde dikdörtgeni kaplamıştır. Ancak buna rağmen bu öğrenci yine dikdörtgendeki birimleri satır-sütun becerisine uygun yerleştirmemiştir. Buradan birim kavramını bilmek ve kaplama eylemini doğru yapmak satır-sütun becerisini bilmekle doğrudan bir ilişkisi bulunmamaktadır. Birim ve kaplama satır-sütunun gelişimi için önemlidir ama yeterli değildir. Öğrenciler birimleri sistematik saymalıdır.

4.2.2. Uygulama sırası

Bu bölümde dijital oyun sırasında öğrencilerden elde edilen bulgular tartışılmıştır. Bu bölüm beş düzeyden oluşmaktadır. Bunlar:

1. Oyun Düzeyi 1: Birim Kare ve Denklik.
2. Oyun Düzey 2-3: Kaplama Eylemi ve Satır-Sütun ilişkisi
3. Oyun Düzey 4: Tekrarlama Eylemi
4. Oyun Düzey 5: Orantılılık
5. Oyun Düzey 6: Ölçme

Öğrencilerde alan kavramını öğretmek için öncelikle dikdörtgenin alan ölçme formülünü kavramsal olarak anlamlandırması gerekmektedir (Batista, 2003). Çocukları problem çözme yoluyla alan ölçüm kurallarını keşfetmeye ve matematiksel akıl yürütme ve çözüm stratejilerini açıklamaya yönlendiren rehberli bir öğretim yaklaşımıyla ölçme kavramı öğretilir. Alan kavramının oluşması için farklı geometrik şekiller kullanılmalıdır (Bonotto, 2003; Lehrer vd., 2003). Özellikle farklı büyüklükteki şekillerin, alanların kullanılması ve geometrik özellikleri temele alan şekillerin alanlarını ölçme kurallarını keşfetmelerini sağlamaktadır (Huang ve Witz, 2009). Bu amaçla bu oyundaki problemlerde farklı şekiller ve geometrik özellikler kullanılmıştır.

4.2.2.1. Oyun düzeyi 1: Birim kare ve denklik

Martin ve Strutchens (2000), öğrencinin alan formülünü kavramsal öğrenebilmesi için öncelikle birim kavramını öğrenmesi gerekmektedir. Bundan dolayı birim kavramı ölçme kavramının temelini oluşturmaktadır (Hiebert, 1981). Bu amaç doğrultusunda oyunun ilk düzeyindeki sorular birimden oluşmaktadır. Ölçme kavramını öğretmek için yapılabilecek en doğru etkinlik büyük alanları daha küçük alanlara bölme ya da daha küçük alanları birleştirerek daha büyük alanları elde etme ile olabilir (Burns ve Brade, 2003; Van de Walle, 2004). Özellikle farklı şekil ve büyüklükteki alanları öğrencilere kullanmaları ölçme ile ilgili kuralları anlamlandırmada yardımcı olacaktır (Huang ve Witz, 2009). Bu yüzden bu çalışmada oyunlar tasarlarken ilk düzeydeki OD1-1 ve OD1-2 sorularında öncelikle büyük alanlar küçük alanlara (birim karelere) bölünmüştür ve sonra zihinsel olarak yeniden yapılandırmalarını istenmiştir. Ayrıca dikdörtgen ve kare dışında farklı şekiller ve büyüklükte alanlar öğrencilere sunulmuştur. Bununla birlikte ilk seviyedeki alanlar tek satır ve sütunlardan oluşan basit bütünlerdir. Böylece basit bütünlerle oyuna başlanarak satır ve sütun becerisinin temelini atılması amaçlanmıştır (Battista, 2003).

OD1-1, OD1-2 ve OD1-3 sorularında farklı şekillerdeki basit bütünleri birimlere ayırtmalarını istenilmiştir. Öğrenciler başlangıçta basit bütünleri zihinsel olarak birimlere ayırtıramamış ve sorulardaki birim kare sayısını bulamamıştır. Bunun yerine tahmini olarak birim kare sayısını belirlemeye çalışmıştır. Buradan öğrencilerin birim kareyi başlangıçta anlamlandıramadığı görülmektedir. Kamii ve Kysh (2006), benzer sonuca ulaşmış ve birçok öğrencinin birim kareyi alanın birimi olarak göremediklerini gözlemlemiştir. Bunun nedeni birim kare ayırık bir büyüklüktür. Bir alanı birim kare ile kaplamak kolay bir işlemdir. Bunun yanında alan gibi ölçme kavramları ise sınırsız büyüklüklerdir ve birim kare ile anlamlandırma daha zor bir süreçtir. Özellikle uzunluk gibi bir değerle alanların ölçülmesini öğrencilerin anlamlandırması çok daha zordur (Piaget, 1960). Bu çalışmada, öğrenciler sınırsız bir büyüklüğü sınırlı birimlere ayırmada zorluk yaşamıştır. Çünkü basit bütünlerde birim karelerin sığabileceği alanlar açıkça belirtilmemiştir. Öğrencilerin zorluk yaşamalarının bir başka nedeni ise alanları bölünemez büyüklükler olarak düşünmelerinden kaynaklanabilir (Şişman ve Aksu, 2016). Ancak birkaç hatadan sonra daha anlamlı ayırtmalar yaptıkları görülmeye başlamıştır. Öğrenciler fare ile birim karelerinin sınırlarını belirlemiş ve bütünü birimlere ayırmayı başarmıştır.

Günlük hayatta alan kavramını iki büyüklüğü karşılaştırarak elde edilmektedir (Kamii and Kysh 2006). OD1-4 ve OD1-5 sorularında da iki alan karşılaştırılmaktadır. Bu düzeyde öğrencilerden basit bütünün denk olan bütün bulmaları istenmiştir. Lehrer vd., (1998), tanımlamış oldukları denklik kavramı öğrencinin alan büyüklüklerini küçük parçalara ayırması ve daha sonra toplama etkinliğini oyuna uyarlayarak öğrencilere öğretilmesi hedeflenmiştir. Bu şekilde öğrencilerden bu düzeyde öncelikle verilen bütünü birimlere ayırtmalarını ve daha sonra yeniden oluşturarak yeni bir bütün oluşturmaları istenmiştir.

Strom vd., (2001) yapmış oldukları çalışmada öncelikle hiçbir strateji kullanmadan sadece tahmini olarak denk olan yapıları bulmaya çalışmışlardır. Bunu da 1. seviye diye adlandırmışlardır. Daha sonra öğrenci bir sonraki adımda benzer şekillerdeki bütünleri denk olarak tanımlamışlardır. Bunu da 2. seviye olarak tanımlamıştır. Ancak bu çalışmada öğrenci OD1-4 sorusunda önce benzer şekillerden seçmiştir. Daha sonra OD1-5 sorusunda göz kararı şekillere bakmadan hiçbir strateji kullanmadan doğru sonuca ulaşmaya çalışmıştır. Bunun nedeni son sorudaki bütünün tepsideki diğer bütünlerle şekilsel olarak benzememesi olarak görülebilir. Öğrencinin şekilsel olarak benzer olan bütünleri denk olarak algılaması ileride çevre ve alan arasında yanlış bir ilişkinin oluşmasına neden olacaktır (Nunes vd., 1993). Araştırmacı benzer şekilleri bilerek sorulara eklemiş ve öğrencinin bilhassa hatalar strateji değişikliği yapması istenmiştir. Hatalar yaparak strateji değişikliği yapmaları istenmiştir. Öğrenciler daha sonra her iki bütünü, birim parçalarına ayırmış ve birim sayılarını karşılaştırarak (zihinsel olarak toplayarak) denk olan bütünü bulmuştur. Bir başka deyişle ölçme yapmıştır. Strom vd. (2001), çalışmalarında bütünleri ayırma ve yeniden birleştirmeyi 5. seviye olarak tanımlamıştır. Ancak bu çalışmada bütünler fiziksel olarak bölünmediği için 3. seviye olan bütünü parçalama ve yeniden kurma seviyesi görülmemiştir. Ayrıca Strom vd. (2001), çalışmalarının 4. seviyesinde öğrencilerin bütünleri farklı büyüklükte birime ayırdıkları daha sonra birimin boyutunu fark edip aynı birimi kullanmaya başladıkları seviye bu çalışmada görülmemiştir. Bunun nedeni OD1-1, OD1-2 ve OD1-3 sorularında birimin daha önce kullandırılmış olması olabilir.

Araştırmacı birim karelere ayırtırma ya da bütün oluşturma yerine birim kareyi boş bir tepsiye kaplatarak birim karelerin sayısını buldurabilirdi. Bir alanı karelerle kaplamak ve daha sonra bunları saymak ile birim kareyi bir birim olarak düşünmek başka aynı anlama gelmez (Kamii ve Kysh, 2006).

OD2-1 sorusunda öğrencilere tepsiyi kaplayacak farklı birimler sunulmaktadır. Öğrenciler diğer birimleri kısa bir süreliğine denemiş ancak boşluk kaldığını fark edince birim kare kullanmaya devam etmiştir. Sophian ve Kailihiwa (1998) de benzer sonuca ulaşmıştır ve öğrencilerin çok nadir farklı türde birim kullanma eğiliminde olduklarını gözlemlemişlerdir.

4.2.2.2. Oyun düzey 2-3: Kaplama eylemi ve satır-sütun ilişkisi

Kaplama eylemi satır-sütun becerisinin gelişimi için ön koşullardan bir tanesidir (Outhered ve Mitchelmore, 2000). Kaplama eylemini doğru yapabilmesi için öğrencinin zihinsel ya da somut olarak birimleri arada boşluk kalmayacak ya da üst üste gelmeyecek bir şekilde alanı kaplaması gerekmektedir. Kaplama eylemi en iyi öğrencilerin kaplama yapabilecekleri etkinlikler ile gelişebilir (Hong vd., 2018). Öğrenciler için bu zor bir görevdir çünkü bir kareyi herhangi bir boşluk kaplama (sürekli) özelliği olmayan katı, dokunulmaz, ayrı bir birim gibi görmektedirler (Kamii ve Kysh, 2006). Ancak bu çalışmada ilk düzeydeki ayırıştırma ve yapılandırma etkinlikleri sayesinde öğrenciler tepsiyi birim kareleri boşluk ve ya üst üste bindirmeden kaplamışlardır.

Birim kare ve kaplamak kullanmak alan kavramını öğrenmek için yeterli değildir (Van De Walle, 2004). Bu kavramlardan sonra öğrenciler satır-sütun becerisini özellikle satır-sütun gizli çarpma işlemini göremezse tüm alandaki birim kare sayısını anlamlı bir şekilde bulamaz (Schifter vd., 2002). Alan kavramının öğretiminde satır ve sütunlar arasındaki ilişki birim kavramıyla oluşturulması gerekir. Ancak bu şekilde alan formülü öğrenciler için anlamlı olmaktadır (Nunes ve Mason, 1993). Bu amaçla bu düzeyde öğrencilere birim kareler kullandırılarak satır-sütun becerisi öğretilmek amaçlanmıştır. Öğrencilerden satır ve sütunlarda bulunan birim kareler sayısal olarak değerini bulma ve daha sonra çarpma ya da sıralı toplama işlemi yaptırarak toplam birim kare sayısını bulmaları istenmiştir. Bu şekilde birim kare derinlemesine kullandırılarak uzunluk ile alan arası anlamlı ilişki oluşturulması hedeflenmiştir (Bonotto, 2003).

Araştırmada öğrencilerin satır-sütun becerilerinin dört basamakta geliştiği görülmektedir. Öğrencilerin satır-sütun becerisini tam anlamıyla gerçekleştirmesi için bu dört basamağı aşması gerekmektedir.

Birinci basamak öğrencilerin birim ve kaplama kavramlarını bildiği ancak satır-sütun becerisine ait bir beceri göstermediği aşamadır. Batista (2003), bu basamaktaki öğrencileri 1. seviye olarak tanımlamıştır. Bu basamakta öğrenciler doğru birimi (birim

kareyi) kullanmış ve tüm tepsiyi birimler arasında boşluk bırakmadan ve üst üste bindirmeden kaplamıştır. Outhered ve Mitchelmore (2000), kaplama kavramı için tanımladığı seviyelere göre bu öğrenciler 2. seviyede bulunmaktadır. Ancak öğrenciler birim kareleri tepsi içerisinde karışık saymaktadır. Ancak birimleri karışık sayması cevabı bulmada zorluk yaşamasına neden olmuş ve strateji değişikliğine yöneltmiştir. Öğrenciler başlangıçta satır-sütun ilişkisini geliştirmede zorluk yaşamışlardır. Nunes ve Mason (1993), da bezere sonuca ulaşmış ve öğrencilerin başlangıçta satır-sütun becerisini kullanamadığını gözlemlemiştir.

İkinci basamaktaki öğrenciler artık tepsi içerisindeki birimleri satır ya da sütun boyunca sistematik olarak saymaya başlamışlardır. Öğrencinin sistematik olarak saymaya başlaması bir parçadaki birim sayısının bulmak için basit bir beceri değildir. Aksine bir kişinin miktar belirleme hedefinin rolünü anlamasıdır (Sophian ve Kailihiwa, 1998). Ayrıca bu sayede tepsideki satır ve sütunların eşit olduğu fikri öğrencide gelişecek ve satır-sütun becerisine ilişkin önemli bir adım atılacaktır. Öğrenci bu basamakta Battista'nın (2003) tanımlamış olduğu seviyelere göre 3. seviyededir. Çünkü öğrencilerde açıkça 3. seviyedeki satır ve sütunların birbirine eşit olduğu fikri gelişmemiştir.

Öğrencinin sistematik saymaya başlaması satır ve sütunların birbirine eşit olduğu bildiği anlamına gelmez. Bundan dolayı üçüncü basamakta oyun düzeylerinde öğrencilerin eşit satır ve sütunları görmesi ve kullanması için OD2-3, OD2-4 ve OD2-5 sorularında tüm tepsiye birim kare ile kaplama kolaylığı kaldırılmış ve birim kare sayısı azaltılmıştır. Bonotto (2003) çalışmasında benzer bir yol izlemiş ve öğrencilerin satır-sütun becerilerini geliştirmek için tüm tepsiyi kaplamalarını zorlaştırmak amacıyla küçük kareler kullanmıştır. Bazı öğrenciler kendi başlarına satır ve sütunların eşit olduğunu görmüş bazı öğrenciler de araştırmacının “bu satırda kaç tane birim kare var?” gibi fazladan sorular sormasıyla görmeye başlamıştır. Öğrenci az birim kare kullanmakta zorlandığından strateji değiştirmiş önce eşit olduğunu fark etmiş ve daha sonra tek bir parametre (tek satır ya da tek sütun) kullanarak ve sıralı toplama yaparak sonuca ulaşmıştır. Yani Battista (2003) göre 3. seviyeden 4. seviyeye çıkarak tek bir parametre kullanmaya başlamıştır.

Bazı öğrenciler üçüncü basamakta ortak birim hatasına düşmüştür. Normalde Battista'ya (2003) ortak birim hatasını 2. seviyede görülen bir sorun olarak tanımlamasına rağmen bu çalışmada hem satır hem de sütun kullanmadan önce (4. seviyede) ortak birim

hatası yapılmıştır. Bu hata düzelttikten sonra 6. seviyede hem satır hem de sütun doğru bir şekilde kullanılmıştır.

4. basamakta öğrenciler her iki parametreyi (hem satır hem de sütun) kullanmaya başlamıştır. Bu strateji değişikliği sorularda hata yapmasından sonra gerçekleşmiş ve tek parametre kullanmasından iki parametre kullanmasına geçmiştir. Battista (2003) bu seviyedeki öğrencilere 6. seviye olarak tanımlamıştır. Bu beceri gelişimi sayesinde birim ile alan arasındaki ilişki oluşur ve öğrenci ileride ölçme konusunda özellikle uzunluk ve alan arasında ilişki oluşturmada daha başarılı olur (Nunes ve Mason, 1993). Bu çalışmada Battista'nın (2003) satır-sütun için tanımladığı seviyelerin doğrusal olarak gelişmediği ancak bazı stratejilerin (sistemik sayma, satır-sütunların eşit olduğunu görme, tek parametre kullanma, çift parametre kullanma) satır-sütun becerisini geliştirdiği görülmüştür. Bu gelişim ancak birim kareleri kullanma ve sayma ile olmaktadır (Izsak, 2009).

Öğrenciler 2. düzey sonunda satır-sütun sorularında hem satır hem de sütunları ilişkili bir şekilde kullanmışlardır. Ancak 3. düzey sorularını başlangıçta çözmeye başladıklarında satır-sütun ile ilişkili sorularda tekrar karışık sayma stratejisi kullandıkları görülmüştür. Ancak soruları çözmede zorluk yaşadıklarında tekrar hem satır hem de sütunları ilişkili bir şekilde kullanmışlardır.

