

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

6. SINIF MATEMATİK DERSİ GEOMETRİ VE ÖLÇME
ÖĞRENME ALANINDA GELİŞTİRİLEN BİR SANAL
MANİPÜLATİF TAKIMININ (MATMAP)
ÖĞRENCİLERİN AKADEMİK BAŞARILARINA,
GEOMETRİYE YÖNELİK TUTUMLARINA VE
GEOMETRİK MUHAKEME SÜREÇLERİNE ETKİSİ

Ahmet MUTLUOĞLU

DOKTORA TEZİ

Danışman

Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN

Bu çalışma Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 171410003 nolu Doktora tez projesi olarak desteklenmiştir.

Konya – 2019



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Adı Soyadı	Ahmet MUTLUOĞLU
Numarası	128302053002
Ana Bilim/ Bilim Dalı	İlköğretim A. B. D. / Matematik Eğitimi Bilim Dalı
Programı	Doktora
Öğrencinin Tezin Adı	6. Sınıf Matematik Dersi Geometri ve Ölçme Öğrenme Alanında Geliştirilen Bir Sanal Manipülatif Takımının (MATMAP) Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Geometriye Yönelik Tutumlarına ve Geometrik Muhakeme Süreçlerine Etkisi.

Bu tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

17.06.2019
Ahmet MUTLUOĞLU

 KONYA	T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü	 NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
--	--	---

DOKTORA TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	Ahmet MUTLUOĞLU
	Numarası	128302053002
	Ana Bilim Dalı	İlköğretim A.B.D.
	Bilim Dalı	Matematik Eğitimi Bilim Dalı
	Programı	Doktora
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN
	Tezin Adı	6. Sınıf Matematik Dersi Geometri ve Ölçme Öğrenme Alanında Geliştirilen Bir Sanal Manipülatif Takımının (MATMAP) Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Geometriye Yönelik Tutumlarına ve Geometrik Muhakeme Süreçlerine Etkisi.

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan “6. Sınıf Matematik Dersi Geometri ve Ölçme Öğrenme Alanında Geliştirilen Bir Sanal Manipülatif Takımının (MATMAP) Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Geometriye Yönelik Tutumlarına ve Geometrik Muhakeme Süreçlerine Etkisi” başlıklı bu çalışma 17/06/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

	Ünvanı Adı Soyadı	İmza
Danışman	Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Erhan ERTEKİN	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. A. Selçuk KURBANLI	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Yasin YAZLIK	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ÇETİN	



Öğrencinin	Adı Soyadı	Ahmet MUTLUOĞLU
	Numarası	128302053002
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İlköğretim A. B. D. / Matematik Eğitimi Bilim Dalı
	Programı	Doktora
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN
	Tezin Adı	6. Sınıf Matematik Dersi Geometri ve Ölçme Öğrenme Alanında Geliştirilen Bir Sanal Manipülatif Takımının (MATMAP) Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Geometriye Yönelik Tutumlarına ve Geometrik Muhakeme Süreçlerine Etkisi.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, 6. sınıf matematik dersi geometri ve ölçme öğrenme alanına dönük bir sanal manipülatif takımının tasarlanması, uygulanması ve etkisinin değerlendirilmesidir. Bu kapsamda Fischbein'in (1993) "Şekilsel Kavram Teorisi", Moyer'in (2016) sanal manipülatifler için çizdiği teorik çerçeve ve yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı esas alınarak MATMAP adı verilen bir sanal manipülatif takımı geliştirilmiştir.

Araştırmada MATMAP'ın öğrencilerin akademik başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisinin belirlenmesi ve öğrencilerin geometrik muhakeme süreçlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmada karma yöntem kullanılmıştır. Araştırmanın nicel kısmında yarı deneysel desen, nitel kısmında ise iç içe geçmiş tek durum deseni benimsenmiştir. Deney grubundaki derslerde öğrenme sürecinde MATMAP kullanılırken kontrol grubundaki dersler geleneksel öğrenme-öğretme ortamında yürütülmüştür. Araştırma kapsamında

yürütülen derslerin tamamlanmasının ardından farklı başarı seviyelerine sahip deney grubu öğrencilerinin geometrik muhakeme süreçleri incelenmiştir.

Araştırmanın verileri “başarı testi”, “geometriye yönelik tutum ölçeği” ve “yarı yapılandırılmış görüşmeler” ile elde edilmiştir. Elde edilen nicel veriler t-testi ve ANCOVA testi ile analiz edilmiştir. Görüşme formundan elde edilen nitel veriler ise betimsel olarak analiz edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre istatistiksel olarak hem daha başarılı olduğu hem de geometriye yönelik daha fazla olumlu tutum geliştirdiği belirlenmiştir. Nitel bulgulara göre alt düzey başarıya sahip öğrencilerin geometrik muhakemelerinde çoğunlukla prototip şekil etkisinin baskın olduğu görülmüştür. Orta düzey ve üst düzey başarıya sahip öğrencilerin ise geometrik muhakemelerini kavram kontrolünde gerçekleştirebildikleri, buna karşın zaman zaman prototip şekil etkisiyle de muhakeme yaptıkları belirlenmiştir.

Araştırmanın sonunda elde edilen sonuçlara dayalı olarak bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar Destekli Matematik Eğitimi, Sanal Manipülatif, Geometrik Muhakeme, Geometriye Yönelik Tutum.



Öğrencinin	Adı Soyadı	Ahmet MUTLUOĞLU
	Numarası	128302053002
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İlköğretim A. B. D. / Matematik Eğitimi Bilim Dalı
	Programı	Doktora
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN
	Tezin İngilizce Adı	The effects of virtual manipulatives, developed for 6th grade mathematics lesson in geometry and measurement learning area, on students' academic achievement, attitudes towards geometry, and geometrical reasoning processes.

SUMMARY

The aim of this study is to design, apply and assess the effect of a virtual manipulative set for sixth grade mathematics lesson geometry and measurement learning area. In this scope, a virtual manipulative set called MATMAP was developed based on Fischbein's (1993) "The Theory of Figural Concepts", the theoretical framework for virtual manipulatives drawn by Moyer (2016) and constructivist learning approach.

In this study it was aimed to determine the effect of MATMAP on students' academic achievement and attitudes towards geometry and to investigate the students' geometrical reasoning processes. For this purpose, mixed method was used in the research. The quasi-experimental design was used in the quantitative part of the research and the single-case (embedded) designs in the qualitative part was adopted. While MATMAP was used in the learning process in the experimental group, the lessons in the control group were conducted in a traditional learning-teaching environment. Following the completion of the lessons within the scope of

the research, geometrical reasoning processes of the experimental group students with different achievement levels were examined.

The data of the study were obtained with "achievement test", "attitude scale for geometry" and "semi-structured interviews". The quantitative data were analyzed by t-test and ANCOVA test. The qualitative data obtained from the interview form were analyzed descriptively.

According to the findings of the study, it was determined that the students in the experimental group were more successful and developed more positive attitudes towards geometry statistically than the students in the control group. According to the qualitative findings, it was observed that the prototype shape effect was predominant in the geometrical reasoning of the students with lower level success. It is determined that students who have medium and high level success can perform their geometrical reasoning under concept control, while they sometimes make reasoning with the prototype shape effect.

At the end of the study, some suggestions were made based on the results.

Keywords: Computer Aided Mathematics Education, Virtual Manipulatives, Geometrical Reasoning, Attitude Towards Geometry.

ÖNSÖZ

Bu tez projesi süresince yürüttüğüm tüm çalışmalarda deneyiminden, birikiminden, görüşlerinden ve önerilerinden sıklıkla istifade ettiğim kıymetli danışmanım ve rehberim Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN başta olmak üzere,

Kritik müdahaleleri ve önerileriyle çalışmama sunduğu değerli katkılarından ötürü Prof. Dr. Erhan ERTEKİN Hocama,

Yapıcı eleştirileriyle çalışmama zenginlik katan kıymetli jüri üyesi hocalarıma içtenlikle teşekkür ederim.

Bu çalışmamı destekleyen Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne de teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi akademik çalışmalarım da maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen, bu yönde beni teşvik edip her zaman yanımda olduklarını hissettiren muhterem anneme ve babama kalpten teşekkür ederim.

Yoğun çalışmalarım boyunca anlayışı ve hoşgörüsüyle hep yanımda olan ve beni sürekli motive eden sevgili eşime teşekkür ederim. Ayrıca varlıkları huzur kaynağım olan biricik kızıma ve oğluma sevgilerimi sunarım.

Ahmet MUTLUOĞLU
KONYA – 2019

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK SAYFASI.....	i
DOKTORA TEZİ KABUL FORMU	ii
ÖZET	iii
SUMMARY	v
ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR	xvii
SİMGELER.....	xviii
BÖLÜM I.....	1
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı	5
1.2. Araştırmanın Problemi	5
1.3. Araştırmanın Önemi	6
1.4. Araştırmanın Varsayımları	8
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	9
1.6. Tanımlar	9
BÖLÜM II	11
2. KURAMSAL ÇERÇEVE.....	11
2.1. Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi	11
2.1.1. Sanal Manipülatif	13
2.1.1.1. Sanal Manipülatiflerin Geliştirildikleri Ortamlar ve Özellikleri	17
2.1.1.1.1. Tekli-Temsil SM Ortamı.....	17
2.1.1.1.2. Çoklu-Temsil SM Ortamı	18

2.1.1.1.3. Öğretici SM Ortamı	18
2.1.1.1.4. Oyun Ortamlı SM	19
2.1.1.1.5. Simülasyon SM Ortamı.....	19
2.1.1.2. Sanal Manipülatiflerin Avantajları	19
2.1.1.3. Sanal Manipülatiflerin Kullanımlarıyla İlgili Bazı Uyarılar	21
2.2. Geometrik Muhakeme (Akıl Yürütme).....	23
2.2.1. Geometrik Muhakeme Üzerine Geliştirilen Bazı Teoriler	24
2.2.1.1. Van Hiele Geometrik Düşünce Düzeyleri	24
2.2.1.2. Duval'ın Bilişsel Modeli	26
2.2.1.3. Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi	28
2.2.1.3.1. Şekilsel Kavram Teorisine Göre Geometrik Muhakeme.....	30
2.2.2. Geometrik Muhakeme Üzerine Geliştirilen Teorilerin Değerlendirilmesi	32
2.3. İlgili Çalışmalar.....	33
2.3.1. Sanal Manipülatiflerle İlgili Yapılmış Çalışmalar	33
2.3.2. Geometrik Muhakemeyle İlgili Yapılmış Çalışmalar	47
BÖLÜM III.....	57
3. YÖNTEM VE MATERYAL.....	57
3.1. Yöntem.....	57
3.1.1. Araştırmanın Modeli	57
3.1.2. Çalışma Grubu.....	59
3.1.3. Veri Toplama Araçları.....	61
3.1.3.1. Başarı Testi	61
3.1.3.2. Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği	62
3.1.3.3. Görüşme Formu	63
3.1.4. Uygulama Süreci	63

3.1.5. Verilerin Toplanması.....	65
3.1.6. Verilerin Analizi.....	65
3.1.6.1. Nicel Verilerin Analizi	66
3.1.6.2. Nitel Verilerin Analizi	66
3.2. Materyal	68
3.2.1. MATMAP'ın Tasarımı.....	69
3.2.2. MATMAP Portalının Yapısı	69
3.2.3. MATMAP Portalının Kullanımı	70
3.2.4. MATMAP Bünyesinde Yer Alan SM'lerin Özellikleri	74
3.2.4.1. A1 Kodlu SM.....	75
3.2.4.2. A2 Kodlu SM.....	81
3.2.4.3. A3 Kodlu SM.....	86
3.2.4.4. H1 Kodlu SM.....	92
3.2.4.5. H2 Kodlu SM.....	98
3.2.4.6. H3 Kodlu SM.....	101
3.2.4.7. H4 Kodlu SM.....	104
3.2.4.8. H5 Kodlu SM.....	109
3.2.5. MATMAP Alt Yapısının İnşası	116
BÖLÜM IV	122
4. BULGULAR VE YORUMLAR	122
4.1. Birinci Araştırma Problemine İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	122
4.1.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	122
4.1.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	123
4.1.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	123
4.1.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	125
4.1.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	128

4.1.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	129
4.1.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar	130
4.2. İkinci Araştırma Problemine İlişkin Bulgular ve Yorumlar	131
BÖLÜM V	152
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	152
5.1. Tartışma.....	152
5.1.1. MATMAP'ın Öğrencilerin Matematik Dersindeki Akademik Başarılarına ve Geometriye Yönelik Tutumlarına Etkisine Dönük Tartışma	152
5.1.2. Öğrencilerin GM Süreçlerine Dönük Tartışma	156
5.2. Sonuçlar	161
5.2.1. MATMAP'ın Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Geometriye Yönelik Tutumlarına Etkisine Dönük Sonuçlar	161
5.2.2. Deney Grubu Öğrencilerinin GM Süreçlerine Dönük Sonuçlar	166
5.3. Öneriler	168
KAYNAKÇA	172
EKLER	183
EK - 1: Araştırma İzni.....	183
EK - 2: Başarı Testinde Yer Alan Soruların Kazanımlara Göre Dağılımını Gösteren Tablo	184
EK - 3: Başarı Testi	186
EK - 4: Matematik Başarı Testine Ait Madde Analizi Sonucu.....	195
EK - 5: Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği	197
EK - 6: Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği Kullanım İzni	198
EK -7: Görüşme Formu	199
EK - 8: Çalışma Yaprağı Örnekleri	201
EK - 9: Uygulama Görüntüleri.....	206

EK - 10: Çalışma Takvimi.....	210
EK - 11: Özgeçmiş.....	211



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo - 1: Araştırma Deseni.....	58
Tablo - 2: 6-C ve 6-D Şubelerindeki Öğrencilerin Güz Dönemi Sonu Karne Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu	60
Tablo - 3: Çalışma Grubu	60
Tablo - 4: Deney ve Kontrol Grubunun Matematik Dersi Başarı Ön-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu.....	122
Tablo - 5: Deney ve Kontrol Grubunun Matematik Dersi Başarı Son-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu.....	123
Tablo - 6: Deney Grubu Öğrencilerinin Matematik Dersi Başarı Ön-Test ile Son-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu	124
Tablo - 7: Kontrol Grubu Öğrencilerinin Matematik Dersi Başarı Ön-Test ile Son-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu	124
Tablo - 8: Deney ve Kontrol Grubunun Matematik Dersi Başarı Son-Test Puanlarına Ait Betimsel İstatistikler	127
Tablo - 9: Deney ve Kontrol Grubunun Matematik Dersi Başarı Ön-Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Matematik Dersi Başarı Son-Test Puanlarına Ait ANCOVA Sonuçları	127
Tablo - 10: Deney ve Kontrol Grubunun Geometriye Yönelik Tutum Ön-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu	128
Tablo - 11: Deney ve Kontrol Grubunun Geometriye Yönelik Tutum Son-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu	129
Tablo - 12: Deney Grubu Öğrencilerinin Geometriye Yönelik Tutum Ön-Test ile Son-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu.....	130
Tablo - 13: Kontrol Grubu Öğrencilerinin Geometriye Yönelik Tutum Ön-Test ile Son-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu.....	131

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil - 1: ABC İkizkenar Üçgeni	29
Şekil - 2: MATMAP Portalı ve Bünyesindeki SM'lere Erişim Şeması	70
Şekil - 3: MATMAP'ta Grafik Ayarlarının Yapılabildiği Pencere	71
Şekil - 4: MATMAP Giriş Ekranına Ait Ekran Görüntüsü	72
Şekil - 5: Portal Ana Ekranına Ait Ekran Görüntüsü.....	73
Şekil - 6: Alan Kategorisinde Yer Alan SM'lere Ait Erişim Butonları.....	74
Şekil - 7: Hacim Kategorisinde Yer Alan SM'lere Ait Erişim Butonları.....	74
Şekil - 8: A1 Sanal Maniplatfine Ait Ekran Görüntüsü.....	76
Şekil - 9: İmleç DC Kenarı Üzerindeyken Kenarın Renk Değiştirmesine Ait Görüntü	78
Şekil - 10: İmleç B Köşesi Üzerindeyken Köşenin Renk Değiştirmesine Ait Görüntü	78
Şekil - 11: A1'de Yükseklik Çizimine Ait Ekran Görüntüsü	79
Şekil - 12: Kesme Butonu Altında Sahneye Alınabilecek Şekiller	80
Şekil - 13: Bir Paralelkenarın Farklı Şekillerde Kesimine Ait Ekran Görüntüsü.....	81
Şekil - 14: Standart Alan Ölçme Birimlerinin Tanınması ve Aralarındaki İlişkinin Keşfedilmesine Dönük Geliştirilen SM'ye Ait Ekran Görüntüsü	82
Şekil - 15: Sahnede Yer Alan Standart Alan Ölçme Birimleri İçin Sunulan Listeler	83
Şekil - 16: Standart Alan Ölçme Birimleri Dönüştürücüsüne Ait Ekran Görüntüsü .	84
Şekil - 17: Birim Dönüştürücüde 100'ün, Sayısal Değerin Çarpanı ya da Böleni Olarak Yazılabileceği Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	85
Şekil - 18: Birim Dönüştürücüde 100'ün Çarpan Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	86
Şekil - 19: Birim Dönüştürücüde 100'ün Bölün Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	86
Şekil - 20: A3'e Ait Ekran Görüntüsü	88
Şekil - 21: A3 Ana Sahnesine m ² Birimi Dâhil Edildikten Sonraki Ekran Görüntüsü	89
Şekil - 22: Arazi Ölçme Birimleri Dönüştürücüsüne Ait Ekran Görüntüsü	90
Şekil - 23: Birim Dönüştürücüde 10'un, Sayısal Değerin Çarpanı ya da Bölün Olarak Yazılabileceği Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	91

Şekil - 24: Birim Dönüştürücüde 10'un Çarpan Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	91
Şekil - 25: Birim Dönüştürücüde 10'un Bölen Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	92
Şekil - 26: H1 Sahnesine Ait Ekran Görüntüsü	93
Şekil - 27: H1 İçin Klavye ve Farenin Manipülasyonlardaki Görevi	94
Şekil - 28: Birim küpün Prizma İçerisine Uygun Biçimde Yerleştirilmesi Durumuna Ait Ekran Görüntüsü	95
Şekil - 29: Birim küplerin Prizma İçerisine Uygun Biçimde Yerleştirilemeyeceği Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	95
Şekil - 30: Prizma Butonuna Tıklandığında Açılan Pencerede Yer Alan Prizmaların Listesi.....	96
Şekil - 31: Bir Tabakadaki Birim küp Sayısının Yanlış Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	97
Şekil - 32: Sahnedeki Prizmanın İçerisindeki Birim küp Sayısı ile İlgili Değerlerin Doğru Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	97
Şekil - 33: H2'de Sahnenin Üst Bölümüne Ait Ekran Görüntüsü	99
Şekil - 34: Sahnede Küp İnşa Edilmesi Durumuna İlişkin SM'ye Ait Ekran Görüntüsü.....	100
Şekil - 35: Sahnede Kare Dik Prizma İnşa Edilmesi Durumuna İlişkin SM'ye Ait Ekran Görüntüsü	101
Şekil - 36: H2'de Sahnenin Tamamına Ait Ekran Görüntüsü	101
Şekil - 37: H3 Sahnesine Ait Ekran Görüntüsü	102
Şekil - 38: H3'te Hesap Aracına Ait Ekran Görüntüsü	103
Şekil - 39: Sahnede İç İç İnşa Edilmiş Prizmalar - Görünüm 1	104
Şekil - 40: Sahnede İç İç İnşa Edilmiş Prizmalar - Görünüm 2	104
Şekil - 41: H4'te 1 m^3 , 1 dm^3 , 1 cm^3 ve 1 mm^3 Hacimli Küplerin Yer Aldığı Sahne	106
Şekil - 42: H4'te Sahneye Yakınlaşılması Durumunda Oluşan Görüntü	106
Şekil - 43: Standart Hacim Ölçme Birimleri Dönüştürücüsüne Ait Ekran Görüntüsü	107

Şekil - 44: Birim Dönüştürücüde 1000'in Çarpan Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	108
Şekil - 45: Birim Dönüştürücüde 1000'in Bölen Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	109
Şekil - 46: H5'e Ait Ekran Görüntüsü	110
Şekil - 47: Boş Bir Kaba Sıvı Doldurulması Durumuna İlişkin Görsel.....	111
Şekil - 48: Dolu Bir Kaptan Sıvı Boşaltılması Durumuna İlişkin Görsel.....	111
Şekil - 49: Kaplar Arasında Sıvı Alışverişi	112
Şekil - 50: Büyük Hacimli Dolu Bir Kaptan Küçük Hacimli Boş Bir Kaba Sıvı Aktarılmak İstenmesi Durumunda Alınan Uyarı.....	112
Şekil - 51: Dolu Bir Kaptan Başka Dolu Bir Kaba Sıvı Aktarılmak İstenmesi Durumunda Alınan Uyarı	113
Şekil - 52: Kaplar Arasında Sıvı Alışverişinin Gerçekleştirildiği Ana Ait Ekran Görüntüsü.....	113
Şekil - 53: Sıvı Ölçme Birimleri Dönüştürücüsüne Ait Ekran Görüntüsü	114
Şekil - 54: Birim Dönüştürücüde 10'un, Sayısal Değerin Çarpanı ya da Böleni Olarak Yazılabileceği Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	115
Şekil - 55: Birim Dönüştürücüde 10'un Çarpan Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	116
Şekil - 56: Birim Dönüştürücüde 10'un Bölen Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü.....	116
Şekil - 57: Paralelkenar, Dikdörtgen ve Kare ile İlgili Görüşme Formunda Kullanılan Görsel.....	132

KISALTMALAR

SM: Sanal manipülatif

FM: Fiziksel manipülatif

MATMAP: (Sanal) Matematik Manipülatif Takımı

GM: Geometrik muhakeme

ÜGM: Üst düzey geometrik muhakeme, geometrik üst düzey muhakeme

NLVM: National Library of Virtual Manipulatives

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics

SAMAP: Sanal Matematik Manipülatif Seti (Karakırık ve Çakmak, 2009)

BİT: Bilgi ve İletişim Teknolojileri

örn.: Örneğin

vb.: Ve benzeri

vs.: Vesaire

Ar.: Araştırmacı

Ü1: Üst düzey başarı gösteren öğrenci (birinci)

Ü2: Üst düzey başarı gösteren öğrenci (ikinci)

O1: Orta düzey başarı gösteren öğrenci (üçüncü)

A1: Alt düzey başarı gösteren öğrenci (dördüncü)

A2: Alt düzey başarı gösteren öğrenci (beşinci)

SİMGELER

\bar{X}	: Aritmetik ortalama
S_x	: Standart sapma
N	: Katılımcı sayısı
%	: Yüzde
s.d.	: Serbestlik derecesi
F	: İki örnekleme ait varyansların oranına ilişkin bir test kriteri
t	: İki ortalama arasındaki farkın anlamlılığına ilişkin test kriteri
p	: Anlamlılık düzeyi
$\alpha=0.05$: % 95 güven aralığı içerisindeki anlamlılık düzeyi
$\alpha=0.01$: % 99 güven aralığı içerisindeki anlamlılık düzeyi

BÖLÜM I

1. GİRİŞ

Yaşamakta olduğumuz bilgi ve iletişim çağında, başta teknolojiye olmak üzere dünyada yaşanan hızlı değişim ve gelişmeler her alanda olduğu gibi eğitim alanında da etkisini derinden hissettirmektedir (Baki ve Öztekin, 2003; Gündüz ve Odabaşı, 2004; Kutluca ve Birgin, 2007; MEB, 2018). Görece ileri endüstrileşmiş ülkeler ve bilgi toplumları bu etkiyle eğitim paradigmalarını yeniden ele alarak yapılandırmış ve yapılandırmaya da devam etmektedir. Bu doğrultuda birçok ülke 1980 yılı itibariyle eğitim alanında köklü yenilenme hareketleri başlatmış ve bunun bir iz düşümü olarak öğretim programlarını yenilemiştir (Ersoy, 2006).

Dünyada yaşanan bu değişim ve gelişmeler karşısında bireylerin matematiği günlük yaşamında kullanma ve anlama ihtiyacı da sürekli artmakta; matematiği anlayabilen ve matematik yapabilen bireyler geleceği şekillendirme noktasında daha fazla seçeneğe sahip olabilmektedir (Altun, 2007; MEB; 2009). Bu gerekçelerle okullarda matematiğin öğrenilmesinin-öğretilmesinin her geçen gün daha önemli hâle geldiği söylenebilir. Buradan öğrencilerin matematiksel kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri en etkili ve anlamlı biçimde nasıl öğrenebilecekleri konusu üzerinde önemle durulması gereken bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır.

Geleneksel bir öğrenme ortamında öğrencilerin matematiği öğrenme biçimleri genelde önce öğretmenin anlatımını dinleme, ardından öğretmenin bir takım soruları nasıl çözdüğünü izleme ve bunun üzerine bir takım alıştırmalar yapma yaklaşımıyla ele alınmaktadır. Bu yaklaşımda öğrenmenin kalıcılığının bol bol alıştırmadan geçtiği düşünülmektedir. Bununla birlikte bu yaklaşımda öğrencilerin kendi kendine öğrenebileceği etkinlikleri yapmasına izin verilmemektedir. Bu perspektiften öğrencilerin öğrenmeleri ne düşündüklerinden ziyade ne yaptıkları ile ilgili olarak değerlendirilmektedir. Böyle bir öğrenme-öğretme ortamında öğrenciden beklenen ise matematiksel bağıntıları oluşturması ve problemleri çözmesi değil öğretmenin yaptığı çözümü anlamasıdır (Altun, 2007). Ancak, bu bakış açısıyla tasarlanan bir öğrenme ortamı, öğrencilerin matematiksel kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri anlamlı bir şekilde öğrenmelerinde etkili olamamakta

ve öğrenciler, elde ettikleri bilgileri başka problemlerin çözümüne transfer etmede zorlanmaktadır (Baki, 2002).

Dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemizde Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından ilköğretim matematik dersi öğretim programı ilk defa eski öğretim programlarından oldukça farklı bir biçimle çağdaş öğrenme yaklaşımları benimsenerek (Ersoy, 2006; Olkun ve Uçar, 2014) 2004-2005 eğitim öğretim yılında pilot olarak uygulamaya konulmuştur. Bu kapsamda, öğrenmeyi gözlemlenebilir davranışlar üzerinden açıklayan “davranışçı yaklaşım” paradigmasından vazgeçilmiş ve öğrenmeyi bilişsel süreçler perspektifinden ele alan öğrenme yaklaşımları benimsenmiştir (Ersoy, 2006). O günden günümüze kadar geçen sürede yenilenen matematik dersi öğretim programlarının (MEB, 2013; 2018) öğrenmeye-öğretmeye yönelik yaklaşımları ve oturduğu temel felsefe incelendiğinde bu yönelimin etkileri doğrultusunda yapılandırıldıkları görülmektedir. Eğitimde benimsenen bu yeni paradigmaya göre öğrenme, öğrencinin bir takım zihinsel ve fiziksel eylemler üzerine yaptığı muhakemeler neticesinde zihninde bilgiyi yapılandırmasıyla gerçekleşmektedir. Nitekim öğrenmenin en üst düzeye çıkabilmesi için okullarda öğrencilerin matematiksel düşünme ve muhakeme (akıl yürütme) süreçlerine odaklanılması gerekmektedir (NCTM, 2012).

İnsanın bilişsel gelişimini anlamamıza büyük katkı sağlamış ve matematik eğitimini en fazla etkileyen kuramcılardan biri olan Piaget öğrenmeyi bilişsel perspektiften ele alarak öğrencilerin, özellikle küçük yaştakilerin, en etkili olarak somut etkinlikler üzerinden öğrenebileceklerini belirtmiştir (Olkun ve Uçar, 2014). Nitekim matematiğin soyut yapısı sebebiyle öğrencilerin matematiksel kavramları öğrenmede güçlükler yaşayabildiği bilinmektedir. Doğru ve kalıcı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için ise öğrencilerin bilgiyi zihinlerinde doğru bir şekilde anlamlandırması gerekmektedir. Hiç şüphesiz bu anlamlandırma sürecinde öğrenene ve öğreticiye yardımcı olabilecek teknolojik materyaller gibi yardımcı araçlara ihtiyaç duyulmaktadır (Alakoç, 2003). Bu noktada bilgisayarlar, etkili ve hızlı hesap yapan bir araç olarak kullanılabilme özelliklerinden daha önemli olarak matematikteki soyut kavramları ekrana taşıyarak somutlaştırabilme özelliğine sahip olduğundan (Baki, 1996) derslerde öğrencilerin elinde birer öğrenme aracı olarak kullanılarak anlamlı öğrenmeyi destekleyebilir (Baki, 2002).

Yenilenen öğretim programlarında öğrenme-öğretme sürecinde matematiksel yapıların ve kavramların bireyin zihninde kendisi tarafından oluşturulması ve içselleştirilmesi vurgulanmakta, öğrencilerin somut deneyimler yardımıyla matematiksel anlamlar oluşturması, soyutlama yapması ve ilişkiler kurmasının önemi üzerinde durulmaktadır. Ersoy (2006) öğrenme-öğretme sürecinin yalnız zihinsel bir aktivite olarak ya da kalem-kâğıt kullanılarak yürütülmemesi gerektiğini, bunun yanında süreçte bir takım somut araçlardan da yararlanılmasının gerekli olduğunu belirtmektedir. Bu sebeple gerek öğretim programlarında gerekse matematik eğitimi üzerine yapılan çalışmalarda (Alakoç, 2003; Baki, 2002; MEB, 2009; 2013; 2018; NCTM, 2008. Akt: Van De Walle, Karp ve Bay-Williams, 2012) matematiksel kavramları somutlaştırarak öğrenenlerin anlamlı öğrenmelerini destekleme potansiyeli olan bilgi ve iletişim teknolojilerinden (BİT'lerden) derslerde yararlanılması önerilmektedir.

Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyinin (NCTM) 2000 yılında yayımladığı "Okul Matematiğinin Prensipleri ve Standartları" adlı çalışmada, matematik öğrenme-öğretme sürecinde teknolojiye yararlanılmasının öğrencilerin öğrenmelerini geliştirdiği vurgulanmakta hatta okul matematiği için belirlenen altı prensip arasında derslerde teknoloji kullanımına yer verilmektedir (NCTM, 2000). Van De Walle vd. (2012) ise derslerde teknolojik araçların öğrenme sürecinde bir alternatif olarak düşünülmesinin geçerli olmadığını, bunların eğitimde kullanılan öğrenme araçlarının bir tamamlayıcısı olarak görülmesi gerektiğini ifade etmektedir. Ancak bu noktada belirtmek gerekir ki teknolojinin derslerde salt kullanılmış olması öğrencilerin matematikteki kavramları anlamlı bir şekilde öğrenmelerini ve üst düzey beceriler kazanmalarını garanti etmez. Nitekim teknolojinin öğretmenin anlatımını destekleyen bir yaklaşımla derslerde kullanılmış olması geleneksel öğrenme-öğretme etkinliklerinde bir değişikliğe sebep olmadığı görülmüştür (Baki, 2002). Bu sebeple matematik derslerinde kullanılacak herhangi bir teknolojik aracın ancak uygun pedagojik ilkeler çerçevesinde öğrenme sürecine entegre edilmesi durumunda anlamlı öğrenmeyi desteklemesi beklenebilir (Baki, 2018). Paralel bir bakış açısıyla bu teknolojilerin geliştirilmesi sürecinde de pedagojik ilkelerin dikkate alınarak öğrenen merkezli bir yaklaşım benimsenmesi gerektiğini söylemek yanlış olmaz.

BİT'in eğitim alanındaki kullanımının yaygınlaşması ile beraber geliştiriciler, bilgisayar ortamında öğrenme-öğretme sürecini destekleyen birçok içerik üretmeye başlamışlardır. Bu kapsamda derslerde matematiksel bilginin oluşturulmasında kullanılması için geliştirilen öğrenme araçlarından biri de sanal manipülatiflerdir (SM'lerdir) (D'Angelo ve Iliev, 2012; Karakırık ve Çakmak, 2009; Karakırık ve Aydın, 2011; Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016; Moyer, Bolyard ve Spikell, 2002; Van De Walle vd., 2012). SM'ler matematikte yer alan her konu ve kazanıma dönük olarak geliştirilebilecek ve öğrenenlerin, tıpkı fiziksel muadilleri gibi kullanabilecekleri birer araçtır (D'Angelo ve Iliev, 2012; Karakırık ve Çakmak, 2009; Karakırık ve Aydın, 2011; Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016; Van De Walle vd., 2012).

SM'ler, çeşitli dinamik işlemler aracılığıyla matematiksel kavramların anlaşılmasına yardımcı olan fiziksel manipülatiflerin (FM'lerin) sanal temsilidir (Mildenhall, Swan, Northcote ve Marshall, 2008). Kay ve Knaack'a (2007) göre SM'ler öğrencilerin bilişsel süreçlerini yönlendirir, geliştirir ve belirli kavramların öğrenilmesine destek olur (Akt: Akkan ve Çakıroğlu, 2011). Bu anlamda SM'ler hem somut hem de teknolojik olma özelliğine aynı anda sahip olması sebebiyle öğrencilerin matematikte yer alan kavramları ve bunların arasındaki ilişkileri öğrenmelerinde onlara önemli fırsatlar sunabilir (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Ancak ülkemizde SM geliştirme ve bunların öğrenme üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmüştür. Bu noktada matematikte yer alan kavramların ve ilişkilerin somutlaştırıldığı, anlamlı öğrenmeyi destekleyen ve Türkçe ara yüze (ya da Türkçe dil desteğine) sahip SM'lerin geliştirilmesinin ve bunların derslere uygun pedagojik ilkeler çerçevesinde entegre edilerek öğrenmeye olan etkisinin araştırılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

Baki (2002), eğitimde teknolojiden faydalanırken ancak yapılandırmacı felsefeye dayalı bir bilgi kuramından hareketle teknoloji kullanıldığında, çok daha verimli ve işlevsel öğrenme ortamları oluşturulabileceğini vurgulamıştır. Akkoç (2008) ise matematikte yer alan kavramların çoklu temsillerinin her birinin kavramın farklı yönünü vurguladığını ve matematiksel kavramlara daha geniş bir pencereden bakma imkânı sunduğunu belirterek çoklu temsillerin matematiksel kavramların

öğrenilmesi üzerindeki önemini vurgulamıştır. Bu kapsamda gerçekleştirilen bu çalışmada öncelikle 6. sınıf matematik dersi öğretim programı (MEB, 2013) “geometri ve ölçme” öğrenme alanında yer alan konularda yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı temel alınarak MATMAP olarak isimlendirilen bir SM takımı geliştirilmiştir. MATMAP’ta yer alan SM’ler ele alınan kavramların çoklu temsillerine (sözel, sembolik, görsel vb.) sahiptir. Bu kapsamda geliştirilen MATMAP, çalışmanın deneysel kısmında gerçek bir sınıf ortamında kullanılarak öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimi üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, 6. sınıf matematik dersi öğretim programı (MEB, 2013) “geometri ve ölçme” öğrenme alanında yer alan kazanımları içeren konularda yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı, matematiksel kavramların çoklu temsilini içeren SM’lerin tasarlanıp geliştirilmesi, uygulanması ve etkisinin değerlendirilmesidir. Bu amaç doğrultusunda, MATMAP adı verilen bir SM takımı geliştirilmiştir. Geliştirilen SM takımı 7 haftalık bir periyotta öğrenciler tarafından ilgili konuları öğrenmeleri süresince kullanılmıştır. Öğrenim süreci sonunda MATMAP’ın öğrencilerin akademik başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisi incelenmiştir. Çalışmanın nitel boyutunda ise deneysel işlem sonrasında deney grubu öğrencilerinin geometrik muhakeme süreçleri incelenmiştir.

1.2. Araştırmanın Problemi

Bu çalışmada iki problem cümlesine odaklanılmıştır. Problem cümleleri ve birinci problem için oluşturulan alt problemler aşağıda verilmiştir.

1. Ortaokul 6. sınıf matematik dersi “geometri ve ölçme” öğrenme alanında geliştirilen bir sanal manipülatif takımının (MATMAP) öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisi var mıdır?

Araştırmanın birinci problem cümlesi için oluşturulan alt problemler aşağıda verilmiştir.

1.1. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersi başarı ön-test puan ortalamaları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?

1.2. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersi başarı son-test puan ortalamaları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?

1.3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersi başarı son-test puan ortalamaları ile matematik dersi başarı ön-test puan ortalamaları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?

1.4. Matematik dersi başarı ön-test puanları kontrol altına alındığında, deney grubu öğrencilerin matematik dersi başarı son-test puanları ile kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersi başarı son-test puanları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?

1.5. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin geometriye yönelik tutum ön-test puan ortalamaları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?

1.6. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin geometriye yönelik tutum son-test puan ortalamaları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?

1.7. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin geometriye yönelik tutum son-test puan ortalamaları ile geometriye yönelik tutum ön-test puan ortalamaları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?

2. MATMAP kullanan öğrencilerin geometrik muhakeme süreçleri nasıldır?

1.3. Araştırmanın Önemi

Günümüzde teknoloji alanında yaşanan hızlı gelişmeler ve teknolojik araçlara erişim imkânının kolaylaşması ile birlikte teknoloji tabanlı öğretim materyallerinin farklı platformlar üzerinden geliştirilmesi hız kazanmıştır. Her konuya ve kazanıma özgü tasarlanıp geliştirilebilen SM'ler de bu öğretim materyalleri arasında önemli bir yere sahiptir (Karakırık ve Çakmak, 2009; Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Özellikle bilişsel gelişim dönemleri itibariyle öğrenme süreçlerinde daha fazla somut deneyime ihtiyaç duyan ilköğretim çağındaki öğrencilerin matematiksel soyutlama (formülleştirme, kavramları tanımlayabilme, genelleştirme vb.) yapabilme becerilerinin gelişmesinde ve matematiksel kavramları anlamlı bir şekilde öğrenebilmelerinde SM'ler eşsiz fırsatlar sunabilmektedir (Durmuş ve Karakırık, 2006; Mildenhall vd., 2008; Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). SM'ler ayrıca çoklu temsil içeren öğrenme ortamları şeklinde tasarlanabildiklerinden öğrencilerin temsiller arasında akıcı geçişler yaparak anlamlı öğrenmelerini kolaylaştırabilme potansiyeline sahiptir (Lee ve Tan, 2014; Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Çoklu temsiller ayrıca öğrencilerin matematiksel bir kavrama farklı pencerelerden

bakabilme fırsatı verdiğinden anlamlı öğrenmeyi destekler (Akkoç, 2008; Çetin, 2016; Gökmen, Budak ve Ertekin, 2016).

Öğrenciler, geometri ve ölçme öğrenme alanındaki kavramları anlamada zorlanabilmekte ve bu konudaki bilgilerin kavramsal boyutunun yeterli düzeyde ele alınmamasından birtakım kavram yanlışlarına sahip olabilmektedir. Bu da, öğrencilerin bilgiyi anlamlı bir şekilde değil de ezbere kullanma yolunu tercih etmelerine sebep olabilmektedir (Gülkılık, 2013). Bu noktada, öğrenenlerin kavramları zihinlerinde anlamlı bir şekilde yapılandırmalarına imkân veren SM'lerle gerçekleştirecekleri aktiviteler önemli bir role sahiptir (Moyer, Bolyard ve Spikell, 2001).

Yurt dışında öğrenci ve öğretmenlerin ücretsiz olarak yararlanması için geliştirilmiş birçok SM içeren web tabanlı platform (örn. NLVM, NCTM illumination, shodor, mathplayground, learnalberta.ca, eleducationresources, vs.) olmasına karşın ülkemizde SM içeren platformların ve SM geliştirme çalışmalarının sayısının yeterli düzeyde olduğu söylenemez (Durmus ve Karakırık, 2006; Karakırık ve Çakmak, 2009; Yaman ve Şahin, 2014). Alan yazında rastlanan SM geliştirme çalışmalarının ise genelde içerik anlamında dar kapsamlı olduğu görülmektedir. Örneğin Akkan ve Çakıroğlu (2011) cebir konusunda kullanılmak üzere cebir karosu içeren bir SM geliştirmişlerdir. Alkan ve Ada (2015) ise olasılık konusunda bir ders saatinde kullanılmak üzere bir SM geliştirmişlerdir. Türkiye'de yapılan en kapsamlı SM geliştirme çalışması ise Karakırık'ın yürütücüsü olduğu SAMAP adlı TÜBİTAK destekli proje olmuştur (Karakırık ve Çakmak, 2009). Proje, ilköğretim matematik dersi öğretim programını destekleyici ve 80'e yakın SM içeren bir materyal seti olarak tasarlanmıştır. Ancak projede, bilimsel çalışmaların doğası gereği sahip olabildiği sınırlılıklarından ötürü bu çalışmada ele alınan kazanımların çoğuna (14/15) hitap eden SM bulunmamaktadır.

Yapılan alan yazın taramasından Türkçe ara yüzde geliştirilmiş yeterli sayıda SM olmadığı anlaşılmıştır. Örneğin üçgenin/paralelkenarın alan bağıntısının ya da dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısının oluşturulmasına; standart sıvı ölçme birimleri arasındaki ilişkinin ya da prizmaların hacminin tahmininin somutlaştırılmasına dönük Türkçe ara yüze sahip herhangi bir SM'ye rastlanılmamıştır. Erişilen Türkçe ara yüze sahip az sayıda SM'nin ise bu çalışma

kapsamında ele alınan bazı kazanımlara hitap etmesine karşın anlamlı öğrenmeyi destekler nitelikte pedagojik alt yapıya sahip olmadığı görülmüştür. Örneğin alan birimleri arasında dönüşümün ele alındığı bir SM’de dönüşüm süreci sayısal verinin girilip sonucun ekranda görülmesi şeklinde ele alınmıştır. Yine bu SM’de birimler arasındaki ilişkilerin keşif sürecinin somutlaştırılarak ele alınması ya da birim dönüşümlerinde işlem sürecinin anlamlandırılmasına dönük bir yaklaşım benimsenmemiştir. Bu yaklaşımın da öğrencilerin alan ölçme birimleri dönüşümünde birimler arasındaki ilişkilere dair bilgileri salt ezberleyerek, anlamlı olmayan şekilde öğrenmelerine sebep olacağı aşikârdır.

Alan yazındaki birçok çalışmada (örn. Gülkılık, 2013; Karakırık ve Çakmak, 2009; Lee ve Chen, 2015; Reimer ve Moyer-Packenham, 2005; Yolcu ve Kurtuluş, 2010) SM’lerin öğrenenlere sağlayacağı potansiyel faydalardan bahsedilmiş olmasına rağmen alanda Türkçe ara yüze sahip SM’ler ve bunları geliştirme çalışmaları anlamında bir boşluğun olduğu görülmektedir. Bu sebeple alandaki boşluğu doldurmaya katkısının olacağı düşünülerek 6. sınıf matematik dersi öğretim programında yer alan “geometri ve ölçme” öğrenme alanındaki 15 kazanıma hitap eden, Türkçe ara yüze sahip MATMAP adlı bir SM takımı tasarlanarak geliştirilmiştir. SM takımının pedagojik alt yapısının inşasında yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı ve geometri konularına hitap eden kazanımlarda özel olarak “Şekilsel Kavram Teorisi” (Fischbein, 1993) esas alınmıştır. Bu bağlamda geliştirilen SM’ler anlamlı öğrenmeyi destekleyen, işlemsel ve kavramsal öğrenmeyi birlikte ele alan, kavramların çoklu temsillerini içeren ve kavramları somutlaştıran bir yapıda tasarlanmıştır. Bu sebeple yeni matematik dersi öğretim programının öğrenme-öğretme yaklaşımına uygun olarak ve özgün bir tasarımla geliştirilen SM’lerin alandaki ihtiyacı gidermeye katkı sunacağı düşüncesiyle çalışmanın önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada ayrıca SM takımı deneysel araştırma kapsamında 6. sınıf düzeyinde kullanılarak öğrencilerin matematik dersi başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisi belirlenmiştir. Bu anlamda gerçekleştirilen çalışmanın yapılacak yeni çalışmalara örnek teşkil edeceği ve alan yazına özgün bir katkısının olacağı düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Araştırmanın varsayımları aşağıdaki gibidir:

1. Araştırma sürecinde kullanılan testler, ölçekler ve görüşme formlarından elde edilen veriler öğrencilerin gerçek görüşlerini yansıtmaktadır.
2. Deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında araştırmanın sonuçlarını etkileyecek düzeyde bir etkileşim olmamıştır.
3. Araştırma süresince kontrol altına alınamayan değişkenlerin deney ve kontrol grubu üzerindeki etkisi aynı düzeydedir.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma, aşağıda belirtilen sınırlılıklar çerçevesinde yürütülmüştür.

1. Araştırmanın kapsamı, 6. sınıf matematik dersi öğretim programı geometri ve ölçme öğrenme alanında yer alan 15 kazanım ile sınırlıdır.
2. Araştırma, 2016-2017 eğitim öğretim yılı bahar döneminde 6. sınıfta öğrenim gören 52 öğrenci ile sınırlıdır.
3. Araştırmanın deneysel işlem süresi 7 hafta ile sınırlıdır.
4. Araştırmada elde edilen nitel veriler, Şekilsel Kavram Teorisi çerçevesinde analiz edilmiştir.

1.6. Tanımlar

Bilgisayar Destekli Öğretim: “Öğrencinin karşılıklı etkileşim yoluyla eksikliklerini ve performansını tanımasını, dönütler alarak kendi öğrenmesini kontrol altına almasını; grafik, ses, animasyon ve şekiller yardımıyla derse karşı daha ilgili olmasını sağlamak amacıyla eğitim-öğretim sürecinde, bilgisayardan yararlanma yöntemidir.” (Baki, 2002: 11).

Sanal Manipülatif: “Matematiksel bilgiyi oluşturmak için fırsatlar sunan, manipüle edilmeye izin veren (elverişli) tüm programlanabilir özellikleri içeren, dinamik matematiksel bir nesnenin interaktif, teknoloji uyumlu görsel temsilidir.” (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016: 13).

Geometrik Muhakeme: Geometri bağlamlarında düşünebilme ve akıl yürütme (Van De Walle vd., 2012: 400). Geometrik şekiller üzerinde akıl yürütme (Fischbein, 1993).

Üst Düzey Muhakeme: Kavram kontrolünde gerçekleştirilen geometrik muhakeme (Fischbein, 1993).

Prototip: İlk örnek, model (TDK çevrimiçi sözlük). Geometrik şekillerin sıklıkla kullanılan, genellikle en uzun özellik listesine sahip ve sık rastlanan şekilsel görünümleri (Hershkowitz, 1990: 82. Akt: Türnüklü, 2014).



BÖLÜM II

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde, araştırmanın kuramsal yapısını oluşturması bakımından bilgisayar destekli matematik öğretimi kapsamında değerlendirilen sanal manipülatifler ve geometrik muhakeme süreci üzerinde durulmuştur. Ardından sanal manipülatif ve geometrik muhakeme ile ilgili alan yazında yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi

Teknolojide yaşanan hızlı gelişmeler insanların günlük rutinlerini ve çoğu alandaki işlerini dramatik bir şekilde etkilemiş ve değiştirmiştir. Bu değişim eğitimin de her aşamasını derin bir şekilde etkilemiştir. Başta bilgisayar olmak üzere günümüzde her türlü BİT'in eğitim-öğretim faaliyetlerinde kullanıldığı görülmektedir. BİT'in öğretme-öğrenme sürecinde kullanılması eğitim alan yazında teknoloji destekli öğretim kavramının doğmasına sebep olmuştur. Daha özel olarak bilgisayarların bu süreçteki kullanımı alan yazında bilgisayar destekli öğretim (BDÖ) olarak ifade edilmektedir. Baki (2002: 11) BDÖ'yü "öğrencinin karşılıklı etkileşim yoluyla eksikliklerini ve performansını tanımasını, dönütler alarak kendi öğrenmesini kontrol altına almasını; grafik, ses, animasyon ve şekiller yardımıyla derse karşı daha ilgili olmasını sağlamak amacıyla eğitim-öğretim sürecinde, bilgisayardan yararlanma yöntemi" olarak tanımlamaktadır.

Teknoloji, matematiğin öğretilmesi ve öğrenilmesi için önemlidir ve öğrencilerin öğrenmesini geliştirir (Canbolat, Erdoğan ve Yazlık, 2016; Lee ve Chen, 2010; NCTM, 2000; Umay, 2004). Dahası, eğitimde en yaygın kullanılan teknolojik araçlardan biri olan bilgisayarlar etkili hesaplama aleti olarak kullanılabilmesinden ziyade soyut kavramları somutlaştırmak suretiyle öğrenmeyi kolaylaştırır (Baki, 2002). Bilgisayarların bu potansiyeli karşısında her ne kadar eğitimde yaygınlaşması diğer alanlara göre daha yavaş gerçekleştiyse de bugün eğitimdeki kullanım alanı azımsanmayacak derecede genişlemiştir (Altun, 2007; Durmuş ve Karakırık, 2006).

Bilgisayarların öğretim amaçlı kullanımının yaklaşık 40 yıllık bir geçmişi vardır. Bu süreçle birlikte bilgisayarlar, BDÖ kapsamında geleneksel bir yaklaşımla öğretmenlerin daha çok ders anlatım aracı şeklinde kullanılması olarak anlaşılmıştır. Öğretmenler bilgisayarları, daha çok bilgiyi daha hızlı bir şekilde öğrenciye aktarma

aracı olarak kullanmışlardır. Bu yaklaşım da sınıflarda geleneksel öğretmen merkezli etkinlikleri pek değiştirmemiş dolayısıyla arzulanan noktaya gelinememiştir (Baki, 2002, 2018; Erdoğan ve Şahin, 2010; Karakırık ve Aydın, 2011; Mishra ve Koehler, 2006).

Yukarıda ifade edilen yaklaşımın aksine günümüzde bilgisayarın (genel anlamda teknolojinin) sadece öğretme aracı olarak kullanılması değil öğrencinin elinde bir öğrenme aracı olarak kullanılması gerektiği görüşü gittikçe yaygınlaşmaktadır (Ersoy, 2006). Bu yaklaşımla öğrenci, BİT kapsamında kendisine sunulan yazılımları interaktif biçimde kullanarak problemleri adım adım çözme, geri dönütler alma ve hatalarını düzeltme imkânı bulabilmektedir (Baki, 2002, 2018). Böylece anlamlı ve kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesi daha mümkün hâle gelmektedir. Nitekim yapılan birçok bilimsel araştırmanın sonuçlarından farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin matematik derslerinde teknolojik araçlardan ve alana özgü geliştirilmiş yazılımlardan yararlanılmasının bilişsel ve duyuşsal gelişimlerine olumlu yönde etki ettiği (Bakar, Tarmizi, Ayub ve Yunus, 2009; Cooley, 1997; Karal, Çebi, Pekşen ve Turgut, 2010; Şahin, 2013; Satsangi, Hammer ve Hogan, 2018; Selçik ve Bilgici, 2011; Yazlık, 2015) görülebilmektedir. Alan yazındaki bu çalışmalara paralel biçimde güncellenen matematik dersi öğretim programlarında da derslerde BİT kullanılmasının önemi üzerinde durulmaktadır (MEB, 2013; 2018).

Ancak burada ifade etmek gerekir ki salt teknolojiyi kullanmış olmak öğrenci başarısının artmasını garanti etmez. İşlenecek konunun ve öğrenenlerin özelliğine göre kullanılacak teknolojinin seçimi ve bu teknolojilerin pedagojik ilkeler çerçevesinde derslerle bütünleştirilmesi dikkate alınması gereken başlıca faktörlerdendir (Çetin ve Erdoğan, 2016; Demir, Özmantar ve Bingölbali, 2011; Erdoğan ve Şahin, 2010). Bu anlamda zihinsel gelişim olarak somut işlem döneminde olan bireyler için matematiksel kavramları ve kavramlar arasındaki ilişkileri somut yaşantılar yolu ile anlamlı biçimde zihinlerinde yapılandırmalarına olanak tanıyacak teknolojik araçların ve yazılımların tercih edilmesi (Ersoy, 2006; Karakırık ve Çakmak, 2009; NCTM, 2000) ve bunların etkin ve yerinde kullanılması (MEB, 2013) önemlidir. Bu doğrultuda bilgisayar destekli matematik öğretimi

kapsamında kullanılabilir bir çok teknolojik araç bulunmaktadır. Bu araçlardan bazıları

- Hesap makinesi,
- Elektronik tablo yazılımları,
- Dinamik matematik/geometri yazılımları,
- İnternet,
- Matematik öğretimi için geliştirilen web sitesi, animasyon, küçük

uygulamalardır (MEB, 2013).

Demir vd. (2011) de matematik öğretiminde kullanılabilir bir çok teknolojik aracın (yazılımın) varlığından bahsetmektedir. Bunlardan bazılarının; nesne ambarları, özel yazılımlar, ofis yazılımları uygulamaları ve sanal manipülatifler olduğunu belirtmektedir.

Bu yazılımlardan biri olan nesne ambarları, bünyesinde bir çok öğrenme nesnesini barındıran ve bunların meta veriler üzerinden aranarak erişilebildiği ortamlar olarak ifade edilmektedir. Bunlardan “<http://nlvm.usu.edu/en/nav/>” ya da “<http://www.shodor.org/interactivate>” nesne ambarlarına örnek olarak verilebilir. Matematik öğretiminde kullanılabilir özel yazılımlara ise “Cabri Geometri, GeoGebra, Grafik Analiz, Maple, Mathematica, Derive, Geometer's sketchpad vb.” örnek olarak verilebilir. Alan yazında yine ofis yazılımları uygulamalarının (örn. Word, Powerpoint, Excel vb.) tüm öğretmenler tarafından en azından temel düzeyde bilinmesi ve derslerde ya da ders dışı etkinliklerde kullanılması gerektiği ifade edilmektedir (Demir vd., 2011). Matematikte ele alınan kavramları ve ilişkileri destekleyerek dersleri zenginleştirici birer materyal olarak kullanılabilen SM’ler ise (Karakırık ve Aydın, 2011) öğretim programında ifade edilen küçük uygulamalar/yazılımlar kategorisinde ele alınabilecek bilgisayar destekli öğretme-öğrenme aracı (yazılımı) olarak ele alınabilir.

2.1.1. Sanal Manipülatif

BİT’in eğitim alanındaki kullanımının yaygınlaşması ile beraber geliştiriciler, bilgisayar ortamında öğrenme-öğretme sürecini destekleyen bir çok içerik üretmeye başlamışlardır. Bunlardan biri de 1990’lı yılların sonuna doğru farklı geliştiriciler tarafından matematik derslerinde kullanılan manipülatiflerin yeni bir türü olan SM’lerdir (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). SM’lerin yerine alan yazında farklı

isimlendirmeler de yapılmıştır. Örneğin dijital manipülatifler ve bilgisayar manipülatifleri SM'ye eş anlamda kullanılan kavramlardandır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

Alan yazın bakıldığında SM'ler için farklı tanımlamaların yapıldığı da görülmektedir. Bunlardan bir kısmı aşağıda verilmiştir:

- Mildenhall vd. (2008) SM'leri, çeşitli dinamik işlemler aracılığıyla matematiksel kavramların anlaşılmasına yardımcı olan FM'lerin bir sanal temsili olarak tanımlamaktadır.

- Fitzallen (2008) SM'leri, matematik dersinde yaygın olarak kullanılan somut kaynakların dinamik görsel temsili olarak tanımlamaktadır. SM'ler, öğrencilerin belirli matematiksel kavramlar hakkında bir anlayış geliştirebilmeleri için kullanabilecekleri internet tabanlı (küçük) uygulamalardır.

- Hoffman ve Rosen'e (2009) göre SM'ler nesnelere, öğrencilerin bilgisayar ekranında manipüle edebildiği, etkileşimli ve web tabanlı bilgisayar görüntüleridir.

- Kay ve Knaack (2007) ise SM'leri, “öğrencilerin bilişsel süreçlerini yönlendiren ve geliştiren, belirli kavramların öğrenmesine destek olan yeniden kullanılabilir, etkileşimli web tabanlı araçlar” olarak tanımlamışlardır (Akt: Akkan ve Çakıroğlu, 2011).

- Dorward (2002) ise SM'yi matematik derslerinde kullanılan bilindik araç ve manipülatiflerin bilgisayar ortamına aktarılmış hâli olarak tanımlamıştır (Akt: Karakırık ve Çakmak, 2009).

- Alan yazında geniş kesimlerce kabul görmüş bir diğer tanım ise Moyer vd. (2002) aittir. Bu tanım, yayımlanma yılı olan 2002'den tanımın güncellendiği yıl olan 2016'ya kadar Google akademik platformunda 280 kez (25.06.2019 tarihi itibarıyla 447 kez) referans gösterilerek atıf yapılmıştır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016: 4). Moyer vd. (2002) SM'yi, “matematiksel bilgi oluşturmak için fırsatlar sunan dinamik bir nesnenin interaktif, web tabanlı görsel temsili” olarak tanımlamışlardır.

Moyer vd. (2002) yaptıkları tanımlamadan da anlaşılacağı üzere ekranda verilen bir çalışma sayfasını doldurmak ya da görsel bir nesne üzerinden bazı soruları yanıtlamak SM'nin tanımıyla uyumsuzdur. SM'nin anahtar tanımlayıcı özelliği

ekranda yer alan bir temsilin statik görüntüsü ile dinamik görüntüsü arasındaki farktır. Kullanıcılar, doğrudan bir matematiksel kavramı, ilişkiyi, prosedürü yansıtacak ve/veya öğrencilerin matematiksel kavramlar, ilişkiler ve prosedürler hakkında düşünmelerini yansıtacak şekilde dinamik matematiksel temsiller ile etkileşime girmeleri, onları hareket ettirmeleri ya da manipüle edebilmeleri gerekmektedir. Buradaki manipülasyonlar çeşitli araçlar (fare, parmak, ekran kalemi ya da henüz geliştirilmemiş bir manipülasyon aracı) vasıtasıyla gerçekleştirilebilir. Dinamik matematik nesnesine ait görsel temsilin bu etkileşimli özelliği, bir SM'yi diğer matematik teknoloji araçlarından ayırır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

Yapılan tanımlamalarda genel olarak SM'lerin somut nesnelerin sanal temsili içerdiği, etkileşimli ve web tabanlı olması gibi özelliklerinin vurgulandığı görülmektedir. Moyer vd. (2002) yaptıkları SM tanımlamasında bu özelliklere yer vermesinin gerekçesini aşağıdaki gibi açıklamaktadır:

Tanımdaki "etkileşimli" terimi, kullanıcıların etkileşime girebilecekleri araçları, ekranda görünen statik görüntülerden ayırt etmek için; "web tabanlı" terimi, internette kolayca erişilebilir olan bu araçları, ticari olarak üretilmiş bilgisayar programlarından ayırt etmek için; "görsel temsil" terimi, resimsel bir görüntünün bazı matematiksel fikirleri doğru bir şekilde temsil etme potansiyeline sahip olduğunu vurgulamak için; "dinamik" terimi, görüntü temsili kullanıcısı tarafından hareket ettirilerek manipüle edilebilirliğine odaklanmak için; "nesne" terimi, fiziksel yapısının ötesinde, idealize edilmiş matematiksel nesneyi iki boyutlu görseli ile temsil edilmesini ifade etmek için; "matematiksel bilgiyi inşa etmek için fırsatlar sunar" ifadesi, sanal manipülatiflerin matematiksel öğrenmede imkânları kolaylaştırması amacıyla tasarlandıklarını ayırt etmek için kullanılmıştır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016: 3-4).

Teknoloji alanında yaşanan hızlı gelişmeler ve SM içeren farklı teknolojik araçların üretilmiş olması SM'ye ait tanımların ve tanımlarda ifade edilen özelliklerin yeniden gözden geçirilmesini zaruri hâle getirmiştir. Nitekim bu gerekçelerle Moyer-Packenham ve Bolyard (2016) daha önce ortaya koymuş oldukları SM tanımını (Moyer vd., 2002) yeniden ele alarak güncellemişlerdir. Moyer-Packenham ve Bolyard (2016: 13) güncellenen tanımda SM'yi "matematiksel bilgiyi oluşturmak için fırsatlar sunan, manipüle edilmeye izin veren (elverişli) tüm programlanabilir özellikleri içeren, dinamik matematiksel bir nesnenin interaktif, teknoloji uyumlu görsel temsili" olarak ifade etmişlerdir.

SM'nin bir önceki tanımı (Moyer vd., 2002) ile güncel tanımı (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016) arasında benzerlikler bulunmakla birlikte bazı

farklılıkların ve yeni tanıma ilave edilen ifadelerin de olduğu göze çarpmaktadır. Bunlar aşağıda özetlenmiştir:

- Güncellenen tanımda her SM'nin web-tabanlı olma zorunluluğunun bulunmadığı dikkate alınarak "web-tabanlı" ifadesi yerine "teknoloji-uyumlu" terimi kullanılmaktadır.

- Gelecekte SM'lerin artık herhangi bir teknolojiye dayalı olarak var olmayacağı muhtemel olduğundan (örn. 3D nesne ya da holografik görüntü olarak üretilecekler.) tanımda kullanılan "tabanlı" ifadesi yerine "uyumlu" ifadesinin kullanılmasının daha uygun olduğu belirtilmiştir (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

- Güncellenen SM tanımında "bir dinamik nesnenin görsel temsili" terimi güncelliğini korurken, ifade edilen nesnenin matematiksel bir nesne olduğuna açıklık getirmek için bu terime "matematiksel" ifadesi eklenmiştir.

- Güncellenen tanım dinamik bir nesnenin görsel temsilinin tüm programlanabilir (dinamik, interaktif ve manipüle edilebilir olmasına izin veren) özellikleri içerdiğine açıklık getirmektedir.

Bu güncellenmiş tanımla ifade edilmek istenilen özetle: Bir SM (a) pek çok farklı teknoloji-uyumlu ortamda görüntülenebilir; (b) herhangi bir programlama dilinde geliştirilmiş olabilir ve (c) herhangi bir teknoloji uyumlu cihaz üzerinden ulaşılabilir (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

Yıllar içerisinde alan yazında SM yerine birçok farklı kavramın kullanılmış olduğu görülmektedir. Bunlardan bazıları "bilgisayar manipülatifleri, bilişsel teknoloji araçları, öğrenme nesnelere, sanal matematik nesnelere, vs." şeklindedir. Bu terimlerin bir kısmı SM'nin tanımını tam olarak karşılayabilirken bir kısmı karşılayamamaktadır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Bu da bir çalışmada kullanılan aracın SM olup olmadığını anlama noktasında kafa karışıklığı yaşanmasına sebep olabilmektedir. Örneğin bilgisayar manipülatifleri alan yazında "somut nesnelere temsillerinin kullanıcılar tarafından manipüle edilebilmesine izin veren bilgisayar programları" olarak tanımlanırken bu manipülatiflerin veri tabanları, elektronik tablolar, Logo gibi özellikleri de içerebileceği ifade edilmektedir. Bu özelliklerse ne geleneksel ne de fiziksel manipülatiflerde vardır (Clements ve

McMillen, 1996). Bir başka kavram olan bilişsel teknoloji araçları alan yazında “düşünme, öğrenme ve problem çözme eylemlerinde hafıza gibi zihnin sınırlarını aşmaya yardımcı herhangi bir medya” olarak tanımlanmaktadır. Tanımda geçen “herhangi bir medya” ifadesi SM’nin tanımına uymadığından iki kavram aynı değildir. Moyer-Packenham ve Bolyard (2016: 11) öğrenme nesnelere için alan yazında Kay (2012) tarafından yapılan “öğrencilerin bilişsel süreçlerini geliştirerek, güçlendirerek ve/veya yönlendirerek belirli kavramların öğrenilmesini destekleyen etkileşimli web tabanlı araçlar” tanımını baz alarak bu kavramın SM’nin özdeşi olabileceğini ifade etmiştir. Ancak Moyer-Packenham ve Bolyard (2016), öğrenme nesnelere farklı araçları içermesi durumunda SM ile özdeş olamayacağı çekincesini de belirtmişlerdir.

Alan yazına bakıldığında yıllar içerisinde SM için farklı tanımlar yapıldığı ve SM ifadesi yerine farklı ifadelerin de kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada, bir önceki yaptığı tanımın geniş çevrelerce kabul görmesi sebebiyle Moyer-Packenham ve Bolyard’ın 2016 yılında yaptığı güncel SM tanımı benimsenmiştir.

2.1.1.1. Sanal Manipülatiflerin Geliştirildikleri Ortamlar ve Özellikleri

SM’ler geliştirildikleri ortama göre farklı niteliklere sahip olabilmektedir. Hâlihazırda, SM geliştirilirken yaygın olarak kullanılan beş farklı ortam bulunmaktadır. Bunlar: tekli temsil, çoklu temsil, öğretici, oyun ve simülasyon ortamıdır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016: 13-20).

2.1.1.1.1. Tekli-Temsil SM Ortamı

Bu ortam, dinamik matematik nesnesinin interaktif resimli/görsel temsilini (görüntüsünü) içerirken herhangi bir sayısal ya da metin olarak bilgi içermemektedir. Tekli temsil ortamı genellikle matematiğin sadece bir tür temsiline dayanır ve bu tekli temsil yaygın biçimde bir resimsel görüntüdür. Bu resimsel görüntü fiziksel bir manipülatife ait olabileceği gibi bazen de bu görüntünün fiziksel bir karşılığı olmayabilir. Moyer-Packenham ve Bolyard (2016) bazı yayınların SM’lerin, FM’lerin ekran temelli somutlaştırılmış biçimleridir şeklinde bir yaklaşıma sahip olduğunu ifade ederek bu yayınlarda SM kavramının yanlış ele alındığını belirtmişlerdir.