4.2.2.3. Oyun düzey 4: tekrarlama eylemi

Tekrarlama eylemi ölçmenin kavramsal gelişimi için gerekli olan ön kavramlardan bir tanesidir (Stephan, ve Clements, 2003). Bundan dolayı tekrarlama eylemi ölçme kavramının öğretiminin erken safhalarında öğretilmesi gereken temel kavramlardandır (Barrett, Jones, Thornton, ve Dickson, 2003). Tekrarlama eylemi aslında birimi anlamlandırması satır-sütun becerisinin kullanmasıyla başlamakta ve birimleri satır-sütun boyunca zihinsel olarak koordinasyonun yapılmasını içermektedir (Kim vd., 2017). Ancak sadece birim kare kullanımı öğrencilerde uzunluk ile alan arasındaki ilişkinin oluşmasını sağlayamamaktadır. Bunun yerine noktalar kullanmak ve öğrencilere birimlerin eni ve boyunu kullanarak satır ve sütunu bulmalarını sağlayacak sorular tasarlanmalıdır (Izsak, 2005). Bu amaçla bu düzeyde öğrencilere tek bir birim verilmiş ve bu birimin başına ve sonuna noktalar koyarak yani bir başka deyişle uzunluğu kullanarak satır ve sütunlardaki birim kare sayısının bulunması sağlanmıştır. Bu şekilde noktalar arasındaki boşlukların sayılması sağlanarak öğrencilerin ileride oluşacak cetveli alan

hesaplamasında doğru kullanamama (cetvelde uzunluk hesaplarırken sıfır yerine birden başlatma vb) kavram yanlışlarının giderilmesine yardımcı olacaktır (McCool ve Holand, 2012).

Bu düzeyde öğrenciler başlangıçta birimin en ve boyunu anlamlı bir şekilde kullanamamış ve birimin başına ve sonuna işaretleyiciler katmamıştır. Öğrenciler öncelikle işaretleyicilerle birim kare çizmeye çalışmıştır. Burada öğrencilerin birim uzunluğunu kullanmadığı görülmektedir. Izsak'ın (2005) bahsettiği gibi sadece birim kare ile ilgili sorular öğrencilerin uzunluk ve alan arasındaki ilişkiyi oluşturmalarına engellemiştir. Bir başka kullanılan yanlış strateji öğrencilerin birim karenin yerine gelebilecek yeri tahmin etmesi ve tahmini yere bir işaretleyici yerleştirmesidir. Öğrencilerin bu sorularda birimlerin yerlerini üst üste bindirmiş veya arada çok fazla boşluklar bırakmışlardır. Öğrencilerin bu durumu fark etmesi tekrarlama eyleminin kazanması için önemlidir (Barett vd., 2012). Öğrenciler yanlış cevap verdikten sonra kendi hatalarını görerek hatalarının nedeninin farkına varmıştır. Eğer öğrenciler uzunluk kavramını anlamlandırmaya başaramazsa ileride alan formülünü de anlamlandırmayacaktır (Kamii ve Kysh, 2006).

Yukarıda bahsedilen stratejileri kullanan öğrenciler doğru cevaba ulaşamamışlar ve strateji değiştirmişlerdir. Öğrenciler birimin başına ve sonuna işaretleyiciler koyarak bir başka deyişle uzunluğunu belirleyerek satır ve sütundaki birim karelerin sayısını belirlemeye çalışmışlardır. Aslında öğrenciler burada cetvel gibi uzunluk hesaplama aracı kullanmadan önce informal araçlar kullanması başlamış ve bu şekilde uzunluk ile alan arasındaki ilişki geliştirmişlerdir (Levine vd., 2009). Bu şekilde ileride öğrencilerde oluşacak ve cetvel kullanılırken sürekli yapılan uzunluk ölçmede cetvelde sıfırdan başlamadan ya da cetvel üzerindeki sayıyı değer olarak düşünme kavram yanlışlığı giderilmiş olacaktır (Bragg vd., 2004). Cetvelin uzunluğun temsil olarak anlamlandırılması Lehrer'in (2003) tanımlamış olduğu başlangıç noktası kavramının öğrencilerde gelişimini sağlayacaktır.

4.2.2.4. Oyun düzey 5: Orantılık

Aynı alanın farklı büyüklükteki birimler tarafından ölçülebileceği ileride farklı birimlerin sayısal gösterimini anlamlandırması için önemlidir (Lehrer, 2003). Bu amaçla bu düzeydeki sorularda aynı alanı farklı büyüklükte ve şekilde birim karelerle ölçülmesi istenmiştir. Ayrıca farklı birimlerle tepsinin ölçülmesi Piaget'in (1960) bahsettiği alan

kavramının süreklilik özelliğini öğretiminde kullanılması istenilen bir etkinlik çeşidi olarak literatürde bahsedilmektedir (Wickstrom vd., 2017).

Bu çalışmada bu soruları çözmek için öğrenciler tarafından iki farklı strateji geliştirilmiştir. Farklı birim kullanılarak yapılan etkinliklerde öğrencilerin anlamlı farklı yöntemleri geliştirmesi doğal ve istenilen bir durumdur (Wheatley ve Reynold, 1996). Diğer düzeylerde farklı stratejilerin ortaya çıkmamasının nedeni literatürün etkisinde fazla kalınması ve öğrencilerin stratejilere bilerek yönlendirilmesi veya bu düzeyde öğrencilerin kullanabilecekleri fazladan araçlar olabilir. Bu stratejilerden birincisi farklı birimlerin kenar uzunluklarını kullanarak satır ve sütunda bulunan birim karelerin bulunmasıdır. Bu stratejide öğrenciler birimlerin kenar uzunluğunu kullanarak büyük tepsinin kenar uzunluğunu hesaplamaktadır. Benzer sonuca Reynold ve Wheatley (1996) de ulaşmış ve çalışmalarında 3 ve 5 inç değerindeki parametreleri kenar hesaplamak için kullanmışlardır. Ayrıca birimlerin uzunluklarını karşılaştırma stratejisi uygulayanlar alanın iki boyutlu olduğunu, en ve boyun birimleri karşılaştırırken değerli olduğunu anlarlar (Wickstrom vd., 2017). Bu çalışmada öğrenci birimlerin en ve boy uzunluğu farklı olduğu için tepsinin en ve boyuna göre birimleri belirlemek zorunda kalmıştır. Bu şekilde en ve boyun alan üzerindeki etkisi görmüştür.

İkinci strateji ise öğrencilerin iki farklı birimin arasındaki oranı kullanmasıdır. Öğrencilerin çoğu bu stratejiyi kullanmış ve iki birim arasındaki alansal oranı kullanarak tepsideki küçük birim kare sayısını belirlemiştir. Reynold ve Wheatley (1996) çalışmalarında alansal oranı kullanan öğrenciler olduğunu bulmuşlardır. Öğrenciler birimleri üst üste koyarak ve basit satır-sütun kullanarak iki birim arasındaki oranı bulmaktadır. Öğrenci kenar uzunluklarını bilmesine rağmen her iki birimi karşılaştıramamış ve satır-sütun becerisine ulaşmıştır. Benzer sonuca Nunes ve Mason'da (1993) ulaşmış ve öğrencilerin kenar uzunluklarının kullanarak karşılaştırma yapmalarında zorlandıklarını görmüşlerdir. Bu zorluk ancak 6. düzeydeki sorularla uzunluk kullanarak çözülmüştür.

Strateji sayesinde öğrenciler farklı büyüklükte birimlerin alan üzerindeki etkisini önce büyük birimler kullanarak tepsiyi az kapladığını daha sonra küçük birimlerin daha fazla kapladığını her birini tek tek hesaplayarak görmüşlerdir. Bir başka deyişle ölçme kavramının gelişiminde önemli bir adım olan birimin büyüklüğü ile miktar değerinin (bu çalışmada tepsi) ters orantılı olduğunu görmüşlerdir (Lehrer, 2003).

4.2.2.5. Oyun düzey 6: Ölçme

Alan kavramında, öğrencilerin en zorlandıkları uzunluk birimini kullanarak (Larsen, 2006) alan formülünün anlamlandırılmasıdır (Battista, 2003). Bir başka deyişle satır-sütun oluşturma ve alanı nasıl, niçin temsil ettiklerini anlama süreci, Alan = Uzun Kenar $\times$ Kısa Kenar formülünün kavramsal olarak anlaşılması için çok önemlidir (Battista vd., 1998). Ölçme konusunda öğrencilerin en fazla hata yapmalarının nedeni işlemsel ve kavramsal bilginin arasında ilişkinin oluşmamasından kaynaklanmaktadır (Şişman ve Aksu, 2013). Ölçmenin başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için çarpma ile birim karelerin satır-sütun yapısı arasındaki bağlantılarına derinlemesine odaklanılmalıdır (Hino, 2002). Bu amaçla 6. düzeyden önceki tüm düzeylerde birim, satır-sütun ve uzunluk ile ilgili kavramlar kullanmış ve hatta bu düzeyde uzunluk ölçebilecek bir araç yardımıyla birim kare ile satır-sütun arasında ilişki kurulmaya çalışılmıştır. Ancak çalışmada öğrenciler 6. düzey sorularını çözmede zorlanmışlardır. Bundan önceki kullanılan tüm kavramları doğru kullanmalarına rağmen bu düzeyde uzunluk ve alan formülünün hemen kullanılması gerçekleşmemiş ve öğrenciler araştırmacının yönlendirmelerine ve kendi hatalarını tekrar düşünmelerine ihtiyaç duymuştur. Bir başka deyişle birim kare ve satır-sütun becerisi arasındaki ilişkinin oluşması gecikmiştir (Sarama ve Clements, 2009).

Öğrenciler başlangıçta uzunluk ölçmek için kullanılan yuvarlakları birim karenin bir kenarını ölçmüş ve 1 cm bulmuştur. Daha sonra tepside yuvarlakları sürükleyerek tepsiyi 1 cm'lik uzunluklara ayırmıştır. Öğrenciler tepsiyi ayrı birim karelere ayırmıştır. Öğrencinin tüm kenarı ölçüp (soru için 8 cm) daha sonra toplam birim kareyi (yani 8 tane birim kare) belirlemesi gerekmektedir. Bunun nedeni toplanabilirlik kavramından kaynaklanmış olabilir. Toplanırlık, örneğin iki alan toplamının, alan parçalarını bölen herhangi bir rasgele alan parça setinin toplamına eşdeğer olacak şekilde oluşturulabilir ve yeniden oluşturulabilir (Lehrer, 2003). Bu çalışmada 8 tane birimin toplamı 8 cm'lik bir kenar olacağını başlangıçta anlamlandırılmamış olabilir. Bir başka deyişle uzunluk ve alan arasında zor olan ilişki (Piaget, 1960) ilk başta oluşmamıştır. Ancak sorunun sorma çeşidi ve daha önceki sorular ile öğrencinin satır-sütun ile ilişki kurması sayesinde bir başka deyişle satır-sütun ile derinlemesine bağlantı kurarak (Hino, 2002) araştırmacının sadece tek bir sorusuyla öğrenciler 8 cm'lik kenara 8 tane birim geldiğini görmüştür.

Öğrencilerin yapmış olduğu bir başka hata birim karenin eni ya da boyu ölçtüktan sonra tepsi üzerinde çaprazlar oluşturma ve yuvarlakları doğrusal yerine çapraz

sürüklemesidir. En ve boy uzunluğunu doğru anlamlandırmak alan kavramı için önemlidir (Wheatley and Reynold, 1996).

Öğrenciler ayrıca alan kavramı ile çevre kavramını birbirine karıştırmıştır. Çevre, bir şeklin dışının uzunlukların toplamıdır ve tek boyutlu iken alan ise iki boyutludur ve uzuyda kapladığı yer büyüklüğüdür. Her iki kavram kenar uzunluklarıyla ölçülmesi istendiğinde öğrenciler tarafından çok sık bir şekilde karıştırılabilir (Ma, 1999). Öğrenci birim karenin bir kenarını kullanmak yerine birim karenin çevresini kullanmıştır. Buradan öğrencinin birim karenin alanın iki kenarı çarpımı yerine toplamı olduğunu düşündüğü anlamına gelmektedir. Çevre kullandığı için öğrenci tepsiye daha az birim kare sığdırmıştır (tepsinin bir kenarı 8 cm birim karenin çevresi 4 cm olduğundan bir kenar 2 kare sığdığını görmüş bu da normalden çok daha az birim kare demektir.). Görsel temsil olduğundan bunun imkânsız olduğunu anlamış ve birim karenin kenarını kullanmaya başlamıştır.

Çalışma bulgularında öğrenciler 5. ve 6. sınıf öğrencilerin neredeyse aynı sürede öğrendikleri gözlemlenmiştir. Bundan dolayı 5. ve 6. sınıf arasında alan kavramına yönelik bilişsel bir fark olmadığı söylenebilir. Bu bulgu Peled ve Nesher (1988) ile uyum göstermiş ve 5. ve 6. sınıfların alan kavramına doğru anlamlandırdığını bulmuşlardır.

OD6-3 ve OD6-4 sorularında birimlerin boyutu değiştirilmiştir. Boyutları büyüyen birimler yüzünden öğrenciler alana sığan birim karenin artacağını düşünmüş ancak görsel temsil sayesinde ve araştırmacının sorusu sayesinde bunun olmayacağını görmüş ve birim ile boyut arasında ters orantı olduğunu fark etmiştir.

4.2.3. Dijital oyun ve eğitim

Dijital oyunun en önemli özelliği öğrencileri eğlendirerek öğretmesidir. Eğlence eğitim ve dijital oyun dizaynı için kullanışlı bir kavramdır. Eğlence hem öğrenme etkililiğini hem de kullanıcı memnuniyetini olumlu yönde etkiler. Oyunların nasıl öğrenme kapsamını kolaylaştırdığını kanıtlamaktadır. Eğlence sadece öğrenme sürecini algılamamaktadır. Ayrıca daha başarılı sonuçlara ulaşması için motive eder (Li vd., 2016). Bununla birlikte öğrenciler dijital oyunu kullanmayı kağıt ile yapılan etkinliklerden daha eğlenceli bulmaktadır. Bundan dolayı öğrencilere daha olumlu tutum geliştirmesinde yardımcı olmaktadır (Castellar, All ve Looy, 2015). Öğrencilere oyunu eğlenceli bulmuşlardır. Oyunun eğlenceli olması öğrencilerin katılımını ve motivasyonlarını artırmıştır. Bir öğrencinin sınıf içerisinde dersi ortalama 20 ya da 30

dakika boyunca dinleyebilir (Bonwell ve Eison, 1991). Çalışmamızda öğrenciler bir ya da bir buçuk saat boyunca oyunun başında kalkmamış ve dikkatli bir şekilde oyunu ve oyun içi görevlerini yerine getirmeye çalışmışlardır. Bu durum öğrencilerin oyun oynarken eğlendiklerini gösterdiği gibi öğrencilerin motivasyonunu artırdığını göstermektedir. Geleneksel yöntemlerle yapılan eğitimde öğrencilerin ilk 15 dakikadan sonra motivasyonlarının düştüğü görülmektedir (Penner, 1984). Dijital oyunların ise motivasyonun artırıcı bir etkisi olduğu görülmektedir. Literatürde bu konu ile ilgili farklı çalışmalar yapılmış ve dijital oyunun katılımı, eğlenerek öğrenmeye ve öğrenmeye ilgiyi artırdığına ulaşılmıştır (Klawe, 1999; Rosas vd., 2003; Prenksy, 2003; Papastergiou, 2009). Dijital oyunun motivasyonu artırmasının nedeni olarak oyunun kullanılmasının kolay olması gösterilebilir. Tüm oyun sadece fare kullanılarak oynatılabilir. Pilot çalışmada klavye kullanılarak tasarlanmış bölümlerin özellikle kız öğrenciler tarafından kullanılmamış ve bu bölümler oyundan çıkarılmak zorunda kalmıştır. Literatürde bazı çalışmalar erkek öğrencilerin kız öğrencilerden dijital oyun kullanımı konusunda daha başarılı ve özgüvenlerinin daha yüksek olduğu söylemektedir (De Jean vd., 1999; Young ve Upitis, 1999; Klimmt ve Hartmann 2006; Terlecki ve Newcombe 2005). Bununla birlikte en son tasarlanan oyunda kız öğrenciler ile erkek öğrenciler arasında Batista test sonuçlarına göre bir fark görülmemiştir. Hem kız öğrenciler hem de erkek öğrenciler başarılı olmuştur. Literatürde bunun tersine yönelik bulgu bulunmaktadır. Literatüre göre erkek öğrenciler kız öğrencilere göre dijital oyun ile öğretilen derslerde daha başarılı oldukları gözlemlenmiştir (Habgood ve Ainsworth, 2011). Ancak bu çalışma bu durumu desteklememektedir. Bunun nedeni erkek öğrenciler gibi kız öğrencilerinde bu tür aşına olması söylenebilir.

Dijital oyunun sadece eğitime yönelik değil matematiğe yönelik de olumlu tutum geliştirdiği gözlemlenmiştir (Mavrotheris ve Prodromou, 2016). Bu çalışmada katılan öğrencilerin çoğu genellikle başarısız öğrencilerdi bundan dolayı matematik dersini fazla sevmediklerini belirtmişler ancak bu ürettiğimiz oyunu eğlenceli bulmuşlardır. Benzer oyun sınıf içinde uygulandığında öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumları gelişecektir. Ancak sınıf içi kullanırken öğretmene fazla iş düşmektedir. Öğretmen, dijital oyun ile öğrenmeyi daha etkili hale getirebilir, öğrenmeyi ve motivasyonu da artırabilir. Ancak bunun için öğretmenin pedagojik yeterliliğe sahip olması gerekir (Foster ve Shah, 2016). Öğretmenin nerede hangi dönütleri ne kadar vermesi gerektiğini planlaması gerekmektedir. Bundan dolayı bu çalışmada daha önce belirlenmiş yerlerde belli dönütler

verilmektedir. Öğrenciler genellikle tüm ekranı kapladıktan sonra sıra ile saymaya başlamış. Ancak satır ve sütunu kullanarak sıralı toplama ya da çarpma işlemi yapmamışlardır. Bu durumda eğitmen “bu kadar sayman çok zor acaba daha kolay yolu yok mu?” şeklinde dönüt vermelidir.