Bu ortam öğretmenlerin, öğrencilerin gerçekleştirdikleri çalışmaların altında yatan matematiksel fikirlere odaklanmalarını sağlamaları için spesifik görevler

tasarımlarını gerektirmektedir. Bununla birlikte bu ortam öğretim programının ihtiyaçlarına ve amaçlarına ulaşmak için tasarlanacak özel görevlerde öğretmenlere araçlar üzerinde daha fazla esneklik tanımaktadır. Ancak bu ortamın yalnız görsel unsurlar barındırıyor olması sebebiyle öğrencilerin manipülasyonların altında yatan matematiksel yapıları anlamaları için daha fazla çaba sarf etmelerini gerektirmektedir. Bu sebeple bu ortamda öğrencinin sorumluluğu diğer ortamlara göre daha fazladır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

2.1.1.1.2. Çoklu-Temsil SM Ortamı

Bu ortam, dinamik matematik nesnesinin interaktif görsel temsilini (görüntüsünü) içerir ve bu temsile sayısal bilgi ve bazen de metin (sözel) bilgisi eşlik eder. Böylece, çoklu temsil ortamı genellikle resimsel ve sayısal olmak üzere iki ya da daha fazla temsil biçimi içerecek şekilde tasarlanır.

Kullanıcı görüntüyle etkileşime girdiğinde sayısal bilgi görsel bilgiye eşlik eden soyut bir model sağlar. İki ya da daha fazla temsilin (görsel, sayısal, sözel, vb.) eşzamanlı gösterimi kullanıcının sayısal matematiksel formdaki soyutlama ile görsel arasında bir bağ kurmasına izin verir. Moyer ve Westenskow'a (2013) göre temsiller arasında eşzamanlı olarak kurulan bu bağ da öğrencilerin matematik başarısı üzerinde olumlu etkilere sahiptir (Akt: Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

2.1.1.1.3. Öğretici SM Ortamı

Bu ortam, dinamik matematik nesnesinin interaktif görsel temsilini (görüntüsünü) içerir ve kullanıcılara matematiksel prosedürleri ve süreçleri sunacak şekilde sayısal ve sözel bilgi içeren bir formatta sunulur. Bu sebeple öğretici ortam, kullanıcıya rehberlik edici ve öğretici olan bir destekleyici yapı sunar. Örneğin bu ortamda tasarlanan bir SM, kullanıcının yaptığı bir işlemin doğruluğu hakkında geri dönüt verebilmekte ya da cevabının yanlış olması durumunda cevabı hakkında bir değerlendirme yapmasına rehberlik edebilmektedir. Yine bu ortam adım adım öğretici bir süreç olarak tasarlanabilmektedir.

Reimer ve Moyer-Packenham (2005), Steen vd. (2006) ve Suh ve Moyer'e (2007) göre bu ortam, çiftler hâlinde çalışan öğrenciler için değil de kendi bilgisayarlarında bireysel olarak çalışan öğrenciler için önemli düzeyde olumlu etkiye sahiptir (Akt: Moyer- Packenham ve Bolyard, 2016).

Bu ortam temsillerin çeşitli formlarına (resim, sayısal ve sözel) dayanır. Öğretici ortamın rehberlik eden ve öğretici olan özellikleri, bu ortamı çoklu-temsil ortamından ayırmaktadır.

2.1.1.1.4. Oyun Ortamlı SM

Bu ortam, nesne ile oyun oynayarak oyunun içerisine yansıtılan amaçlara ulaşmak için oyun içinde gömülü bir formatta sunulan dinamik matematik nesnesinin etkileşimli görsel temsilini içermektedir. Bu sebeple oyun ortamı; seviyeleri, rozetleri, zaman kısıtlamalarını, açık hedefleri, rekabeti ve oyun-merkezli tasarımı içerebilen, çeşitli oyun özelliklerine sahip bir ortamda gömülü vaziyette olan temsillerin çeşitli formlarına dayanmaktadır (Deterding vd., 2011. Akt: Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

2.1.1.1.5. Simülasyon SM Ortamı

Simülasyon SM ortamı, dinamik matematiksel nesnenin interaktif görsel temsili (örneğin resim) ile birlikte diğer temsillerini (örneğin; sayısal, metin) de içermektedir. Öyle ki bu temsiller, gömülü matematiksel kavramları göstermesine ya da bu kavramlara dikkat çekmesine yönelik olarak kullanıcının bir simülasyonu yürütmesine izin verecek biçimde simülasyon ortamına yerleştirilmiştir. Bu sebeple simülasyon ortamı, simülasyonu yürütmek için kullanılacak bir veya daha fazla temsil biçimine dayanabilir. Örneğin asal sayıların keşfedilmesine yönelik geliştirilmiş olan Eratosthenes Kalburu adlı bir uygulamada bir sayı tahtası üzerinde her ardışık sayının katlarının işaretlenmesi için bir simülasyon yürütülmektedir. Yürütülen bu simülasyon kullanıcının asal sayıları tanımlamasına yardımcı olmaktadır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

2.1.1.2. Sanal Manipülatiflerin Avantajları

Yapılan birçok bilimsel araştırmanın sonuçlarından öğrenme-öğretme sürecinde SM kullanılmasının öğrenmeye olumlu yönde etki ettiği anlaşılmaktadır (Çakıroğlu, 2014; Demir, 2009; Drickey, 2000; Moyer ve Bolyard, 2002; Samioğlu ve Siniksaran, 2016). Bununla birlikte SM'lerin öğrenme-öğretme sürecine sağlayacağı potansiyel katkılardan en üst düzeyde yararlanılması ve bunların derslerde etkin olarak kullanılabilmesi için alan yazında yapılan uyarıların da dikkate alınması önemlidir.

Alan yazında SM'lerin öğrenme-öğretme sürecine sağladığı bazı avantajlardan aşağıda bahsedilmiştir:

- SM'lerin matematik öğretimi açısından avantajlarından biri soyut semboller ile dinamik görsel resimler arasındaki bağı kurabilme kapasitesidir (Reimer ve Moyer-Packenham, 2005).

- SM'ler öğrencilerin matematikteki anahtar kavramları öğrenmelerine ve matematiği kavramsal olarak anlamalarına yardımcı olur (Hoffman ve Rosen, 2009). Öğrencilerin matematiksel ilişkileri konuşup yazmalarını cesaretlendirmek suretiyle matematiksel iletişim kurmalarını teşvik eder. SM'ler ayrıca öğrencilere, bağımsız keşifleri süresince kendi kurallarını test etmeleri için cesaret verir.

- SM'ler internet üzerinden ücretsiz olarak erişilebilir ve sınırsızca kullanılabilir. Bünyesindeki şekiller üzerinde seçme, boyama ya da işaretleme yapma gibi özelliklerin kullanılabilmesi öğrencilerin şekillerin bazı ölçülerini belirlemede/hesaplamaında kolaylıklar sağlayabilmektedir (Moyer, 2001).

- SM'lerin ayrıca fiziksel muadillerinde yaşanan her öğrenci için temin edilme zorluğu ve yıpranması, kirlendiğinde temizlenmesi gibi fiziksel zorlukları da yoktur. Tüm bu işlemler yalnız bilgisayar faresinin tıklanması marifetiyle gerçekleştirilebilmektedir (Moyer, Bolyard ve Spikell, 2001).

- SM'lerdeki şekil, boyut, renk, hareket gibi manipülasyonlar FM'lerdeki kadar kısıtlı değildir (Khasawneh, 2012). SM'ler ayrıca FM'lerin sahip olduğu sınırlılıkları ortadan kaldırarak FM'lerle yapılması imkânsız, matematiksel olarak anlamlı olan dönüşümlerin gerçekleştirilebilmesini mümkün kılmaktadır (Karakırık ve Çakmak, 2009).

- Büyük gruplara yapılacak bir sunumda SM'lerin kullanılması daha kolaydır ve sınıf yönetimi açısından daha az sorun çıkarır (Izydorczak, 2003).

- SM'lerin matematikte anlamlı öğrenmeyi destekleyen farklı temsilleri içerme potansiyelinin olması, öğrencilerin matematiksel soyutlama yapabilmelerini destekler (Moyer, Bolyard ve Spikell, 2001).

- SM'lerin fiziksel nesnelere temsili formlara doğru ilerlemede köprü görevi görme potansiyeli bulunmaktadır (Day ve Hurrell, 2017).

- Clement ve McMillan'e (1996) göre bilgisayar (ya da sanal) manipülatifleri özel ile genel (kavrama ilişkin örnek ile kavramın kendisi) arasındaki bağı kurar. SM'ler ile çalışmak fiziksel muadillerine göre daha az oyalayıcıdır.

- SM'ler öğrencilerin, matematiksel kavramlar ve işlemler arasında bağlantı kurabilmeleri için kendi problemlerini oluşturabilecekleri ve çözebilecekleri etkileşimli ortamlar sağlayabilirler. Dahası SM'lere hem evde ve hem de okulda rahatlıkla erişilebileceğinden öğretim programının ötesinde etkinlikleri içerecek şekilde tasarlanabilirler (Durmuş ve Karakırık, 2006).

- SM'ler etkileşimli yapısıyla öğrenciler anlık geri bildirimler alırken sorular sormasına, matematiksel kavramlar arasında ilişkiler kurmasına ve arkadaşları ile iletişim kurmasına yardımcı olur. Anlık geri bildirimler de öğrencileri cevaplarının neden doğru ya da yanlış olduğunu düşünmeye zorlar. Böylece öğrenciler daha fazla soyut düşünmeye teşvik edilir. Ayrıca SM kullanırken bilgisayar kullanan öğrencilerin teknoloji bilgisi gelişir (D'Angelo ve Iliev, 2012).

- SM'ler hem tüm sınıf hem küçük grup hem de bireysel olarak gerçekleştirilecek etkinliklerde kullanılabilir (D'Angelo ve Iliev, 2012).

- SM'ler zamandan tasarruf sağlar ve öğretmenlerin kendi somut manipülatiflerini üretmelerine gerek kalmaz. SM'ler öğrencilerin motivasyonlarını arttırabilir. SM'lerin kısıtlı yapısı öğrencilerin yalnız bir kavrama odaklanmalarına yardımcı olur (Khasawneh, 2012).

2.1.1.3. Sanal Manipülatiflerin Kullanımlarıyla İlgili Bazı Uyarılar

Alan yazında SM'lerin öğrenme-öğretme sürecinde kullanılmasının bazı avantajlarından yukarıda bahsedilmiştir. SM'lerin kullanılmasının sağlayacağı avantajlarının yanında kullanımları ile ilgili alan yazında yapılan bazı uyarıların da olduğu görülmektedir:

- Öğrenci sayısının çok, bilgisayar sayısının az olması durumunda SM'lerin kullanılması bir dezavantajdır. Bu sebeple yeterli sayıda ve problemi olmayan bilgisayarların temin edilmesi gerekmektedir. Ayrıca öğrencilerin okuldaki bilgisayarlardan SM'lere erişebilmeleri için internete bağlanmaları gerektiğinden okula uygun olmayan sitelere girişleri kontrol edilemeyebilir (Rhodes, 2008. Akt:

Doias, 2013). SM'lerin derslerde kullanılması süresince bu durumların göz önünde bulundurulması gerekir.

- Bazı SM'ler yeterli düzeyde interaktif bir yapıda geliştirilmiş olmayabilir. Bu şekildeki SM'ler kullanışlı ve motive edici değildir (Durmuş ve Karakırık, 2006). Bu sebeple öğrencilerin SM'lerden öğrenme süreçlerinde maksimum fayda sağlayabilmeleri için SM'ler derslere entegre edilmeden önce içeriğinin ve yapısının öğretmen tarafından iyi irdelenmesi ve doğru SM'lerin tercih edilmesi gerekmektedir.

- SM'leri kullanma, bir öğretmen açısından çok iyi bir planlama ve organizasyon gerektirir (Burns ve Hamm, 2011. Akt: Magruder, 2012). Aksi durumda öğrenciler SM'ler üzerinde amaçsızca manipülasyonlar gerçekleştirip manipülatifin altında yatan matematiği es geçebilir (Osana ve Duponsel, 2016).

Clements ve McMillen (1996) bilgisayar manipülatiflerinden etkili bir şekilde yararlanılabilmesi için öğretmenlere bazı tavsiyelerde ve uyarılarda bulunmuştur:

- Bilgisayar manipülatiflerini öğrencilerin düşünmesinin değerlendirmek için bir ayna gibi kullanın.
- Öğrencileri, eylemlerini değiştirmeleri ve yansıtmaları için yönlendirin, daima öngörün ve açıklayın.
- Öğrencilerin düşüncelerindeki çatışmaları ve eksiklikleri görmelerini sağlayacak görevler tasarlayın.
- Öğrencilerin işbirliği içinde gruplar hâlinde çalışmalarını sağlayın.
- Eğer mümkünse, sınıfla yapılacak tartışmalara odaklamak ve izlemek için (sınıfta) bir bilgisayar ve geniş bir ekran kullanın.
- Bilgisayarlarda çalışmaya başlamadan önce yazılımın amacı, donanımı ve çalıştırma yolları, matematiksel içerik ve problem çözme stratejileri de dâhil olmak üzere birçok bilginin sunulması gerekebileceğini kabul edin.
- Mümkün olduğunda konular süresince (genişletilebilir) programları uzun süreli olarak kullanın (Clements ve McMillen, 1996: 278).

SM'lerin öğrenme-öğretme sürecine sağlayacağı olumlu katkılardan haberdar olmak önemlidir. Bununla beraber dersin içeriğine göre doğru SM'lerin seçilerek kullanılmasının da bir o kadar önemli olduğu açıktır. Ancak bir manipülatifin

kullanılmış olması kavramsal anlamayı garanti altına almayacağı da açıktır (Clements ve McMillen, 1996). Dolayısıyla öğrenme-öğretme sürecinde SM'lerden etkin bir şekilde yararlanabilmek için SM'lerin yukarıda ifade edilen özelliklerinin göz önünde bulundurulmasına ihtiyaç olduğunu söylemek yanlış olmaz.

2.2. Geometrik Muhakeme (Akıl Yürütme)

İçinde yaşadığımız evreni anlamayı, onu tanımlamayı ve çevremizle etkileşim kurmayı sağlayan geometri, matematiğin muhtemelen en çok sezgiye dayalı, en somut özelliklerine sahip ve gerçekle ilişkisini kuran bir dalıdır (Güven ve Öztürk, 2014). Bu sebeple matematiğin önemli dallarından biri olan geometrinin öğretimi okul matematiğinin de önemli bir parçasıdır.

Alan yazında yapılan araştırmalar, matematiğin diğer dallarında olduğu gibi geometride de öğrencilerin farklı düşünme biçimlerine ve farklı anlama düzeylerine sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Baki, 2018). Bununla birlikte tüm bireylerin geometri bağlamlarında düşünebilme ve akıl yürütme (muhakeme) becerilerini geliştirebilme potansiyeline sahip olduğu da ifade edilmektedir (Van De Walle vd., 2012). Geometrinin öğrenilmesi-öğretilmesi üzerine yapılan birçok araştırmaya bakıldığında geometrik muhakemenin (GM) doğası ve nasıl geliştirilebileceği üzerinde durulduğu görülmektedir (Güven ve Karpuz, 2016; Jones, 1998; Karpuz, Koparan ve Güven, 2014). Geometrik şekiller üzerinde muhakeme sürecini ele alan Fischbein (1993) teorisinde, öğrencilerin zihinlerinde geometrik bir şeklin kavram ve şekil boyutlarının (şekilsel kavram) birbiriyle etkileşimli bir yapıda oluşturulması sürecinin rutin geometri derslerinin doğal bir sonucu olarak değerlendirilmemesi gerektiğini vurgulamaktadır. Nitekim etkili ve anlamlı bir geometri öğrenme-öğretme sürecinin gerçekleşmesinin ancak alan yazında GM'yi ele alan yaklaşımlar perspektifinde yapılandırılmış öğrenme ortamlarının tasarlanmasıyla mümkün olabileceği ifade edilmektedir (Güven ve Karpuz, 2016; Mariotti ve Fischbein, 1997). Okul ve okul dışı yaşamın kolaylaştırılmasında önemli bir etkiye sahip olan muhakeme becerisinin geliştirilmesi için okulda uygun ortamların hazırlanmasının gerektiği matematik dersi öğretim programlarında da üzerinde durulan bir kavramdır (MEB, 2013). Üstelik bu becerinin güncellenen matematik dersi öğretim programlarının özel amaçları arasında yer alması dikkat çekicidir (MEB, 2013; 2018).

Buraya kadar ifade edilenlerden öğrencilerin GM becerilerinin, özellikle de ilköğretim düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin bilişsel yapıları dikkate alındığında, kendiliğinden gelişmesinin pek mümkün olamayacağı söylenebilir.

2.2.1. Geometrik Muhakeme Üzerine Geliştirilen Bazı Teoriler

Alan yazında, geometrinin nasıl anlaşılacağı ve geometrik muhakeme becerisinin nasıl geliştirilebileceğini açıklamaya çalışan teorileri değerlendiren farklı çalışmalarda (Baki, 2018; Güven ve Karpuz, 2016; Jones, 1998; Olivera ve Zeljić, 2017; Paksu Duatepe, 2016; Van De Walle vd., 2012) bu teorilerden bazılarının sıklıkla ön plana çıktığı, yapılan birçok bilimsel araştırmada da (Fujita, 2012; Karpuz, 2018; Karpuz vd., 2014; Ubuz, 2017) sıklıkla bu teorilere başvurulduğu görülmektedir. Bu teoriler incelendiğinde geometride anlamayı bir kısmının gelişimsel bir perspektiften (örn. Van Hiele Geometrik Düşünce Düzeyleri, 1959) bir kısmının da bilişsel perspektiften (örn. Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi, 1993; Duval'in Bilişsel Modeli, 1998) değerlendirdiği görülmektedir (Güven ve Karpuz, 2016).

Bundan sonraki bölümde alan yazında geometride yer alan konu ve kavramların anlaşılması üzerine geliştirilen bazı teoriler hakkında özet bilgilere yer verilmiştir. Çalışmanın kuramsal temelini oluşturması bakımından Fischbein'in (1993) "Şekilsel Kavram Teorisi" üzerinde ise daha ayrıntılı bir şekilde durulmuştur.

2.2.1.1. Van Hiele Geometrik Düşünce Düzeyleri

GM gelişimini açıklayan önemli teorilerden biri Van Hiele'nin geometrik düşünce düzeyleri modelidir. Bu model esasında Van Hiele Düşünce Düzeyleri (1959) olarak bilinen düşünme seviyelerine dayanan bir öğretme yaklaşımıdır (Jones, 1998). Çalışmanın çıkış noktası Van Hiele'nin lise düzeyindeki öğrencilerin bazılarının geometride neden başarısız olduğunu araştırmasına dayanmaktadır (Baki, 2018). Bu modelde öğrencilerin geometriyi anlama seviyeleri hiyerarşik bir yapıda beş düzeyde ele alınmıştır. Öğrencilerin geometriyi öğrenmeleri, "görselleştirme, analiz, informel çıkarım, çıkarım ve sistematik düşünme" diye isimlendirilen ve giderek soyutlama düzeyinin arttığı bu beş hiyerarşik düzeyde gerçekleştiği ifade edilmektedir (Van De Walle vd., 2012). Bu modelde öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerinde ilerlemesi, Piagetçi modellerde ortaya koyulduğu şekilde kesin olarak belirli bir yaşa erişerek değil, daha çok öğrencilerin aldıkları eğitime

bağlı olarak edindikleri tecrübeler temelinde gerçekleşmektedir (Van Hiele, 1999. Akt: Breyfogle ve Lynch, 2010). Her bir düzeyde öğrencinin sahip olduğu geometrik düşünceler aşağıda özetlenmiştir.

Düzyey 0: Öğrenciler geometrik şekli, sahip olduğu genel görsel özelliklerine göre tanırlar ve isimlendirirler. Bu düzeyde şeklin görünümü baskın olup bu görünüm şeklin özelliklerinin görülebilmesine engel olmaktadır. Öğrenciler bu düzeyde şekillerin birbirine benzer olup olmadığına odaklanarak bir sınıflandırma yapabilirler. Ayrıca şeklin özelliklerini tanıma dayalı olmadan görsel bir yaklaşımla ele alırlar (Van De Walle vd., 2012). Örneğin bu düzeydeki bir öğrenci, komşu kenarlarının uzunluğu farklı olan bir dikdörtgeni öğrendiğinde dikdörtgenin döndürülmüş biçimini dikdörtgen olarak kabul etmede tereddüt yaşayabilir.

Düzyey 1: Öğrenciler geometrik şekilleri sahip oldukları özellikleri ile tanımlayabilirler. Ancak bir şekil ailesinde hiyerarşik ilişkiyi belirleyemezler. Örneğin paralelkenar ve dikdörtgeni ayrı şekillerde tanımlayabilirken ikisi arasındaki hiyerarşik ilişkiyi belirleyemezler. Yine şekillerin özelliklerini analiz edebilir ancak bu özellikler arasındaki ilişkiyi belirleyemez. Örneğin bir dikdörtgenin komşu kenarlarının birbirine dik ve karşılıklı kenarlarının birbirine paralel olduğunu belirler ancak her ikisinin de birbirini gerektirdiğini anlayamazlar. Bu sebeple şekle ait formel bir tanım yapmada başarılı olamazlar (Paksu Duatepe, 2016). Ancak verilen bir şeklin tanıma uygunluğuna göre şekli sınıflandırabilirler (Breyfogle ve Lynch, 2010).

Düzyey 2: Öğrenciler şekillerin özelliklerini birbiriyle karşılıklı ilişkisini anlamaya başlarlar. Örneğin öğrencinin bir şeklin eş köşegenlerinin birbirini dik ortaladığını bilmesi o şekli kare olarak belirleyebilmesi için yeterlidir (Baki, 2018). Yine bu düzeydeki öğrenci aynı aileye mensup şekiller arasındaki hiyerarşik ilişkiyi anlar. Örneğin karenin özel bir paralelkenar olduğunu ya da iç açıları dik olan bir dörtgenin dikdörtgen olduğunu belirleyebilir.

Düzyey 3: Öğrenciler geometrik özelliklerle ilgili soyut önermeler üzerinde çalışıp sezgiden çok mantığa dayalı çıkarımlarda bulunabilirler. Öğrenciler aksiyomları anlayıp teorem ve tanımları kullanarak ispatlar yapabilirler. Örneğin bu düzeydeki bir öğrenci, dörtgenin karşılıklı kenarlarının paralel olması durumunda karşılıklı açılarının eş olacağını ispatlayabilir. Bu düzeydeki öğrenciler tanımların

sabit olduğu düşüncesiyle Öklid dışı geometrileri anlayamazlar (Paksu Duatepe, 2016).

Düzyey 4: Öğrenciler Öklid geometrisindeki tanımları ve aksiyomları Öklid dışı geometrilerde yorumlayıp uygulayabilirler. Örneğin bu düzeyde, küre yüzeyindeki bir üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180 dereceden büyük olduğu anlaşılabilir (Baki, 2018). Bu düzyeye matematikle bir bilim olarak uğraşanlar ulaşabilirler (Paksu Duatepe, 2016).

Özetle ifade etmek gerekirse Van Hiele geometrik düşünce düzeylerinin bazı karakteristik özellikleri aşağıda özetlenmiştir:

- Seviyeler ardışıktır. Yani herhangi bir seviyeye erişmek için önceki seviyeler sırasıyla geçilmelidir.
- Her seviyenin kendine özgü bir dili, semboller seti ve ilişkiler ağı vardır.
- Bir seviyede örtük olan, bir sonraki seviyede açık hâle gelir.
- Seviyeler arasındaki ilerleme yaştan ziyade deneyime ya da olgunluğa bağlıdır; seviyeler arası ilerlemede birey çeşitli aşamalardan geçer (Fuys, Geddes ve Tischler, 1988: 8).

2.2.1.2. Duval'in Bilişsel Modeli

Duval, geometriyi bilişsel ve algısal açıdan ele alarak bilişsel algının dört türünden bahsetmiştir. Burada geometrik bir şekle bakıldığında ne tür süreçlerin yaşandığı açıklanmıştır. Duval (1995) bu süreçleri “Şekle Bakma Süreçleri” şeklinde açıklamıştır (Akt: Güven ve Karpuz, 2016: 256). Bunlar aşağıda özetlenmiştir:

1. Görsel Algı: Bir şekle ilk bakışta farkına varılan bilgileri içeren süreçtir. Bu süreçte şeklin adı, boyutu, temel elemanları vs. hakkında bilgi verilir. Bir şeklin alt şekilleri belirlenebilir, fakat bu alt şekiller arasındaki ilişkiler fark edilemez.

2. Sıralı Algı: Duval'e (1995) göre rastgele çizimlerin aksine araçlar (pergel, cetvel vb.) yardımı ile bir geometrik şeklin çizimi, şekil hakkında bilgi edinilmesine ve şekille ilgili algıların değişmesine sebep olacaktır (Akt: Güven ve Karpuz, 2016). Şekli oluşturma sürecinde kullanılan araçların yapısı ile şeklin matematiksel özelliklerinin ilişkisi bu süreç için en kritik unsurdur. Bu sürece bir şeklin oluşturulmasında ya da oluşturulmasının tarif edilmesinde başvurulmaktadır. Bu

süreçte şekil algılamaya değil, matematiksel ve teknik kısıtlamalara dayanmaktadır (Duval, 1995. Akt: Jones, 1998).

3. Sözel Algı: Bir şeklin matematiksel özellikleri yalnız görsel anlama yoluyla belirlenemez. Aynı görsel koşullarda bir şeklin özellikleri hakkında söylenebilecek farklı sözler, şekille ilgili farklı deneyimlerin/algıların ortaya çıkabilmesine imkân verebilir. Torregrosa ve Quesada (2008) şekille ilgili verilenlerden çıkarımlarda bulunma sürecinde şekil ile matematiksel prensipler (tanım, teorem vs.) arasında kurulacak ilişkinin sözel algı süreciyle mümkün olacağını ifade etmişlerdir (Akt: Güven ve Karpuz, 2016).

4. İşlevsel Algı: Bu süreç bir şekil üzerinde hem zihinsel hem de fiziksel olarak işlem yapmayı içermektedir. Böylece bir problemin çözümünde bir sezgi veya iç görü elde edilebilir (Jones, 1998). Duval'e (1999) göre verilen şeklin ilk görüntüsü üzerinde çizim yapma, bir bölümünü silme veya şeklin konumunu değiştirme vs. gibi değişiklikler ve şeklin belirli bir bölümüne odaklanma eylemleri işlevsel algı süreci olarak isimlendirilmektedir (Akt: Güven ve Karpuz, 2016).

Duval, şekillere matematiksel yolla bakabilmenin, ayrı olarak gelişen algı süreçlerinin yalnızca birlikte ve uzun süreli koordinasyonu ile mümkün olabileceğini ifade etmektedir (Akt: Jones, 1998).

Yukarıda ifade edilen süreçler geometrik çizimler üzerinde çalışmayla ilgili olarak verilmiştir. Duval (1998) aynı zamanda GM'nin üç tür bilişsel süreç içerdiğini ifade etmektedir (Akt: Jones, 1998). Bunlar aşağıda özetlenmiştir:

1. Görselleştirme: Örneğin bir geometrik ifadenin görsel temsilini veya karmaşık bir geometrik durumun sezgisel keşfini içeren süreçtir. Bu süreçte uzayın görsel olarak temsil edilmesi yani geometrik şekillerin oluşturulması söz konusu olmakla birlikte bu süreçte geometrik ilişkilerin belirlenmesi mümkün olmayabilir.

2. Oluşturma: Bu süreç, araçlar (pergel, cetvel, vs.) kullanarak geometrik şekillerin inşa edilmesini ya da nasıl inşa edileceğinin açıklanmasını içerir. Bu süreç şeklin görselleştirilmesine ve şeklin matematiksel özelliklerinin incelenerek fark edilmesine imkân sağlar.

3. Muhakeme: Bu süreç bilginin temsil edilmesine göre ele alınmakta ve mevcut bilgideki genişlemeyi içermektedir (Güven ve Karpuz, 2016). Bilgideki bu genişleme

belirli temsiller üzerinden gerçekleşmekte ve temsiller muhakeme sürecini farklı şekillerde etkilemektedir.

Duval'e göre bu üç farklı (bağımsız) süreç ayrı bir şekilde ele alınabilir. Fakat bu süreçler birbiri ile çok yakından ilişkili olup birliktelikleri, geometride uzmanlaşmak ve yetkinlik kazanmak adına bilişsel olarak gereklidir (Akt: Jones, 1998). Bu özellikleri bakımından Duval'in modelinde bu süreçler gelişimsel yaklaşımda olduğu gibi hiyerarşik bir şekilde ele alınmamaktadır.

2.2.1.3. Fischbein'in Şekilsel Kavram Teorisi

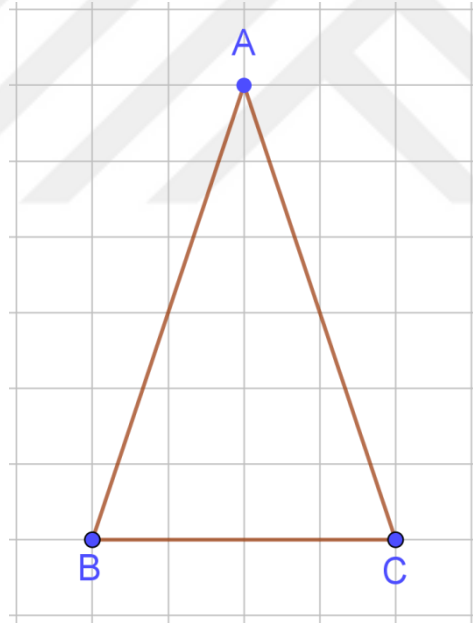
Kavram genellikle, nesnelerin veya olayların ait olduğu sınıfının soyut ve genel bir temsili (bir fikri) olarak; imge (özellikle görsel bir imge) ise bir nesnenin veya olayın duyuşsal bir temsili olarak tanımlanmaktadır (Fischbein ve Nachlieli, 1998). Bilişsel psikolojide kavram ve imge birbirinden tamamen ayrık ve zihinsel etkinlikler sırasında etkileşime girmelerine rağmen iki ayrı kategori olarak kabul edilmektedir. Çünkü kavram uzamsal özelliklere sahip olmayıp idealdir ve soyuttur. İmge ise duyuşsal özellikleri nedeniyle bir fikre indirgenemez yapıdadır (Fischbein ve Nachlieli, 1998). Örneğin bir kavram olarak masa soyut olup tüm masaların ortak özelliklerini ihtiva eden zihinsel bir yapıyı temsil eder. Buna karşın zihnimizdeki masa imgesi somut olup içinde öznel öğeler ihtiva eden bir yapıyı temsil eder. Zihnimizde dört ayaklı bir masa imgesine sahip olabiliriz ancak bu özelliğin kavram olarak masada olma zorunluluğu yoktur (Güven ve Karpuz, 2016). Nitekim ayak sayısı dörtten farklı olan bir masa da olabilir.

Fischbein (1993) bilişsel psikolojideki şekil ile kavram ayrımının geometrik şekillerde geçerli olmadığını, geometrik şekillerin iki kategoriye eş zamanlı olarak (aynı anda) sahip zihinsel varlıklar olduğunu ifade etmektedir. Yani geometrik bir şekil doğası gereği kavramsal özelliklere sahip olmakla birlikte yalnızca bir kavram değil aynı zamanda bir imajdır. Diğer taraftan geometrik bir şekil gerçekte, genel kavramların sahip olmadığı uzayın özelliklerinin zihinsel temsillerine de sahiptir. Bu sebeple Fischbein (1993) geometrik şekillerin üçüncü bir kategori oluşturduğunu ifade ederek teorisine de adını veren 'Şekilsel Kavram' terimini, geometrik şekillerin kavramsal ve uzamsal temsilleri aynı anda ihtiva ettiğini belirtmek için kullanmıştır. Bu şekilde bir geometrik şeklin yalnız kavrama ya da şekle indirgenemeyecek türden bir zihinsel varlık olduğu vurgulanmıştır. Yani şekilsel

kavram, şeklin kendine özgü bir özelliği olan uzamsal yönlerini içermekte ve ayrıca şeklin davranışlarının kavramsal yönden (tanımından) kontrol edildiği matematiksel bir anlam ihtiva etmektedir. Örneğin bir düzlem üzerine çizilmiş herhangi bir üçgen, görüntü olarak zihinsel imgeyi (şekli) temsil ederken sahip olduğu özellikleri bakımından (iç açı ölçülerinin toplamının 180 derece olması, kenarortaylarının bir noktada kesişmesi vb.) aynı zamanda kavramı da temsil etmektedir. Fischbein (1993) geometrik şekillerin sahip olduğu bu çift yönlü özelliği aşağıda verilen örnek üzerinden açıklamaya çalışmıştır.

İkizkenar bir ABC üçgeninde (Şekil - 1) AB kenarı ile BC kenarının uzunluğu eşit olsun. Bu durumda birisinin B ve C açılarının ölçülerinin eşitliğini aşağıdaki gibi kanıtladığını düşünelim:

Şekil - 1: ABC İkizkenar Üçgeni



ABC üçgenini kendisinden ayırıp AC kenarı sol tarafta ve AB kenarı sağ tarafta olacak şekilde ters çevrilmiş hâli, orijinal şekille üst üste gelecek şekilde çakıştırılsın. Bu durumda A açısı aynen kalırken AB ve AC kenarları aynı uzunluğa sahip olduğundan sol tarafta AC kenarı ile AB kenarı, sağ tarafta ise AB kenarı ile AC kenarı tam olarak çakışır. Böylece ABC üçgeni ile ters çevrilmiş hâlinin tam olarak çakıştığı görülebilir. Sonuç olarak B açısının ölçüsünün C açısının ölçüsüne eşit olduğu gösterilmiş olur.

Bu ispat sürecinde kavramsal bilgi olarak ifade edilen bir kısım bilgilerin (nokta, kenar, açı, üçgen, AB ve AC kenarlarının eşit uzunluğa sahip olması gibi) kullanıldığı görülmektedir. Fakat şekil bilgisi ve şekilsel olarak temsil edilen işlemler de (ABC üçgenini kendisinden ayırma, tersine çevirme ve orijinali ile karşılaştırma gibi) bu süreçte eş zamanlı olarak kullanılmıştır. Görüldüğü üzere ispat sürecinde şekiller ve kavramlar iç içe geçmiş bir vaziyette birbiriyle uyumlu bir şekilde işe koşulmuştur. Peki, burada birbirinden bağımsız iki varlığın (şekil ve kavram) bir karışımından mı bahsedilmektedir? İspatın özü olan ABC üçgeninin kendinden ayrılıp ters çevrilmesi işlemi üzerinden bu soruya bir yanıt verilmiştir.

Bilindiği gibi kavramlar kendinden ayrılamazlar, ters çevrilemezler ve karşılaştırılmazlar. Gerçekte (duyularla algıladığımız gerçeklik) bir nesneyi kendinden ayırmak mümkün olmadığından böyle bir işlemin somut bir anlamı (gerçeklikle bir ilgisi) yoktur (Fischbein, 1993). Bu durumda ideal bir dünyada ideal nesnelere işlemler yapılmıştır (Fischbein, 1993. Akt: Güven ve Karpuz, 2016). Burada bahsi geçen nesnelere (noktalar, kenarlar, açılar ve onlarla yapılan işlemler) sadece ideal bir varlıktır. Yani nesnelere kavramsal bir niteliğe sahiptir. Ama aynı zamanda bu nesnelere doğası gereği özünde birer şekildir: sadece görüntüye dayanarak ayırma, ters çevirme ya da karşılaştırma gibi işlemler yapılabilir. O zaman idealize edilmiş dünyada geometrik şekillerin var olması ve üzerinde bir takım işlemlerin gerçekleştirilebilmesi onların ancak eş zamanlı olarak kavramsal ve uzamsal özelliklere sahip zihinsel varlıklar olduğunun kabul edilmesiyle mümkün olabilir (Fischbein, 1993). Bu durumda yukarıda ele alınan örnekte, bir üçgenin ve öğelerinin tek başına bir kavram ya da sadece görüntüden ibaret olduğu düşünülemez (Fischbein, 1998).

Fischbein (1993) tüm geometrik şekillerin (üçgen, kare, nokta, doğru, çember, vs.) kavramsal ve şekilsel özelliklere eş zamanlı olarak sahip olan zihinsel yapılar olduğunu belirtmiştir. Buradan da geometrik şekillerin “şekilsel kavram” olarak değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca şekilsel kavram olmadan bir problemin çözülemeyeceğini ve geometrideki buluş işlemlerinin tatmin edici bir şekilde tarif edilip açıklanamayacağını belirtmiştir (Fischbein, 1993).

2.2.1.3.1. Şekilsel Kavram Teorisine Göre Geometrik Muhakeme

Muhakeme (akıl yürütme), eldeki bilgilerden hareketle matematiğin kendine özgü araç (semboller, tanımlar, ilişkiler, vb.) ve düşünme tekniklerini (tümevarım, tümdengelim, karşılaştırma, genelleme, vb.) kullanarak yeni bilgiler elde etme süreci olarak tanımlanmaktadır (MEB, 2013). Şekilsel Kavram Teorisine göre GM'nin yapısı kavram-şekil ilişkisinin niteliği ile ilgilidir. İdealde şeklin anlamlarını, ilişkilerini ve özelliklerini kontrol etmesi gereken bileşen kesinlikle kavram olmalıdır (Fischbein, 1993). Bu da GM sürecinde üst düzey muhakeme (ÜGM) olarak değerlendirilmektedir. Ancak muhakeme sürecinde şeklin kavram üzerinde baskın olduğu durumlar da söz konusu olabilmektedir. Bunun ise çözüm adımlarının mantıksal tutarlılığının ve sonuçtan genellemelere ulaşılmasını sağlayan geometrinin tümdengelimli yapısının eksik kalmasına sebep olduğu ifade edilmektedir (Fischbein, 1993. Akt: Güven ve Karpuz, 2016). Bu durumun bir sonucu olarak öğrenciler ispat sürecinin gerçek doğasını anlayamamakta ve daha çok denemeler yapmak suretiyle ispatın yapılabileceği iddiasına sahip olabilmektedirler. Fischbein, birçok öğrencinin geometrik bir şekli şekilsel kavram olarak kabul etmemelerine özel temsiller üzerindeki çalışmalarından edindikleri deneyimlerin etkisinin sebep olduğunu ifade etmektedir. Bu durum geometrik şeklin imajının kavramsal tanım üzerinde sahip olduğu baskın etkisi olarak açıklanmaktadır. Örneğin bir öğrenci dikdörtgenin tanımını biliyor olsa bile karenin ve kare formunda verilmeyen bir dikdörtgenin yalnız görünüşlerine bakarak (şeklin kavram üzerindeki baskın kontrolü) kare ile dikdörtgenin arasındaki hiyerarşik ilişkiyi belirleyemeyecektir (Fischbein, 1993). Ancak öğrenci, verilen şekilleri aynı zamanda kavramsal bir bakış açısıyla ele aldığı anda karenin de bir dikdörtgen olduğunu kavrayabilecektir.

Bunun yanında (gelişimsel yaklaşımın aksine) özellikle geometride keşif ya da bir teoremin ispatı sürecinde ihtiyaç duyulabilecek sezgi boyutunun geometrik bir şeklin kavramsal yönünden çok şekilsel yönü ile ilgili olduğu bilinmektedir. Çünkü bir keşif sürecinde esasen, açık argümanlardaki mantıksal sınırlardan değil sezgilerimizden ilham alırız (Fischbein, 1993). Yani geometrik kavramları öncelikle sezgisel olarak algılar, daha sonra matematikleştirerek anlamlandırırız (Baki, 2018). Bu sebeple yalnız kavram kontrolünde gerçekleştirilen bir muhakemede, problemlerin çözümünde veya bir önermenin ispatında gerekli olabilecek sezgi ve keşif boyutları eksik kalacaktır (Güven ve Karpuz, 2016). Çünkü sürekli olarak

teorem ve tanım gibi analitik ve formel gerekçelere (kavrama) dayandırılan bir muhakemede üretken fikirlerin akışı bozulabilmekte ve hatta engellenebilmektedir (Fischbein, 1993). Bu sebeple GM sürecinde şekil ile kavram etkileşim içerisinde olması gerekmektedir.

Öğrencilerin GM'lerinde yaptıkları birçok hataya, şekilsel kavramların kavramsal ve şekilsel yönleri arasındaki bölünme (veya uyum eksikliği) sebep olmaktadır (Fischbein, 1993). Hâlbuki şekilsel kavram, sadece şekil ya da sadece kavrama indirgenemeyecek zihinsel bir varlığı işaret eder (Fischbein, 1993). Bununla birlikte şekiller ve kavramlar, kişinin (bir çocuk ya da bir yetişkin) bilişsel aktivitesinde bazen birbiriyle etkileşime girerken bazen de çatışabilir. Şekilsel kavramın gelişimi ise genellikle doğal bir süreç değildir. Dolayısıyla geometrinin okul programlarında bu kadar zor bir konu olmasının ana nedenlerinden biri şekilsel kavramların doğal bir süreçte ideal biçimlerine doğru gelişim sergilememesidir. Bu sebeple matematik eğitiminin temel görevlerinden biri (geometri alanında), bütüncül bir zihinsel nesne hâline gelene kadar, geometrik şeklin sahip olduğu iki yön arasında sıkı bir işbirliğinin kurulmasını sağlayacak öğretim durumlarının oluşturulmasıdır (Fischbein, 1993).

2.2.2. Geometrik Muhakeme Üzerine Geliştirilen Teorilerin Değerlendirilmesi

Geometrinin bireyler tarafından ne düzeyde anlaşıldığını ve GM'nin nasıl geliştiğini ele alan başlıca teoriler, genel bir bakış açısıyla ve karşılaştırmalı olarak aşağıda değerlendirilmiştir.

Gerek bilişsel gerek gelişimsel yaklaşımlar geometrik düşünme sürecini temel olarak şekil (geometrik şeklin uzamsal özellikleri) ve kavram (tanım, teorem, aksiyom bilgisi) olmak üzere iki perspektiften ele almışlardır (Güven ve Karpuz, 2016). Van Hiele'nin modelinin temel hipotezlerinden biri, öğretimin bir etkisi olarak GM'nin gelişmesiyle birlikte geometrik kavramların şekilsel boyutunun görülmemeye başlaması eğiliminin var olduğu şeklindedir. Mariotti ve Fischbein (1997) ise yaş ve öğretimin GM sürecinde yalnız şekil ile kavram arasındaki ilişkinin düzeyini değiştirdiğini ifade etmişlerdir. Mariotti ve Fischbein, GM sürecinde şekil ile kavram arasındaki dinamiklerin asla yok olmayacağını belirtmişlerdir. Bu anlamda Van Hiele'nin geometrik muhakeme sürecine olan yaklaşımının daha çok

öğretim programlarının ve ders kitaplarının hazırlanması ve şekillendirilmesi sürecine genel bir perspektif sunarak önemli katkılar sağladığı düşünülmektedir (Güven ve Karpuz, 2016). Örneğin Amerikan geometri müfredatının hazırlanmasında bu teori çok büyük bir etkiye sahip olmuştur (Van De Walle vd., 2012).

Van Hiele'den farklı olarak hem Fischbein (1993) hem de Duval (1995) şekle ve kavrama ait süreçlerin gelişimsel bir seyir izlemediğini düşünmektedir (Güven ve Karpuz, 2016). Duval GM sürecinde şekil ile kavramın ayrı bir şekilde ele alınarak geliştirilmesi gerektiğini düşünürken Fischbein, bu iki sürecin birbiriyle etkileşim içerisinde ele alınması gerektiğini düşünmektedir. Duval bu iki süreci, kendi alt bileşenleri içerisinde etkileşimli ancak birbirinden bağımsız süreçler olarak değerlendirmektedir. Duval ayrıca şekilsel süreçlere algı (şekle bakma) süreçlerini de ekleyerek şekilsel süreçlerde bir genişletme yapmıştır (Güven ve Karpuz, 2016). Fischbein ise geometrik şekillerin şekil ve kavram boyutlarının (her yaşta ve her öğretim seviyesinde) birlikte ele alınmasının geometrinin doğası gereği zaruri olduğunu düşünmekte ve öğrencilerin zihinsel süreçlerini bu bağlamda değerlendirmektedir. Öğrencilerin GM süreçlerinin niteliği bu iki bileşenin etkileşimlerinin niteliği ile doğru orantılıdır ve ancak kavram kontrolünde gerçekleşen muhakeme üst düzey olabilmektedir.

2.3. İlgili Çalışmalar

Bu bölümde, sanal manipülatif ve geometrik muhakeme ile ilgili alan yazında yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

2.3.1. Sanal Manipülatiflerle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Moyer ve Bolyard (2002) yaptıkları çalışmada, SM'lerin öğrencilerin tamsayılarla toplama ve çıkarma işlemleri konusundaki başarılarına etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın katılımcıları iki ortaokulun 6 farklı altıncı sınıfında öğrenim gören 99 öğrenciden oluşmaktadır. Çalışma ön-test ve son-test yarı deneysel desen olarak tasarlanmıştır. Katılımcılar araştırmacılar tarafından rastgele bir şekilde üç gruba ayrılmışlar ve deneysel süreç boyunca her bir grupta farklı bir SM kullanılmıştır. Tamsayılarla toplama ve çıkarma işlemleri konularına dönük başarı testi gruplara ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Ayrıca her bir gruptan rastgele seçilen öğrencilerle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analizi

neticesinde üç farklı SM kullanan üç grubun da hem toplama hem de çıkarma işlemlerindeki başarısı anlamlı düzeyde artmıştır. Araştırmanın çarpıcı sonuçlarından biri de çıkarma işlemi ile alakalı sorulmuş en zor soruda bile her üç grubun büyük oranda başarı göstermiş olmasıdır. Üç grubun son-test puanları karşılaştırıldığında sonuçların istatistiksel anlamda farklı olmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmelerde tamsayılar konusunda çalışırken çeşitli temsilleri kullanabildikleri görülmüştür. Sonuç olarak araştırmacılar, SM ortamlarının öğrencilerin tamsayılarda toplama ve çıkarma işlemlerini öğrenmelerini desteklediğini belirlemişlerdir.

Takahashi (2002), bilgisayar temelli SM'lerin, FM'lere göre öğrencilerin ders etkinliklerine katılmalarında daha etkili ve teşvik edici olup olmadığını belirlemek için yürüttüğü çalışmasını geometri dersi alan iki 6. sınıf şubesi ile gerçekleştirmiştir. Sınıfların birinde öğrenciler geometri tahtası manipülatifinin fiziksel formunu, diğer sınıfta ise sanal formunu kullanmıştır. Her iki sınıfta da öğrenci merkezli yaklaşımla işlenen derslerde, öğrencilerin paralelkenarın alanını belirlemek için bir formül geliştirmelerine imkân verecek etkinlikler yapılmıştır. Öğrencilerin gerçekleştirdikleri etkinlikler, matematik öğrenme ve öğretme alanında uzman iki kişi tarafından araştırmacı ile birlikte gözlemlenmiştir. Ardından araştırmanın tasarımı gereği hepsi birlikte öğrencilerin problem çözme aktivitelerinde iki tür geometri tahtasının arasındaki ilişkiyi belirlemede elde ettikleri bulguları tartışmışlardır. Araştırmada FM ve SM'lerin farklı ilişkilerinin olduğu, elde edilen önemli sonuçlardan birisidir. Örneğin SM'ler bir şeklin içinin boyanmasına izin verirken FM, nesnelere daha kolay hareket ettirilerek yeni şekillerin oluşturulmasına izin vermektedir. Araştırmada iki tür manipülatifin de farklı yönde güçlü taraflarının olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin paralelkenarın alan formülünün keşfedilmesinde olduğu gibi şekillerin taşınmasını gerektiren bir etkinlikte SM kullanılmasının daha faydalı olacağı, ancak kare ve dikdörtgen gibi şekiller için alan kavramının keşfedilmesinde ise FM kullanmanın öğrenciler için daha yararlı olacağı iddia edilmiştir. Araştırmacı son olarak öğrencilerin öğrenmelerini en üst düzeye çıkarmak için bu iki tür manipülatifin birbirinin tamamlayıcısı olarak derslerde kullanılması gerektiği sonucuna ulaşmıştır.

Olkun (2003), iki boyutlu geometri öğretiminde bilgisayar manipülatifleri ile somut manipülatiflerin etkisini karşılaştırdığı çalışmasını, ön-test ve son-test kontrol

gruplu deneysel araştırma yöntemi ile gerçekleştirmiştir. Araştırmanın verileri, araştırmacı tarafından geliştirilen ve iki boyutlu geometri sorularını içeren 24 maddelik bir test ile elde edilmiştir. Araştırma, dördüncü ve beşinci sınıfta öğrenim gören 93 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmada iki deney grubu (bilgisayar ve somut manipülatif kullanan) ve bir kontrol grubu (manipülatif kullanmayan) oluşturulmuştur. İşlem sürecinde tüm gruplar tangram içeren problemler çözmüştür. Araştırmada elde edilen verilerin analizi sonucunda, bilgisayar manipülatifi kullanan grup ile somut manipülatif kullanan grubun akademik başarısının kontrol grubu öğrencilerinininkinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Araştırmanın bir diğer sonucuna göre 4. sınıflar somut manipülatiflerle, 5. sınıflar ise bilgisayar manipülatifleriyle daha yüksek başarı göstermiştir. Ayrıca erkek öğrenciler kız öğrencilerden ve 5. sınıf öğrencileri 4. sınıf öğrencilerden daha yüksek başarı göstermiştir.

Reimer ve Moyer- Pakenham (2005) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin kesirler konusunda kavramsal ve işlemsel anlamalarında SM'lerin etkisini araştırmışlardır. Çalışma, öğretmenin eylem araştırması yöntemi benimsenerek yürütülmüştür. Reimer (öğretmen), araştırmanın yapısını ve deneysel işlem sürecini güçlendirmek için araştırma sürecinde bir akademisyenle (Moyer- Pakenham) işbirliği yapmıştır. Araştırma, üçüncü sınıfa devam eden 19 öğrenci ile iki haftalık bir zaman diliminde yürütülmüştür. Araştırmada öğrencilerin sene başında FM'lerle öğrendikleri bir konu seçilmiştir. Böylece araştırmanın ön-testi ile son-testi arasında SM dışında herhangi bir kaynağın öğrenmeye olası etkisi kontrol altında tutulmak istenmiştir. Araştırmanın ilk haftasında öğrenciler, onluk taban blokları SM'sini nasıl kullanacaklarını öğrenmişlerdir. Bu süreçte herhangi bir veri toplanmamıştır. İkinci haftada öğrenciler, günde bir saat olmak üzere dört gün boyunca SM'leri kullanmıştır. Araştırmada, kesirlerde kavramsal ve işlemsel anlamayı değerlendiren başarı testi ve görüşme formu kullanılarak veriler elde edilmiştir. Elde edilen verilerin analizinden öğrencilerin ön-test puanlarında yüksek skor elde ettikleri belirlenmiştir. Diğer bir bulgu da öğrencilerin ön-test ile son-test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı şeklindedir. Diğer taraftan araştırmanın nitel verilerinin analizi sonucunda öğrencilerin, SM'leri hızlı geri dönüt sağlıyor

olmasından ötürü faydalı buldukları anlaşılmıştır. Öğrenciler ayrıca SM'lerin FM'lere göre daha kolay ve hızlı kullanılabildiğini ifade etmişlerdir.

Hawkins (2007), 3. sınıf öğrencilerinin kesir kavramını öğrenme süreçlerinde SM'lerin etkisini araştırmıştır. Çalışma ön-test ve son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen olarak tasarlanmıştır. Deney grubunda (4 sınıf, 70 öğrenci) ders kitabı ile birlikte SM'ler kullanılarak öğretim gerçekleştirilirken kontrol grubunda (4 sınıf, 69 öğrenci) ders kitabı, çizimler, diyagramlar kullanılarak öğretim gerçekleştirilmiştir. Araştırmadan elde edilen verilerin analizi neticesinde grupların kesir kavramı konusundaki başarıları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Moyer-Packenham, Salkind ve Bolyard (2008) yaptıkları araştırmada, K-8 öğretmenlerinin matematik derslerinde SM kullanım durumlarını belirlemişlerdir. Araştırmaya katılan 116 öğretmen dörderli gruplar hâlinde iki gruba (toplam sekiz gruba) ayrılmışlardır. Bu öğretmenlere dört eğitimci tarafından yaz döneminde toplam 40 saat süren ve temel kaynak olarak manipülatiflerin ve teknolojinin kullanıldığı bir eğitim verilmiştir. Bir sonraki akademik yılın güz ve bahar döneminde öğretmenlerle dörder saat (toplam sekiz saat) görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğretmenler aldıkları eğitim sonrasında, bir yıllık okul dönemi boyunca kendi okullarında uygulamak üzere beşer tane ders planı hazırlamışlardır. Öğretmenlerin hazırladığı ders planlarının 95 tanesinde SM kullanılmış olup bu planlara ilişkin raporlar araştırmacıların veri kaynağını oluşturmuştur. Elde edilen verilerin analizinden öğretmenlerin en sık kullandığı SM'lerin sanal geometri tahtası, örüntü blokları, onluk taban blokları ve tangramlar olduğu belirlenmiştir. Yine araştırmanın bulgularından öğretmenlerin SM'leri en sık, öğrencilerin kavramları anlama ve keşfetmeleri sürecinde kullandıkları anlaşılmıştır. Öğretmenlerin geneli, ya sadece SM'leri ya da FM'lerin ardından SM'leri kullanma eğilimindedirler. Araştırmacılar, öğretmenlerin en sık kullandıkları SM'lerin şaşırtıcı olmadığını, zira birçok öğretmenin bu SM'lerin fiziksel muadillerine aşina olduğunu belirtmişlerdir.

Trespacios (2008) yaptığı çalışmada, öğrencilerin SM'leri kullanırken rasyonel sayıların parça-bütün gösterimlerindeki akademik başarıları üzerinde iki üretici öğrenme aktivitesinin etkilerini araştırmıştır. Araştırma ön-test ve son-test kontrol gruplu deneysel bir desen olarak tasarlanmıştır. Araştırmadaki uygulama, 3. sınıfta öğrenim gören 60 öğrencinin rastgele bir şekilde ayrıldığı deney ve kontrol

grupları ile yürütülmüştür. Rasyonel sayıların parça-bütün gösterimlerinin kavranması üzerine kurgulanan dersler, deney grubundaki öğrencilerin SM'leri kullanarak "örnekler-oluşturma" stratejisi kullanmasıyla, kontrol grubundaki öğrencilerinse "soruları-cevaplama" stratejisi kullanmasıyla işlenmiştir. Araştırmanın sonuçlara göre acil anlama son-testinde soruları-cevaplama stratejisi, örnekler-oluşturma stratejisine göre istatistiksel olarak daha büyük bir etkiye sahiptir. İlaveten ertelenmiş anlama testi ile üretici stratejiler arasında anlamlı bir etkileşim olmadığı belirlenmiştir. Araştırmadaki bir diğer sonuca göre örnekler-oluşturma stratejisini kullanan öğrencilerin, soruları-cevaplama stratejisini kullanan öğrencilere göre (kısmen) bilgileri daha iyi hatırlama eğiliminde oldukları anlaşılmıştır.

Demir (2009) yaptığı çalışmada, iki farklı öğretim yaklaşımında SM kullanılmasının öğrencilerin eğitim konusundaki öğrenmelerine etkisini araştırmıştır. Araştırma, Michigan State Üniversitesinde bazı konular özelinde iyileştirme kursu almakta olan 48 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler ön-test puanlarına göre iki gruba (OVM: Open-Ended SM ve SVM: Structured SM) rastgele bir şekilde atanmıştır. Öğrenciler 30 ila 45 dakika arasında süren dört deneysel oturuma katılmıştır. Bu süreçte OVM grubundaki öğrenciler SM'leri kullanarak açık uçlu keşif sorularını cevaplarırken SVM grubundaki öğrenciler, SM'leri kullanarak yapılandırılmış matematik sorularını cevaplamışlardır. Ardından öğrencilere son-test uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizinden ilk olarak; kavramsal bilgi gerektiren sorularda OVM grubundaki öğrencilerin puanı, SVM grubundaki öğrencilerin puanından dikkate değer şekilde yüksek çıkmıştır. Buna mukabil işlemsel bilgi ile işlemsel ve kavramsal bilginin bir arada kullanılmasını gerektiren sorularda SVM grubundaki öğrencilerin puanı, OVM grubundaki öğrencilerin puanından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilecek genel bir sonuç ise şöyledir; SM'ler, öğrencilerin farklı türdeki matematiksel bilgilerini geliştirmek için farklı öğretim yaklaşımlarıyla birlikte kullanılabilir.

Ülkemizde yapılmış en kapsamlı SM geliştirme çalışması olan SAMAP (sanal matematik manipülatif projesi) adlı projede Karakırık ve Çakmak (2009) ilköğretim matematik (1-8. sınıflar) öğretim programı alt öğrenme alanlarında yer alan kavram ve ilişkileri somutlaştırarak daha kolay anlaşılmasına yardımcı olması amacıyla bir SM takımı geliştirilmiştir. Proje kapsamında iki yıl zarfında geliştirilen 80 tane SM

“<http://www.samap.ibu.edu.tr>” internet sitesinde yayımlanarak hem çevrimiçi hem de çevrimdışı olarak ücretsiz bir şekilde kullanıcıların erişimine sunulmuştur.

Yıldız (2009) yüksek lisans tezi çalışmasında, sanal ortamda üç boyutlu bir sanal birim küp simülasyonu hazırlayarak simülasyonun öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme yeteneklerine etkisini incelemiştir. Hazırlanan simülasyonda ekranda aynı anda iki ana sahne bulunmaktadır. İlk sahnede üç boyutlu uzayda ve ikinci sahnede iki boyutlu uzayda izometrik kâğıt üzerinde birim küplerden oluşan yapılar inşa edilebilmektedir. İlk sahnede yer alan küplerin yönü ve yeri, klavyedeki bazı tuşlara atanan fonksiyonlarla manipüle edilebilmektedir. Araştırma biri devlet (birinci okul) diğeri özel (ikinci okul) olmak üzere iki okulda beşinci sınıfta öğrenim gören toplam 108 öğrenci ile yürütülmüştür. Her iki okulda da yarı deneysel desenle tasarlanan model araştırma yöntemi olarak işe koşulmuştur. Deney gruplarında tasarlanan simülasyon, kontrol gruplarında ise somut birim küpler ve izometrik kağıt kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan testlerden elde edilen verilerin analizi sonucu, birinci okulda hem deney hem de kontrol grubunda uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme yeteneklerinde gelişme olmasına karşın yalnız uzamsal görselleştirme açısından deney grubu lehine bir fark oluşmuştur. İkinci okulda ise sadece deney grubu öğrencilerinin uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme yeteneklerinde gelişme olmuştur.

Pacilli (2010) gerçekleştirdiği deneysel çalışmada, 7. sınıf öğrencilerinin (toplam 317 öğrenci) geometrik kavramları (geometri ve ölçme konularında) öğrenmelerinde bilgisayar manipülatifinin etkisini araştırmıştır. Bu doğrultuda derslerde “GeoLeg” adlı bilgisayar manipülatifini kullanan deney grubu öğrencileri ile GeoLeg’i kullanmayan kontrol grubu öğrencilerinin geometrik kavramları öğrenme düzeyleri karşılaştırılmıştır. Araştırmada birden fazla deney ve kontrol grubu ile çalışılmıştır. Araştırmanın verileri öğrenci son-testleri, öğretmen ve öğrenci görüşmeleri ve çevrimiçi anketler aracılığıyla elde edilmiştir. Verilerin analizi neticesinde GeoLeg kullanan öğrencilerin başarısının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Cinsiyetlere göre bakıldığında ise erkek ve kız öğrencilerin başarıları arasında anlamlı düzeyde bir fark bulunamamıştır. Araştırmanın bir diğer veri setinin analizinden farklı öğrenme stilleri değişkeni ile öğrenci başarısı arasında korelasyonel bir ilişkinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak GeoLeg manipülatifinin öğrencilerin geometri konusundaki başarılarını arttırdığı ifade edilmiştir.

Yolcu ve Kurtuluş (2010), Eskişehir ilindeki bir devlet okulunda öğrenim gören 20 altıncı sınıf öğrencisi ile nitel araştırma yöntemlerinden “araştıran öğretmen yöntemi” ile yürüttükleri çalışmanın amacı, öğretim programı kapsamında uzamsal yetenekleri ele alan kazanımlara dönük öğrenci başarısını geliştirmek olarak ifade edilmiştir. Öğrencilerin uzamsal yeteneklerini ölçmek için açık uçlu sorulardan oluşan bir başarı testi ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Son-teste ayrıca geometrik yapılara ait kodlamaların yapılmasına dönük sorular ilave edilmiştir. Araştırmanın amacı doğrultusunda öğrencilerin somut modeller ve bilgisayar uygulamaları kullanarak birim küplerden yapılmış üç boyutlu yapılardaki toplam birim küp sayısını bulma, farklı sayıda görünen yüz sayısını ve farklı yönlerden görünümelerini çizme sorularında hangi oranda gelişim gösterdikleri incelenmiştir. Araştırmada bilgisayar uygulamaları olarak “<http://illuminations.nctm.org>” sitesinde yer alan ve birim küplerle oluşturulmuş yapıların manipülasyonlarını içeren SM kullanılmıştır. Araştırma sonucunda ön-test başarıları düşük olan öğrenciler dâhil olmak üzere tüm öğrencilerin son-test başarı oranlarının arttığı belirlenmiştir.

Akkan ve Çakıroğlu (2011) yaptıkları çalışmada farklı branşlardaki (okul öncesi, sınıf, ilköğretim matematik) öğretmen ve öğretmen adaylarının FM ve SM’lerin matematik öğretiminde kullanılması ile ilgili görüşlerine başvurmuşlar ve bu görüşleri branşlara göre karşılaştırmışlardır. Katılımcılara, NLVM (National Library of Virtual Manipulatives-<http://nlvm.usu.edu/>) sitesinde yer alan SM’lerden ve araştırmacıların geliştirdiği ya da satın aldığı FM’lerden matematik öğretiminde hangilerini kullanmayı tercih ettikleri sorulmuştur. Araştırmanın verileri toplam 3 eğitim öğretim yılında, 121 öğretmen ve 186 öğretmen adayı ile yürütülen anket ve mülakatlar ile elde edilmiştir. Katılımcıların manipülatif kullanmaya dönük görüşleri ve tercih ettikleri manipülatif çeşidi ile tercih etme nedenleri, araştırmacıların alan yazından derleyerek geliştirdikleri “Manipülatiflerle İlgili Görüşleri Belirleme Anketi” ve “Tercih Anketi” aracılığıyla belirlenmiştir. Anketlerden elde edilen verilerin analizinde yüzde, frekans ve aritmetik ortalama değerleri kullanılmıştır. Araştırmada her branştan öğretmenlerin çoğunun FM’leri SM’lerden daha çok kullandıkları veya gördükleri ancak SM’leri kullanmaktan daha çok hoşlandıkları

belirlenmiştir. Bununla birlikte okul öncesi öğretmenlerinin FM'lerle çalışmaktan hoşlanma oranının daha fazla olduğu görülmüştür. Katılımcıların yarıdan fazlası SM'lerin bilginin öğrenci tarafından yapılandırılmasında daha etkili olduğunu düşünürken okul öncesi öğretmenleri FM'lerin daha etkili olacağını ifade etmiştir. Sonuç itibarıyla her branştan öğretmenin çoğunluğunun her iki manipülatif çeşidinin matematik öğretiminde kullanılmasının önemli olduğunu belirttiği, öğrenci motivasyonunu olumlu yönde etkileyeceği, öğrenci başarısını arttıracığı ve problem çözme becerilerini geliştireceği görüşlerine sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Akkaya, Durmuş ve Pişkin-Tunç (2012), araştırmalarını 2010-2011 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Bolu ilindeki bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan 71 öğrenci ile tarama modeli kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada öğrencilerin somut materyal ve SM kullanma yeterlikleri, Bakkaloğlu (2007) tarafından geliştirilmiş ölçeklerin araştırmacılar tarafından uyarlanarak son hâlini verdikleri sürümleri ile ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre öğretmen adaylarının somut materyal kullanma yeterlikleri ortalaması, SM kullanma yeterlikleri ortalamasından daha yüksek bulunmuştur. Araştırmada ayrıca öğretmenlerin somut materyal kullanma yeterlikleri ile SM kullanma yeterlikleri arasında bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir.