Bununla birlikte puanlama, yanlış yaptıkları zaman oyuna yeni başlama ve oyunda kullanılan ses ve görüntü efektleri öğrencinin merak kıvılcımı oluşturmuştur. Oyun her seansta tek bir öğrenciyle yapılmıştır. Oyun bittikten sonra araştırmacı tarafından oyunda kaç tane hata yaptığı ve oyun ise kaç puan aldığını ve hangi düzeye geldiğini öğrenciye söylemiştir. Bundan dolayı oyun öğrenciler arasında sürekli bir rekabet ortamını oluşturmuş ve onlara merak, başarıma duygusu kazandırarak ve motive ederek çalışmaya katılma isteği uyandırmıştır. Dijital oyunların bu tür sonuçlara sahip olduğunu Weitze, (2016) kendi tasarladığı dijital oyunda fark etmiştir.

Dijital oyunun bir diğer artısı herkesin kendi öğrenme hızına göre problemleri çözmesidir (Bartek ve Nocar, 2016). Dijital oyun ile öğretim yaptığımızda her öğrencinin oyunu tamamlama hızları birbirinden oldukça farklıydı. Öğrencinin dijital oyunu tamamlama hızı bir ile bir buçuk saat arasında değişmekteydi. Hatta pilot çalışmada ön klinik görüşme sonucuna göre 5. düzeyde olan bir öğrenci oyunu 50 dk’da tamamladı. Kendi hızına göre çözülen problemler öğrenmeyi artırmaktadır. Uygun gözlem yapılamadan doğru tercihle ve seçimler yapılamaz ve bundan dolayı istenilen düzeyde öğrenme gerçekleşemez (Tullis ve Benjamin, 2011). Tasarlanan dijital oyunda öğrencilerin satır ve sütunları görmesi çok önemli bu görme olayı bazı öğrencilerde çok çabuk gerçekleşirken bazı öğrencilerde ise birkaç bölüm atladıktan sonra gerçekleşmektedir. Satır-sütun ilişkisini görmeden alan kavramı öğrenilemez bundan dolayı bunu öğrencinin kendisinin fark etmesi ve pekiştirmesi önemlidir.

Bununla birlikte dijital oyunlarının bir diğer özelliği problem çözüm aşamasına dönme olasılığının olmasıdır (Bartek ve Nocar, 2016). Tasarladığımız dijital oyunda düzeylerin bulunduğu bir menü bulunmaktadır. Oyunun başında ilk düzey haricinde diğer düzeylere giriş oyun tarafından izin verilmemektedir. Düzey bitirildikten sonra başlangıç menüsüne dönüp bitirilen düzeyi tekrardan oynatılmasına izin verilir. Böylece öğretmen, öğrencinin kazanmadığı düşündüğü düzeye geri dönebilir ve oyunu bitirebilir.

Dijital Oyunun diğer bir önemli özelliği belli bir bağlam çerçevesinde tasarlanmış olmasıdır. Bu amaçla bu çalışmada birim kare öğretmek amacıyla pastane bağlamını kullanılmıştır. Pastanede bağlamı kullanmamızın temel sebebi öğrencilerin ilgisini

çekmek ve alan kavramı ile alt kavram ve becerilerin öğretimi için uygun bir ortam oluşturmaya idi. Çünkü bağlam matematiksel bir kavramın öğretimi için kullanılabilecek önemli bir araçtır. Çağdaş öğretim yaklaşımlarına göre, öğrencilere belli bir bağlam çerçevesine oturtulmuş etkinlikler öğrencilere anlamlı ve otantik öğrenme ortamı oluşturmakla birlikte dijital oyunlar bu tür etkinliklerin oluşturulması için çok iyi bir kaynak sağlamaktadır (Panoutsopoulos vd., 2015). Piyasada bulunan eğitsel amaçlar için üretilen dijital oyunların çoğu kullanıcının oyunu kullanması ve manipüle etmesi üzerine odaklanmıştır. Bundan sonra ise en fazla psiko-motor beceri gelişimine odaklanmıştır. İlişkili temsillerle kavram gelişimi üzerinde odaklanmış öğrenme amaçları bakış açıları eksik kalmıştır. Bu eksikliği gidermek için kavramla ilişkili ara temsiller tasarlanmalıdır, somutlaştırılmış dinamik bağlam ve uyarlanabilir açıklayıcı iletişim kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirebilir (Virk, Clark ve Sengupta, 2016). Benzer bir şekilde çalışmalara göre matematiksel problem çözme etkinliklerinde fazladan temsilin verilmesi problem çözme becerisini geliştirecektir (Van Garderen, 2016). Dijital oyunlar gibi fazladan temsiller problem çözme becerisini artıracaktır. Üretilen bu oyunda bu oyunu oynamak için fazladan bir beceriye gerek duyulmamaktadır. Ayrıca bağlam ve temsil sorununu ortadan kaldırmak ve alan kavramını öğretmek amacıyla ve alan iki boyutlu bir kavram olduğundan bu kavramı öğretmek için gerçek dünyada kullanılabilen iki boyutlu cisimler kullanılmalıdır. Bundan dolayı birim kare olarak her öğrencinin mutlaka yediği ve gördüğü kare çikolatalar oyunun temelini oluşturmuştur. Bu şekilde birim kareyi kullanarak satır-sütun, tekrarlama; bütünleri kullanarak denkliği, farklı büyüklükte çikolatalar kullanarak orantıyı ve uzunluk ölçen bir araç ve tekrar birim çikolata kullanarak ölçme kavramı geliştirilmeye çalışılmıştır. Buradan da görüldüğü gibi alan gibi soyut bir kavramı dijital oyun ile tepsi ve çikolata (birim kare) bağlamı kullanarak öğretmek soyut kavramları somutlaştırır ve öğrencilerin matematiksel modelin oluşmasına yardımcı olur. Parçaları yeniden organize edebilirler, gerçek dünyada (pastane bağlamı) var olan anlaşılabilir anlamlara dönüştürürler, böylece problem çözme sürecindeki bilişsel yükü azaltırlar (Chen vd., 2015). Kısaca bu çalışmada görüldüğü üzere dijital oyun ile oluşturulmuş temsil ve bağlam öğrenmeyi daha iyi sağlamaktadır. Chen vd. (2015), benzer şekilde simgesel temsillerle yapılan dijital oyunun öğrenmeyi geleneksel öğrenemeye göre daha iyi bir şekilde sağladığı belirtmişlerdir.

Bir dijital oyunun başarılı olabilmesi için oyun mekaniği ile eğitim mekaniği etkileşimli bir şekilde bir arada kullanılmalıdır (Habgood ve Ainsworth, 2011; Clark ve

Martinez-Garza, 2012). Oyun mekaniği ile eğitim mekaniği birbiriyle entegre olmasıyla birlikte kullanılacak mekaniklerin matematik eğitimiyle uyumlu olması gerekmektedir. Özellikle eğitimciler, matematik eğitimi için kullanacakları dijital oyun türüne ve kapsadığı mekaniklere dikkat etmelidir. Çünkü matematiksel hız ve işlemsel bilgi üzerine odaklanmış dijital oyunlar derinlemesine öğrenme sağlamakta yetersiz kalmaktadır. Hatta öğrencilerin matematiğin yaratıcılık, esnek bir disiplin yerine hız ve işlemsel bilgiyle, hafıza ile ilişkili bir bilim dalı olduğu kavram yanılgısı geliştirebilir (Pope ve Mangram, 2015). Bundan dolayı oyunda çağdaş öğretim tekniklerine uygun mekanikler seçilmiştir. Bu mekanikler şunlardır; yönerge, rehberlik, katılım, geri dönme, keşfetme, yansıtma/tartışma, modelleme özellikleri de oyunun eğitsel mekaniğidir (Lim ve vd., 2012). Ayrıca dijital oyunda anında dönüt verme, fiziksel nesneleri hareket ettirme, daha önce bahsettiğimiz pavlov etkisi, seviye temelli, davranış momentumu, gerçekçi gibi oyun mekaniklerine sahiptir.

Oyunun her aşamasında eğitsel mekanik ile oyun mekaniği bir arada birbirine entegreli bir şekilde kullanılmıştır. İlk bölüm hariç oyunun her aşamasında fiziksel nesne hareketi bulunmaktadır. 2. düzeyde ve 3. düzeyde öğrencilerin satır-sütun ilişkisini keşfetmeleri (eğitim mekaniği) beklenmektedir. Bu keşfi ise ancak nesnelerin fiziksel hareket ettirerek gerçekleştirilebilir. Oyun 1. düzeyde denklik, 2. ve 3. düzeyde satır-sütun ilişkisi, 4.düzeyde tekrarlama becerisi, 5. düzeyde orantı ve 6. düzeyde ise ölçme becerisini keşfettirmeye yönelik olarak tasarlanmıştır. Oyunda ayrıca satır-sütun ilişkisini görmeleri için öğrencilere rehber olmak amacıyla ve ilişki ile ilgili yapıyı ve bağlantıyı göstermeye yönelik pekiştireçler ve ayrıca öğretmen tarafından yardımcı olmak amacıyla verilen dönütler bulunmaktadır. Yansıtma/tartışma öğrenmeyi değerlendirebilme, anlama becerisini artırma ya da eylemi bilgilendirme gibi özelliklere denilmektedir (Lim ve vd., 2012).

Oyunda satır-sütun becerisi kazandırıldıktan sonra bunu kullanacakları yani yansıtacaklar farklı problem durumlarıyla öğrenci karşılaştırılmaktadır. 2. düzeyde temel satır-sütun ilişkisi verildikten sonra 3. düzeyde hareket etmeyen birim kareleri kullanarak satır ve sütun ilişkisi görülmelidir. Böylece satır-sütun ilişkisi eylemi daha derinlemesine öğrenilmiş olmaktadır. Ayrıca 4. düzeyde tekrarlama kavramı, 5. düzeyde orantılık kavramı ve 6. düzeyde ölçme kavramları kullanırken yine satır-sütun ilişkisini yansıtmaları istenmiştir. Benzer şekilde 5. düzeydeki orantılık kavramı 6. düzeydeki ölçme kavramını öğretiminde kullanılmakta ve bu bilginin buraya yansıtılması

istenmiştir. Bir diğer eğitim mekaniği modellemedir. Soyut bir kavramı açık ve anlaşılır bir başka deyişle somut hale getirmek için yapılan işlemlerdir (Harrison, 2001). Alan kavramı sadece formül kullanılarak öğretildiğinde çok fazla soyut olmaktadır. Bundan dolayı bu kavramı somutlaştırmak için oyunun temel aldığı birim kare kullanımından yardım alınmıştır. Oyunda satır ve sütun ilişkisinin bulunması ve satır ile sütunda bulunan kare sayılarının birbirine çarpılması ile alan formülüne ulaşılması hedeflenmiştir. Bu şekilde birçok bilgisayar oyununun yapmış olduğu hata yapılmamış ve soyutlama becerisi açıkça belirtilmiştir. Bununla birlikte oyunlar hızlı bir biçimde soyutlama becerisini geliştirecek ve farklı durumlarla karşılaşabilecekleri durumlarla karşılaşacak ortamlar tasarlanmıştır (Virk, Clark ve Singapurk, 2015). Ayrıca oyunda öğrenciler aktif olarak katılmışlardır. Zaten dijital oyunlarının en temel özelliği öğrenci katılımını artırmasıdır (Chen vd., 2014). Bazı nadir durumlarda öğretmen öğrenciye müdahale etmiş diğer tüm oyunlarda öğrencilerin kendileri oyunu oynamıştır. Ayrıca oyunun başlangıç aşamasında oyunun nasıl oynanacağı ve kavramları öğrenmek için gerekli bazı ipuçları ve yönergeler bulunmaktadır. Öğretmenlerin fazladan bilgi vermemesi ve materyalin etkili bir şekilde kullanılması için bu materyaller önemlidir (Lim vd., 2012).

Etkili bir dijital oyun tasarlanması için yapılması gereken bir diğer nokta teorik çerçeve kullanılmasıdır (Evans vd., 2015). Bu amaçla bu çalışmada Batista (2003) ve Lehrer (2003) tarafından tanımlanmış olan alan kavramını alt kavram, beceri ve ilişkileri analiz edip yorumlayan çalışmalar kullanarak oyun tasarlanmıştır. Bu şekilde alan kavramı en etkili şekilde öğretilmeye çalışılmıştır.

Bununla birlikte dijital oyunun bilişsel becerilere olumlu yönde çok fazla etkisi bulunmaktadır. Dijital oyunlar, oyun ortamları sayesinde gerçek dünya da kullanabileceğimiz farklı beceri ve yaklaşımların kullanılmasına neden olabilir (Lowrie, Jorgensen ve Logan, 2013). Özellikle dijital oyunda öğrencilerin yapmış olduğu hatalar öğrencilerin gelişimine neden olmuştur. Etkinlik sırasında yapılan bu hatalar öğrencilere başarısızlık gibi gelebilir ama bilişsel çatışmaya neden olduğu için yansıtma ve keşfi kolaylaştırır (Borasi, 1994). Oyunda hatalar sesli olarak, görüntülü olarak (YANLIŞ yazısı çıkmıştır) ve can (oyunun sağ üst köşede her öğrenciye verilen kalp şeklinde canlar bulunmaktadır. Her yanlış yapıldığında bu canlardan bir tanesi silinir.) verilir ve bu durum öğrenciyi daha fazla güdülemekte ve yanlış bulmak ve çözmek için tekrar aynı yolu denemekte ya da yeni bir yöntem denemektedir. Öğrencilerin problem çözerken yaptıkları hatalar öğrenmenin gerçekleşmesi için birer fırsattır çünkü öğrenciler

hatalardan ve bu hataları düzeltirken öğrenirler (Fisher ve Lipson, 1986). Fisher and Lipson (1986), öğrencilerin hatalardan öğrenmek için üç adım kullanmaktadır: hatayı belirleme, hatayı muhakeme etme ve hataların engellenmesi. 3. düzeyde (sabit çikolatalardan tepsiye kaç tanesi bulmaya) bazı öğrenciler soruları çözerken önce tepsi gelecek birim kareleri tahmini yerini belirleyerek tüm tepsideki birim kareleri tek tek saymaya çalışmıştır. Bu gibi durumlarda öğrencilerin tamamı karelerin yerini karıştırdığı için yanlış yapmıştır. Bu durumda öğrenci cevabı cevap kutusuna yazdığında cevabın yanlış olduğunu uyarısı almaktadır. Bu durumda öğrenci hatayı belirlemeye çalışmakta ve yanlış saydığını fark etmiş ve tekrar aynı yöntemle saymaya başlamıştır. Tekrar birim karelerin yerini karıştırdığında bu sefer Fisher ve Lipson'nun (1986), ikinci basamağında olan hatayı muhakeme etmeye ve sayma stratejisi yerine farklı yöntemler denemeye başlamıştır. Öğrenciler önce sıra sıra saymaya başlamışlardır. Bu şekilde daha kolay saymışlar ve hata yapma oranı azalmış ama hata payını tamamen yok etmemiş bazı durumlarda sayarken birim karelerin yerlerini karıştırmıştır. Bu durumda hatayı tamamen engellemek için satır ve sütunların birbirine eşit olduğunu fark etmiştir. Fisher ve Lipson'nun (1986), 3. basamağında yer alan hatayı engelleme için bu eşitlikten kullanmaya başlamış ve strateji geliştirmiştir. Artık eşit satırları kullanarak sıralı toplama ya da satır ve sütunları birbirine çarpma yapmaya başlamıştır.

Bu bölümde oyunun tasarımına, alan kavramını öğretilirken elde edilen sonuçlara, oyun oynanması sırasında yapılması gerekenler ve gelecekte yapılabilecek benzer araştırmalara yönelik çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

4.3. Öneri

Bu bölümde araştırma sonuçlarına ilişkin öneriler bulunmaktadır.

4.3.1. Oyunun tasarımı yönelik öneriler

1. Oyunun tasarımında araştırmacıların en fazla zorlandıkları kısım objelerin tasarım aşamasında gerçekleşmiştir. Bunun giderilmesi için güzel sanatlardan mezun grafiker ya da 3d Max, Maya gibi tasarım programlarını kullanmayı bilen mühendislerden yardım alınabilir. Çünkü objelerin çizimi (kodların yazımından farklı olarak) teorik ya da mantıksal olarak öğrenilemiyor. Daha çok sanatsal bir beceri ve uzun yıllar üzerinde uzmanlaşılması gereken bir alandır. Çeşitli internet sitelerinde çeşitli objeler bulunabiliyor. Ancak bu objeler ya çok pahalı ya da tasarladığınız dijital oyuna uygun olmamaktadır.

2. Oyun tasarım noktasında diğ er bir zorluk kodların yazımında yaşanmıştır. Kod yazımı aslında matematiğ in mantık konusuyla ilgilidir. Önergeler ve bağlamalar her iki konuda birbiriyle tamamen ilişkilidir. Matematikte başarılı olan öğrenciler kod yazımında zorlanmayacaklardır. Ayrıca Youtube.com, unity3d kendi internet sitesi ya da kod yazımıyla ilgili internet sitelerden yardım alınabilir. Ancak bunlardan önce kodların algoritması hakkında genel bilgiler öğrenilmelidir. Çünkü internette bulunan çok fazla kaynağ a rağmen oyunun çalışması için gerekli kodlar bulunmayacaktır. Kod satırların değıştirilmesi ya da farklı kod satırlarıyla birleştirilmesi işlemi ya da farklı kod yazım algoritmalarının birbirine dönüştürülmesi (C#, Java...vb) için en basit şekilde kodların algoritması genel olarak bilinmesi gerekir. Bu bilgiler ise sadece kod yazmayı bilen ve öğretme becerisi olan kişilerden alınabilir. Ayrıca kod yazımını yeni öğrenmek isteyen C#'dan başlamalarını daha iyi olacaktır. Çünkü hem daha fazla kaynağ a ulaşılabilir hem de kod yazımı, Java gibi diğ er algoritmalara göre daha kolaydır.

3. Oyun tasarımında diğ er bir önemli nokta oyun yönergelerinin hazırlanmasıdır. Oyun yönergesi genel olarak öğrencilerin oyun içi görevlerinin oyuncuya verildiğ i kısımdır. Bunun için Photoshop ya da Paint gibi yazılımlardan yararlanılabilir. Bu oyunun yönergeleri Photoshop çizim yazılımını kullanarak hazırlanmıştır. Bu oyunda yapılan bir hataydır. Çünkü yönergelerin yazım rengi ve boyutu oyunun içine yerleştirildiğ inde zaman farklı olabiliyordu bundan dolayı renklerin ayarlanması ya da yazımın değıştirilmesi için tekrar Photoshop'ta çalışılması ve düzeltilmesi gerekiyordu. Bu da zaman kaybına neden olmaktadır. Oyun yönergeleri en iyi şekilde oyun mekaniğ i tarafından sağlanan UI gibi oyun içi yazım yapabileceğ iniz araçlar kullanarak yapılabilir. Oyun içi butonlar UI tarafından tasarlanmıştı ve hiçbir zaman bir soruna neden olmaktadır.

4.3.2. Araştırmanın sonuçlarına yönelik öneriler

1. Öğrenciler özellikle 6. sınıf öğrenciler alan konusunu işlemelerine rağmen ön klinik görüşmeleri ve oyun sırasında verdikleri cevaplardan alanla ilgili temel kavramları bilmemektedir. Bundan dolayı alan kavramını öğretirken işlemsel öğrenme yerine kavramsal öğrenmeye önem verilmelidir.

2. Alan kavramını birimin öğretilmesiyle başlanması öğrencinin daha sonra satır ve sütun becerisinin gelişimine önemli derecede katkı sağlamaktadır. Birim kavramı

gelişmeyen öğrenciler basit satır ve sütun birleşenlerine dahi ayıramamaktadır. Bundan dolayı alan eğitimi ile ilgili etkinliklerin birim kavramının öğretimiyle başlamalıdır.

3. Denklik kavramı öğrencilerde alan ve çevre arasında ilişkinin fark edilmesi için önemli bir kavramdır. Öğrenciler benzer şekillerin aynı alanı kapladığı düşüncesine sahiptir. Bu düşüncenin yıkılması için denklik kavramının öğretilmesi önemlidir.

4. Satır-sütun becerisinin gelişimi alan kavramının öğretimi için çok önemlidir. Ancak bu beceri öğrencilerin boş dikdörtgen levhaları tamamen karelerle kaplayarak elde edilmemektedir. Boş levhayı tamamen kaplamak ve tek tek saymak satır-sütun becerisinin en önemli bir basamağı olan satır ve sütunların birbirine eşit olduğu fikrini geliştirmemektedir. Araştırmacının açıkça söylemesinin yanında öğrencilere giderek zorlaşan farklı soru çeşitleri sunulması gerekmektedir. Satır-sütun becerisinin gelişimi için önemli basamaklardan bir tanesi hem satırın hem de sütunun birbirilerine eşit olduğu ve satır boyunca sıralı toplama ya da satır ve sütunların birbirine çarpması ile doğru sonuca ulaşılabilceği fikrinin gelişmesidir. Kavramsal öğrenmenin gerçekleşmesi için 3. düzeydeki satır-sütun farklı biçimde kullandıran sorulara benzer sorular öğrencilere sorularak bu kavram öğretilir.

5. Alan kavramının uzunluk ile arasındaki ilişkinin oluşturulması için tekrarlama kavramının öğretilmesi önemlidir. Yapılacak etkinliklerde uzunluğun alana sığan birim kareyi belirlemek için kullanılması ancak sürüklenen birim kare ile yapılmaktadır.

6. Alan kavramının öğretiminde önemli bir diğer kavram ise orantılıktır. Orantılık kavramını kullanarak yapılacak etkinliklerde alan birimlerinin öğrenimi üzerine olumlu etki oluşturmaktadır. Ayrıca seçilecek farklı büyüklükteki dikdörtgenler ile uzunluk ve kenar ilişkisinin oluşumu üzerine olumlu etki bırakacaktır.

7. Alan öğretiminin en sonunda uzunluk birimlerini kullanarak alanı hesaplama yapılmalıdır. Önceden elde edilen birim, tekrarlama, orantılılık ve satır sütun gibi kavramları kullanarak uzunluk yardımıyla ölçme kavramının geliştirilmelidir. Ölçme kavramıyla öğrenci alan hesaplama formülünü elde etmektedir.

4.3.3. Oyunun yönergesi

Bu bölümde araştırmacı tarafından tasarlanan dijital oyunun nasıl oynanması gerektiğini hangi noktalara dikkat etmesi gerektiği belirtilmiştir.

1. Dijital oyunun her bölümün başında öğrencilere oyunun nasıl oynanacağını belirten yönergeler bulunmaktadır. Öğrencilerin tamamı bu yönergeleri okumadan geçmiştir. Ancak yönergeleri okumadıkları için oyunu nasıl oynayacaklarını tekrar

araştırmacıya sormuşlardır. Bundan dolayı bu aracı kullanan öğretmenler oyunun başlamadan önce ilk seviyelerde oyunun nasıl oynanacaklarını ve oyunun amacı kullanıcılara açıklamalıdır.

2. Birinci düzeyde özellikle ilk üç soru öğrencilerin oyuna hazırlık aşaması olduğu için çok hızlı bir şekilde çözüp sonuca ulaşacaklardır. Son iki soruda iki farklı tepside bütünleri birim kareye ayırarak denk olan şekiller bulunması istenecektir. Denk şekilleri bulunması istenilen bu sorularda bazı öğrenciler benzer şekilleri seçme eğiliminde olacaktır. Bundan dolayı ilk üç soruda bir bütünü birim karelere ayırma stratejisini burada kullanılabileceği öğrenciye belirtilebilir.

3. İkinci düzeyde satır-sütun ilişkisi ile ilgili sorular bulunmaktadır. İlk iki soruda tüm tepsiyi kaplayacak birim kareler bulunmaktadır. Ancak ilerleyen sorularda sorular daha zorlaşmaktadır. Daha az birim kare verilmekte böylece öğrencilerden sadece satır ve sütunların birbirine eşit olduğunu ve bu özelliği kullanarak sonuca ulaşmaları istenmektedir. Öğrenciler ilk iki soruda yerini karıştırmamak için satır ve sütun boyunca saymaya başlamışlardır. Bundan dolayı öğrencilerin bir kısmı satır ve sütunların birbirine eşit olduğu fikri geliştirmiş olacaktır. Ama bazı öğrenciler eşit olduğu fikri geliştirmemiş olabilir. Böyle durumlarda öğrenci tepside sıra boyunca tek tek saymak isteyecektir. Bu öğrencilere her bir satır ve sütunlar için tek tek kaçar birim karenin olduğu öğrenciye sorulabilir böylece öğrencinin fark ettirilmesi sağlanır. Daha sonra öğrenci zaten sıralı toplama ya da satır ve sütunu birbirine çarpma uygulamasını kendi kendine yapmaya başlayacaktır.

4. Üçüncü düzeyde satır ve sütun ile ilgili başka bir etkinlik bulunmaktadır. Burada ilk başta öğrenciler ikinci seviyede öğrendikleri sıralı toplama ya da satır ve sütunu birbirine çarpma işlemini yapmayabilir. Öğrenci karışık teker teker sayma yapabilir. Bu durum öğrencinin aslında bu beceriyi farklı durumlara yönelik içselleştirmede anlamına gelmektedir Ancak burada öğrenci satır ve sütun becerileri kullanmamayı inat edebilir bu durumda bir önceki soruları hatırlatarak benzer şekilde de çözülebileceği hatırlatabilir. Öğrenci bu ipucundan tekrar çarpma ve sıralı toplama işlemlerine dönüş yapacaktır. Eğer inatla bu yöntemi kullanmazsa ikinci seviyeyi tekrar oynatmalıdır.

5. Dördüncü düzeyde tekrarlama kavramı öğretilmeye çalışılmaktadır. İlk iki soruda kullanımı öğretmek için tasarlanmıştır. Ancak daha sonraki sorularda mutlaka sorun çıkacaktır. Çünkü artık her tıklamada birim kare oluşmamaktadır bunun yerine yuvarlak işaretleyiciler oluşmaktadır. Bazı öğrenciler bunu nasıl kullanacaklarını

bilemeyebilirler. Burada öğrencilere kenarlarına yerleştirerek sonucu ulaşabilirsiniz şeklinde ipucu verebilirsiniz. Böylece alan hesaplamada uzunluk kullanmanın ilk adımı atmış olursunuz.

6. Beşinci düzeyde oran ile ilgili sorular bulunmaktadır. Bu düzeyde öğrenciler fazla dışarıdan yardım almadan çözebilmektedir. Öğrenciler fazla soru sormadan kendiliğinden cevabı kolayca bulabilir. Bu sorularda en fazla büyük çikolataları kullanabilirsiniz diye öğrenciler uyarılabilir.

7. Altınca düzeyde oyunda farklı bir mekanik kullanılmakta ve yuvarlaklar ile uzunluk ölçülmektedir. Burada öğrencilere bu uzunluk ölçme aracı tanıtılmalıdır. Öğrenciler satır-sütun becerisi ile ilişkili kullanmaya yönlendirilmelidir. Ayrıca öğrenciler tüm kenar uzunluğunu hesaplamak için yuvarlakları sürükleyerek ve birim kare sayısını bulmaya çalışabilir. Bu durumda öğrencilere tüm kenarı kullanmayı ve buraya kaç birim kare sığacağı sorularak kullanmaları teşvik edilmelidir. Ancak bu şekilde alan kavramının sürekliliği gelişebilir.

KAYNAKÇA

- Ada, T., and Kurtuluş, A. (2012). Project-based learning to explore taxicab geometry. *Primus*, 22(2), 108-133.
- Ada T. (2013). Teaching activity-based taxicab geometry. *Educational Research and Reviews*, 8(16), 1421-1436.
- Admiraal, W., Huizenga, J., Akkerman, S., and Dam, G. T. (2011). The concept of flow in collaborative game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 27(3), 1185-1194.
- Arslan, N., ve Demirtaş, Z. (2015). Oyun Destekli Öğretimin 5. Sınıf Temel Geometrik Kavramlar ve Çizimler Kazanımlarının Öğretiminde Öğrenci Başarısına Etkisi. *VII. Ulusal Lisansüstü Eğitim Sempozyumu*, 82.
- Barrett, J. E., Clements, D. H., Klanderma, D., Pennisi, S. J., and Polaki, M. V. (2006). Students' coordination of geometric reasoning and measuring strategies on a fixed perimeter task: Developing mathematical understanding of linear measurement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 187-221.
- Barrett, J. E., Sarama, J., Clements, D. H., Cullen, C., McCool, J., Witkowski-Rumsey, C., and Klanderma, D. (2012). Evaluating and improving a learning trajectory for linear measurement in elementary grades 2 and 3: A longitudinal study. *Mathematical Thinking and Learning*, 14(1), 28-54.
- Bártek, K., and Nocar, D. (2016). Mathematic education support by digital learning objects. *EDULEARN16*, 3249 – 3253.
- Battista, M. T., and Clements, D. H. (1996). Geometry and proof, *Mathematics Teacher*, 89, 386–388.
- Battista, M. (2003). Understanding students' thinking about area and volume measurement. In D. H. Clements & G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement* (pp. 122–142). Reston: National Council of Teachers of Mathematics
- Battista, M. T. (2004). Applying cognition-based assessment to elementary school students' development of understanding of area and volume measurement. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 185-204.
- Becker, K. (2017). *Choosing and using digital games in the classroom*. Springer: Calgary.

- Beyendi, S. (2019). 2013-2018 Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programlarının Karşılaştırılması. *Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 177-200.
- Blascovich, J., and Bailenson, J. (2006). Immersive virtual environments and education simulations. In S. Cohen, K.E. Portney, D. Rehberger, and C. Thorsen (Eds.), *Virtual decisions: Digital stimulations for teaching reasoning in the social sciences and humanities* (syf. 229–253). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc
- Bintz, W. P., Moore, S. D., Wright, P., and Dempsey, L. (2011). Using literature to teach measurement. *The Reading Teacher*, 65(1), 58-70.
- Bonanno, P., and Kommers, P. A. M. (2008). Exploring the influence of gender and gaming competence on attitudes towards using instructional games. *British Journal of Educational Technology*, 39(1), 97-109.
- Bonotto, C. (2003). About students' understanding and learning of the concept of surface area. In D. H. Clements, & G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement. 2003 Year book* (pp. 157-167). Reston, VA: NCTM.
- Bonwell, C. C., and Eison, J. A. (1991). Active Learning: Creating Excitement in the Classroom, ASHE-ERIC Higher Education Reports. Washington: The George Washington University.
- Borasi, R. (1994). Capitalizing on errors as" springboards for inquiry": A teaching experiment. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(2),166-208.
- Boyle, E. A., MacArthur, E. W., Connolly, T. M., Hailey, T., Manea, M., Kärki, A., and Van Rosmalen, P. (2014). A narrative literature review of games, animations and simulations to teach research methods and statistics. *Computers & Education*, 74, 1-14.
- Bragg, P., and Outhred, L. (2004). A Measure of Rulers--The Importance of Units in a Measure. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*.
- Carolyn Yang, Y. T., and Chang, C. H. (2013). Empowering students through digital game authorship: Enhancing concentration, critical thinking, and academic achievement. *Computers & Education*, 68, 334-344.
- Castellar, E. N., All, A., De Marez, L., and Van Looy, J. (2015). Cognitive abilities, digital games and arithmetic performance enhancement: A study comparing the effects of a math game and paper exercises. *Computers & Education*, 85, 123-133.

- Chen, H. R., Liao, K. C., and Chang, J. J. (2015, August). Design of digital game-based learning system for elementary mathematics problem solving. In *Ubi-Media Computing (UMEDIA), 2015 8th International Conference on* . IEEE. Sri Lanka: Colomba, pp 303-307.
- Chen P., and Yang D. (2005). Exploring to apply mathematical representation to teaching. *Research and Development in Science Education Quarterly*, 40, 48-61.
- Chen, Z. H., Liao, C. C., Cheng, H. N., Yeh, C. Y., and Chan, T. W. (2012). Influence of Game Quests on Pupils' Enjoyment and Goal-pursuing in Math Learning. *Educational Technology & Society*, 15(2), 317-327.
- Clarke, B., Cheeseman, J., and Clarke, D. (2006). The mathematical knowledge and understanding young children bring to school. *Mathematics Education Research Journal*, 18(1), 78-102.
- Clark, D. B., and Martinez-Garza, M. (2012). Prediction and explanation as design mechanics in conceptually-integrated digital games to help players articulate the tacit understandings they build through gameplay. In C. Steinkuhler, K. Squire, & S. Barab (Eds.), *Games, learning, and society: Learning and meaning in the digital age*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Clements, D. H., and Nastasi, B. K. (1988). Social and cognitive interactions in educational computer environments. *American Educational Research Journal*, 25(1), 87-106.
- Clements, D. H., and Battista, M. T., (1992) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning: Geometri and Spatial Reasoning*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Clements, D. H. (1993). Young Children and Computers: Crossroads and Directions from Research. Research in Review. *Young Children*, 48(2), 56-64.
- Clements, D. H. (1994). The uniqueness of the computer as a learning tool: Insights from research and practice. *Young children: Active learners in a technological age*, 31-50.
- Clements, D. H., and Battista, M. T. (1994). Computer environments for learning geometry. *Journal of Educational Computing Research*, 10(2), 173-197.
- Clements, D. H. (1999). Teaching length measurement: Research challenges. *School Science and Mathematics*, 99(1), 5-11.