Magruder (2012) karma bir desen benimseyerek yürüttüğü çalışmasında, basit doğrusal denklemlerin çözümünde FM ve SM kullanımının etkisini, bu manipülatiflerin hiç kullanılmadığı kontrol grubu ile karşılaştırarak incelemiştir. Çalışma, aynı okulun farklı 6. sınıf şubelerine devam eden 76 öğrenci ile üç grup şeklinde yürütülmüştür. Çalışmada ayrıca manipülatif türlerinin yararları ve sakıncaları da belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonunda elde edilen verilerin analizinden kontrol grubundaki öğrencilerin, hem FM kullanan deney grubundaki öğrencilerden hem de SM kullanan deney grubundaki öğrencilerden son testte istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha iyi performans sergiledikleri belirlenmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilerin eşitlikleri öğrenirken kâğıt üzerine yazılmış temsilleri üzerinden çalışarak kavramsal öğrenmelerini geliştirmelerinin daha etkili olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerden bir kısmı uygulanan son-testte SM kullanamadıkları için eşitlikleri çözümede zorlandıklarını ifade etmiştir. Araştırmacı bu durumu öğrencilerin SM'leri matematiksel kavramları anlamak yerine sadece

oyun oynar gibi manipülasyon yapmış olabilecekleri şeklinde değerlendirmiştir. Ayrıca öğrenciler, SM'leri kullanmaya başlamak için yazılıma günlük olarak giriş-çıkış yapmalarının zaman aldığını ve SM'leri etkili bir şekilde kullanabilmek için yeterli zamanların olmadığını ifade ederek denklem çözmeyi iyi öğrenemediklerini belirtmişlerdir. Sonuç olarak manipülatiflerin denklemleri çözmeye iyi birer araç olduğu ancak matematiksel anlamının gelişiminde kâğıt-kalem kullanımı kadar etkili olmadığı belirlenmiştir. Bu sebeple araştırmacı, manipülatiflerin geleneksel öğrenme stillerinin yerini alması gerektiği düşüncesi yerine matematiksel kavramların öğrenilmesinde birer yardımcı araç olarak değerlendirilmesinin daha uygun olacağını ifade etmiştir.

Gülkılık (2013) doktora tezi kapsamında yaptığı çalışmada, 10. sınıf öğrencilerinin geometride düzlem dönüşümleriyle ilgili matematiksel anlamalarını ve manipülasyonların bu anlamadaki rolünü araştırmıştır. Araştırma nitel çalışma yöntemlerinden biri olan bütüncül çoklu-durum çalışması olarak tasarlanmış ve 4 öğrenci (durum) üzerinden yürütülmüştür. Araştırma Ankara il merkezinde bulunan bir Anadolu Lisesinde 2010-2011 eğitim öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın verileri dönüşümler için hazırlanmış testlerden, öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden ve katılımcı gözlem notlarından elde edilmiştir. Uygulama süreci; 6 haftalık bir pilot çalışma, ön-test uygulaması ve görüşmelerin yapılması, 4 haftalık ders süreci (haftada 2 x 40 dk.) ve her haftanın sonunda öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve son olarak 16 hafta sonra kalıcılık testine dönük görüşmeler gerçekleştirilmesi şeklinde yürütülmüştür. Derslerin işlenmesi sürecinde çoklu temsillerden, fiziksel ve sanal manipülatiflerden yararlanılmıştır. Araştırmada kullanılan SM'lere "http://nlvm.usu.edu" sitesinden erişilmiştir. Elde edilen veriler, matematiksel anlamının gelişimini karşılaştırılması muhtemel sekiz seviye ile açıklayan bir model olan Pirie-Kieren teorisine ve öğrencilerin temsil sistemleri ile gerçekleştirdikleri deneyimlere göre analiz edilmiştir. Bu teori kapsamında öğrenim sürecinde kullanılan manipülatiflerin öğrenci anlamalarındaki rolü de irdelenmiştir. Araştırmanın verilerinin analizi sonunda öğrencilerin dönüşümlerdeki anlamalarını oluştururken farklı anlama seviyelerinde çalıştıkları belirlenmiştir. Öğrenciler anlamalarını, geriye katlama hareketiyle şekillendirmektedir. Öğrencilerin matematiksel anlamalarında,

matematiksel kavramlara ait farklı temsiller arasında ilişki kurmanın ve geçiş yapmak için gerekli olan ağ örme hareketlerinin kilit rol oynadığı belirlenmiştir. Yine FM ve SM'lerin öğrencilerin matematiksel anlamalarını desteklediği, farklı anlama seviyelerindeki öğrencilerin matematiksel kavramlara ait farklı temsilleri anlamlandırmalarında ve kullanmalarında etkili olduğu belirlenmiştir.

Şahin (2013) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında, 5. sınıf öğrencilerinin somut ve sanal manipülatif destekli geçirdikleri öğrenim süreçlerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizme başarılarını nasıl etkilediğini belirlemiştir. Ayrıca öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin ve geometrik düşünme düzeylerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizme başarıları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmanın deneysel kısmı yarı deneysel desen olarak tasarlanmıştır. Araştırmanın uygulaması, 2012-2013 eğitim-öğretim yılında İstanbul ili Pendik ilçesinde yer alan bir okulda öğrenim gören 56 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Hem deney hem de kontrol grubunda yirmi sekizer öğrenci bulunmaktadır. Deney grubundaki dersler, hem SM'lerle hem de her 4-5 öğrenciye bir bilgisayar düşecek şekilde öğretmen rehberliğinde öğrencilerin SM'leri kullanmasıyla yürütülmüştür. Araştırmanın verileri toplam üç testten elde edilmiştir. Bunlar araştırmacı tarafından geliştirilen ve yirmi birer sorudan oluşan "Geometrik Yapıları İnşa Etme ve Çizme Testi", "Uzamsal Yetenek Testi" ve "Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri" testidir. Elde edilen verilerin analizleri neticesinde deney grubu öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusunda kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılı olduğu bulgulanmıştır. Bu başarının ayrıca uzamsal yetenek ve Van Hiele geometrik düşünme seviyeleri ile ilişkili olduğu saptanmıştır.

Yeniçeri (2013) yüksek lisans tez çalışması kapsamında yürüttüğü çalışmasında, 6. sınıf kesirler konusunda yer alan kazanımlara dönük SM kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına olan etkisini incelemiştir. Çalışma, Erzincan il merkezinde bulunan bir okulunun 6. sınıfında öğrenim gören 76 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırma ön-test ve son-test kontrol gruplu model ile iki deney ve bir kontrol grubu üzerinden yürütülmüştür. Deneysel süreç 3 hafta (toplam 12 saat) sürmüştür. İlk deney grubunda (N = 26) SM'ler yalnız öğretmen tarafından, ikinci deney grubunda (N = 26) SM'ler öğretmen rehberliğinde öğrenciler tarafından ve kontrol grubunda (N = 24) ise dersler somut materyaller kullanarak işlenmiştir.

Deney gruplarında kullanılan SM'lerin seçiminde öncelikle farklı yerli ve yabancı kaynakların (NLVM, SAMAP, Wiswep vs.) içerikleri incelenmiştir. Ardından araştırmada NLVM, Learning Planet ve BBC-BiteSize kaynaklarında yer alan SM'lerin kullanılmasına karar verilmiştir. Araştırmada gruplara hem ön-test hem de son-test olarak araştırmacı tarafından geliştirilen ve çoktan seçmeli 20 maddeden oluşan "Kesirler Başarı Testi" uygulanmıştır. Testten elde edilen verilerin analizi sonucunda, yalnız öğretmenin SM kullandığı deney grubunda öğrencilerin akademik başarılarında istatistiksel olarak anlamlı bir artışın gerçekleştiği belirlenmiştir. Bir diğer bulguda ise kullanım şekline göre bağımsız olarak SM'lerin derslerde kullanılmasının somut materyal kullanılmasına göre öğrenci başarısını daha fazla arttırdığı belirlenmiştir.

Çakıroğlu (2014) yarı deneysel araştırma yöntemi ile yürüttüğü çalışmada, web ortamında gerçekleştirilen proje tabanlı öğrenme (PTÖ) ortamı ile geleneksel PTÖ ortamının öğrencilerin akademik başarılarına ve matematik dersine dönük tutumlarına etkisi karşılaştırılmıştır. Deneysel işlem 30 öğrenci (14 kız, 16 erkek) deney grubunda, 30 öğrenci (15 kız, 15 erkek) kontrol grubunda olmak üzere toplam 60 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamındaki konular (10. Sınıf, polinomlar ve ikinci dereceden denklemler) geleneksel yöntemle her iki grupta ders öğretmeni tarafından anlatılmıştır. Ders anlatım süreci sonunda öğrencilerden işlenen konularla ilgili üçer proje hazırlamaları istenmiştir. Deney grubundaki öğrenciler çevrimiçi ortamda SM'leri kullanarak, kontrol grubundaki öğrenciler ise geleneksel ortamda internet, ders kitapları vb. araçları kullanarak araştırma yapmak suretiyle projelerini hazırlamışlardır. Çevrimiçi ortamdaki SM'ler araştırma kapsamındaki konularda yer alan kazanımlara dönük araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Araştırmanın verileri matematik başarı testi, matematik tutum anketi, öğrencilerle mülakat ve web sitesi kayıtlarından elde edilmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucu deneysel işlem sonunda deney grubu öğrencilerinin başarılarının kontrol grubu öğrencilerinin başarılarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ancak tutum puanları arasındaki farkın anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Deney grubundan rastgele seçilen 8 öğrenci ile yapılan mülakatlardan elde edilen verilerin analiz sonuçlarına göre SM'lerin öğrenmeyi desteklediği, öğrencilerin derse yönelik

tutumlarını olumlu yönde değiştirdiği ve dersin işlenişini olumlu etkilediği anlaşılmıştır.

Lee ve Chen (2015) yarı deneysel desenle yürüttükleri çalışmada, öğrencilerin denk kesirler konusunu öğrenmeleri sürecinde çeşitli örnekler üzerinde SM ya da FM'leri kullanmalarının, başarılarına ve matematiği öğrenmeye karşı tutumlarına etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın denekleri 90 beşinci sınıf öğrencisi olup öğrenciler rastgele biçimde üç gruba ayırmışlardır. Çalışmada elde edilen verilerin analizi sonucu rutin olmayan örneklerin kullanılmasının öğrencilerin denk kesir kavramındaki öğrenme performanslarını arttırdığı belirlenmiştir. FM kullanan gruptaki öğrencilerin başarısı ile SM kullanan gruptaki öğrencilerin başarısı arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Buradan öğrenme sürecinde SM kullanımının FM kullanımı kadar etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. SM kullanan öğrenciler diğer iki gruptaki öğrenciler ile karşılaştırıldığında matematik öğrenmeye karşı daha fazla olumlu tutum sergiledikleri belirlenmiştir. Buradan fiziksel muaddilleri ile karşılaştırıldığında SM'lerin öğrenmeyi daha eğlenceli hâle getirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Öztürk, Akkan, Büyüksevindik ve Kaplan (2016) yaptıkları araştırmada, zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin SM'ler yardımıyla toplama işlemini öğrenme süreçlerini incelemişlerdir. Çalışma nitel araştırma desenlerinden çoklu durum çalışması yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma, 14 ve 17 yaşlarındaki hafif düzeyde zihinsel engeli olan iki öğrenci ile beş ders saati ile sınırlı olacak şekilde yürütülmüştür. Çalışmadaki veriler görüşme, gözlem ve dokümanlar yoluyla toplanmıştır. Veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. Elde edilen verilerin analizi neticesinde uygulama sürecinde öğrencilerin sayı korunumunu kazandığı, toplama işlemi yaparken üzerine sayma yaparak toplama yapabildiği, onluk oluşturmayı-ayırmaı anladığı, 10'a tamamlayarak toplama yapabildiği belirlenmiştir. Genel olarak öğrencilerin uygulama sürecinde SM kullanarak toplama işlemi yapabilme becerilerinin geliştiği belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca bilgisayar ve SM kullanımı ile ilgili öğrencilerin görüşlerine ait toplanan verilerin analizi sonucunda öğrencilerin SM kullanmaya istekli oldukları, süreçten zevk aldıkları, bilgisayarla matematik öğrenmekten mutlu oldukları belirlenmiştir.

Samioğlu ve Siniksaran'ın (2016) yaptıkları çalışmanın amacı, SM kullanımının 8. sınıf ğrencilerinin matematik başarısına ve tutumuna etkisini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda araştırmacılar “Mathematica” dilinde yazılmış ve “Matletik” adını verdikleri bir yazılım geliştirmişlerdir. Araştırmanın örneklemini üç farklı okulda öğrenim gören altı tane 8. sınıf şubesinden oluşmaktadır. Her okulda deney ve kontrol grupları rastgele biçimde atanmıştır. Geliştirilen yazılımın etkisini ölçmek amacıyla ön-test ve son-test kontrol gruplu deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Deney grubundaki dersler yazılım kullanılarak, kontrol grubundaki dersler ise geleneksel ğretim yöntemi ile 14 hafta boyunca yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen verilerin analizi sonunda yalnız deney grubundaki öğrencilerin matematik dersi başarı ve matematiğe dönük tutum puanlarındaki artışın istatistiksel olarak manidar olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar bu bulgudan, derslerde SM kullanılmasının öğrencilerin başarılarını ve matematiğe dönük tutumlarını olumlu yönde etkileyebileceğini ifade etmişlerdir.

Alshehri (2017) yarı deneysel araştırma yöntemi ile yürüttüğu çalışmasında, 5. sınıf ğrencilerinin kesirlerle toplamayı anlamaları konusunda SM ve FM'lerin etkisini araştırmıştır. Araştırmada düşük matematik performansına sahip 163 ğrenci ön-test puanları ölçüt alınarak üç gruba ayrılmıştır. Deney gruplarından biri FM kullanarak, diğerisi SM kullanarak kesirlerde toplama işlemini öğrenirken kontrol grubundaki dersler ise normal ğretim programı ile yürütülmüştür. Deneysel işlem, iki haftalık bir zaman diliminde, Suudi Arabistanın Abha kentindeki altı devlet ilköğretim okulunda yürütülmüştür. Kesirlerle toplama işleminin kavramsal olarak anlaşılması için gruplarda kesir çubuklarının hem SM hem de FM biçimleri kullanılmıştır. Araştırmanın verileri tutum ölçeği, tercih anketi ve araştırmacı tarafından geliştirilen başarı testi ile elde edilmiştir. Elde edilen verilerin analizinden hem FM hem SM hem de her ikisinin birden kullanılmasının öğrencilerin kesir kavramı hakkındaki performanslarına anlamlı düzeyde olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir. SM ya da FM kullanan öğrencilerin başarısı arasında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır. Öğrencilerin çoğu FM'lerle ğrenmenin, SM ile öğrenmeye göre daha iyi bir yol olduğu ve matematiksel açıklamaları bu manipülatifler üzerinden daha kolay yapabildikleri görüşüne sahiptir. Bununla birlikte ğrenciler,

FM'lerle bir süre çalıştıktan sonra sıkılmaya başladıklarını ifade etmişler ve SM'ler ile çalışarak öğrenmeyi ise ilgi çekici bulmuşlardır.

Gecü Parmaksız (2017) doktora tezi kapsamındaki araştırmasında arttırılmış gerçeklik (AG) olarak tasarladığı SM ile FM kullanımının, okul öncesi öğrencilerine geometrik şekillerin öğretilmesine ve öğrencilerin uzamsal becerilerinin geliştirilmesine dönük etkilerini karşılaştırmıştır. Araştırmada ayrıca uygulamalar hakkında görüşlerini almak üzere öğrenci, onların velileri ve öğretmenleriyle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın deneysel basamağında, 2015-2016 eğitim öğretim yılında İstanbul ilinde bir devlet okuluna devam eden 5 ila 6 yaş arasında 76 öğrenci ile 8 haftalık bir süreçte dersler yürütülmüştür. Araştırmada karma desen benimsenmiştir. Araştırmanın deneysel aşamasında öğrenciler deney ve kontrol gruplarına rastgele bir şekilde atanmıştır. Araştırmanın nicel verileri “Uzamsal Testler (Resimli Döndürme Testi ve Uzamsal Algı Testi)” ve “Geometrik Şekilleri Tanıma Formu” aracılığıyla elde edilmiştir. Deney grubunda dersler tablet bilgisayarlar ile AG uygulamaları kullanılarak, kontrol grubunda ise FM'ler kullanılarak yürütülmüştür. Dört hafta süren deneysel sürecin ardından son-testler uygulanmış; ayrıca öğrenci, veli ve öğretmenlerle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Nicel verilerin analizinden dairenin sınıflandırılmasında gruplar arasında anlamlı bir farkın olmadığı; kare, dikdörtgen ve üçgen şekillerinin sınıflandırılmasında ise deney grubu lehine anlamlı farkın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde uzamsal beceri testinden elde edilen verilerin analiz sonuçlarından deney grubu öğrencilerinin başarısının kontrol grubu öğrencilerin başarısına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan görüşmeler neticesinde hem öğrencilerin hem velilerin hem de öğretmenlerin SM hakkında olumlu düşüncelere sahip olduğu belirlenmiştir.

Bir diğer çalışmada Temel Doğan ve Özgeldi (2018), ders araştırması kapsamında ortaokul matematik öğretmeni adaylarının cebir öğretiminde SM'leri neden ve nasıl kullandıklarını araştırmışlardır. Çalışma, ortaokul matematik öğretmenliği bölümü üçüncü sınıfında öğrenim gören 17 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Katılımcılar belirledikleri cebir konularını SM'lerle nasıl anlatacaklarını planlamış ve grup hâlinde ders planlarını hazırlamışlardır. Araştırmanın verileri, katılımcılarla yapılan grup görüşmelerinden ve hazırladıkları

ders planlarından elde edilmiştir. Elde edilen verilerin analizinden, katılımcıların SM'lerle cebir öğretirken yaşayabilecekleri olumlu ve olumsuz durumlar belirlenmiştir. Cebir öğretiminde SM'lerin kullanılmasının cebirsel ilişkileri keşfetme, görselleştirme ve somutlaştırmada etkili olduğunu belirlenmiştir. Yapılan uygulama, öğretmen adaylarının cebir öğretimi için nasıl bir ders planı hazırlayacakları ve SM'lerin ders planının hangi aşamalarına nasıl entegre edecekleri konularında deneyim kazanmalarına yardımcı olmuştur.

2.3.2. Geometrik Muhakemeyle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Mariotti (1992), öğrencilerin GM süreçlerinde şekil ile kavram arasında gerçekleşen etkileşimleri bir deneysel araştırma yürüterek incelemiştir. Çalışmada farklı yaşlardaki öğrencilerle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler esnasında öğrencilerin zihinsel süreçlerinin dinamiklerini irdelemek için öğrencilerin spontane olarak sergiledikleri performansları gözlemlenmiştir. Çalışmanın başında öğrencilere "Sayma Problemi" adı altında bir takım etkinlikler yaptırılmıştır. Öğrenciler bir küpün köşe, yüz ve ayrıt sayısını önce herhangi bir manipülatif kullanmadan zihinsel olarak, ardından manipülatif kullanarak belirlemişlerdir. İlk durumda öğrenciler, sayma işleminde birkaç adım doğru ilerledikten sonra saymayı karıştırmaya başlamışlardır. İkinci durumda ise uzamsal bir organizasyonla cismin elemanlarını gruplandırarak doğru bir şekilde sayılabilmıştır. İlk durumda zihinsel imge üzerinde kavram kontrolü yokken ikinci durumda kavram kontrollü bir süreç yürütüldüğü anlaşılmıştır.

Araştırmanın deneysel boyutunda, öğrencilerden çok yüzlü geometrik cisimlerin (örn. piramit, küp) kapalı halleri ve açınımları üzerinden köşe, ayrıt ve yüzey sayılarını belirlemeleri istenmiştir. Çalışma sonunda, öğrencilerin karar verme süreçlerinde geometrik nesnelere dair sahip oldukları zihinsel şekli kullanmaları durumunda verdikleri cevapların genelde yanlış olduğu ancak karar verme süreçlerinin kavram kontrolünde gerçekleşmesi durumunda öğrencilerin daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, GM'nin şekil ile kavram arasındaki diyalektik etkileşime dayandığı ve öğrencilerin GM'de başarılı olabilmeleri için kavram ile şekli iyi bir şekilde harmanlamaları gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Fischbein ve Nachlieli (1998) yaptıkları çalışmada, bazı geometrik şekiller üzerinde kavramsal ve şekilsel bileşenler arasındaki etkileşimin etkilerini,

öğrencilerin yaş ve matematiksel yeterlilik düzeylerine göre incelemiştir. Araştırmanın denekleri 9-11. sınıflarında öğrenim gören çeşitli sosyo-ekonomik düzeydeki 218 öğrenciden oluşmaktadır. Çalışmanın verileri, araştırmacılar tarafından geliştirilen bir form ve öğrencilerle yapılan görüşmeler aracılığıyla elde edilmiştir. Öğrencilere şekilleri tanımlamaları, verilen şekiller arasından paralelkenar olanları belirlemeleri, üçgenlerde yüksekliği tanımlamaları ve çizmeleri, dik üçgenleri belirlemeleri vb. içerikli sorular yöneltilmiştir. Araştırmadan elde edilen bazı bulgular şöyledir; Öğrencilerin %90'ı paralelkenarı doğru bir şekilde tanımlarken sadece %74'ü verilen dörtgenler arasından paralelkenarı doğru bir şekilde belirleyebilmiştir. Bu durum her yaş ve yeterlilik düzeyindeki öğrenciler için gerçekleşmiştir. Buradan birçok öğrencinin paralelkenar tanımını prototip şekil üzerinden yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Yine verilen bir şekil prototip paralelkenardan oldukça farklı olduğunda (örneğin kare) öğrencilerin şekli sınıflarken zorlandıkları anlaşılmıştır. Bir diğer bulguda her yaş ve seviyeden birçok öğrencinin üçgenin yüksekliğini doğru olarak tanımlayamadığı ve çizemediği anlaşılmıştır. Ayrıca yüksekliği doğru bir şekilde tanımlayanların oranı, yüksekliği doğru bir şekilde çizenlerin oranından daha fazla olduğu da anlaşılmıştır. Özellikle yüksekliğin üçgenin dışında bulunması durumundaki çizimlerde birçok öğrencinin başarısız olduğu belirlenmiştir. Buradan yükseklik çiziminde iç açıları 90 dereceden küçük olan üçgenlerin öğrenciler için prototip şekil olduğu anlaşılmıştır. Bulgulardan ayrıca üçgende yüksekliğin doğru bir şekilde tanımlanması ve çizilmesi üzerinde, yaştan bağımsız olarak matematiksel yeterliliğin pozitif yönde yüksek düzeyde bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Genel bir sonuç olarak beklenenin aksine, yaşın (14-17 arasında) kavramsal bileşenin şekillerin yorumlanmasındaki (geometrik muhakeme) kontrolünü geliştirmediği belirlenmiştir. Diğer taraftan matematiksel bilgi seviyelerine göre bakıldığında matematiksel becerisi daha yüksek olan öğrencilerin verilen şekil üzerinde kavram kontrolünde düşüncelerini şekillendirebildikleri anlaşılmıştır. Bu öğrencilerin karar verme süreçlerinde şekillere ait kısıtlamaların (aksiyomların ve tanımların) etkili olduğu belirlenmiştir.

Battista (2001) çalışmasında, öğretim sürecinde “Şekil Yapan Mikrodünyalar” (örn. Geometer’s Sketchpad) kullanılmasının 5. sınıf öğrencilerinin genel olarak matematikte, özel olarak geometride öğrenmelerini nasıl etkilediğini araştırmıştır.

Araştırma sonunda şekil yapan mikrodünyalar kapsamındaki teknolojik araçların çok sayıda kritik geometrik kavramı öğretmede, öğrencilerin genel olarak matematiksel gücünü arttıran muhakeme tekniklerini geliştirmede ve öğrencilerin matematik yapmalarında oldukça güçlü bir araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu araçların, öğrencilerin giderek artan bir düzeyde şekillerin geometrik özelliklerini, kavram hakkındaki sözlü ifadeleri anlamsızca ezberlenmesi şeklinde değil de kavramsallaştırma gücünü arttıracak şekilde öğrenmelerine yardımcı olduğu belirlenmiştir.

Pratt ve Davison (2003), derslerde interaktif beyaz tahta kullanılmasının dörtgenlerin tanımının öğretilmesine olan etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, araştırmacıların yürütmekte olduğu bir araştırmanın belirli bir bölümüne odaklanılmıştır. Araştırmacılar mevcut çalışmada 11 yaşında iki öğrencinin dörtgenlere ilişkin tanımları keşfetme süreçlerini ele almışlardır. Uygulama süreci, önce öğretmenin dersi anlatması ve ardından da öğrencilerin verilen görevleri yerine getirmeleri şeklinde yürütülmüştür. Araştırmacılar, uygulamalarda kullanılan interaktif beyaz tahtanın, bir projeksiyon sistemi ve dokunmaya duyarlı bir beyaz tahtanın kombinasyonu şeklindeki bir teknoloji olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler verilen görevleri, dinamik bir geometri programı olan “Cabri Geometri” yazılımını kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Bu görevlerde öğrenciler dörtgenler, üçgenler, yansıma ve döndürme dönüşümleri üzerine etkinlikler gerçekleştirirken öğrencilerin GM süreçleri incelenmiştir. Bu etkinliklerin birinde öğrencilere, verilen dörtgen üzerinde manipülasyonlar yaparak, şekilden farklı özel dörtgenler elde etmeleri istenmiştir. Öğrenciler verilen görevi çiftler hâlinde yerine getirmiştir. Çalışmanın verileri, öğrencilerin interaktif beyaz tahta ve bilgisayar kullanırken yaptıkları etkinliklerin kaydedilmesinden ve öğrenci görüşmelerinden elde edilmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda interaktif beyaz tahtanın, öğrencilerin geometrik şekilleri yalnız görsel olarak dönüştürmeleri için tasarlanmış görevleri yerine getirirken, GM’lerinde şekil ve kavramı bütünleştirmelerine teşvik etmede etkisiz kaldığı belirlenmiştir. Buradan interaktif beyaz tahtanın, şekillerin kavramsal yönüne dikkat çeken ve karşılaştırmalı tanımların faydasını temel alan görevlerin yerine getirilmesi için kullanılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bir diğerk çalışmada Ubuz ve Üstün (2004) ortalamanın altında, ortalama ve ortalama üstünde başarıya sahip üç sekizinci sınıf öğrencisiyle yüz yüze görüşmeler yaparak öğrencilerin çokgenleri, paralelkenarı, dikdörtgeni ve kareyi tanımlamalarında ve belirlemelerinde kavram ile şeklin etkileşimini incelemişlerdir. Her bir öğrenci ile yapılan görüşmelerde araştırmacılar tarafından geliştirilen ve 22 sorudan oluşan “Geometri Performans Testi” veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Gerektiği durumlarda öğrencilere verdikleri cevaplara açıklık getirmeleri için kişiye özel sorular da yöneltilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilen analizinden her üç başarı düzeyindeki öğrencinin de sıklıkla prototip şekilleri kullanıp bunların özel örnekler olduklarını düşünmedikleri, kavramın şekil üzerinde verilen kritik olmayan özelliğinin kavrama ilişkin örnekleri belirlemede zorluklara sebebiyet verdiği anlaşılmıştır. Çalışmada ayrıca öğrencilere ait tanımların, kavramların hem kritik olan hem de kritik olmayan özelliklerini içerdiği belirlenmiştir.

Walcott, Mohr ve Kastberg (2009) yaptıkları çalışmada, 1992 ve 1996 yıllarında buldukları ülkede “Ulusal Eğitim İlerleme Değerlendirmesi” kapsamında 4. sınıf öğrencilerine uygulanan bir geometri testinde 900 öğrencinin vermiş olduğu cevaplardan oluşan geniş bir veri seti üzerinde incelemeler yapmışlardır. Çalışmada öğrencilerin, alanları ve taban uzunlukları aynı olan bir paralelkenar ile bir dikdörtgenin benzer ve farklı olan özelliklerini belirlemeye dönük anlamaları incelenmiştir. Araştırmacılar çalışmalarının kuramsal temelini, iki farklı teoriyi (Vinner; kavram imajı ve Fischbein; şekilsel kavram) birbirine adapte ederek türettikleri ve “Dinamik Şekilsel Kavram” ismini verdikleri bir modele dayandırmışlardır. Verilerin analizi sonucunda öğrencilerin yaklaşık yarısının şekillerin alan, kenar sayısı ve açı gibi özelliklerine dikkat ettikleri anlaşılmıştır. Öğrencilerin bir kısmının dinamik şekilsel kavram geliştirmiş olduğu, diğerlerinin ise statik bir şekilsel kavram geliştirdikleri anlaşılmıştır. Yine öğrencilerin bir kısmının esnek prototiplere dayalı olarak iki şekli (paralelkenar ve dikdörtgen) aynı olarak gördüğü, diğer kısmının ise esnek olmayan prototiplere dayalı olarak paralelkenar ve dikdörtgeni birbirinden ayırarak iki farklı şekil olarak gördükleri belirlenmiştir.

Verilen cevapların bir diğerk yarısından, öğrencilerin şekillerin ait olduğu sınıf hakkındaki tanımlamalarına dayalı olmayan dinamik bir görüşe sahip oldukları belirlenmiştir. Bu öğrenciler zaman zaman bir dikdörtgeni paralelkenar olarak doğru

bir şekilde sınıflayabilmelerine izin veren değişen seviyelerde esnek prototiplere sahiptir. Ancak bazen bu esnek prototiplerin yetersiz tanımlarla birlikte kullanılması, öğrencilerin yanlış bir şekilde paralelkenarı dikdörtgen olarak sınıflandırmalarına sebep olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın sonunda, öğrencilerin şekilleri zihinsel olarak manipüle etmelerini içeren duyu temeline dayanan anlamalarında bir dinamik şekilsel kavram geliştirdikleri sonucuna varılmıştır.

Fujita (2012) yaptığı çalışmasında, geometrinin öğretilmesine dönük daha önce ortaya konulmuş teorileri (örneğin, Van Hiele Teorisi, Şekilsel Kavram Teorisi, Prototip Fenomen) sentezleyerek öğrencilerin, dörtgenlerin kapsayıcı ilişkilerini anlamasının bilişsel gelişimini açıklamak için teorik bir model ve metot geliştirmiştir. Araştırmacı çalışmada, öğrencilerin dörtgenler konusundaki bilişsel gelişimlerini 4 seviyede (seviye 0, prototip seviyesi, kısmi prototip seviyesi, hiyerarşik seviye) açıklayan bir model ortaya koymuştur. Fujita aynı çalışmada ayrıca öğrencilerin dörtgenler hakkındaki anlamalarının bilişsel gelişimini araştırmak için öğretmen adaylarından ve ortaokul öğrencilerinden veriler toplamıştır. Elde edilen bulgulardan genel olarak, ortalamanın üzerinde olan öğrencilerin yarısından fazlasının, genellikle, doğru tanımlarını bilmelerine rağmen dörtgenleri prototipleri ile tanıma eğiliminde oldukları anlaşılmıştır. Araştırmacı öğrencilerin bu eğiliminin, dörtgenlerin kapsayıcı ilişkilerini anlamalarında güçlükler neden olduğunu ifade etmiştir.

Türnüklü, Gündoğdu Alaylı ve Akkaş (2013) yaptıkları çalışmada ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının dörtgenleri nasıl tanımladıklarını ve sınıflandırdıklarını belirleyip dörtgenlere dair sahip oldukları imajları tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın verileri, eğitim fakültesi 3 ve 4. sınıflarında öğrenimlerine devam eden 36 öğretmen adayı ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmeler sürecinde öğretmen adaylarından dörtgenleri tanımlamaları, çizmeleri ve sınıflandırmaları istenmiştir. Elde edilen veriler tümevarımsal içerik analizi ile çözümlenmiştir. Araştırmanın bulgularından, öğretmen adaylarının dörtgenler için kişisel tanımlamalar yaptığı ve bu tanımlamalara dayanarak algılarında yanlışlıkların olduğu anlaşılmıştır. Bazı öğretmen adaylarının eşkenar dörtgen hakkında sahip oldukları imajın eşkenar dörtgenle kare arasındaki farkı belirlemelerine engel olduğu,

yine bazı öğretmen adaylarının kareye ilişkin yaptıkları tanımlamaların gerek şartların tamamını içermediği anlaşılmıştır. Öğretmen adaylarından biri, dikdörtgenin bir kısa bir uzun kenara sahip olma özelliğini taşıdığını ifade etmiştir. Araştırmacılar, dikdörtgen hakkındaki bu algının (prototip dikdörtgen çiziminin) karenin, dörtgenler ailesi sınıflamasının dışında kalmasına sebep olduğunu belirtmişlerdir. Benzer bir bulguda, kare ve dikdörtgenin paralelkenarın özel bir biçimi olup olmadığı konusunda bazı öğretmen adaylarının emin olamadıkları belirlenmiştir. Araştırmada ayrıca öğretmen adaylarının genelde dörtgenler hakkında kapsayıcı sınıflama yapmak yerine ayrı sınıflama yapmayı tercih ettikleri tespit edilmiştir.