- Clements, D. H. (2003). *Learning and Teaching Measurement (2003 Yearbook)*. National Council of Teachers of Mathematics. 1906 Association Drive, Reston, VA 20191-1502.
- Clements, D. H., Battista, M. T., Sarama, J., and Swaminathan, S. (1997). Development of students' spatial thinking in a unit on geometric motions and area. *The Elementary School Journal*, 171-186.
- Clements, D., and Sarama, J. (2003). Young children and technology: What does the research say? *Young Children*, 58(6), 34–40.
- Clements, D. H., Sarama, J. H., and Liu, X. H. (2008). Development of a measure of early mathematics achievement using the Rasch model: the Research-Based Early Maths Assessment. *Educational Psychology*, 28(4), 457-482.
- Clements, D. H., Sarama, J., Spitler, M. E., Lange, A. A., and Wolfe, C. B. (2011). Mathematics learned by young children in an intervention based on learning trajectories: A large-scale cluster randomized trial. *Journal for Research in Mathematics Education*, 42(2), 127-166.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., and Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661-686.
- De Grove, F., Bourgonjon, J., and Van Looy, J. (2012). Digital games in the classroom? A contextual approach to teachers' adoption intention of digital games in formal education. *Computers in Human behavior*, 28(6), 2023-2033.
- De Jean, J., Uptis, R., Koch, C., and Young, J. (1999). The story of 'Phoenix Quest': How girls respond to a prototype language and mathematics computer game. *Gender and Education*, 11(2), 207–223.
- Doig, B., Cheeseman, J., and Lindsay, J. (1995). The medium is the message: Measuring area with different media. In B. Atweh & S. Flavel (Eds.), *Galtha: Proceedings of the 18th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (Vol. 1, pp. 229-240). Darwin, Australia: Mathematics Education Research Group.
- Ebner, M., and Holzinger, A. (2007). Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. *Computers & education*, 49(3), 873-890.

- Eraslan Yalçın, E., ve Özgeldi, M. (2019). 1924-2018 Ortaokul matematik öğretim programlarının geometrik düşünme alışkanlıkları bakımından incelenmesi. *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, 15(1), 131-146.
- Erhel, S., and Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. *Computers & Education*, 67, 156-167.
- Ersoy, Y. (2003). Teknoloji Destekli Matematik Eğitimi-1: Gelişmeler, Politikalar ve Stratejiler. *İlköğretim-online*, 2(1), 18-27.
- Evans, M. A., Nino, M., Deater-Deckard, K., and Chang, M. (2015). School-wide adoption of a mathematics learning game in a middle school setting: Using the TPACK framework to analyze effects on practice. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 24(3), 495-504.
- Fisher, K. M., and Lipson, J. I. (1986). Twenty questions about student errors. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(9), 783-803.
- Foster, A., and Shah, M. (2016). Knew me and new Me: Facilitating student identity exploration and learning through game integration. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations (IJGCMS)*, 8(3), 39-58.
- French, D. (2004). *Teaching and learning geometry*. London: Continuum.
- Goos, M., Stillman, G., and Vale, C. (2007). *Teaching secondary school mathematics: Research and practice for the 21st century*. Sydney: Allen & Unwin.
- Gullo, D. F., and Clements, D. H. (1984). The effects of kindergarten schedule on achievement, classroom behavior, and attendance. *The Journal of Educational Research*, 78(1), 51-61.
- Habgood, M. J., and Ainsworth, S. E. (2011). Motivating children to learn effectively: Exploring the value of intrinsic integration in educational games. *The Journal of the Learning Sciences*, 20(2), 169-206.
- Harrison, G. A., (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?, *Research in Science Education*, 31, 401-435.
- Hiebert, J. (1981). Units of measure: Results and implications from national assessment. *Arithmetic Teacher*, 28, 38-43.
- Hino, K. (2002). Acquiring new uses of multiplication through classroom teaching: An exploratory study. *Journal of Mathematical Behavior*, 20, 477–502.

- Hong, D. S., Choi, K. M., Runnalls, C., and Hwang, J. (2018). Do textbooks address known learning challenges in area measurement? A comparative analysis. *Mathematics Education Research Journal*, 30(3), 325-354.
- Hsiao, H. S., Chang, C. S., Lin, C. Y., and Hu, P. M. (2014). Development of children's creativity and manual skills within digital game-based learning environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(4), 377-395.
- Huang, H. M. (2008). Children's Understanding of the Concepts of Area Measurement. Unpublished Doctoral Dissertation: University of Illinois.
- Huang, H. M. E., and Witz, K. G. (2011). Developing children's conceptual understanding of area measurement: A curriculum and teaching experiment. *Learning and instruction*, 21(1), 1-13.
- Huang, H. M. E., and Witz, K. G. (2011). Developing children's conceptual understanding of area measurement: A curriculum and teaching experiment. *Learning and instruction*, 21(1), 1-13.
- Hwang, G. J., and Wu, P. H. (2012). Advancements and trends in digital game-based learning research: a review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 6-10.
- Izsak, A. (2005). "You Have to Count the Squares": Applying Knowledge in Pieces to Learning Rectangular Area. *The Journal of the Learning Sciences*, 14(3), 361-403.
- Joram, E., Gabriele, A. J., Bertheau, M., Gelman, R., and Subrahmanyam, K. (2005). Children's use of the reference point strategy for measurement estimation. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(1), 4-13.
- Kamii, C., and Kysh, J. (2006). The difficulty of "length $\times$ width": Is a square the unit of measurement?. *The Journal of Mathematical Behavior*, 25(2), 105-115.
- Kapp, K. M. (2007). Tools and techniques for transferring know-how from boomers to gamers. *Global Business and Organizational Excellence*, 26(5), 22-37.
- Kauchak, D. P., and Eggen, P. D. (1993). *Learning and teaching*. New York: Allyn Bacon.
- Ke, F. (2008). A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay?. *Computers & Education*, 51(4), 1609-1620.

- Kebritchi, M., Hirumi, A., and Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & Education*, 55(2), 427-443.
- Kellogg, M. (2010). *Preservice elementary teachers' pedagogical knowledge related to area and perimeter. A teacher development experiment investigating anchored instruction with web-based microworlds*. Unpublished Doctoral Dissertation: University of South Florida, Secondary Education.
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and higher education*, 8(1), 13-24.
- Kim, E. M., Haberstroh, J., Peters, S., Howell, H., and Nabors Oláh, L. (2017). A Learning Progression for Geometrical Measurement in One, Two, and Three Dimensions. *ETS Research Report Series*, 2017(1), 1-26.
- Kim, S., and Chang, M. (2010). Computer Games for the Math Achievement of Diverse Students. *Educational Technology & Society*, 13(3), 224-232.
- King-Sears, M. (2009). Universal design for learning: Technology and pedagogy. *Learning Disability Quarterly*, 32(4), 199-201.
- Klawe, M. (1999). Computer games, education and interfaces: The EGEMS project. In I. Scott MacKenzie, & J. Stewart (Eds.), *Proceedings of the Graphics Interface 1999 Conference* (pp. 36-39), 2-4 June 1999, Kingston: Canadian Human-Computer Communications Society.
- Klimmt, C., and Hartmann, T. (2006). Gender and computer games: exploring females' dislikes. *Journal of Computer Mediated Communication*, 11(4), 910-931.
- Krause, E. F. (1986). *Taxicab geometry: An adventure in non-Euclidean geometry*. New York: Courier Corporation.
- Lee, C. Y., and Chen, M. P. (2009). A computer game as a context for non-routine mathematical problem solving: The effects of type of question prompt and level of prior knowledge. *Computers & Education*, 52(3), 530-542.
- Lehrer, R., Kim, M. J., and Schauble, L. (2007). Supporting the development of conceptions of statistics by engaging students in measuring and modeling variability. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 12(3), 195-216.

- Lehrer, R., Jaslow, L., and Curtis, C. L. (2003). Developing an understanding of measurement in the elementary grades. In D. H. Clements, & G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement* (pp. 100-121). Reston, VA: NCTM.
- Levine, S. C., Kwon, M., Huttenlocher, J., Ratliff, K., and Deitz, K. (2009). Children's understanding of ruler measurement and units of measure: A training study. In N. A. Taatgen & H. van Rijn (Eds.), *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 2391– 2395). Austin, TX: Cognitive Science Society.
- Li, J., Theng, Y. L., and Foo, S. (2014). Game-based digital interventions for depression therapy: a systematic review and meta analysis. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17(8), 519-527.
- Li, T. M., Chau, M., Sung, W. K., Lee, A. J., Wong, P. W., and Yip, P. S. (2016). Design and evaluation of a Facebook game for self-directed e-learning. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM&EL)*, 8(3), 464-480.
- Liapis, A.; Yannakakis, G. N., and Togelius, J. 2014. Computational game creativity. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Computational Creativity*, 285–292.
- Lim, T., Louchart, S., Suttie, N., Ritchie, J. M., Aylett, R. S., and Sta˘nescu, I. A. (2013). Strategies for effective digital games development and implementation. In Y. Baek & N. Whitton (Eds), *Cases on digital game-based learning: methods, models, and strategies*, IGI global (pp. 168–198). Hershey, PA: Information Science Reference. doi:10.4018/978-1-4666-2848-9.ch010.
- Lowrie, T., Jorgensen, R., and Logan, T. (2013). Navigating and decoding dynamic maps: Gender preferences and engagement differences within-and outside-of game experiences. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(5), 626-639.
- Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Mace, R. (1997). What is universal design. *The Center for Universal Design at North Carolina State University*. Erişim Ocak, 19, 2019. <http://universaldesign.ie/What-is-Universal-Design/>.

- Martin, W. G., and Strutchens, M. E. (2000). Geometry and measurement. In E. A. Silver, & P. A. Kenney (Eds.), *Results from the seventh mathematics assessment of the National Assessment of Educational Progress* (pp. 193-234). Reston, VA: NCTM.
- Mavrotheris, M., and Prodromou, T. (2016). Mobile technologies in the service of students' learning of mathematics: the example of game application ALEX in the context of a primary school in Cyprus. *Mathematics Education Research Journal*, 28(1), 53-78.
- Meyer, B., and Sørensen, B. H. (2009). Designing serious games for computer assisted language learning—a framework for development and analysis. In *Design and use of serious games*. Springer, Dordrecht.
- McCool, J. K., and Holland, C. (2012). Investigating measurement knowledge. *Teaching Children's Mathematics*, 18(9), 542-548.
- Miller, A. L. (2013). *Investigating conceptual, procedural, and intuitive aspects of area measurement with non-square area units*, Unpublished Doctoral Dissertation: Illinois State University.
- Nastasi, B. K., and Clements, D. H. (1994). Effectance motivation, perceived scholastic competence, and higher-order thinking in two cooperative computer environments. *Journal of Educational Computing Research*, 10(3), 249-276.
- Nunes, T., Light, P., and Mason, J. (1993). Tools for thought: The measurement of length and area. *Learning and instruction*, 3(1), 39-54.
- Olkun, S., Çelebi, Ö., Fidan, E., Engin, Ö. ve Gökgün, C. (2014). Birim kare ve alan formülünün Türk öğrenciler için anlamı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(29-1), 180-195.
- Outhred, L. N., and Mitchelmore, M. C. (2000). Young children's intuitive understanding of rectangular area measurement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 144-167.
- Outhred, L., and Mitchelmore, M. C. (2004). Student's structuring of rectangular arrays. In *Proceedings of the 28th annual conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Norway: Bergen, pp. 465-472.
- Panoutsopoulos, H., Pavlides, G., Markantonatou, S., Economou, V., Mysirlaki, S., Papastamatiou, N., and Kotsanis, I. (2015). "Create It"—"Share It"—"Game It": the Case of a Web-Based Digital Platform for Creating, Sharing and Delivering

Gamified Educational Scenarios. *Proceedings of EDULEARN15 Conference 6th-8th*, Spain: Barcelona.

- Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12.
- Peled, I., and Nesher, P. (1988). What children tell us about multiplication word problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 7, 239–262.
- Penner, J. (1984). *Why many college teachers cannot lecture*. Springfield, IL: Charles C. Thomas.
- Piaget, J. (1960). The general problems of the psychobiological development of the child. In J. M. Tanner & B. Inhelder (Eds.), *Discussions on child development* (Vol. 4, pp. 3-27). London: Tavistock.
- Pope, H., and Mangram, C. (2015). Wuzzit trouble: The influence of a digital math game on student number sense. *International Journal of Serious Games*, 2(4).
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 21-21.
- Reece, C. S., and Kamii, C. (2001). The measurement of volume: why do young children measure inaccurately?. *School Science and Mathematics*, 101(7), 356-361.
- Reynolds, A., and Wheatley, G. H. (1996). Elementary students' construction and coordination of units in an area setting. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(5), 564-581.
- Robertson, J. (2012). Making games in the classroom: benefits and gender concerns. *Computers & Education*, 59(2), 385–398.
- Rosas, R., Nussbaum, M., Cumsille, P., Marianov, V., Correa M., and Flores, P. (2003). Beyond nintendo: Design and assessment of educational video games for first and second grade students. *Computers and Education*, 40(1), 71–94.
- Sarama, J., Clements, D. H., Swaminathan, S., McMillen, S., and Gonzalez Gomez, R. M. (2003). Development of mathematical concepts of two-dimensional space in grid environments: An exploratory study. *Cognition and Instruction*, 21(3), 285-324.
- Sicart, M. (2008). Defining game mechanics. *Game Studies*, 8(2).
- Sophian, C., and Kailihiwa, C. (1998). Units of counting: Developmental changes. *Cognitive Development*, 13(4), 561-585.

- Steffe, L. P., and Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In R. Lesh & A. E. Kelly (Eds.), *Research design in mathematics and science education* (pp. 267- 307). Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Steffe, L. P. (2001). A new hypothesis concerning children's fractional knowledge. *The Journal of Mathematical Behavior*, 20(3), 267-307.
- Stephan, M., and Clements, D. H. (2003). Linear and area measurement in prekindergarten to grade 2. In D. H. Clements & G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement, 2003 yearbook of the National Council of teachers of mathematics* (pp. 3–16). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Strom, D., Kemeny, V., Lehrer, R., and Forman, E. (2001). Visualizing the emergent structure of children's mathematical argument. *Cognitive Science*, 25(5), 733-773.
- Şişman, G. T., and Meral, A. (2009). Seventh grade students' success on the topics of area and perimeter. *Elementary Education Online*, 8(1), 243-253.
- Terlecki, M., Newcombe, N., and Little, M. (2007). Durable and generalized effects of spatial experience on mental rotation: gender differences in growth patterns. *Applied Cognitive Psychology*, 22, 996–1013.
- Tullis, J. G., and Benjamin, A. S. (2011). On the effectiveness of self-paced learning. *Journal of memory and language*, 64(2), 109-118.
- Uluçay, İ. S., ve Çakır, H. (2014). İnteraktif oyunların matematik öğretiminde kullanılması üzerine araştırmaların incelenmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 4(1), 13-34.
- Van Garderen, D. (2007). Teaching students with LD to use diagrams to solve mathematical word problems. *Journal of Learning Disabilities*, 40(6), 540-553.
- Virk, S., Clark, D., and Sengupta, P. (2015). Digital games as multirepresentational environments for science learning: Implications for theory, research, and design. *Educational Psychologist*, 50(4), 284-312.
- Vos, N., Van Der Meijden, H., and Denessen, E. (2011). Effects of constructing versus playing an educational game on student motivation and deep learning strategy use. *Computers & Education*, 56(1), 127-137.
- Weitze, C. L. (2016). Designing for Learning and Play-The Smiley Model as a Framework. *IxD&A*, 29, 52-75.

- Wheatley, G. H., and Reynolds, A. (1996). The construction of abstract units in geometric and numeric settings. *Educational Studies in Mathematics*, 30(1), 67-83.
- Yang, Y., (2012). Building virtual cities, inspiring intelligent citizens: Digital games for developing students' problem solving and learning motivation. *Computers & Education*, 59(2), 365-377.
- Yang, Y., and Chang, C. H. (2013). Empowering students through digital game authorship: Enhancing concentration, critical thinking, and academic achievement. *Computers & Education*, 68, 334-344.
- Young, J., and Uptis, R. (1999). The microworld of Phoenix Quest: Social and cognitive considerations. *Education and Information Technologies*, 4(4), 391–408.
- Zacharos, K., Antonopoulos, K., and Ravanis, K. (2011). Activities in mathematics education and teaching interactions. The construction of the measurement of capacity in pre-schoolers. *European Early Childhood Education Research Journal*, 19(4), 451-468.
- Wickstrom, M. H., Fulton, E. W., and Carlson, M. A. (2017). Pre-service elementary teachers' strategies for tiling and relating area units. *The Journal of Mathematical Behavior*, 48, 112-136.

EKLER

EK 1. : Hatay Milli Eğitim Müdürlüğünden Alınan İzin Belgesi



T.C.
HATAY VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 32889839-605-E.9962737

07.10.2015

Konu: Selçuk ALKAN'ın
Araştırma İzin Onayı

VALİLİK MAKAMINA

Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Doktora Programı Öğrencisi Selçuk ALKAN'ın "Özel Tasarlanmış Bir Dijital Oyunun Ortaokul 6. Sınıf Öğrencilerinin Alan ve Hacim Kavramının Gelişimine Etkisinin İncelenmesi" konulu anket çalışmasını 2015-2016 öğretim yılı birinci ve ikinci dönemlerinde İlimiz Antakya ilçesindeki Anayazı Ortaokulu, Beyhan Gençay Ortaokulu, Bedii Sabuncu Ortaokulu ve İnönü Ortaokulunda öğrenim gören 6. Sınıf öğrencilerine uygulamak istemektedir.