Erdoğan ve Dur (2014), matematik öğretmeni adaylarının dörtgenleri hiyerarşik olarak sınıflamaları ve ilişkilerini keşfetmeleri hakkındaki kişisel şekilsel kavramlarını belirlemek üzere çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Araştırma, Türkiye'de bir devlet üniversitesinin ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünün son sınıfında öğrenimine devam eden 57 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öğretmen adaylarına toplam 13 sorudan oluşan ve dörtgenlerin tanımlarını, görsellerini, açıklamalarını vb. içeren bir test uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizinden, öğretmen adaylarının kişisel şekilsel kavramlarında ilköğretimde-ortaöğretimde dörtgenler hakkında öğrendikleri bilgilerin ve prototip imajlarının baskın olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adayları ayrıca prototip imajların etkisiyle, verilen şekillerin hangi sınıfa ait olduğunu belirlerken ne dörtgenlerin hiyerarşik tanımını ne de dörtgenler arasındaki ilişkiyi tespit edebilmişlerdir. Ancak katılımcıların çoğunun dörtgenler arasındaki ikili ilişkileri sorgulayan sorulara doğru cevap verdiği de tespit edilmiştir. Araştırmada öğretmen adaylarının, kavramların formel tanımlarını bilmelerine rağmen, kişisel şekilsel kavramlarının sahip olduğu prototip imajlardan etkilendiği belirlenmiştir.

Güven ve Öztürk (2014) yaptıkları çalışmada, 7. sınıfta öğrenim görmekte olan öğrencilerin özel dörtgenlere dönük anlamalarını Fischbein'in (1993) "Şekilsel Kavram Teorisi" kapsamında değerlendirmişlerdir. Araştırma, Trabzon ilinde bir ortaokulda öğrenim gören 90 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilerin kare, dikdörtgen, paralelkenar, yamuk ve eşkenar dörtgen kavramları kapsamında şekilsel ve kavramsal algılarını belirlemek için 5 açık uçlu soru ve her bir sorunun altında 3 alt soru bulunan bir sınav hazırlanarak öğrencilere uygulanmıştır. Sorularda

öğrencilere verilen şekillerin tanımını yapmaları, şekiller arasından seçim yapmaları ve şekillerin belirtilen dörtgen olup olmadığını gerekçeleriyle açıklamaları istenmiştir. Elde edilen verilerin analizinden öğrencilerin özel dörtgenlerin tanımı ile şekilleri arasında tam anlamda ilişki kuramadıkları belirlenmiştir. Öğrenciler, istenen dörtgene dair seçim yaparken şekillerin döndürülmüş hallerini genelde belirleyememişler ve bu şekilleri farklı dörtgen olarak isimlendirmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin şekillerin yalnız biçimsel özelliklerine odaklandıkları ve seçimlerinde yalnız kenar uzunluğu ya da açı ölçüsü gibi tek bir özelliği göz önünde bulundukları anlaşılmıştır. Buradan öğrencilerin karar verme süreçlerinde şekillerin kavramsal ve biçimsel özelliklerini birlikte işe koşmadıkları, bu sebeple yalnız prototiplerini belirleyebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak araştırmacılar öğrencilerin geometrik şekilleri hem kavramsal hem de şekilsel olarak değerlendirebilmeleri için dinamik geometri yazılımlarından faydalanmalarının yararlı olacağını öne sürmüşlerdir.

Karpuz vd. (2014) yaptıkları çalışmada, Trabzon Gazi Anadolu Lisesi 9 ve 11. sınıflarında öğrenim gören 120 öğrencinin geometrik şekil ve kavram bilgilerini nasıl kullandıklarını araştırmışlardır. Araştırmacılar öğrencilerin şekil ve kavram bilgilerine dair verileri, kendilerinin geliştirdiği iki veri toplama aracı ile toplamışlardır. Veri araçlarının birinde kavram ve şeklin aynı anda verildiği sekiz açık uçlu soru, diğerinde ise şekilsiz olarak yalnız kavrama yer verildiği sekiz açık uçlu soru bulunmaktadır. Öğrencilere ilk test olarak önce şekilsiz sorular, bir ay sonrasında ise diğer veri toplama aracında yer alan sorular uygulanmıştır. Ardından öğrencilerin her iki ölçme aracında sorulara verdikleri cevaplar karşılaştırılmıştır. Elde edilen verilerin analizi neticesinde öğrencilerin şekilli soruları cevaplama daha başarılı oldukları, şekilsiz soruları çözerken zorlandıkları ve zorlanmalarının sebebi olarak kavramsal bilgiye dönük şekli çizememelerinden ya da yanlış çizmelerinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Çalışmada ayrıca öğrencilerin çizdikleri geometrik şeklin genellenebilirlik şartını sağlamadığı ve çözüm yaparlarken prototip şekillerin etkisinde kaldıkları belirlenmiştir. Araştırmacılar bu durumun temel sebeplerinden birinin kavramsal bilgi eksikliği ve yanlışlığı olduğunu belirtmişlerdir.

Başka bir çalışmada, öğrencilerin geometrik cisimler ve özellikleri ile ilgili 3B geometrik düşüncelerinin gelişiminde (Van Hiele'nin Geometrik Düşünce Düzeyleri

Teorisi'ne göre) dinamik bir öğrenme ortamının muhtemel etkileri araştırılmıştır (Petta, Markopoulos, Boyd, Potari ve Chaseling, 2015). Bu amaç doğrultusunda daha önce geometrik nesnelerin modelleri üzerinde dinamik dönüşümler yapma tecrübesine sahip üç farklı okuldaki 20 altıncı sınıf öğrencisi ile bireysel olarak klinik görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yapılan görüşmeler video kaydına alınmıştır. Görüşmelerde öğrencilerden bir geometrik cisim hayal ederek tanımlamaları istenmiştir. Daha sonra yine zihinsel olarak bu cismin bazı ölçülerini değiştirmeleri ve ilk cisme göre değişen özellikleri üzerinde çalışmaları istenmiştir. Araştırma bulgularından tüm öğrenciler olmasa da dinamik dönüştürme bağlamının (cismin özelliklerinin bir kısmını değiştirilip bir kısmının korunması) öğrencilerin çoğunun geometrik düşünme becerilerini geliştirdiği belirlenmiştir. Diğer bir bulguda öğrencilerin fiziksel modellerin dinamik dönüşümleriyle (ilk cisim→dönüşüm süreci→son cisim) kazandıkları edinimlerin, öğrencilerin deneyimlerini zihinsel dönüştürmenin bağlamına transfer etmelerine izin vermede rol alabileceği anlaşılmıştır.

Başka bir çalışmada Kozaklı Ülger ve Taban Broutin (2017), öğretmen adaylarının dörtgenler hakkında sahip oldukları kavramları, açıklamaları ve anlamalarını araştırmışlardır. Araştırmacılar öğretmen adaylarının dörtgenleri genel olarak prototip şekiller üzerinden tanıdıklarını belirlemişlerdir. Bu durumun, öğretmen adaylarının dörtgenlerin kapsayıcı ilişkilerini anlamalarında zorluklar yaşamalarına neden olduğu belirlenmiştir.

Özkan ve Bal (2017), öğrencilerin çokgenler ve özel dörtgenler hakkında sahip olduğu kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmanın örneklemini, Gaziantep ilinde beş farklı okulun 7. sınıfında öğrenim gören 229 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmanın bulgularından öğrencilerin çokgenler ve özel dörtgenler hakkında birçok kavram yanlışlığına sahip olduğu; öğrencilerden kare, dikdörtgen, yamuk ve eşkenar dörtgen çizimleri istendiğinde ise neredeyse tamamının çizimlerinde prototip şekilleri kullandığı tespit edilmiştir.

Ubuz (2017) çalışmasını Ankara ilinde 12 farklı okulun 7. sınıfa devam eden 40 öğrenci ile yürütmüştür. Araştırmacı, öğrencilerin kavram öğrenme modeline (dörtgenleri tanımlama, belirleme ve sınıflama) göre dörtgenler arasındaki ilişkilerle dair kavram imajlarını incelemiştir. Araştırmada Van Hiele Geometri testinde yer

alan ilk 15 soru, öğrencilerin verdikleri cevapların gerekçelerini açıklamaları için açık uçlu 4 soru ve son olarak dörtgenlerin sınıflanması ile ilgili bir sınıf içi tartışma yürütülerek veriler elde edilmiştir. Elde edilen verilerin analizinden, öğrencilerin dörtgenler arasında ilişki kurmada (özellikle hiyerarşik) kavram ile kavram imajları (öğrenci zihnindeki şekil) arasında uyumsuzluklar olduğu tespit edilmiştir. Örneğin öğrenciler paralelkenarı “karşılıklı kenarları birbirine paralel olan dörtgenler” olarak ifade etmelerine karşın eşkenar dörtgeni paralelkenar olarak değerlendirmemişlerdir. Yani öğrencilerin paralelkenar kavramı üzerindeki muhakemelerini şeklin etkisi ile gerçekleştirdikleri anlaşılmıştır. Yine başka bir bulguda öğrencilerin paralelkenar-dikdörtgen-kare arasındaki hiyerarşik ilişkiyi dikkate alarak bir sınıflama yapamadıkları belirlenmiştir. Elde edilen tüm bulgulardan, öğrencilerde kavram imajının oluşmasında şekillerin çok önemli rol oynadığı sonucuna varılmıştır.

Güzeller (2018) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında, öğrencilerin temel geometrik kavramları (doğru, doğru parçası, açı vb.) “Şekilsel Kavram Teorisi” çerçevesinde nasıl anlamlandırdıklarını, nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli ile araştırmıştır. Çalışma 5 ve 6. sınıfa devam eden 449 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmanın verileri araştırmacı tarafından oluşturulan “Temel Geometrik Kavramlar Tanım ve Şekil” testleri aracılığıyla toplanmıştır. Testlerde öğrenciler önce 10 temel geometrik kavramı tanımlamışlar, ardından bu kavramların ele alındığı yedi soruluk “Temel Geometrik Kavramlar Tanım ve Şekil” testini çözmüşlerdir. Son olarak ilk iki testten elde edilen verilere göre öğrencilerle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analizinden, kavramların tanımlanması ile şekil testi puanları arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu, tanım ve şekil testlerinde sınıf düzeyleri arasındaki farkın anlamlı olmadığı ancak başarı düzeyindeki artışın öğrencilerin her iki testteki başarısını arttırdığı belirlenmiştir. Öğrencilerin genelde tanım yapmada zorlandıkları ve kavramları birbirine karıştırdıkları tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin şekilli sorularda gerçekleştirdikleri muhakemenin genelde prototip şekil kontrolünde olduğu ulaşılan bir diğer sonuç olmuştur.

Horzum (2018) çalışmasında ortaokul matematik öğretmeni adaylarının dörtgenlerle ilgili anlamaları, nitel araştırma desenlerinden durum çalışması modeli tasarımıyla ve veri toplama aracı olarak öğrencilerin oluşturduğu kavram haritalarını

kullanarak incelemiştir. Elde edilen veriler, öğretmen adaylarının dörtgenlere ilişkin yaptıkları çizimlerin ve tanımların doğruluk durumuna göre betimsel olarak analiz edilmiştir. Araştırma, 2014-2015 eğitim öğretim yılında bir üniversitede matematik öğretmenliği bölümünde öğrenimine devam etmekte olan 26 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Elde edilen verilerin analizi neticesinde öğretmen adaylarının kavram haritalarını oluştururken çoğunlukla geometrik çizim yaptıkları ve bu çizimlerde sıklıkla şekillerin prototiplerini kullandıkları belirlenmiştir. Bu da öğrencilerin geometrik şeklin kavramsal tanımını değil de zihinlerindeki dörtgen imajını kullandıklarını göstermektedir. Bunun yanında öğretmen adaylarının yaptığı hatalı çizimler de irdelenmiştir. Örneğin kavram haritasında dikdörtgen için çizim hatası yapan katılımcıların bu kavram hakkında “karşılıklı kenarları paralel olan dörtgen” anlamasına sahip olduğu, benzer şekilde paralelkenarda çizim hatası yapan katılımcıların bu kavram hakkında “sadece bir çift kenarı birbirine paralel olan dörtgen” anlamasına sahip olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının eşkenar dörtgen ve deltoid için de benzer kavram bilgisi eksikliğine ya da yanlışlığına sahip olmaları sebebiyle kavramlar üzerinde düşünürlerken şekil etkisinde kaldıkları anlaşılmıştır.

BÖLÜM III

3. YÖNTEM VE MATERYAL

Bu bölümde araştırmanın yöntemi ve araştırmada kullanılan öğrenme materyali hakkında bilgilere yer verilmiştir. Bölüm sonunda MATMAP öğrenme ortamının tasarlanması ve geliştirilmesi süreci hakkında bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Yöntem

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, uygulama süreci, verilerin toplanması ve analizi hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir.

3.1.1. Araştırmanın Modeli

Bilmenin birçok yolu vardır. Hissetme, uzmana başvurma, mantık kullanma, bilime başvurma bunlardan bazılarıdır. Bu yollardan, bilgiye en doğru ve güvenilir bir şekilde ulaşmak ise bilimsel yöntemlerle mümkündür (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2017). Bu çalışmanın amacı da geliştirilen SM takımının (MATMAP) öğrencilerin başarısına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisinin belirlenmesi ve öğrencilerin geometrik muhakeme süreçlerinin incelenmesidir. Bu maksatla bu araştırmada nicel ve nitel bilimsel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma yöntem benimsenmiştir.

Creswell ve Plano Clark (2007) karma yöntemin dört tür deseninden bahsetmektedir (Akt: Büyüköztürk vd., 2017). Bunlar: 1. Zenginleştirilmiş Desen, Açıklayıcı Desen, 2. Keşfe Yönelik/Keşfedici Desen, 4. Gömülü Desen.

Gömülü desende nitel ya da nicel araştırma desenlerinden herhangi biri odağa alınıp diğeri ise destekleyici olarak alınır. Bu desen daha çok nicel araştırma desenlerinden olan ilişkisel ve deneysel araştırmaları, nitel araştırmalarla desteklemek için işe koşulur. Bu desende nitel veriler deneyden önce ya da sonra toplanabilir (Büyüköztürk vd., 2017). Mevcut çalışmada da “Gömülü Desen” benimsenerek nicel araştırma deseni odağa alınmış ve deneysel araştırma sürecinde toplanan nicel verilerin analizi ile elde edilen sonuçların zenginleştirilmesi amacıyla deney sonrası nitel veriler toplanmıştır.

Araştırmanın nicel boyutunda araştırmacı tarafından geliştirilen SM takımının öğrencilerin akademik başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına olan etkisini belirlemek amacıyla deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır.

Deneysel araştırmalar, bağımlı değişken üzerinden bağımsız değişkenin etkisinin test edildiği araştırmalardır. Bu yöntemde, iki grubun bağımlı değişkene ait ölçümlerinin karşılaştırılması söz konusuysen araştırma ile elde edilen sonuçların açıklanmasından da öte nedenlerin ortaya koyulması olanağı vardır (Büyüköztürk vd., 2017). Araştırmacı, bağımsız değişken üzerinde manipülasyonlar yaparak bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini gözlemleyebilir. Bu yöntem koşullarına uygun bir biçimde kullanıldığında neden sonuç ilişkisine dair en geçerli ve güvenilir sonuçların elde edilebilmesine imkân vermektedir (Büyüköztürk vd., 2017; Çepni, 2014). Yapılan bu araştırmanın nicel boyutunda da deneysel araştırma yöntemlerinden birisi olan ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmaya ait nicel deseninin sembolik gösterimi Tablo - 1’de verilmiştir.

Tablo - 1: Araştırma Deseni

Grup	Ön test	İşlem	Son test
D	$O_1 - O_2$	X	$O_1 - O_2$
K	$O_1 - O_2$		$O_1 - O_2$

D: Deneysel, K: Kontrol, O_1 : Başarı testi, O_2 : Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği, X: Deney işlemi

Araştırmanın nitel boyutunda ise ortaokul 6. Sınıf matematik dersi geometri ve ölçme öğrenme alanında yer alan dörtgenler konusunda öğrencilerin GM süreçlerinin incelenmesi amacıyla durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. McMillan (2000) durum çalışmasını “bir ya da daha fazla olayın, ortamın, programın, sosyal grubun ya da diğer birbirine bağlı sistemlerin derinlemesine incelendiği yöntem” olarak tanımlamaktadır (Akt: Büyüköztürk vd., 2017). Durum çalışmalarında üzerinde araştırma yapılacak durum (olay) ya da durumlar bir veya birden fazla kurum, grup, ortam ya da birey olabilir (Creswell, 2014).

Yin (2003) dört tür durum çalışması tasarımdan bahsetmektedir: 1. Tekli-durum (bütüncül), 2. Tekli-durum (iç içe geçmiş), 3. Çoklu-durum (bütüncül), 4. Çoklu-durum (gömülü).

İç içe geçmiş tekli-durum tasarımında tek bir durum içerisinde çoğu zaman birden çok alt tabaka ya da birim olabilir. Bu tasarımda durumun bir bütün ya da tek bir analiz birimi olarak düşünülmesi yerine, durumu oluşturan alt birimlerin analiz ünitesi olarak kullanılması söz konusudur. Burada dikkat edilmesi gereken husus bu desene uygun olarak araştırma probleminin kurulması ve verilerin toplaması gerekliliğidir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Mevcut çalışmada da MATMAP'ı kullanan deney grubu öğrencilerinin (durum) GM süreçleri incelenirken farklı başarı düzeyindeki öğrenciler (alt tabakalar) olduğu dikkate alınarak “İç İçe Geçmiş Tek Durum Deseni” kullanılmıştır.

3.1.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, 2016–2017 öğretim yılı bahar döneminde, Konya ili Kulu ilçesi merkezinde bulunan bir ortaokulun dört 6. sınıf şubesi arasından seçilen iki şubeden oluşmaktadır.

Araştırmanın gerçekleştirildiği okulun belirlenme sürecinde ilçe merkezinde bulunan farklı ortaokulların okul yönetimleri ve öğretmenleriyle görüşmeler yapılmıştır. Çalışılacak okulun kararlaştırılması sürecinde, okul yönetiminin çalışmaya bakış açısı ile okul bünyesinde bilgisayar laboratuvarının bulunması ve okul bilişim teknolojileri öğretmenin görüşleri doğrultusunda öğrencilerin bilgisayar kullanma becerilerinin yeterli düzeyde olduğunun anlaşılması faktörleri etkili olmuştur.

Araştırmada çalışma grubunun seçilmesi grup eşleştirme yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Grup eşleştirme, araştırma yapmak için deneklerin gruplara seçkisiz olarak atanmasının mümkün olmadığı ya da zor olduğu durumlarda zorunlu olarak hazır gruplar üzerinden yürütülecek araştırmalar için başvurulabilecek bir yöntemdir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta mevcut gruplar içinden araştırmaya dâhil edilecek grupların grup ortalamalarının birbirine denk seçilmesidir (Büyüköztürk vd., 2017).

Araştırmanın gerçekleştirildiği okulda dört 6. sınıf şubesi mevcuttur. Bu dört şubede öğrenim gören öğrencilerin güz dönemi sonu matematik dersi karne puanları karşılaştırılmıştır. Birbirine denk olduğu tespit edilen iki şubedeki (6-C ve 6-D) öğrenciler çalışma grubu olarak belirlenmiştir. Şubelerde yer alan öğrencilerin güz dönemi sonu matematik dersi karne puanlarının her bir şubede normal dağılım

göstermesi (Kolmogorow-Smirnov test sonucu, $p>.05$) ve dağılımlara ait varyansların eşit olması (Levene test sonucu, $F= .780$; $p>.05$) nedenleriyle puan ortalamalarının karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Tablo - 2’de t-testi sonucuna yer verilmiştir.

Tablo - 2: 6-C ve 6-D Şubelerindeki Öğrencilerin Güz Dönemi Sonu Karne Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu

Sınıf	N	X	S	sd	t	p
6-C	26	64.57	20.51	51	1.424	.161
6-D	27	73.35	24.17			

Tablo – 2’deki değerlere bakıldığında, 6-C şubesindeki öğrencilerin güz dönemi sonu matematik dersi puanlarının ortalaması 64,57 iken 6-D şubesindeki öğrencilerin güz dönemi sonu matematik dersi puanlarının ortalaması 73,35 şeklindedir. t-testi sonucuna göre, 6-D şubesindeki öğrencilerin puan ortalamasının 6-C şubesindeki öğrencilerin puan ortalamasından daha yüksek olmasına karşın ortalama puanlar arasındaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir, [$t(51)=1.424$; $p>.05$]. Bu sonuçlardan, 6-C ve 6-D şubelerindeki öğrencilerin güz dönemi sonu puanları açısından birbirine denk olduğu anlaşılmıştır. Deney ve kontrol grubunun rastgele biçimde belirlenmesi sonucunda ortalama puanı düşük olan 6-C şubesi deney grubu ($N = 26$), ortalama puanı yüksek olan 6-D şubesi kontrol grubu ($N = 27$) olarak seçilmiştir. Çalışma grubunda yer alan öğrencilere ilişkin bilgiler Tablo - 3’te verilmiştir.

Tablo - 3: Çalışma Grubu

Grup	Cinsiyet		Toplam
	Kız	Erkek	
Deney	10	16	26
Kontrol	17	10	27

Araştırmada ayrıca öğrencilerin deneysel işlem sonrası GM süreçlerinin incelenmesi amacıyla deney grubu öğrencileri arasından tabakalı amaçsal örnekleme yaklaşımıyla belirlenen öğrencilerle görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Amaçsal örnekleme, belli ölçütlere göre belirlenmiş ve belli nitelikleri taşıyan durumların derinlemesine çalışılması istendiğinde başvurulabilecek bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım altında başvurulabilecek yöntemlerden biri olan tabakalı örneklemede çalışma grubunu oluşturan alt grupların özelliklerini açıklamak, betimlemek ve gruplar arasında karşılaştırmalar yapmak amaçlanmaktadır. Bu yöntemde, çalışılacak farklı tabakalardan bireylerin seçkisiz bir biçimde belirlenmesi yerine uç durumu temsil eden ya da kolay ulaşılabilen bireylerin seçilebilmesi söz konusudur (Büyüköztürk vd., 2017).

Bu çalışmada da öğrenciler, başarı son-testi olarak uygulanan matematik başarı testinden elde ettikleri puanlara göre alt, orta ve üst olmak üzere 3 düzeye (tabakaya) ayrılmıştır. Ardından görüşmeye istekli olan öğrenciler arasından altısıyla (alt düzeyden 2, orta düzeyden 2, üst düzeyden 2) görüşme gerçekleştirilmiştir. Ancak orta düzey başarıya sahip olan öğrencilerden biriyle yapılan görüşmede, öğrencinin görüşme formundaki sorulara kısa cevaplar vermesi ve birçoğunu “bilmiyorum” şeklinde yanıtlayarak isteksiz davranması sebebiyle öğrenciden, sağlıklı analiz yapmaya elverişli veri elde edilememiştir. Dolayısıyla bu öğrencinin GM sürecinin yeterli düzeyde anlaşılmasının mümkün olamayacağı düşüncesiyle çalışma grubuna dâhil edilmemesine karar verilmiştir. Sonuç olarak alt düzeyden 2, orta düzeyden 1 ve üst düzeyden 2 öğrenci olmak üzere toplam 5 öğrenci çalışma grubu olarak belirlenmiştir. Görüşme gerçekleştirilen öğrencilerden alt düzeyde olanların 1’i kız 1’i erkek, orta düzeyde olan öğrenci erkek ve üst düzeyde olanların ikisi de kızdır.

3.1.3. Veri Toplama Araçları

Bu bölümde, araştırma verilerinin toplandığı araçlar hakkında bilgilere yer verilmiştir.

3.1.3.1. Başarı Testi

Öğrencilerin matematik dersindeki başarılarını belirlemek için araştırmacı tarafından çoktan seçmeli olarak geliştirilen başarı testi, deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Testte, ortaokul matematik dersi öğretim programı 6. sınıf geometri ve ölçme öğrenme alanında yer alan 15 kazanımı kapsayacak şekilde hazırlanmış 30 soru yer almaktadır. Soruların bir kısmı, kazanımların iç içe olması sebebiyle birden fazla kazanıma hitap edecek nitelikte tasarlanmıştır. Sonuç olarak hazırlanan testte her bir kazanım birden fazla kez

sorgulanmıştır. Başarı testinin geliştirilmesi sürecinde aşağıdaki işlemler uygulanmıştır:

1. Ortaokul 6. sınıf matematik dersi geometri ve ölçme öğrenme alanında yer alan kazanımların bir listesi hazırlanmıştır.

2. Oluşturulan listedeki her bir kazanımın en az 2 soru aracılığıyla yoklandığı, toplam 36 çoktan seçmeli sorudan oluşan bir taslak test geliştirilmiştir.

3. Geliştirilen soruların niteliği ve kapsam geçerliliği için matematik eğitimi alanında akademik çalışmaları olan bir konu alanı uzmanının görüşlerine başvurulmuştur. Alınan dönütler doğrultusunda taslak testin içerik ve biçimsel düzenlemeleri yapılarak son şekli verilmiştir.

4. Hazırlanan taslak test 7. sınıfa devam eden 84 öğrenciye pilot olarak uygulanmıştır. Elde edilen veriler için madde analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan madde analizi sonucu madde ayırt edicilik gücü çok zayıf olan ($r_{jx} \leq 0,19$) 4 madde testten çıkarılmıştır. Madde ayırt edicilik gücü geliştirilmesi gereken ($0,19 < r_{jx} \leq 0,29$) 4 madde alan uzmanınca incelendikten sonra iki sorunun düzeltilmesi yapılarak testte kullanılmasına, diğer ikisinin de testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Sonuç olarak toplam 30 çoktan seçmeli sorudan oluşan nihai test geliştirilmiştir. Teste ait KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,83 olarak elde edilmiştir.

Başarı testi için hazırlanan “Başarı Testinde Yer Alan Soruların Kazanımlara Göre Dağılımını Gösteren Tablo” Ek - 2’de, matematik başarı testi Ek - 3’te ve başarı testine ait madde analizine ilişkin tablo Ek - 4’te verilmiştir.

3.1.3.2. Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği

Araştırmada öğrencilerin deneysel işlem öncesinde ve sonrasında geometriye yönelik tutumlarını ölçmek için Bulut, Ekici, İşeri ve Helvacı (2002) tarafından geliştirilen ve 17 maddeden oluşan beşli likert tipindeki “Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçekteki maddelerin 10’u olumlu ve 7’si olumsuzdur.

Ölçek hoşlanma, yarar ve kaygı şeklinde tanımlanan üç boyuttan oluşmaktadır. Ölçeğin pilot çalışması Bulut vd. (2002) tarafından 8 ve 10. sınıfta öğrenim gören 239 öğrenci ile gerçekleştirilmiş. Ölçeğe ait iç güvenilirlik katsayısı (Cronbach Alpha) 0,92 olarak elde edilmiştir.

Bu araştırmada kullanılan geometriye yönelik tutum ölçeği Ek - 5’te verilmiştir.

3.1.3.3. Görüşme Formu

Deney grubu öğrencilerinin deneysel işlem sonrası dörtgen kavramı (paralelkenar, dikdörtgen, kare özelinde) hakkındaki GM süreçlerini incelemek için araştırmacı tarafından yarı yapılandırılmış bir görüşme formu hazırlanmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen görüşme formundaki sorular, öğrencilerin geometrik kavramları ele almadaki muhakeme süreçlerini incelemek için Fischbein (1993) tarafından ortaya konan “Şekilsel Kavram Teorisi” çerçevesi dikkate alınarak hazırlanmıştır. Görüşme formunda yer alan sorular, öğrencilerin gerçekleştirdikleri muhakemelerde şekillerin şekilsel ve kavramsal boyutları arasında kurdukları etkileşimin niteliğini irdelemeye elverişli olacak şekilde hazırlanmıştır. Sorular ve formun yapısı ile ilgili matematik eğitimi alanında uzman bir akademisyenin görüşüne başvurulmuş ve gerekli düzenlemeler yapılarak form uygulanmaya hazır hâle getirilmiştir.

Görüşme formunda, dörtgenlerin (paralelkenar-dikdörtgen-kare) sınıflandırılması, ikili ilişkisi ve hiyerarşik yapısı hakkında öğrencilerin GM süreçlerinin incelenmesi amaçlı sorulara yer verilmiştir. Bununla beraber bazı öğrencilerin yaptıkları açıklamaları netleştirmek ve GM süreçlerini daha iyi irdelemek için hem formda yer alan hem de görüşmenin akışına göre formda yer almayan sonda sorular da kullanılmıştır.

Öğrencilerle yapılan görüşmede kullanılmak üzere hazırlanan görüşme formu Ek - 7’de verilmiştir.

3.1.4. Uygulama Süreci

Deneysel işleme başlamadan bir hafta önce uygulamanın yapılacağı okulun bilişim teknolojileri sınıfının ve bünyesindeki bilgisayarların, uygulamanın gerçekleştirilmesine uygunluğu okulun bilişim teknolojileri dersi öğretmeni ile birlikte incelenmiştir. Sınıfta 15 tane çalışır durumda masaüstü bilgisayar bulunmaktadır. Ancak bilgisayarların, başta ekran kartlarının eski model olması sebebiyle geliştirilen SM’leri çalıştırmadığı görülmüştür. Okulun bilgisayar teknolojileri dersi öğretmeninden ve bir yazılım mühendisinden alınan teknik desteğe rağmen mevcut bilgisayarlarla çalışmanın yürütülemeyeceği anlaşılmıştır. Bu sebeple deney grubundaki öğrencilerle görüşülerek kişisel dizüstü bilgisayarlarını okula getirmeleri istenmiştir. Okula getirilen bilgisayarlardan 8 tanesinin

MATMAP'ı sorunsuz çalıştırdığı anlaşılmıştır. Araştırmacı tarafından da MATMAP'ı sorunsuz olarak çalıştırabilen 5 adet dizüstü bilgisayar okula getirilmiştir. Böylelikle uygulama süreci, her iki öğrenciye bir tane bilgisayar düşecek şekilde toplam 13 dizüstü bilgisayarla, derslerin rutin olarak işlendiği sınıfta yürütülmüştür. Aslında bu durum öğrencilerin işbirliği içerisinde grup olarak çalışmalarına da imkân tanımıştır. Nitekim alan yazında SM'lerin gruplar şeklinde kullanılmasının daha faydalı olabileceği ifade edilmektedir (Clements ve McMillen, 1996). Bu durumda öğrenciler birbirlerine düşüncelerini organize ederek yansıtabilirler. Ayrıca sınıftaki öğrencilere MATMAP'la ilgili bir sunum yapma ihtiyacı duyulması ya da sınıfla tartışılması gereken bir konuda tüm öğrencilerin odaklanmasını sağlama gereksinimiyle sınıfın etkileşimli tahtasına da MATMAP yüklenerek test edilmiş ve sorunsuz çalıştığı görülmüştür. Clements ve McMillen (1996) da eğer imkân bulunabilirse tüm öğrencileri tartışmalara dâhil etmek ve onların dikkatini toplayabilmek için sınıfta geniş ekranlı bir bilgisayarın bulundurulmasının faydalı olacağını ifade etmiştir. Uygulamalar öncesinde tüm bilgisayarların şarjlarının tam dolu olması sağlanmıştır. Bununla birlikte bilgisayarların şarjlarının bitmesi durumunda uygulama sürecinin aksaklığa uğraması ihtimaline karşın uzatma elektrik kablosu da sınıfta hazır olarak bulundurulmuştur. Derslerde bilgisayarlarını getirmeyen öğrencilerin olması sebebiyle bir bilgisayarın 3 kişi tarafından paylaşıldığı haftalar da olmuştur. Ancak bu durumun çalışmayı olumsuz olarak etkilememesi adına her bir öğrencinin MATMAP bünyesindeki SM'lerle yeterli zaman geçirmesi ve etkinlikleri tamamlaması için öğrencilere ek süre tanınmıştır.

Derslerin yürütülmesi haftada 2 ders saati olmak üzere toplam 7 hafta sürmüştür. Derslerde kullanılacak SM'ler öğrencilerin bilgisayarlarına derslerden önce yüklenmiştir. Ayrıca SM'lerle birlikte kullanılacak çalışma yaprakları her hafta derslerden önce öğrencilere dağıtılmıştır. Bu süreçte ders öğretmeninden yardım alınmıştır.

Öğrencilerin SM'leri kullanmaları esnasında esas amaçtan uzaklaşıp matematiksel yapıyı gözden kaçırmaması ve oyun şeklinde sadece manipülasyon yapmaya odaklanması söz konusu olabilmektedir (Moyer, Bolyard ve Spikell, 2001). Bu sebeple öğrencilerin SM'ler üzerinde gerçekleştirdikleri manipülasyonlar

neticesinde matematiksel kavramları öğrenmeye odaklanmaları ve öğrencilerin öğrenme sürecinde aralarında bir ahenk oluşması adına çalışmaya konu olan tüm kazanımlara dönük ve SM'ler üzerinde uygulamalar yapmaya imkân verecek biçimde çalışma yaprakları hazırlanmıştır. Çalışma yaprakları, ilgili kavramların keşfedilmesine dönük etkinlikleri ve yapılandırılmış soruları içermektedir. Araştırma kapsamında hazırlanan çalışma yapraklarından örnekler Ek - 8'de verilmiştir.

Öğrencilere, o hafta ele alınacak kazanımla ilgili SM'yi inceleyip SM'ye aşinalık kazanmaları için dersin ilk beş dakikasında serbest zaman tanınmıştır. Ardından öğrenciler, her hafta ele alınan konuyu çalışma yapraklarında yer alan yönergeler doğrultusunda SM'ler üzerinde gerçekleştirdikleri etkinlikleri içeren bir öğrenme süreci olarak geçirmişlerdir. Deney grubundaki dersler araştırmacı rehberliğinde derslerde MATMAP kullanılarak, kontrol grubundaki dersler ise ders öğretmeni tarafından rutin işleyişle yürütülmüştür. Bu süreçte araştırmacı, deney grubundaki öğrencileri izleme ve onlara rehberlik etme şeklinde bir rol üstlenmiştir. Uygulama süresince öğrenme ortamından alınan görüntülerden örnekler Ek - 9'da sunulmuştur.

3.1.5. Verilerin Toplanması

Bu çalışma sürecinde geliştirilen MATMAP'ın öğrencilerin matematik dersi başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisini belirlemek için deney ve kontrol grubundaki öğrencilere uygulama öncesi ve sonrasında başarı testi ve geometriye yönelik tutum ölçeği uygulanmıştır. Böylece araştırmanın nicel verileri elde edilmiştir.

Araştırmacı tarafından deney grubundaki öğrencilerin GM süreçlerini irdelemek üzere 5 öğrenci ile görüşme formu yaklaşımıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde ele alınan sorular öğrencilere yazılı formlar şeklinde sunulmuştur. Öğrencilerden formda yer alan soruları sesli olarak okuyarak cevaplandırmaları ve formda ilgili kısımları doldurmaları istenmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmelerin tamamı ses kaydına alınmıştır.

Araştırma süresince yapılan tüm çalışmalar Ek - 10'da yer alan takvim doğrultusunda yürütülmüştür.

3.1.6. Verilerin Analizi

Bu bölümde önce araştırmanın nicel boyutunda başarı testinden ve geometriye yönelik tutum ölçeğinden elde edilen veriler hakkında, ardından görüşme formundan elde edilen nitel veriler hakkında gerçekleştirilen analizlerle ilgili bilgilere yer verilmiştir.

3.1.6.1. Nicel Verilerin Analizi

Matematik dersi başarı testinde yer alan 30 çoktan seçmeli sorunun değerlendirilmesinde her doğru cevap için 1; her yanlış cevap ve cevaplanmayan soru için 0 puan verilmiştir. Ardından her bir öğrencinin testten aldığı toplam puan hesaplanmıştır. Dolayısıyla testten alınabilecek en yüksek puan 30, en düşük puan 0 olarak belirlenmiştir.

Geometriye yönelik tutum ölçeğinde yer alan beşli likert tipte (tamamen katılıyorum, 5; katılıyorum, 4; kararsızım, 3; katılmıyorum, 2; hiç katılmıyorum, 1) 17 maddenin değerlendirilmesi sürecinde önce elektronik tablolama yazılımına veri girişleri yapılmıştır. Ardından ölçekte tersten puanlanan maddelerin (olumsuz maddelerin) puanları ters çevrilmiştir (1→5, 2→4, 3→3, 4→2, 5→1). Elde edilen puanlar üzerinden öğrencilerin toplam puanlar hesaplanmıştır. Ölçekten alınabilecek en yüksek puan 85, en düşük puan 17'dir.

Deney grubunda yer alan 1 öğrenci, ön-test uygulamasında ve ilk 3 haftalık öğrenim sürecinde bulunmaması sebebiyle veri analizine dâhil edilmemiştir.

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulanan ön-test ve son-testten elde ettikleri puanlar SPSS (Statistical Package for Social Sciences) programı ile analiz edilmiştir. Verilerin aynı grup içindeki analizlerinde bağımlı örneklem t-testi, gruplar arası analizde ise bağımsız örneklem t-testi ve ANCOVA testi kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucu elde edilen bulgulardan MATMAP kullanan öğrenciler ile geleneksel öğrenme-öğretme ortamında öğrenim süreci geçiren öğrenciler arasında bilişsel ve duyuşsal değişkenler açısından istatistiksel farklılıkların tespiti yapılmıştır.

3.1.6.2. Nitel Verilerin Analizi

Araştırmanın nitel verileri, görüşme formu yaklaşımı ile öğrencilerle yapılan birebir görüşmelerden elde edilmiştir. Nitel verilerin elde edildiği görüşmelerde alınan ses kayıtları, araştırmacı ve öğrenci diyalogu şeklinde yazılı metne dönüştürülmüştür. Öğrencilere ait görüşme metinleri, görüşmede yer alan sorular

özelinde tekrar düzenlenip birleştirildikten sonra veri analizine hazır hâle getirilmiştir.

Elde edilen ses kayıtları, görüşmelerden sonraki günden itibaren metne çevrilmeye başlanmıştır. Görüşme ses kayıtları, veri kaybının olmaması için hem parçalar hâlinde hem de bütün olarak baştan sona olmak üzere en az iki kez metinlerle karşılaştırmalı olarak tekrar dinlenmiştir. Böylece görüşmelerin metne yansıtılırken eksik kalan kısımları tamamlanmış ve yazımdaki yanlışlıklar düzeltilmiştir.

Görüşme yapılan öğrencilerden elde edilen veriler, Fischbein'in (1993) "Şekilsel Kavram Teorisi" çerçevesinde analiz edilmiştir. Bu süreçte nitel veriler betimsel analizinden yararlanılarak çözümlenmiştir.

Betimsel analizde, elde edilen veriler var olan temalar çerçevesinde değerlendirilmektedir. Yapılan analizler araştırma soruları altında sunulabileceği gibi görüşme formunda yer alan sorular altında da sunulabilir. Bu analizdeki amaç, bulguların düzenlenip yorumlanarak okuyucuya sunulmasıdır. Bu süreç betimleme, açıklama ve yorumlama, neden-sonuç ilişkilerini irdeleme ve sonuçlara ulaşma şeklinde uygulanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Betimsel analizde dört aşama söz konusudur. Bunlar: 1. Çerçeve oluşturma, 2. Çerçeveye göre verilerin işlenmesi 3. Bulguların tanımlanması, 4. Bulguların yorumlanması şeklindedir. Bu araştırmada da söz konusu aşamaların ele alınış biçimi aşağıda özetlenmiştir:

1. Nitel verilerinin analizinde yarı yapılandırılmış görüşme formundaki sorular ve Fischbein'in (1993) "Şekilsel Kavram Teorisi" bir çerçeve olarak belirlenmiştir.

2. Belirlenen çerçeve doğrultusunda elde edilen veriler, formda yer alan sorular altında bir araya getirilmiş ve her bir soru için katılımcıların verdikleri yanıtlar analiz edilmiştir. Bu aşamada sonuçların yazımında ilave olarak sıklıkla doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

3. Elde edilen bulgular Şekilsel Kavram Teorisi'ne (Fischbein, 1993) göre tanımlanmıştır. Bu aşamada doğrudan alıntılarla tanımlamalar desteklenmiştir.

4. Son aşamada bulgulara ilişkin açıklamalar ve anlamlandırmalar yapılmıştır. Yine bu aşamada farklı başarı düzeyindeki öğrencilerin GM süreçleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır.

Bir araştırmada geçerliliğin sağlanması için verilerin ve sonuçların nasıl elde edildiği ayrıntılı bir şekilde açıklanmalıdır. Betimsel bir analizde doğrudan alıntılara yer verilmesi ve bu alıntılardan yola çıkararak sonuçlara ulaşılması araştırmanın geçerliliğinin önemli göstergeleri olarak değerlendirilmektedir (Yıldırım ve şimşek, 2008). Bu araştırmada da verilerin nasıl elde edildiği ve sonuçlara nasıl ulaşıldığı ayrıntılarıyla açıklanmış, bulgu ve sonuçların elde edilmesinde sıklıkla doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

Nitel bir araştırmada “araştırmanın her bir aşamasının ve izlenen yolun detaylı olarak tanımlanması” araştırmanın güvenirliğini arttıran bir yol olarak ifade edilmektedir (Büyüköztürk vd., 2017: 264). Büyüköztürk vd.’ne göre görüşmelere ait ses kayıtlarının alınması, fotoğraf çekilmesi, katılımcı alıntılarında doğrudan yer verilmesi yine araştırma güvenirliğini arttıran unsurlardır. Bunlara ilave olarak verilerin analizinde tutarlılığın sağlanmasının güvenirliği arttırdığı bilinmektedir (Yıldırım ve şimşek, 2008). Bu araştırmada da güvenirliği sağlamak adına aşağıdaki çalışmalar gerçekleştirilmiştir:

- Araştırmanın tüm aşamaları detaylı biçimde açıklanmıştır. Bunun için araştırmacının süreçteki rolü tanımlanmış, katılımcıların ve öğrenimin gerçekleştirildiği ortamın özellikleri detaylı şekilde rapor edilmiştir.

- Verilerin elde edildiği görüşmelerin ses kaydı alınmıştır.

- Nitel verilerin analizleri bu alanda tecbesi olan bir akademisyen tarafından kontrol edilmiştir.

3.2. Materyal

Bu bölümde, çalışmanın deneysel uygulama sürecinde kullanılmak üzere geliştirilmiş olan SM’ler ve MATMAP portalı hakkında bilgilere yer verilmiştir.

Bölümün başında MATMAP’ın tasarımı hakkında genel bilgilere yer verilmiştir. Ardından MATMAP portalının yapısı ve MATMAP’ın kullanımı hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Daha sonraki bölümlerde geliştirilmiş olan tüm SM’ler içerik ve tasarım özellikleri bakımından ele alınmıştır. SM’lerin ilgili olduğu konu(lar)/kazanım(lar) ve bunların SM’de nasıl ele alındığı içerik başlığı altında sunulmuştur. Tasarım başlığı altında öncelikle SM’lerin ortam özelliklerine göre sınıflandırılması yapılmıştır. Ardından SM’lerin ve manipüle edildikleri platformun

yapısı ile SM'lerin manipüle edilebilir özellikleri hakkında bilgilere yer verilmiştir. Bu bilgilere SM'lere ait ekran görüntüleri eşlik etmiştir.

Bölüm sonunda MATMAP'ta yer alan SM'lerin pedagojik alt yapılarına dönük tasarım sürecinde dikkat edilen hususlara ve buna dair yapılan çalışmalara değinilmiştir. Geliştirilen SM'lerin pedagojik alt yapılarını güçlendirmeye dönük yapılan çalışmalara, SM'lerden örnekler sunularak bölüm tamamlanmıştır.

3.2.1. MATMAP'ın Tasarımı

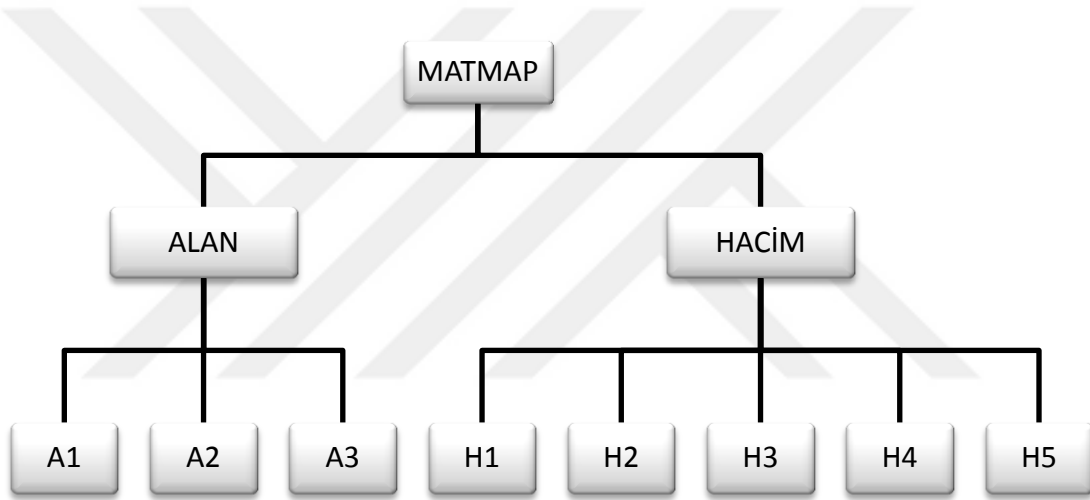
Araştırmanın deneysel uygulama sürecinde kullanılmak üzere araştırmacı tarafından 8 tane özgün SM geliştirilmiştir. Geliştirilen SM'ler 6. sınıf matematik dersi öğretim programı (MEB, 2013) "Geometri ve Ölçme" öğrenme alanında yer alan 15 kazanıma hitap etmektedir. Araştırmada kullanılan SM'lerin tasarlanması sürecinde pedagojik alt yapıları yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı benimsenerek inşa edilmiştir. MATMAP'ın tasarım sürecinde ayrıca GM'yi ele alan çalışmasıyla Fischbein'in (1993) Şekilsel Kavram Teorisinden ve SM'ler üzerine yapılan çalışmalardan da (örn. Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016; Moyer vd., 2002) yararlanılmıştır. Bu doğrultuda geliştirilen SM'ler işlemsel ve kavramsal öğrenmenin birlikte gelişimini, keşfetme ve anlamlı öğrenmeyi, kavramların çoklu temsillerinden yararlanarak temsiller arası geçişlerde akıcılık kazanmayı, geometrik şekillerin şekilsel ve kavramsal yönünün birlikte anlaşılmasını destekler nitelikte tasarlanmıştır. SM'ler üzerinde yapılabilecek manipülasyonların teknik olarak özelliklerinin belirlenmesi sürecinde ise internet üzerinde açık erişime sahip platformlarda (NLVM, NCTM illuminations, SAMAP, mathplayground, learnalberta.ca, eleducationresources, time4learning, glencoe vb.) yer alan SM'lerin tasarımlarından, alan yazında yer alan çalışmalardan ve matematik eğitimi alanında uzman iki akademisyenin görüşlerinden yararlanılmıştır.

MATMAP, iki ve üç boyutlu geometrik yapıları dinamik olarak manipüle etme ve bunlara ait bazı ölçüleri yine dinamik olarak gözleme imkânı sunan UNITY 3D oyun motoru ile geliştirilmiştir. SM'lerde kullanılan görsellerin tasarımında ayrıca vektörel tabanlı bir grafik tasarım programı olan Adobe Illustrator'den de yararlanılmıştır.

3.2.2. MATMAP Portalının Yapısı

Bu çalışmanın deneysel uygulama sürecinde kullanılan tüm SM'ler bir portal içerisinde kullanıcılara sunulmuştur. Portal, SM'lerin ilgili olduğu konuya göre gruplandırılması ve tek bir çatı altında erişimlerinin sağlanması amacıyla geliştirilmiştir. Portalda geliştirilen tüm SM'ler "ALAN" ve "HACİM" olmak üzere iki başlık altında kullanıcılara sunulmuştur. Portalda alan başlığında yer alan SM'ler "A", hacim başlığı altında yer alan SM'ler "H" harfleri ile kodlanarak isimlendirilmiştir. MATMAP portalının yapısı ve bünyesinde yer alan SM'lere erişim yolu Şekil - 2'de şematize edilmiştir.

Şekil - 2: MATMAP Portalı ve Bünyesindeki SM'lere Erişim Şeması

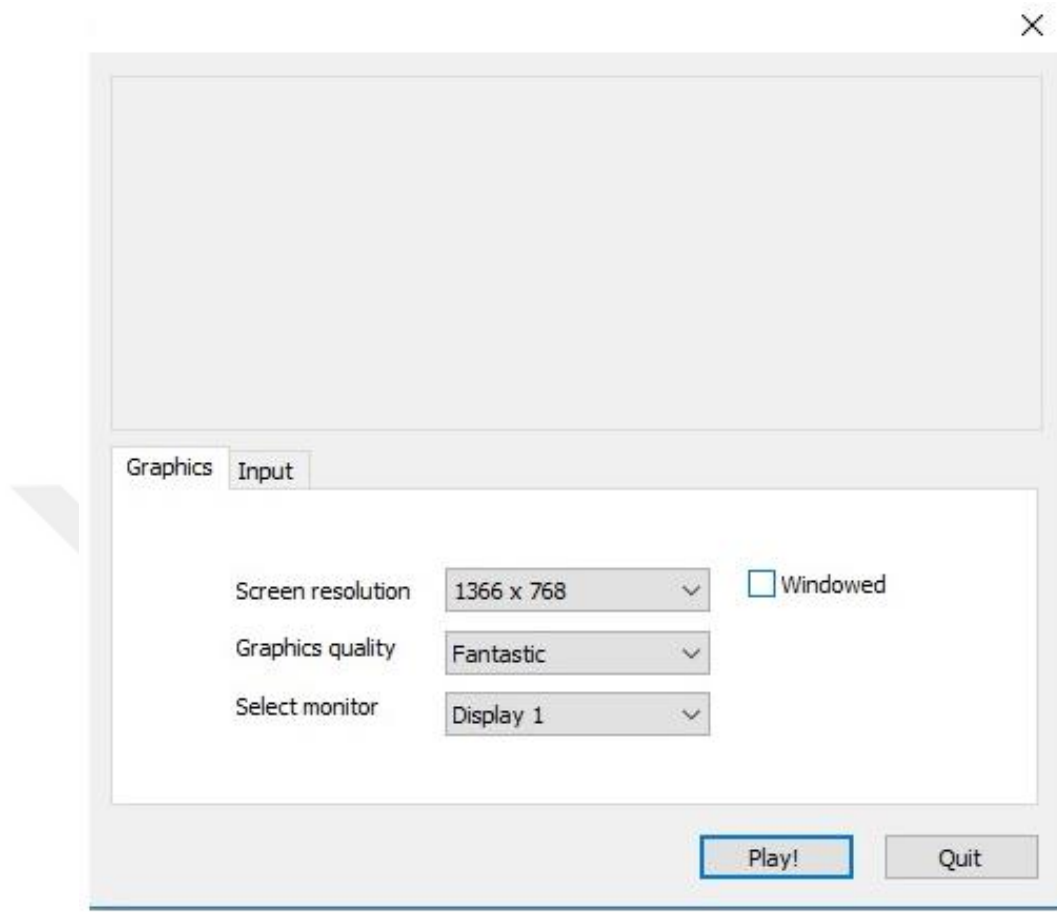


Portal, SM'leri bir çatı altında toplamak yanı sıra içerdiği SM'ler hakkında kullanıcılar için hem sözel hem de görsel olarak bilgi veren bir yapıda tasarlanmıştır. Portalda SM'lere erişim için tasarlanan butonlar SM'lere ait ekran görüntülerini içermektedir (örn. Şekil-6). Bu görüntülerle beraber SM'lerin ilgili olduğu kazanımlar ekranın alt bölümünde yer alan tablolarda verilmiştir (örn. Şekil-7). Böylece kullanıcı, herhangi bir SM ile çalışmaya başlamadan önce ilgili SM'nin içeriği hakkında ön bilgiye sahibi olabilmektedir.

3.2.3. MATMAP Portalının Kullanımı

Kullanıcı bilgisayarında yüklü olan ".exe" uzantılı MATMAP dosyasını açtığında uygulama giriş ekranına erişmeden önce yazılımın geliştirildiği UNITY 3D introsu ile karşılaşmaktadır. İntronun ardından ekrana MATMAP uygulaması için farklı grafik ayarlarının yapılabileceği yardımcı bir pencere gelmektedir (Şekil - 3).

Şekil - 3: MATMAP'ta Grafik Ayarlarının Yapılabildiği Pencere



Açılan yardımcı pencerede kullanıcılar uygulama için ekran çözünürlüğü ve grafik kalite ayarı yapabilmektedir. MATMAP uygulaması ilk kez açıldığında en yüksek çözünürlük ve en iyi kalite ayarı otomatik olarak seçili durumdadır. Ekran çözünürlüğünün en yüksek düzeyde ve en iyi kalitede seçilmiş olması durumunda MATMAP en iyi performansla çalışmaktadır. Kullanıcı isterse bu ayarları değiştirebilmektedir. Bazı bilgisayarlarda uygulamanın otomatik seçimli ayarları üzerinden çalıştırılması durumunda (bilgisayarların eski model ekran kartına ya da ekran kartı yazılımına sahip olması sebebiyle) uygulamadan en iyi performans elde edilememektedir. Bu durum SM'lerin kullanımı esnasında verilen bazı komutlara geç geri dönümler alınması ya da grafik renklerinin dağılması gibi sorunlara neden olabilmektedir. Bazen de bu ayarlar üzerinden uygulama bazı bilgisayarlarda çalışmayabilmektedir. SM'lerle çalışmaya başlamadan önce bu gibi sorunlarla karşılaşmamak için kullanıcının ekran çözünürlüğünü ve grafik kalite ayarını kendi bilgisayarına uygun biçimde yapması gerekmektedir. Bu optimizasyonun bir kez

yapılması durumunda ise SM'lerin kullanımı süresince tekrar benzer bir ayarlama yapılmasına gerek duyulmamaktadır. Bu ayarların dışında yardımcı pencerede uygulamanın “bir pencerede” ya da “tam ekran modunda” çalıştırabilmesi için bir tercih butonu yer almaktadır. Kullanıcı, uygulama için yapacağı tüm ayarlamalardan sonra MATMAP ile çalışmaya başlayabilmektedir.

Bu çalışmanın deneysel sürecinde MATMAP kullanılırken grafik ayarlarının nasıl yapılacağı öğrencilere deneysel işlem öncesinde açıklanmıştır. Öğrencilerin kullandığı tüm bilgisayarlar başlangıç ayarı olan en yüksek çözünürlük ve grafik kalitesinde MATMAP'ı sorunsuz çalıştırmıştır. Bu sebeple öğrenciler, kullandıkları bilgisayarlarda herhangi bir ek ayar yapmaya ihtiyaç duymamışlardır.

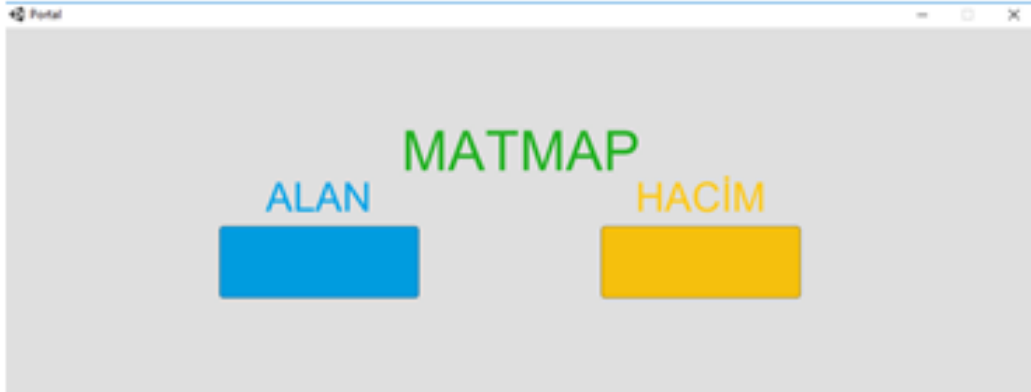
MATMAP uygulaması çalıştırıldığında Şekil - 4'teki giriş ekranına (ara yüze) erişilmektedir. Burada MATMAP ifadesinin oturduğu renkli zemin aynı zamanda portal ana ekranına erişim butonu işlevi görmektedir.

Şekil - 4: MATMAP Giriş Ekranına Ait Ekran Görüntüsü



MATMAP butonuna tıklandığında portal ana ekranına erişilmektedir. Bu ekranda tüm SM'ler içerikleri doğrultusunda “Alan” ve “Hacim” olmak üzere iki kategori altında bir araya getirilmiştir. Ekranda yer alan “ALAN” ve “HACİM” metinleri ile birlikte bunları çerçeveleyen zeminler bünyelerindeki SM'lere erişim sağlayan birer buton işlevi görmektedir. Portal ana ekranına ait ekran görüntüsü Şekil- 5'te verilmiştir.

Şekil - 5: Portal Ana Ekranına Ait Ekran Görüntüsü



Portal ana ekranında “ALAN” ya da “HACİM” butonlarından herhangi birine tıklandığında ekrana, içerdikleri SM'lere erişim sağlayan butonlar gelmektedir. Butonlar, bünyelerindeki SM'lerden görseller içerecek şekilde tasarlanmıştır. Butonların ekrana gelmesi ile eş zamanlı olarak SM'lerin ilgili olduğu kazanımların bir listesinin yer aldığı tablo da ekranın sol alt köşesinde görülebilmektedir. Ekrandaki “X” butonuna tıklandığında portal ana ekranına geri dönüş sağlanmaktadır. MATMAP'ta alan kategorisinde A1, A2 ve A3 kodlarıyla; hacim kategorisinde H1, H2, H3, H4 ve H5 kodlarıyla olmak üzere toplam 8 tane SM bulunmaktadır. SM'lere erişmek için ekranda bulunan butonlara ve ilgili oldukları kazanımların listesinin verildiği tablolara ait görseller Şekil - 6'da ve Şekil - 7'de verilmiştir.

Şekil - 6: Alan Kategorisinde Yer Alan SM'lere Ait Erişim Butonları

Portal

MATMAP

ALAN **HACİM**

A1 A2 A3

X

A1	<ul style="list-style-type: none"> • Üçgenin/Paralelkenarın bir kenarına ait yükseklik • Üçgenin/Paralelkenarın alan bağıntısı • Bileşik şekillerin alanı
A2	<ul style="list-style-type: none"> • Alan ölçme birimleri
A3	<ul style="list-style-type: none"> • Arazi ölçme birimleri ve alan ölçme birimleriyle ilişkisi

Şekil - 7: Hacim Kategorisinde Yer Alan SM'lere Ait Erişim Butonları

Portal

MATMAP

ALAN **HACİM**

H1 H2 H3

H4 H5

X

H1	<ul style="list-style-type: none"> • Dikdörtgenler prizmasının hacmi (bir prizmanın içini birim küplerle doldurma)
H2	<ul style="list-style-type: none"> • Dikdörtgenler prizmasının hacmi (bir prizmayı birim küplerle inşa etme)
H3	<ul style="list-style-type: none"> • Dikdörtgenler prizmasının tahmini hacmi
H4	<ul style="list-style-type: none"> • Standart hacim ölçme birimleri
H5	<ul style="list-style-type: none"> • Sıvı ölçme birimleri ve hacim ölçme birimleriyle ilişkisi

3.2.4. MATMAP Bünyesinde Yer Alan SM'lerin Özellikleri

Bu bölümde MATMAP içerisinde alan (A) ve hacim (H) başlıkları altında sunulan SM'lerin özellikleri (içerik, teknik, tasarım vs.) ve SM'lere ait ekran görüntüleri SM'lere atanan kodlara göre aşağıda başlıklar altında sunulmuştur.

3.2.4.1. A1 Kodlu SM

İçerik: A1, öğretim programında (MEB, 2013) yer alan beş kazanıma hitap etmektedir. Bu kazanımların listesi aşağıda verilmiştir.

1. Paralelkenarda bir kenara ait yüksekliği çizer.
2. Paralelkenarın alan bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.
3. Üçgende bir kenara ait yüksekliği çizer.
4. Üçgenin alan bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.
5. Alan ile ilgili problemleri çözer.

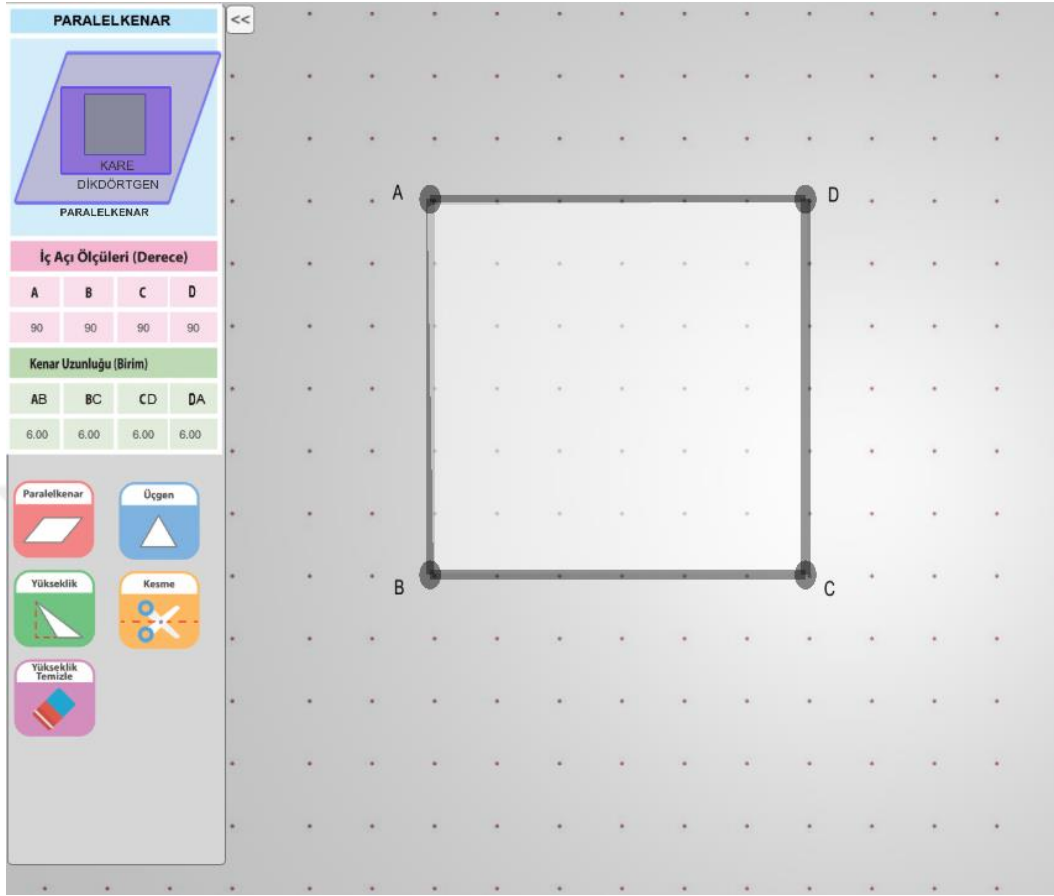
A1, birbiriyle ilişkili birden çok kazanıma hitap ettiğinden içerisinde birden fazla SM barındırmaktadır. A1: üçgen, paralelkenar ve üçgen ile paralelkenardan oluşturulmuş bileşik şekillerin manipülasyonlarını içeren bütünlük bir yapıya sahiptir. A1'de şekillerin açılarının, kenarlarının ve konumlarının manipülasyonu; şekillerin kesilip oluşan parçaların sürüklenmesi; şekillere ait yükseklik çizimleri yapılabilmektedir.

A1'de gerçekleştirilebilen manipülasyonların detaylı açıklamasına tasarım başlığında yer verilmiştir.

Tasarım:

A1'de manipülasyonların gerçekleştirildiği bölüm sahnenin sağında; yukarıdan aşağıya doğru konumlandırılmış olan bilgi kutusu, dinamik tablolar ve manipülasyon araçları (butonlar) ise bir pencere içerisinde sahnenin solunda yer almaktadır (Şekil - 8).

Şekil - 8: A1 Sanal Maniplatifine Ait Ekran Görüntüsü



• A1’de manipülasyonların gerçekleştirildiği sahne noktali kâğıt benzeri bir zemin olarak tasarlanmıştır. Bu sayede sahnedeki şeklin kenar ya da açı ölçüleri zemindeki noktaların kılavuzluğunda manipüle edilebilmektedir. Sahnede bir şeklin köşesi, kenarı ya da kendisi zemindeki herhangi bir nokta civarına sürüklenip bırakıldığında (şeklin yapısı bozulmadan) otomatik olarak en yakın olduğu nokta üzerine konumlanmaktadır (snap özelliği). Yani SM’de şekillerin köşelerinin zemindeki noktaların dışında bir yere konumlandırılması kısıtlanmıştır.

• Sahnenin solunda yer alan pencere kullanıcı kontrolünde açılır kapanır olacak şekilde tasarlanmıştır. Pencerenin sağ üst köşesinde bulunan “gizle-göster” butonu aracılığıyla pencere sahneden kaldırılıp istendiğinde tekrar sahneye alınabilmektedir. Pencerenin bu özelliği sayesinde istendiğinde daha sade bir sahnede manipülasyonlar gerçekleştirilebilmektedir.

• SM’de manipüle edilen şekillere (dinamik matematik nesnelere) sahnenin sol bölümünde yer alan pencerede sayısal, sembolik ve

sözel bilgiler eşlik etmektedir. Bu yapıyla A1, “Çoklu-Temsil SM Ortam” olarak tasarlanmıştır.