Söz konusu çalışma ile ilgili olarak komisyonumuzca inceleme yapılmış olup, "Millî Eğitim Bakanlığının 07.03.2012 tarihli ve B.08.YET.00.20.00.0/3616 ve 2012/13 nolu Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik İzinleri Genelgesine" uygun olduğundan, ilgilinin İlimiz Antakya İlçesindeki Anayazı Ortaokulu, Beyhan Gençay Ortaokulu, Bedii Sabuncu Ortaokulu ve İnönü Ortaokulundaki idarecilerinin uygun göreceği tarih ve saatlerde, öğrencilerin derslerini aksatmayacak şekilde çalışmasını yapması komisyonumuzca uygun görülmüş olup, olurlarınıza arz ederim.

Mustafa KÖSE
İl Millî Eğitim Şube Müdürü

OLUR
07.10.2015

Kemal KARAHAN
Vali a.
İl Millî Eğitim Müdür V

EK 1.: (Devam) Hatay Milli Eğitim Müdürlüğünden Alınan İzin Belgesi



T.C.
HATAY VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 32889839-605-E.10028828
Konu: Selçuk ALKAN'ın
Araştırma İzin Onayı

07.10.2015

ANTAKYA KAYMAKAMLIĞINA
(İlçe Millî Eğitim Müdürlüğü)

Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Doktora Programı Öğrencisi Selçuk ALKAN'ın "Özel Tasarlanmış Bir Dijital Oyunun Ortaokul 6. Sınıf Öğrencilerinin Alan ve Hacim Kavramının Gelişimine Etkisinin İncelenmesi" konulu anket çalışması yapması ile ilgili 07/10/2015 tarihli ve 9962737 sayılı araştırma izin onayı ekte gönderilmiş olup; onayda belirtilen okullara gönderilmesini rica ederim.

Kemal KARAHAN
Vali a.
İl Millî Eğitim Müdür V.

Ek:Onay(1 sayfa)

İl Millî Eğitim Müdürlüğü Ürgen Paşa Mah.
Ayşe Fitnat Hanım Cad. 14.Sokak 31010 Antakya/Hatay
Elektronik Ağ: www.hatay.meb.gov.tr
e-posta: stratejigelistirme31@meh.gov.tr

Ayrıntılı Bilgi İçin : G.AKAR Şef (1131)
Telefon No : (0 326) 227 68 68
Faks : (0 326) 227 69 69

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden edbf-ef36-3001-bc82-c09e kodu ile teyit edilebilir.

EK 2. KATILIM ONAY FORMU 1 (Öğretim Deneyi)

Sayın Katılımcı,

Öncelikle yapacağımız bu araştırmaya gösterdiğiniz ilgi ve bizlere ayıracağınız zaman için teşekkür ederiz. Bu form, araştırmanın amacını ve bir katılımcı olarak haklarınızı tanımlamayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı 6. Sınıf matematik dersi kapsamında alan ve hacim kavramını geliştirmek için hazırlanan dijital oyunlar ile öğrencilerin akademik başarılarına artırmaktır.

Araştırma kapsamında gerçekleştirilecek öğretim deneyinde araştırmaya gönüllü olarak katılmanızın bu çalışmaya ışık tutacağına inanıyoruz. Öğretim deneyi sürecinin geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak ve bu süreçte ortaya çıkabilecek olası veri kayıplarını önleyebilmek amacıyla tartışmaların video kamera ile kaydedilmesi gerekmektedir. Bu kayıtlar yalnızca bilimsel bir veri olarak bu araştırma kapsamında kullanılacak ve bunun dışında hiçbir amaçla kullanılmayacaktır. Sizin isteğiniz doğrultusunda video kayıtları, veriler yazıldıktan sonra silinebilecek ya da size iade edilebilecektir. Bu kayıtlardaki görüntüleriniz istemediğiniz takdirde yayımlanmayacak ya da görüntüleriniz gölgelendirilecektir. İsteddiğiniz takdirde ve istediğiniz herhangi bir zamanda da araştırmadan ayrılma hakkına sahipsiniz, bu durumda çekilen görüntüler de size teslim edilecektir.

Bu sözleşmeyi okuyup, araştırmaya gönüllü olarak katıldığınıza ve araştırma kapsamında size verdiğimiz güvenceye ilişkin olarak bu formu imzalamanızı rica ediyoruz.

Bu sözleşmeyi okuyarak imzaladığınız için teşekkür ederiz.

Tez Öğrencisi

Danışman

Selçuk Alkan

Doç. Dr. Tuba ADA

Mustafa Kemal Üniversitesi/Eğitim Fakültesi

Anadolu

Üniversitesi/Eğitim

Fakültesi Tel:

İlköğretim

Bölümü

26470 Eskişehir

e-posta: selcukal4401@ hotmail.com.

Tel: 0222.3350580/ 3408-3550

e-posta:

tyuzugul@anadolu.edu.tr

Tarih:

İsim ve İmza

EK 3. KATILIM ONAY FORMU 2 (Görüşmeler)

Sayın Katılımcı,

Öncelikle yapacağımız bu araştırmaya gösterdiğiniz ilgi ve bizlere ayıracağınız zaman için teşekkür ederiz. Bu form, araştırmanın amacını ve bir katılımcı olarak haklarınızı tanımlamayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı 6. Sınıf matematik dersi kapsamında alan ve hacim kavramını geliştirmek için hazırlanan dijital oyunlar ile öğrencilerin akademik başarılarına artırmaktır.

Araştırma kapsamında gerçekleştirilecek öğretim deneyinde araştırmaya gönüllü olarak katılımınızın bu çalışmaya ışık tutacağına inanıyoruz. Araştırma kapsamında sizlerin bilişsel gelişimlerinizi incelemek ve öğretim deneyi sürecinde değişen bilişsel yapılarınız ile ilgili bilgi sahibi olabilmek için öğretim deneyinin öncesinde, sırasında ve sonrasında sizlerle görüşmeler gerçekleştirilecektir. Öğretim deneyi sürecinin geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak ve bu süreçte ortaya çıkabilecek olası veri kayıplarını önleyebilmek amacıyla görüşmeler video kamera ve ses kayıt cihazı ile kaydedilmesi gerekmektedir. Bu kayıtlar yalnızca bilimsel bir veri olarak bu araştırma kapsamında kullanılacak ve bunun dışında hiçbir amaçla kullanılmayacaktır. Sizin isteğiniz doğrultusunda video kayıtları, veriler yazıldıktan sonra silinebilecek ya da size iade edilebilecektir. İstedığınız takdirde ve istediğiniz herhangi bir zamanda da araştırmadan ayrılma hakkına sahipsiniz, bu durumda çekilen görüntüler de size teslim edilecektir.

Bu sözleşmeyi okuyup, araştırmaya gönüllü olarak katıldığınıza ve araştırma kapsamında size verdiğimiz güvenceye ilişkin olarak bu formu imzalamanızı rica ediyoruz.

Bu sözleşmeyi okuyarak imzaladığınız için teşekkür ederiz.

Tez Öğrencisi

Danışman

Selçuk Alkan

Doç. Dr. Tuba ADA

Mustafa Kemal Üniversitesi/Eğitim Fakültesi

Anadolu Üniversitesi/Eğitim Fakültesi

Tel:

İlköğretim Bölümü 26470

Eskişehir

e-posta: selcukal4401@ hotmail.com.

Tel: 0222.3350580/ 3408-3550

e-posta:

tyuzugul@anadolu.edu.tr

Tarih:

İsim ve İmza

EK 4. ÖĞRENCİ VELİSİ BİLGİLENDİRME ve ONAY FORMU

Sayın Veli,

Öncelikle yapacağımız bu çalışmaya gösterdiğiniz ilgi ve bize ayırdığınız zaman için teşekkür ederiz. Bu form, araştırmanın amacını ve öğrencinin bir katılımcı olarak haklarını tanımlamayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı 6. Sınıf matematik dersi kapsamında alan ve hacim kavramını geliştirmek için hazırlanan dijital oyunlar ile öğrencilerin akademik başarılarına artırmaktır.

Velisi bulunduğunuz öğrencinin araştırmaya gönüllü olarak katılımının ve dile getireceği görüşlerin, bu çalışmaya ışık tutacağına inanıyoruz. Araştırma kapsamında öğrencilerin öğrenmelerini daha iyi sağlayabilmek ve onlardaki gelişimleri izleyebilmek ve araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla gerçekleştirilecek sınıf uygulamaları video kamera ile kayıt altına alınacaktır. Bu kayıtlar yalnızca bilimsel bir veri olarak bu araştırma kapsamında kullanılacak ve bunun dışında hiçbir amaçla kullanılmayacaktır. Sizin isteğiniz doğrultusunda video kayıtları, veriler yazıldıktan sonra silinebilecek ya da size teslim edilecektir. Öğrencinizin görüntüleri istemediğiniz takdirde yayımlanmayacak ya da görüntüler gölgelendirilecektir. İzniniz olmadığı takdirde, öğrencinizin ismi araştırma kapsamında kullanılmayacak, yerine takma bir isim kullanılabilecektir. Öğrenci istediği zaman görüşmeyi kesebilir ve çalışmadan ayrılabilir. Bu durumda yaptığımız kayıtlar ve yazılan raporlar size teslim edilecektir.

Bu sözleşmeyi okuyup, araştırmaya velisi bulunduğunuz öğrencinin gönüllü olarak katıldığına ve araştırma kapsamında size verdiğimiz güvenceye ilişkin olarak bu formu imzalamanızı rica ediyoruz.

Bu sözleşmeyi okuyarak imzaladığınız için teşekkür ederiz.

Tez Öğrencisi

Selçuk Alkan

Mustafa Kemal Üniversitesi/Eğitim Fakültesi

Tel:

e-posta: selcukal4401@ hotmail.com.

Danışman

Doç. Dr. Tuba ADA

Anadolu Üniversitesi/Eğitim Fakültesi

İlköğretim Bölümü 26470 Eskişehir

Tel: 0222.3350580/ 3408-3550

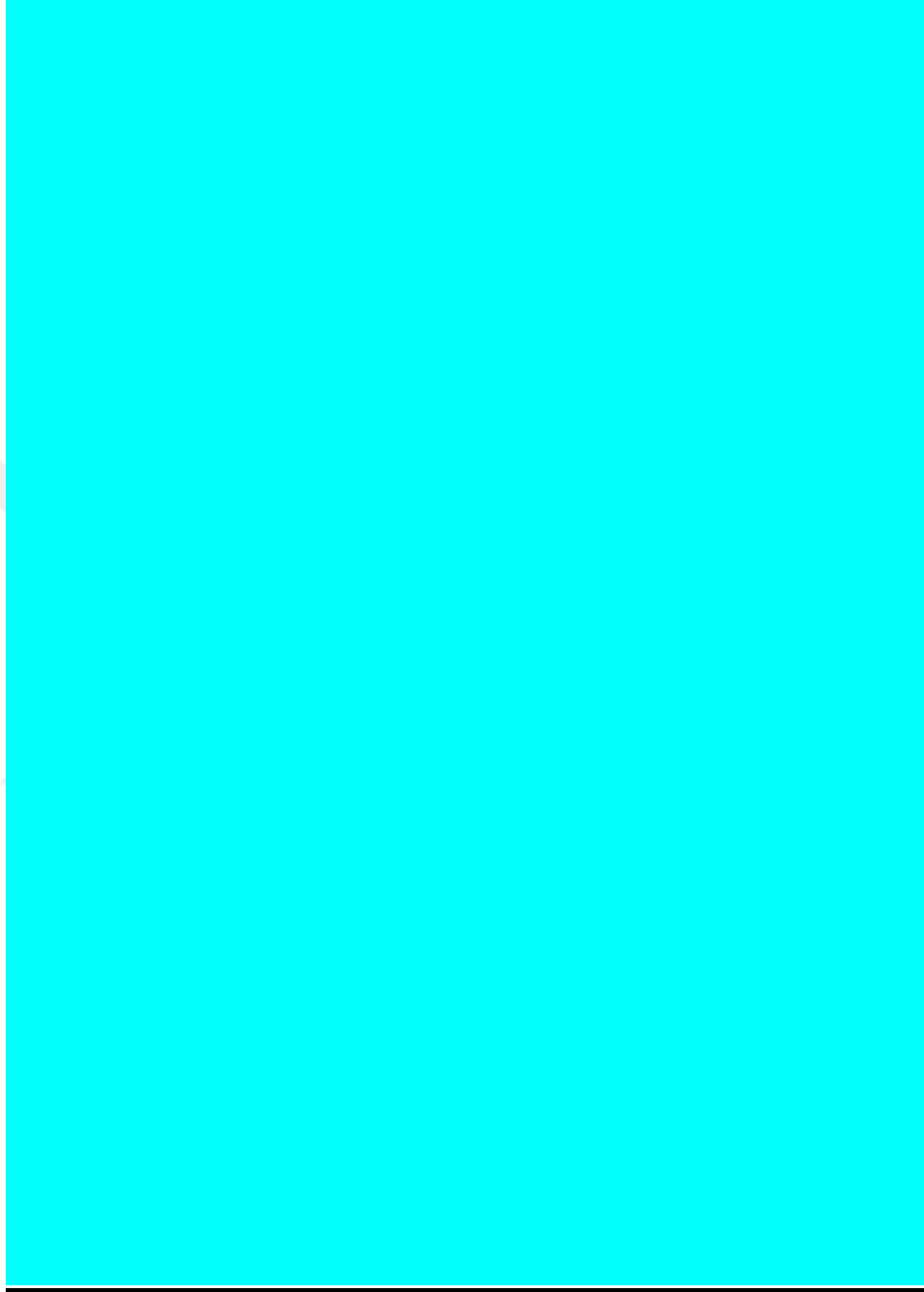
e-posta: tyuzugul@anadolu.edu.tr

Tarih:

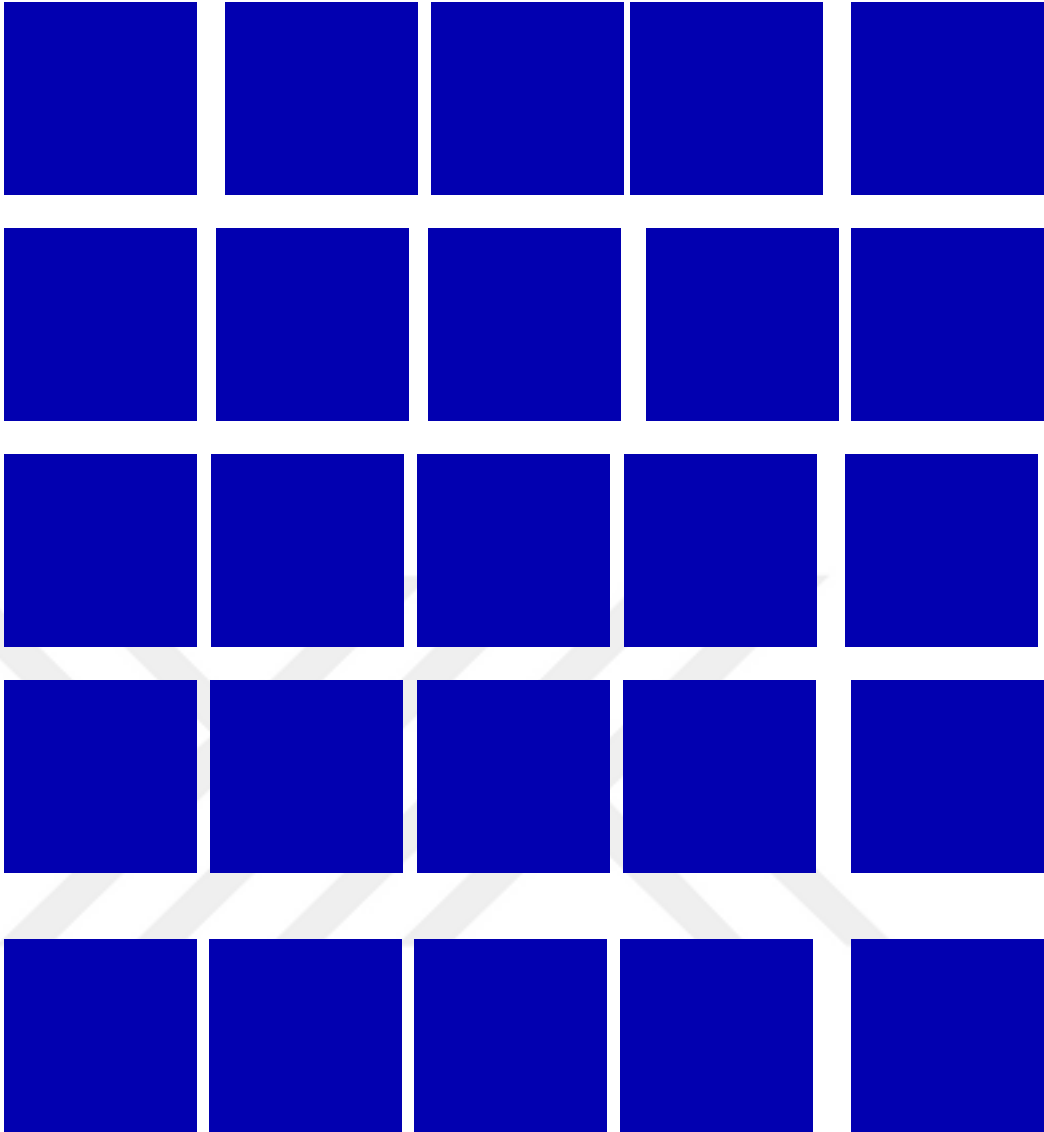
İsim ve İmza

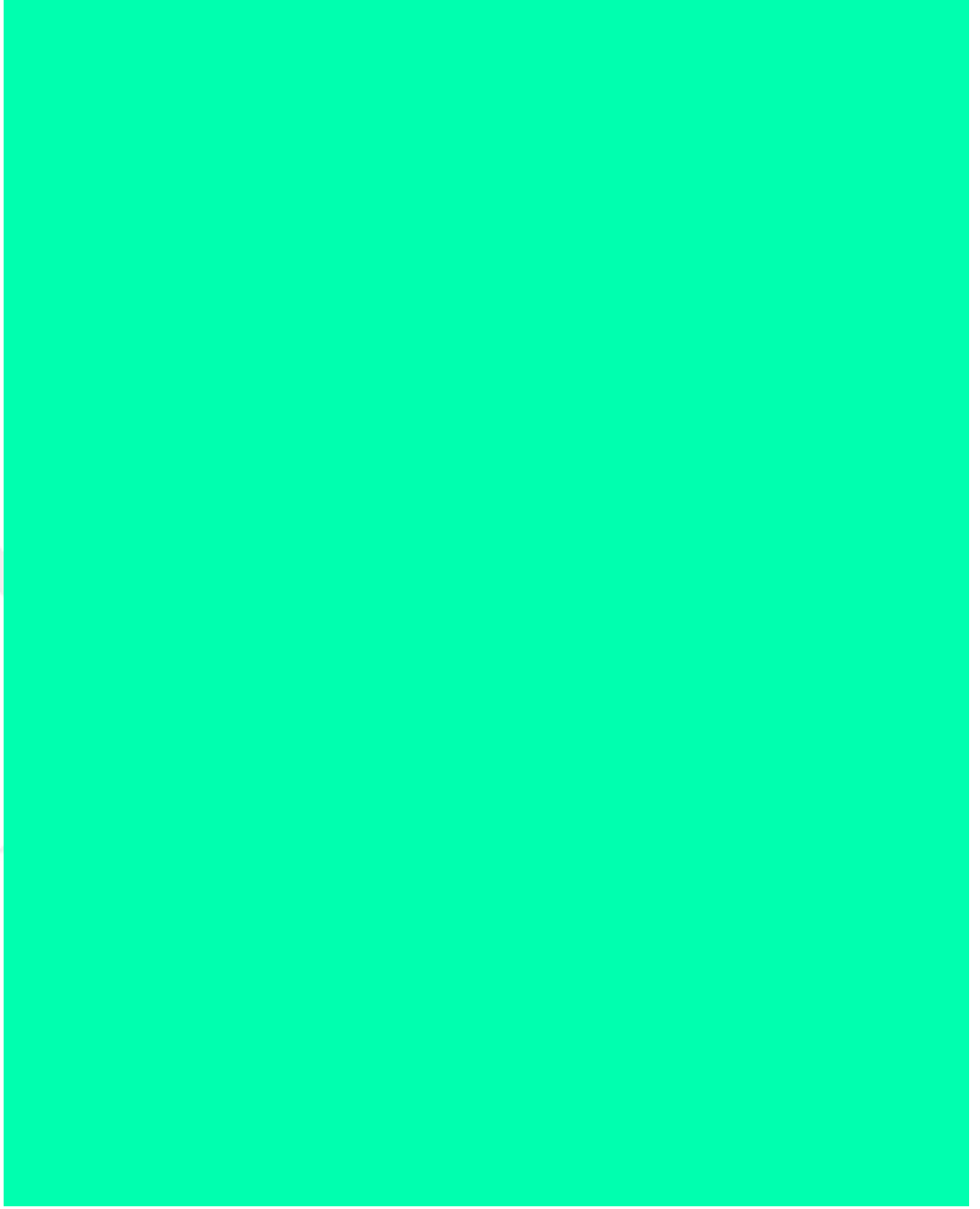
EK 5. Klinik Görüşme

Klinik Görüşme Soruları



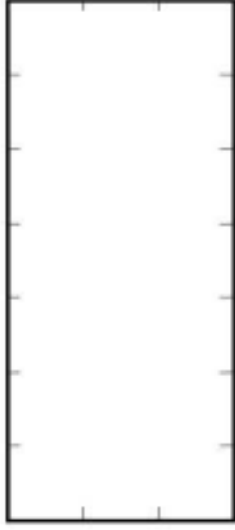
Öğrencilere üst kenardan aşağı doğru mavi beş kare sıralanmış ve ortadan sol kenardan sağ kenara doğru 7 mavi kare sıralanmış şekilde yukarıdaki dikdörtgen gösterilmektedir. Daha sonra bu kareler ortamdan alınarak yukarıdaki boş dikdörtgene kaç kare sığacağı sorulmaktadır?





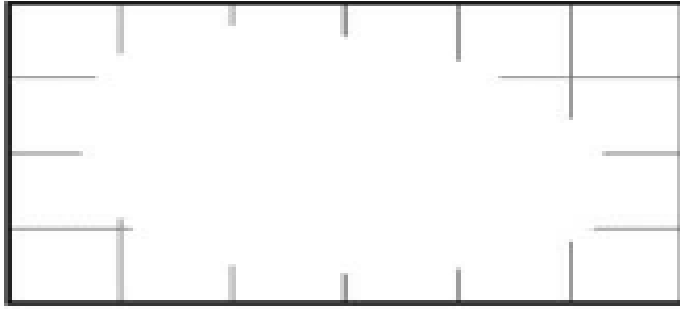
Yukarıdaki dikdörtgenlere kaç mavi olan karelerden kaç tanesi sığmaktadır?

Aşağıdaki şekle kaç kare sığmaktadır?



a

Aşağıdaki şekle kaç kare sığmaktadır?

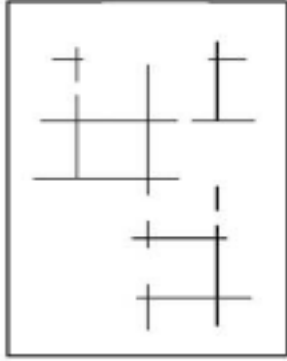


c

Aşağıdaki şekle kaç kare sığmaktadır?

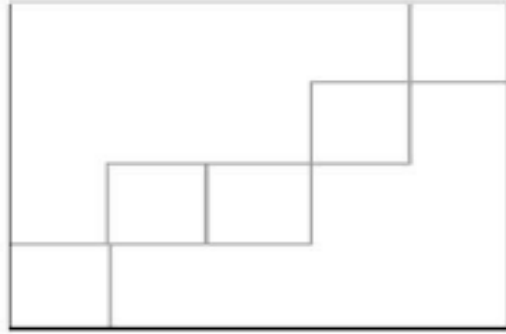


Aşağıdaki şekle kaç kare sığmaktadır?



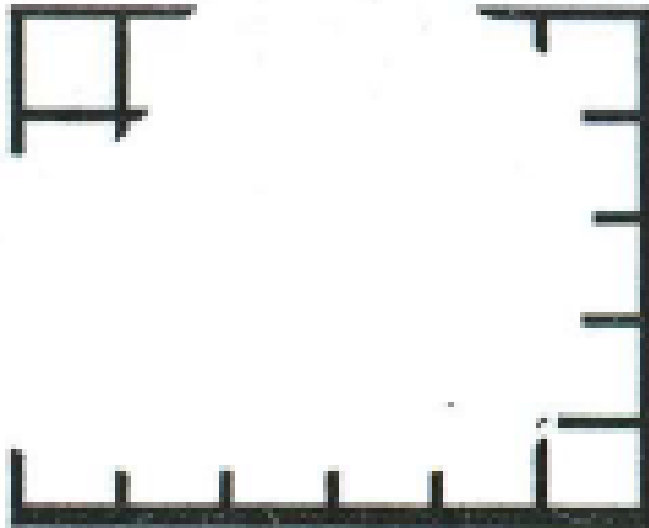
a

Aşağıdaki şekle kaç kare sığmaktadır?

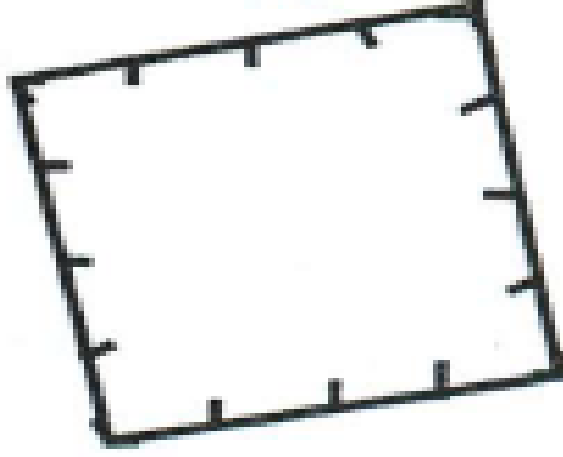


a

Aşağıdaki şekle kaç kare sığmaktadır?



Aşağıdaki şekle kaç kare sığmaktadır?



EK 6. OD1-1 ait kodlar

```
#pragma strict
public var secilenpasta:GameObject;
public var secilenpasta1:GameObject;
public var secilenpasta2:GameObject;
public var secilenpasta3:GameObject;
public var secilenpasta4:GameObject;
public var secilenpasta5:GameObject;
public var tiklama:float;
public var guiTiklama:GUIText;
public var puan:int;
public var guiPuan:GUIText;
public var cevapaz:GameObject;
public var cevapcok:GameObject;
public var yanlis:GameObject;
public var yanlishazir:boolean=false;
public var can:int=0;
public var guiCan:GUIText;
public var kalp1:GameObject;
public var kalp2:GameObject;
public var kalp3:GameObject;
public var kalp4:GameObject;
public var kazandiniz:GameObject;
public var havaifisek :GameObject;
public var havaifisek1 :GameObject;
public var cokfazla:GameObject;
public var seskaynagi:GameObject;
public var oyunmuzik:GameObject;
```

```
function Start () {
guiTiklama.text="tiklama= 0";
guiPuan.text="Puan= 0";
guiCan.text="can=0";
}
```

```
function Update () {
guiTiklama.text="tiklama= "+ tiklama;
guiPuan.text="Puan= "+ puan;
guiCan.text="can= " +can;
    if (can==1)
    {
        kalp1.SetActive(false);
    }
    if (can==2)
    {
        kalp2.SetActive(false);
    }
}
```

```

    }
    if (can==3)
    {
        kalp3.SetActive(false);

    }
    if (can==4)
    {
        kalp4.SetActive(false);

    }
    if (Input.GetMouseButtonDown(0)) {
        var ray : Ray = Camera.main.ScreenPointToRay (Input.mousePosition);
        var hit : RaycastHit;
        if (Physics.Raycast (ray, hit)) {
            if (hit.collider.tag == "pasta") {
                hit.collider.gameObject.SetActive (false);
                // Destroy(hit.collider.gameObject);
                tiklama+=1;
                seskaynagi.SetActive(true);
                Invoke ("SesFunction",.2);

            if (tiklama==1)
            {
                secilenpasta.SetActive (true);

            }

            if (tiklama==2)
            {
                secilenpasta1.SetActive (true);

            }
            if (tiklama==3)
            {
                secilenpasta2.SetActive (true);

            }
            if (tiklama==4)
            {
                secilenpasta3.SetActive (true);

            }
            if (tiklama==5)
            {
                secilenpasta4.SetActive (true);

            }

```

```
if (tiklama==6)
{
    secilenpasta5.SetActive (true);
}
if (tiklama>=7)
{
    Invoke ("MyFunction1",.1);
}
```

```
}
}
}
}
```

```
function OnGUI () {
    if (GUI.Button (Rect (80, 80, 200, 30), "cevabı Kontrol et")) {
        if(tiklama==4){
            puan+=10;
            oyunmuzik.SetActive(false);
            kazandiniz.SetActive (true);
            havaifisek.SetActive(true);
            havaifisek1.SetActive(true);
            Invoke ("MyFunction3",7);
        }
        if (puan==0){
            can+=1;
        }
        if (puan==0&&can!=0){
            yanlis.SetActive(true);
            Invoke ("MyFunction",.8);
        }
    }
}
```

EK.7 OD1-5 Ait Kodlar

```
#pragma strict
public var tiklama:float;
public var guiTiklama:GUIText;
public var puan:int;
public var guiPuan:GUIText;
public var cevapaz:GameObject;
public var cevapcok:GameObject;
public var yanlis:GameObject;
public var yanlishazir:boolean=false;
public var can:int=0;
public var guiCan:GUIText;
public var kalp1:GameObject;
public var kalp2:GameObject;
public var kalp3:GameObject;
public var kalp4:GameObject;
public var kazandiniz:GameObject;
public var havaifisek :GameObject;
public var havaifisek1 :GameObject;
public var dogru_pasta_sahte:GameObject;
public var seskaynagi:GameObject;
public var oyunmuzik:GameObject;
```

```
function Start () {
guiTiklama.text="tiklama= 0";
guiPuan.text="Puan= 30";
guiCan.text="can=0";
}
```

```
function Update () {
guiTiklama.text="tiklama= "+ tiklama;
guiPuan.text="Puan= "+ puan;
guiCan.text="can= " +can;
    if (can==1)
    {
        kalp1.SetActive(false);
    }
    if (can==2)
    {
        kalp2.SetActive(false);
    }
    if (can==3)
    {
        kalp3.SetActive(false);
    }
}
```

```
}  
if (can==4)  
{  
kalp4.SetActive(false);  
  
}
```

```
if (can==4){  
  
    Application.LoadLevel("seviyeler");  
}
```

```
if (Input.GetMouseButtonDown(0)) {  
var ray : Ray = Camera.main.ScreenPointToRay (Input.mousePosition);  
var hit : RaycastHit;  
if (Physics.Raycast (ray, hit)) {  
    if (hit.collider.tag == "pasta3") {  
        hit.collider.gameObject.SetActive (false);  
        // Destroy(hit.collider.gameObject);  
        tiklama+=4;  
        seskaynagi.SetActive(true);  
        Invoke ("SesFunction",.2);  
    }  
}
```

```
if (Physics.Raycast (ray, hit)) {  
if (hit.collider.tag == "pasta2") {  
    hit.collider.gameObject.SetActive (false);  
    // Destroy(hit.collider.gameObject);  
    tiklama+=1;  
    seskaynagi.SetActive(true);  
    Invoke ("SesFunction",.2);  
}  
}
```

```
if (Physics.Raycast (ray, hit)) {  
if (hit.collider.tag == "pasta4") {  
    hit.collider.gameObject.SetActive (false);  
    // Destroy(hit.collider.gameObject);  
    tiklama+=6;  
    seskaynagi.SetActive(true);  
    Invoke ("SesFunction",.2);  
}  
}
```

```
if (tiklama==4)  
{  
dogru_pasta_sahte.SetActive (true);  
Invoke ("MyFunction1",.1);  
}
```

```
        if (tiklama==1)
        {
            yanlis.SetActive(true);
            Invoke ("MyFunction",.5);
            tiklama*=0;
            cevapaz.SetActive(true);
        }
        if (tiklama==6){
            yanlis.SetActive(true);
            Invoke ("MyFunction",.5);
            tiklama*=0;
            cevapcok.SetActive(true);
        }
    }
}
}
}
}

function MyFunction (){

        yanlis.SetActive(false);

        can+=1;

    }
    function MyFunction1 (){
        puan+=10;
        oyunmuzik.SetActive(false);
        kazandiniz.SetActive (true);
        havaifisek.SetActive(true);
        havaifisek1.SetActive(true);
        Invoke ("MyFunction2",7);

    }

    function MyFunction2(){

        Application.LoadLevel("pasta1_5");

    }
```

```
function SesFunction (){  
  
    seskaynagi.SetActive(false);  
  
}  
Sürükleme  
private var ray:Ray;  
private var hit:RaycastHit;  
  
function Start () {  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
function OnMouseDown() {  
    if(Input.GetMouseButton(0)){  
        ray=Camera.main.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);  
        if(Physics.Raycast(ray,hit)){  
            transform.position.x=hit.point.x;  
            transform.position.z=hit.point.z;  
        }  
    }  
  
}
```

EK 8. Birim Kare İçin Sürükleme Kodu

```
#pragma strict
private var ray:Ray;
private var hit:RaycastHit;

function Start () {

}

function OnMouseDown() {
if(Input.GetMouseButton(0)){
ray=Camera.main.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);
if(Physics.Raycast(ray,hit)){
transform.position.x=hit.point.x;
transform.position.z=hit.point.z;
}
}
}
```

EK 9. OD2 Sorularına Ait Kodlar

```
#pragma strict
public var puan:int=0;
public var cevap:String="0";
public var deger:String="30";
private var sayas:int=0;
var guiPuan:GUIText;
var integer_cevap:int=0;
var integer_deger:int=0;
public var birinciyanlis:GameObject;
public var ikinciyanliskucuk:GameObject;
public var ikinciyanlisbuyuk:GameObject;
public var kazandiniz:GameObject;
public var havaifisek :GameObject;
public var havaifisek1 :GameObject;
public var can:int=0;
public var guiCan:GUIText;
public var yanlis:GameObject;
public var kalp1:GameObject;
public var kalp2:GameObject;
public var kalp3:GameObject;
public var kalp4:GameObject;

function Start () {
guiPuan.text="PUAN= 0";
guiCan.text="can=0";

}

function Update(){

guiPuan.text="PUAN= "+ puan;
guiCan.text="can= " +can;
    if (can==1)
    {
        kalp1.SetActive(false);

    }
    if (can==2)
    {
        kalp2.SetActive(false);

    }
    if (can==3)
    {
        kalp3.SetActive(false);

    }

}
```

```

    if (can==4)
    {
        kalp4.SetActive(false);

    }
    if (can==4){

        Application.LoadLevel("seviyeler");

    }
    if(puan==10){
        kazandiniz.SetActive (true);
        havaifisek.SetActive(true);
        havaifisek1.SetActive(true);

```

```

        Invoke("Myfunction",10);

```

```

    }

```

```

}

```

```

function Myfunction(){

```

```

    Application.LoadLevel ("baklava1_2");
}

```

```

function OnGUI () {

```

```

    cevap=GUI.TextField(Rect(80, 40, 200, 30),cevap);

```

```

    if(sayas<4){

```

```

        if (GUI.Button (Rect (80, 80, 200, 30), "cevabı Kontrol et")) {

```

```

            integer_cevap=System.Int32.Parse(cevap);

```

```

            integer_deger=System.Int32.Parse(deger);

```

```

            if(integer_cevap!=integer_deger)

```

```

            {

```

```

                yanlis.SetActive (true);

```

```

                can+=1;

```

```

                Invoke ("MyFunction2",.8);

```

```
    }

    if(integer_cevap==integer_deger)
    {
        puan+=10;
        sayas+=4;
    }

    if(sayas<2){
    if (integer_cevap!=integer_deger)
    {
        sayas+=1;

        birinciyanlis.SetActive (true);
    }
    }
    else if (sayas<3)
    {
        if (integer_cevap<integer_deger){
            sayas+=1;

            birinciyanlis.SetActive (false);
            ikinciyanliskucuk.SetActive (true);
        }
        else if (integer_cevap>integer_deger){
            sayas+=1;

            birinciyanlis.SetActive (false);
            ikinciyanlisbuyuk.SetActive (true);

        }
    }
}

}

function MyFunction2(){
    yanlis.SetActive (false);
```

EK 10. OD3-1 Ait kodlar

```
#pragma strict
public var puan:int=0;
public var cevap:String="0";
public var deger:String="64";
private var sayas:int=0;
var guiPuan:GUIText;
var integer_cevap:int=0;
var integer_deger:int=0;
public var birinciyanlis:GameObject;
public var ikinciyanliskucuk:GameObject;
public var ikinciyanlisbuyuk:GameObject;
public var kazandiniz:GameObject;
public var havaifisek :GameObject;
public var havaifisek1 :GameObject;
public var can:int=0;
public var guiCan:GUIText;
public var yanlis:GameObject;
public var kalp1:GameObject;
public var kalp2:GameObject;
public var kalp3:GameObject;
public var kalp4:GameObject;
```

```
function Start () {
guiPuan.text="PUAN= 0";
guiCan.text="can=0"
}
```

```
function Update(){

guiPuan.text="PUAN= "+ puan;
guiCan.text="can= " +can;
    if (can==1)
    {
        kalp1.SetActive(false);
    }
    if (can==2)
    {
        kalp2.SetActive(false);
    }
    if (can==3)
    {
        kalp3.SetActive(false);
    }
}
```

```
}
if (can==4)
{
kalp4.SetActive(false);

}
if (can==4){

Application.LoadLevel("seviyeler");

}

if(puan==10){

kazandiniz.SetActive (true);
havaifisek.SetActive(true);
havaifisek1.SetActive(true);

Invoke("Myfunction",10);

}

}
```

```
function Myfunction (){

Application.LoadLevel ("baklava2_2");

}
```

```
function OnGUI () {
```

```
cevap=GUI.TextField(Rect(80, 40, 200, 30),cevap);
```

```
if(sayas<4){
```

```
if (GUI.Button (Rect (80, 80, 200, 30), "cevabı Kontrol et")) {
```

```
integer_cevap=System.Int32.Parse(cevap);
```

```

integer_deger=System.Int32.Parse(deger);
if (integer_cevap!=integer_deger)
{
    yanlis.SetActive (true);
    can+=1;
    Invoke ("MyFunction2",.8);

}

if(integer_cevap==integer_deger)
{
    puan+=10;
    sayas+=4;

}

if(sayas<2){
if (integer_cevap!=integer_deger)
{
    sayas+=1;

    birinciyanlis.SetActive (true);
}
}
else if (sayas<3)
{
    if (integer_cevap<integer_deger){
    sayas+=1;

    birinciyanlis.SetActive (false);
    ikinciyanliskucuk.SetActive (true);
    }
    else if (integer_cevap>integer_deger){
    sayas+=1;

    birinciyanlis.SetActive (false);
    ikinciyanlisbuyuk.SetActive (true);
    }
}

}
}
function MyFunction2(){

    yanlis.SetActive (false);

```

EK 11. İşaretleme Oluşturma Kodu

```
var testObject : Transform;
```

```
function Update ()  
{  
    if (Input.GetButtonDown ("Fire2"))  
    {  
        var mousePos = Input.mousePosition;  
        mousePos.z = 12;    // we want 2m away from the camera position  
  
        var objectPos = Camera.main.ScreenToWorldPoint(mousePos);  
  
        var myObject= Instantiate(testObject, objectPos, Quaternion.identity);  
    }  
}
```

Ek 12. OD4 soruları Kodu

```
public var puan:int=0;
public var cevap:String="0";
public var deger:String="30";
private var sayas:int=0;
var guiPuan:UIText;
var integer_cevap:int=0;
var integer_deger:int=0;
public var birinciyanlis:GameObject;
public var ikinciyanliskucuk:GameObject;
public var ikinciyanlisbuyuk:GameObject;
public var kazandiniz:GameObject;
public var havaifisek :GameObject;
public var havaifisek1 :GameObject;
public var can:int=0;
public var guiCan:UIText;
public var yanlis:GameObject;
public var kalp1:GameObject;
public var kalp2:GameObject;
public var kalp3:GameObject;
public var kalp4:GameObject;
```

```
function Start () {
guiPuan.text="PUAN= 0";
guiCan.text="can=0";
```

```
}
```

```
function Update(){
```

```
guiPuan.text="PUAN= "+ puan;
guiCan.text="can= " +can;
    if (can==1)
    {
        kalp1.SetActive(false);
    }
    if (can==2)
    {
        kalp2.SetActive(false);
    }
    if (can==3)
    {
        kalp3.SetActive(false);
    }
}
```

```

    if (can==4)
    {
        kalp4.SetActive(false);

    }
    if (can==4){

        Application.LoadLevel("seviyeler");

    }
    if(puan==10){
        kazandiniz.SetActive (true);
        havaifisek.SetActive(true);
        havaifisek1.SetActive(true);

```

```

        Invoke("Myfunction",10);
    }
}

```

```

function Myfunction(){
    Application.LoadLevel ("baklava4_2");
}

```

```

function OnGUI () {

```

```

    cevap=GUI.TextField(Rect(80, 40, 200, 30),cevap);

```

```

    if(sayas<4){

        if (GUI.Button (Rect (80, 80, 200, 30), "cevabı Kontrol et")) {

            integer_cevap=System.Int32.Parse(cevap);

            integer_deger=System.Int32.Parse(deger);
            if(integer_cevap!=integer_deger)
            {

```

```
        yanlis.SetActive (true);
        can+=1;
        Invoke ("MyFunction2",.8);

    }

    if(integer_cevap==integer_deger)
    {
        puan+=10;
        sayas+=4;

    }

    if(sayas<2){
    if (integer_cevap!=integer_deger)
    {
        sayas+=1;

        birinciyanlis.SetActive (true);
    }
    }
    else if (sayas<3)
    {
        if (integer_cevap<integer_deger){
            sayas+=1;

            birinciyanlis.SetActive (false);
            ikinciyanliskucuk.SetActive (true);
        }
        else if (integer_cevap>integer_deger){
            sayas+=1;
            birinciyanlis.SetActive (false);
            ikinciyanlisbuyuk.SetActive (true);
        }
    }

    }

}

}

function MyFunction2(){

    yanlis.SetActive (false);

}
```

EK 13. OD5 Soruları Kodu

```
public var puan:int=0;
public var cevap:String="0";
public var deger:String="64";
private var sayas:int=0;
var guiPuan:UIText;
var integer_cevap:int=0;
var integer_deger:int=0;
public var birinciyanlis:GameObject;
public var ikinciyanliskucuk:GameObject;
public var ikinciyanlisbuyuk:GameObject;
public var kazandiniz:GameObject;
public var havaifisek :GameObject;
public var havaifisek1 :GameObject;
public var can:int=0;
public var guiCan:UIText;
public var yanlis:GameObject;
public var kalp1:GameObject;
public var kalp2:GameObject;
public var kalp3:GameObject;
public var kalp4:GameObject;
```

```
function Start () {
guiPuan.text="PUAN= 0";
guiCan.text="can=0";

}

function Update(){

guiPuan.text="PUAN= "+ puan;
guiCan.text="can= " +can;
    if (can==1)
    {
        kalp1.SetActive(false);

    }
    if (can==2)
    {
        kalp2.SetActive(false);

    }
    if (can==3)
```

```

{
    kalp3.SetActive(false);

}
if (can==4)
{
    kalp4.SetActive(false);

}
if (can==4){

Application.LoadLevel("seviyeler");

}
    if(puan==10){

        kazandiniz.SetActive (true);
        havaifisek.SetActive(true);
        havaifisek1.SetActive(true);

        Invoke("Myfunction",10);

    }

}

function Myfunction (){

    Application.LoadLevel ("baklava5_2");

}

function OnGUI () {

    cevap=GUI.TextField(Rect(80, 40, 200, 30),cevap);

    if(sayas<4){

        if (GUI.Button (Rect (80, 80, 200, 30), "cevabı Kontrol et")) {

            integer_cevap=System.Int32.Parse(cevap);

```

```
integer_deger=System.Int32.Parse(deger);
    if(integer_cevap!=integer_deger)
    {
        yanlis.SetActive (true);
        can+=1;
        Invoke ("MyFunction2",.8);
    }

    if(integer_cevap==integer_deger)
    {
        puan+=10;
        sayas+=4;
    }

    if(sayas<2){
    if (integer_cevap!=integer_deger)
    {
        sayas+=1;

        birinciyanlis.SetActive (true);
    }
    }
    else if (sayas<3)
    {
        if (integer_cevap<integer_deger){
            sayas+=1;

            birinciyanlis.SetActive (false);
            ikinciyanliskucuk.SetActive (true);
        }
        else if (integer_cevap>integer_deger){
            sayas+=1;

            birinciyanlis.SetActive (false);
            ikinciyanlisbuyuk.SetActive (true);

        }
    }
}

}
```

```
}  
function MyFunction2(){  
    yanlis.SetActive (false);  
}
```



EK 14. Yuvarlaklar Arası Mesafe Kodu

```
var obj1 : Transform;  
var obj2 : Transform;  
var dist : int;  
var guiyer1:float;  
var guiyer2:float;
```

```
function Update () {
```

```
    dist= Vector3.Distance(obj1.position, obj2.position);
```

```
    Debug.DrawRay (obj1.position, obj2.position, Color.red,10.0f);  
}
```

```
function OnGUI()
```

```
{
```

```
var myStyle : GUIStyle = new GUIStyle();
```

```
    myStyle.fontSize = 30;
```

```
    GUI.color = Color.black;
```

```
GUI.Label(Rect(Screen.width - (Screen.width / 6), Screen.height / 9, Screen.width / 6,  
Screen.height / 15),dist+" cm",myStyle);
```

```
}
```

EK 15. OD6 Soruna Ait Kod

```
public var puan:int=0;
public var cevap:String="0";
public var deger:String="64";
private var sayas:int=0;
var guiPuan:UIText;
var integer_cevap:int=0;
var integer_deger:int=0;
public var birinciyanlis:GameObject;
public var ikinciyanliskucuk:GameObject;
public var ikinciyanlisbuyuk:GameObject;
public var kazandiniz:GameObject;
public var havaifisek :GameObject;
public var havaifisek1 :GameObject;
public var can:int=0;
public var guiCan:UIText;
public var yanlis:GameObject;
public var kalp1:GameObject;
public var kalp2:GameObject;
public var kalp3:GameObject;
public var kalp4:GameObject;
```

```
function Start () {
guiPuan.text="PUAN= 0";
guiCan.text="can=0";

}

function Update(){

guiPuan.text="PUAN= "+ puan;
guiCan.text="can= " +can;
    if (can==1)
    {
        kalp1.SetActive(false);

    }
    if (can==2)
    {
        kalp2.SetActive(false);

    }
    if (can==3)
```

```

{
    kalp3.SetActive(false);

}
if (can==4)
{
    kalp4.SetActive(false);

}
if (can==4){

Application.LoadLevel("seviyeler");

}
    if(puan==10){

        kazandiniz.SetActive (true);
        havaifisek.SetActive(true);
        havaifisek1.SetActive(true);

        Invoke("Myfunction",10);

    }

}

function Myfunction (){

    Application.LoadLevel ("baklava5_2");

}

function OnGUI () {

    cevap=GUI.TextField(Rect(80, 40, 200, 30),cevap);

    if(sayas<4){

        if (GUI.Button (Rect (80, 80, 200, 30), "cevabı Kontrol et")) {

            integer_cevap=System.Int32.Parse(cevap);

```

```
integer_deger=System.Int32.Parse(deger);
    if(integer_cevap!=integer_deger)
    {
        yanlis.SetActive (true);
        can+=1;
        Invoke ("MyFunction2",.8);
    }
```

```
if(integer_cevap==integer_deger)
{
    puan+=10;
    sayas+=4;
```

```
}
```

```
if(sayas<2){
if (integer_cevap!=integer_deger)
{
    sayas+=1;
```

```
    birinciyanlis.SetActive (true);
```

```
}
```

```
}
```

```
else if (sayas<3)
```

```
{
```

```
    if (integer_cevap<integer_deger){
        sayas+=1;
```

```
        birinciyanlis.SetActive (false);
```

```
        ikinciyanliskucuk.SetActive (true);
```

```
    }
```

```
    else if (integer_cevap>integer_deger){
        sayas+=1;
```

```
        birinciyanlis.SetActive (false);
```

```
        ikinciyanlisbuyuk.SetActive (true);
```

```
    }
```

```
}
```

```
}
```

```
}  
}  
function MyFunction2(){  
    yanlis.SetActive (false);  
}
```



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selçuk ALKAN
Yabancı Dil : İngilizce
Doğum Yeri ve Yılı : Belçika/1984
E-Posta : selcukal4401@hotmail.com

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2012-2019, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı (Doktora)
- 2009-2012, Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü (Yüksek Lisans)
- 2004-2008 İnönü Üniversitesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği (Lisans)
- 2009-devam ediyor, Araştırma görevlisi

Yayınları ve Bilimsel Faaliyetleri:

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler:

Alkan S. ve Gelici Ö. (2013). Sınıf öğretmenlerin matematik öğretimine yönelik inançları, *International Perspectives on New Aspects of Learning in Teacher Education- Building Bridges Conference*. 2-4 ekim 2013 Diyarbakır

Özer, B., Kahramanoğlu, R. ve Alkan, S. 2010 İlköğretim I. Kademesinde sınıflara göre uzmanlaşma konusunda öğretmen görüşleri, *International Conference on New Horizons in Education*, June 23-25 , Famagusta, KKTC.

Alkan, S. ve Ada, T. (2014). Yan Alanı Matematik Öğretmenliği Olan Öğretmenlerin Matematik Öğretimine Yönelik Görüşleri, *International Conference On Education in Mathematics, Science and Technology*, May 16-18, Konya, Turkey.

Gök, M. ve Alkan, S. (2015), Adidaktik Ortamların Matematiksel Düşüncenin Gelişimi Açısından İncelenmesi, *IIRD International Eurasian Educational Research Congress Ejer*, Ankara

Alkan, S. ve Korkmaz, C. (2016), Matematik Bölümü Formasyon Öğrencilerinin PAB Değerlendirilmesi, *IIIrd International Eurasian Educational Research Congress Ejer*, 9-12 Mayıs, Muğla.

Ada, T. ve Alkan, S. (2016), Design And Evaluation Of The Dynamic Manipulative And Activities In Probability Education (Olasılık Eğitiminde Dinamik Manipülatif Ve

Etkinliklerin Tasarlanması Ve Değerlendirilmesi), *International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology*, May 19-22, Bodrum.

Kuran, K. ve Alkan, S. (2016), Orta Okul Branş Öğretmenlerinin Eğitim Teknolojisine Yönelik Bilgilerinin Değerlendirilmesi, *4. Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Kongresi*, october 27-30, Antalya.

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan bildiriler:

Özer, B. ve Alkan, S. (2012). Öğretim Elemanlarının öğretmenlik eğitimi hakkındaki görüşleri, *Öğretmen Yetiştirme Ve Geliştirme Sempozyumu*. 20-22 Eylül 2012 Uşak.

Alkan S. ve Tuba A. (2013) Matematik bölümü öğrencilerin Vektörler Konusuna Yönelik İnançların Belirlenmesi, *Birinci Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu*, 20-22 Haziran, Trabzon.

Alkan, S. ve Ada, T.(2015) Olasılık Eğitiminde Sanal Dinamik Manipülatif Tasarlanması ve Manipülatife Yönelik Öğrenci Görüşleri, *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu-2*, Adıyaman