- Sahnede üçgen olması durumunda bilgi kutusunda üçgenin açılara göre türü hem sözel hem de görsel olarak ifade edilmektedir. Sahnedeki şeklin dörtgen olması durumunda ise bilgi kutusunda dörtgenin türü “paralelkenar-dikdörtgen-kare” hiyerarşik ilişkisini de dikkate alacak şekilde hem sözel hem de görsel olarak ifade edilmektedir. Sahnedeki dörtgene ilişkin verilen görsel bilgi, alt küme-üst küme gösterimi biçimindedir. (Kare örneği için Şekil - 8’e bakınız.)

- Hem bilgi kutusunda hem de tablolardaki bilgiler sahnedeki şeklin manipülasyonu ile birlikte değişmektedir. Kullanıcı, bu dinamik yapı sayesinde şeklin ölçülerindeki değişimlerin görsel, sözel ve sayısal yansımalarını eş zamanlı olarak gözlemlene imkân bulabilmektedir.

Sahnedeki şekillerin manipülasyonu için 5 farklı buton tasarlanmıştır. Bunlar; sahneye üçgen alma, sahneye paralelkenar alma, yükseklik çizme, çizilmiş bir yüksekliği silme ve şekilleri kesme şeklindedir. Butonlara ait görseller ve atanan fonksiyonlar aşağıda verilmiştir:



: Sahneye paralelkenar alır.



: Sahneye üçgen alır.



: 1. Doğru parçası çizer ve uzunluğunu gösterir. 2. Aynı zamanda sahnedeki şeklin kenar uzantılarını gösterir.



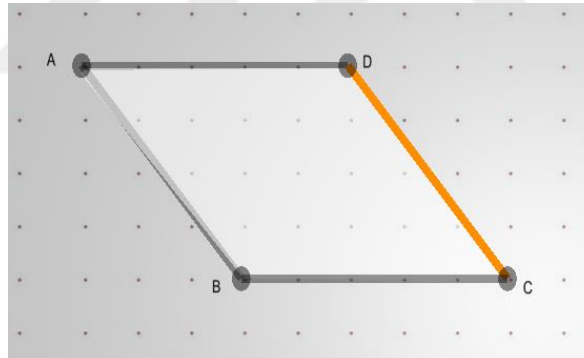
: 1. Çizilmiş bir doğru parçasını siler. 2. Aynı zamanda sahnedeki şeklin kenar uzantılarını kaldırır.



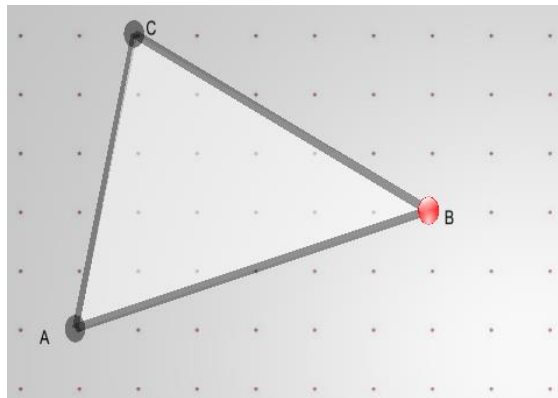
: 1. Sahnede keserek manipüle etmek üzere bazı şekillerin listesinin yer aldığı şemaya erişim sağlar. 2. Sahneye çağrılan şekli kılavuz çizgiler üzerinden keser.

Sahnede şekiller, bilgisayar faresi yardımıyla kenarları ya da köşeleri tutularak ölçülerinin değiştirilmesi suretiyle manipüle edilebilmektedir. Şekil, iç bölgesindeki dolgulu zemin tutularak sahnede istenilen yere sürüklenebilmektedir. Manipülasyon sürecinde fare imleci şeklin bir köşesi-kenarı üzerine getirildiğinde köşenin-kenarın rengi farklılaşmaktadır (şekil - 9 ve şekil - 10). Bu renk değişikliği ile fare imlecinin şeklin manipüle edilebileceği alanda bulunduğu vurgulanmaktadır. Bu vurguyla kullanıcının daha rahat manipülasyonlar yapabilmesine yardımcı olunması amaçlanmıştır.

Şekil - 9: İmleç DC Kenarı Üzerindeyken Kenarın Renk Değiştirmesine Ait Görüntü

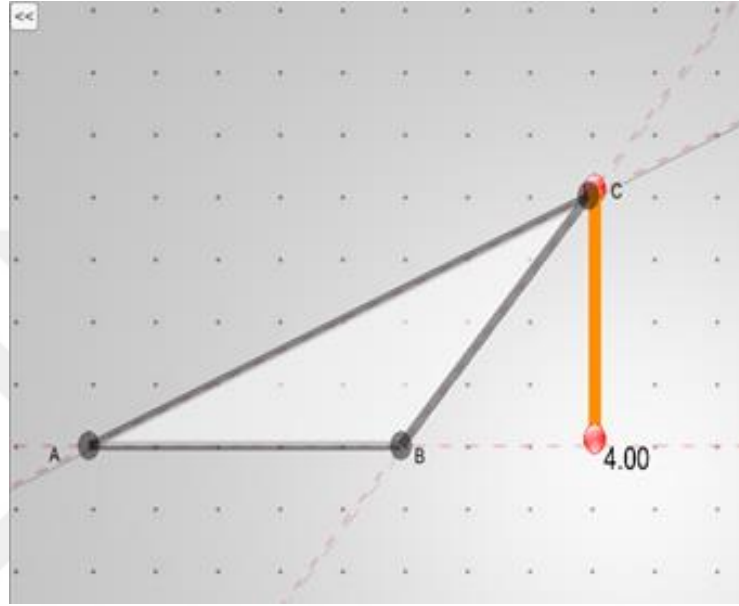


Şekil - 10: İmleç B Köşesi Üzerindeyken Köşenin Renk Değiştirmesine Ait Görüntü



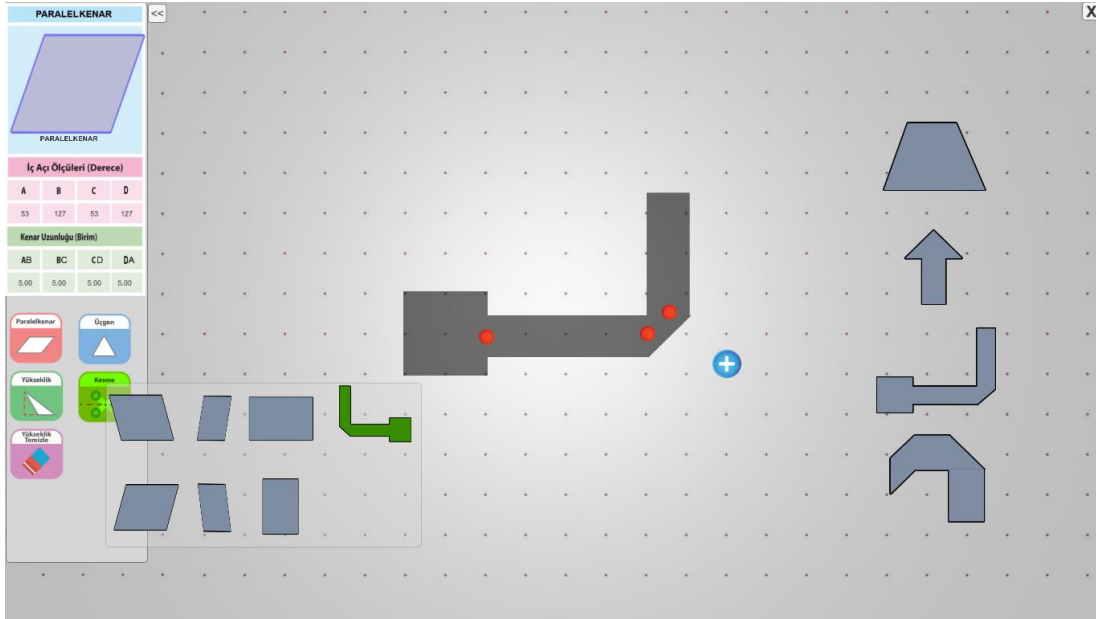
- Yükseklik butonunun seçimi ile beraber sahnedeki şekil üzerinde çizimler yapıp bu çizimlere ait uzunluk değerleri görülebilmektedir. Bu butona tıklanmasıyla beraber, bir kenara ait yüksekliğin şeklin dış bölgesinden de çizilebilmesine yardımcı olması için kenarların uzantıları da görülebilmektedir (Şekil - 11).

Şekil - 11: A1'de Yükseklik Çizimine Ait Ekran Görüntüsü



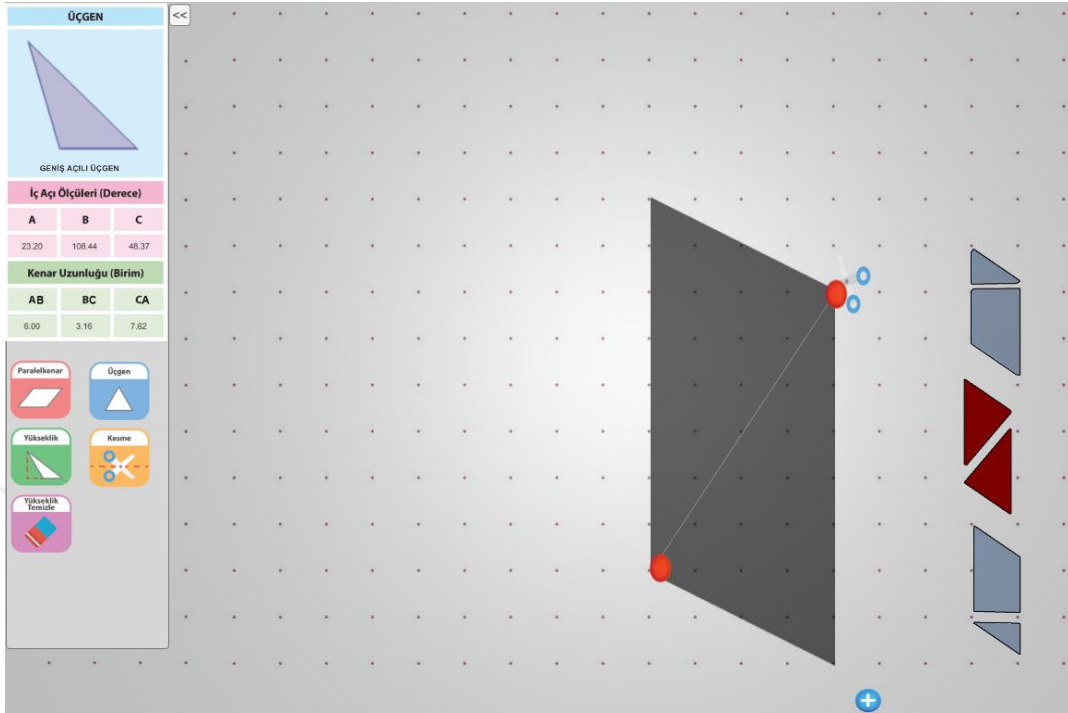
- Kesme butonuna tıkladığında sahneye, bazı geometrik şekillerden (paralelkenar, dikdörtgen, bileşik şekiller) oluşan bir şema gelmektedir. Şemada, sahnedeki yerleşimleri (duruşları) farklı olan (prototip/prototip dışı) 4 paralelkenar, 2 dikdörtgen ve 4 bileşik şekil bulunmaktadır (Şekil - 12).

Şekil - 12: Kesme Butonu Altında Sahneye Alınabilecek Şekiller



• Şemadaki şekillerden herhangi biri seçilerek şekil sahneye alındığında üzerindeki kılavuz çizgiler yardımıyla farklı biçimlerde kesme işlemi yapılabilmektedir (Şekil - 13). Her bir şekil için kesme işlemi sayısı en az 3 en fazla 4 farklı biçimde olabilmektedir. Yani bu kesme işlemine, sahnedeki şekil üzerinde rastgele kesimler yapılamayacak şekilde bir kısıt getirilmiştir. Böylelikle kesme işlemi sonucunda bu sınıf düzeyine kadar ele alınan çokgenlerin dışında öğrenciler tarafından alan hesabı bilinmeyen herhangi bir çokgenin ortaya çıkması engellenmiştir.

Şekil - 13: Bir Paralelkenarın Farklı Şekillerde Kesimine Ait Ekran Görüntüsü



3.2.4.2. A2 Kodlu SM

İçerik: A2, öğretim programında yer alan “Alan ölçme birimlerini tanıır, m^2 – km^2 , m^2 – cm^2 – mm^2 birimlerini birbirine dönüştürür” kazanımına dönük geliştirilmiş bir SM’dir.

A2’de alan ölçme birimleri ile ilgili hedeflenen kazanımın elde edilmesi iki basamaklı bir süreç olarak ele alınmıştır. İlk basamakta alan ölçme birimlerinin tanınması ve aralarındaki hiyerarşik ilişkinin keşfedilmesine dönük bir süreç, ikinci basamakta bu birimler arasında dönüşümlerin yapılabildiği bir süreç ele alınmıştır.

A2’de gerçekleştirilebilen manipülasyonlar tasarım bölümü içerisinde daha detaylı bir biçimde açıklanmıştır.

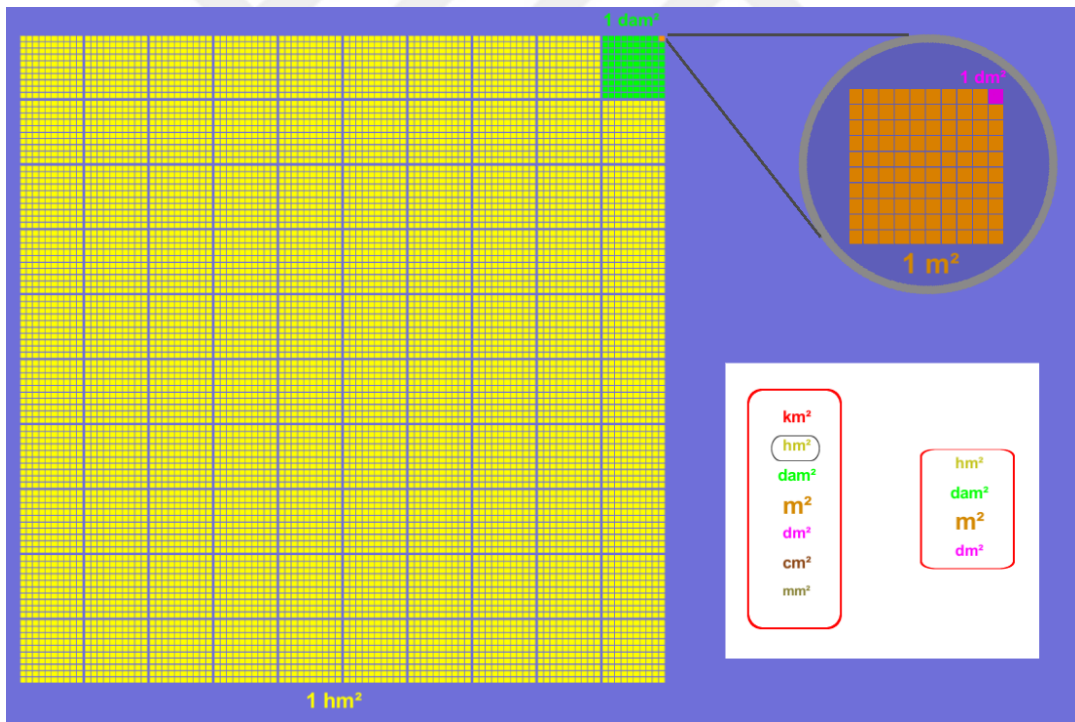
Tasarım:

- A2’de yer alan dinamik matematik nesnelere ait interaktif görsel temsillerine sayısal ve sembolik bilgiler eşlik etmektedir. Örneğin birimleri temsil eden nesnelere ve birimler arasındaki ilişki sahnedeki görsel olarak; birimlere ilişkin ölçüler görsel, sayısal ve sembolik olarak; birimler arasında dönüşümlerin yapıldığı alanda birimlerin dönüşümü sembolik ve sayısal olarak temsil edilmektedir. Dolayısıyla A2, bünyesinde yer alan nesnelere ait birden fazla temsili barındıracak şekilde “Çoklu-

Temsil SM Ortamı” olarak tasarlanmıştır. A2’de ayrıca birim dönüştürme sürecinde kullanıcı, gerçekleştirdiği işlemlerin doğruluğu hakkında geri dönüt alabilmekte ve yanlış cevap vermesi durumunda yanlışını düzeltme imkânı bulabilmektedir. Bu özelliği sebebiyle de A2’nin “Öğretici SM Ortamı” ile kesişen özelliklerinin olduğu ifade edilebilir.

- A2’de manipülasyonların yapılabildiği sahne “[$(1 \times 1) \times (10 \times 10) \times (10 \times 10)$]]” birim kareden oluşan milimetrik kâğıt benzeri bir alan ile bu alanın sağ üst köşesinde yer alan ve en küçük birim karenin mercek altında büyütülerek “ 10×10 ” birimkare biçiminde gösterildiği bir alan şeklinde tasarlanmıştır (Şekil - 14). Bu gösterimlere ayrıca standart alan ölçme birimlerinin listesinin verildiği bir tablo da eşlik etmektedir.

Şekil - 14: Standart Alan Ölçme Birimlerinin Tanınması ve Aralarındaki İlişkinin Keşfedilmesine Dönük Geliştirilen SM’ye Ait Ekran Görüntüsü

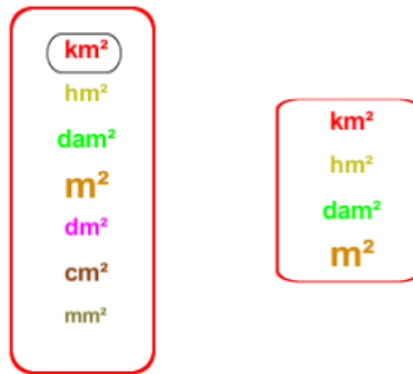


- Sahnede farklı büyüklükte ve renkteki birim kareler, farklı standart alan ölçme birimlerini temsil etmektedir. Bir birim karenin temsil ettiği birimin adı, birim karenin yanında yazmaktadır. Böylece bu SM’de alan birimleriyle ilgili hem görsel (somut) hem de simgesel (soyut) öğelere yer verilmiştir.

- A2’de farklı renklerle temsil edilen standart alan ölçme birimleri, hiyerarşik ilişkileri ve büyüklükleri arasındaki oran dikkate alınarak sahnede yer almaktadır. Bu birimlerin büyüklüklerine göre oluşturduğu basamaklardan birbirinin peşi sıra gelen 4 tanesi sahnede aynı anda gözlemlenebilmektedir. Klavyede yukarı-aşağı yön tuşları kullanılarak sahnedeki birimler dörtlü yapısı bozulmadan sıralı bir şekilde değiştirilebilmektedir. Sahnedeki birimlerden en üst basamakta yer alan birimin bir üst basamağındaki birim ya da en alt basamakta yer alan birimin bir alt basamağındaki birim sahneye dâhil edilebilmektedir. Böylece sahneye bir birim dâhil edilirken sahneden bir birim kaldırılmaktadır. Sahnedeki dörtlü birimden yeni bir dörtlü birime geçiş giderek yaklaşma ya da uzaklaşma şeklinde bir animasyonla gerçekleşmektedir.

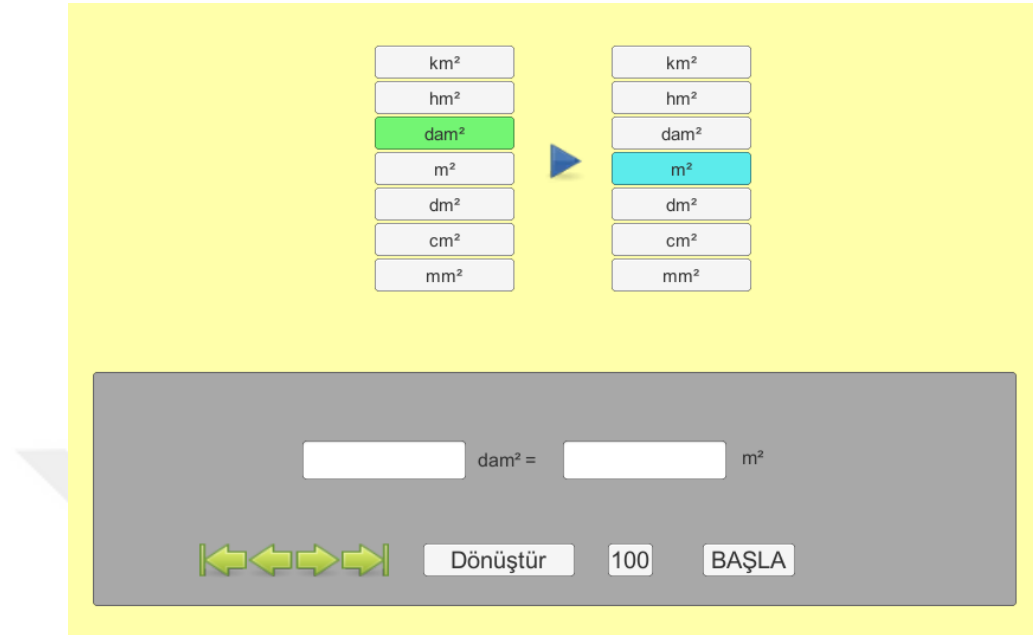
- Sahnede, birim karelerden oluşan alanın yanında iki tane birbiriyle ilişkili ve dinamik yapıda tablo yer almaktadır. Bunlardan soldakinde tüm standart alan ölçme birimleri, sağdakinde ise sahnede bulunan dört birim listelenmektedir. Soldaki tabloda sahnedeki en büyük birim kareyi temsil eden alan birimi çerçeve içerisine alınarak vurgulanırken, sağdakinde sahnedeki dört birimin listesine yer verilmektedir. Sahnedeki birimlerin değiştirilmesi ile eş zamanlı olarak listelenen birimler de değişmektedir. Tablolara ait ekran görüntüsü Şekil - 15’te verilmiştir.

Şekil - 15: Sahnede Yer Alan Standart Alan Ölçme Birimleri İçin Sunulan Listeler



- A2’nin standart alan ölçme birimleri arasında dönüşümlerin yapılabileceği basamağında sahnede, aralarında dönüşüm yapılacak birimlerin seçilebildiği iki liste ve bu listelerin altında gri renkte bir hesap alanı bulunmaktadır (Şekil - 16).

Şekil - 16: Standart Alan Ölçme Birimleri Dönüştürücüsüne Ait Ekran Görüntüsü



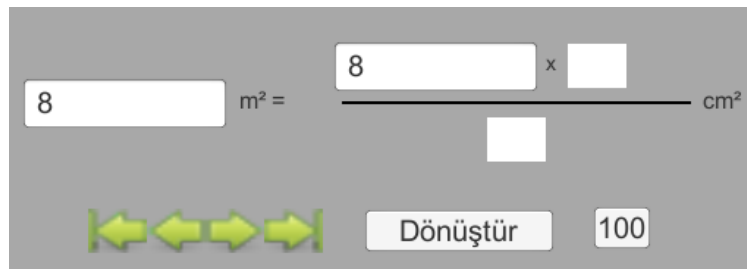
- Sahnenin sol üst bölümündeki listeden dönüşümü yapılacak birim, sağındaki listeden dönüştürülmek istenen birim seçilebilmektedir. Listelerden seçilen birimlerin yer aldığı kutucuklar renklendirilerek vurgulanmaktadır.

- İşlem alanında beyaz zeminli iki hücre bulunmaktadır. Soldaki hücreye dönüşümü yapılacak olan birime ait bir sayısal değer yazılabilmektedir. Bu hücreye sayı ve virgül dışında herhangi bir şey yazılmak istenildiğinde “giriş bir sayı olmalıdır” uyarısı ile karşılaşılmaktadır. Hücreye 9 basamağa kadar olan bir tam sayı ya da 8 basamağa kadar olan bir ondalık ifade yazılabilmektedir. Sağda yer alan beyaz zeminli hücrede ise dönüşüm işlemi sonucu elde edilen değer manipülatif tarafından otomatik olarak verilmektedir. İki hücrenin sağına da birim listelerinden seçilen birimlerin adları, seçme işlemi ile eş zamanlı olarak otomatik olarak gelmektedir (Şekil - 16).

- İşlem alanının en alt bölümünde yeşil renkteki oklar soldan sağa doğru sırayla “en başa dön”, “önceki işleme dön”, “sonraki işleme git” ve “en sondaki işleme git” butonlarıdır. Bu butonlar birimlerin dönüştürülmesi sürecinde gerçekleştirilen işlem adımları arasında geçişlerin yapılabilmesi işlevine sahiptirler. Böylece gerçekleştirilen işlem adımlarının gözden geçirilebilmesi ya da adımlarda bir hata yapılmışsa düzeltilebilmesi mümkün olmaktadır.

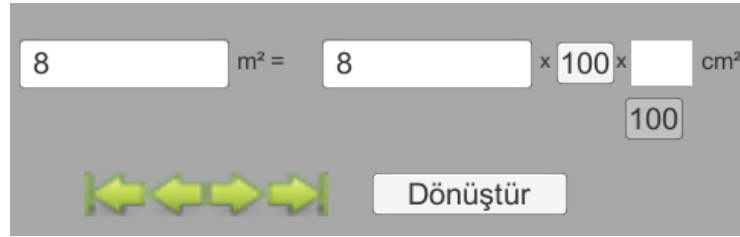
- “BAŞLA” butonu, birimlerin seçilip sayısal değerin girilmesinin ardından dönüşüm işlemi sürecini başlatan bir işleve sahiptir.
- “100” değerinin yazılı olduğu kutucuk hücreye yazılmış sayısal değerle işleme giren bir buton olarak tasarlanmıştır. Bu değer, bilgisayar faresi yardımı ile sürüklenip hücrede yazılı olan sayının çarpanı veya böleni olacak şekilde taşınabilmektedir. 100, üst üste 6 kez işleme dâhil edilebilmektedir.
- Tüm işlemlerin tamamlanmasının ardından sonucun görülebilmesi için “DÖNÜŞTÜR” butonu kullanılmaktadır. Dönüşüm için gerekli olan işlem adımlarının doğru bir şekilde yapılması durumunda dönüşüme ait değer sonuç hücresinde görülebilmektedir. Sonuçla birlikte “DOĞRU” sözlü ifadesi kullanıcıya geri dönüt olarak verilmektedir. Dönüşüm için gerekli olan işlem adımlarının doğru bir şekilde yapılmaması durumunda ise kullanıcıya sadece “YANLIŞ” sözlü ifadesi geri dönüt olarak verilmektedir.
- Birim dönüştürücüde işlem sürecinin ilk aşamasında 100’ün, girilen sayısal değerın çarpanı mı yoksa böleni mi olacağına karar verilmesi gerekir. 100’ün yazılı olduğu kutu, fare yardımı ile sürüklenerek sayının çarpanı ya da böleni olarak yazılabilmektedir. Bu anda sahnede her iki olası durum için bir alan açılmış durumdadır (Şekil - 17).

Şekil - 17: Birim Dönüştürücüde 100’ün, Sayısal Değerin Çarpanı ya da Böleni Olarak Yazılabileceği Duruma Ait Ekran Görüntüsü



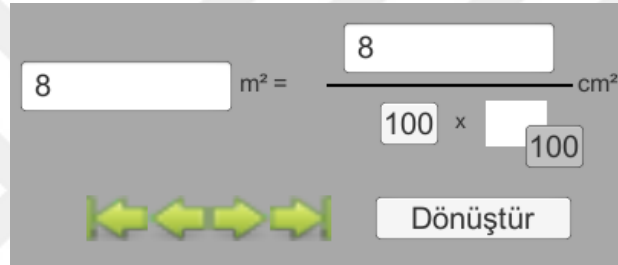
- 100, çarpan olarak kullanıldığında bölen olarak yazılabilecek alan sahneden kaybolmaktadır (Şekil - 18).

Şekil - 18: Birim Dönüştürücüde 100'ün Çarpın Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü



- Benzer biçimde 100, bölen olarak kullanıldığında çarpın olarak yazılabilecek alan sahneden kaybolmaktadır (Şekil - 19).

Şekil - 19: Birim Dönüştürücüde 100'ün Bölen Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü



3.2.4.3. A3 Kodlu SM

İçerik: A3, öğretim programında yer alan “Arazi ölçme birimlerini tanıy ve standart alan ölçme birimleriyle ilişkilendirir” kazanımına dönük geliştirilmiş bir SM'dir. A3'te arazi ölçme birimleri ile ilgili hedeflenen kazanımın elde edilmesi iki basamaklı bir süreç olarak ele alınmıştır. İlk basamak arazi ölçme birimlerinin tanınması, aralarındaki hiyerarşik ilişkinin keşfedilmesi ve arazi ile standart alan ölçme birimlerinin ilişkisini keşfetmeye dönüktür. İkinci basamak ise arazi ölçme birimleri arasında dönüşümlerin yapılabilmesine dönüktür.

A3'te gerçekleştirilebilen manipülasyonlar tasarım bölümü içerisinde daha detaylı bir biçimde açıklanmıştır.

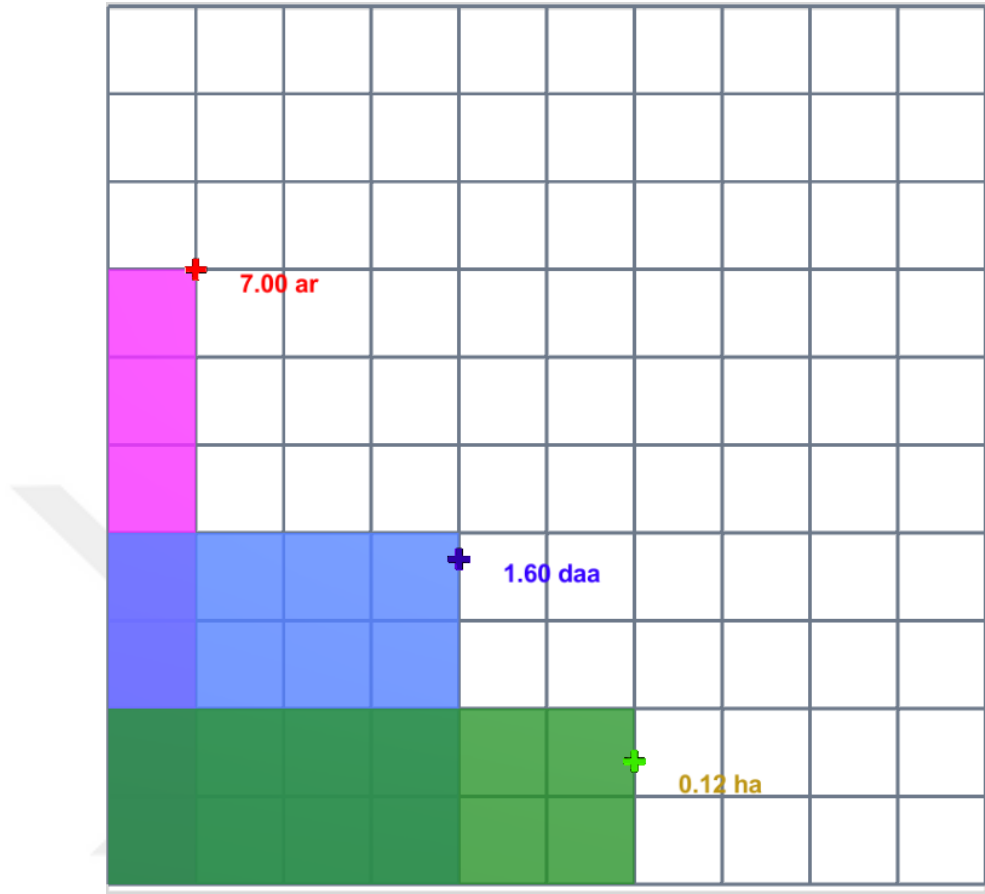
Tasarım:

- Bu SM'de yer alan dinamik matematik nesnelerinin interaktif görsel temsillerine sayısal ve sembolik bilgiler eşlik etmektedir. Örneğin birimleri temsil eden nesnelere ve birimler arasındaki ilişki sahnede görsel olarak; birimlere ilişkin ölçüler görsel, sayısal ve sembolik olarak; birimler arasında dönüşümlerin yapıldığı

alandaki birimlerin dönüşümü sembolik ve sayısal olarak temsil edilmektedir. Bu yönüyle A3, bünyesinde yer alan nesnelere ait birden fazla temsili içerecek şekilde “Çoklu-Temsil SM Ortamı” olarak tasarlanmıştır. A3’te ayrıca birim dönüştürme sürecinde kullanıcı gerçekleştirdiği işlemlerin doğruluğu hakkında geri dönüt alabilmekte ve yanlış cevap vermesi durumunda yanlışını düzeltebilme imkânı bulabilmektedir. Bu özelliği sebebiyle A3’ün “Öğretici SM Ortamı” ile kesişen özelliklerinin olduğu da ifade edilebilir.

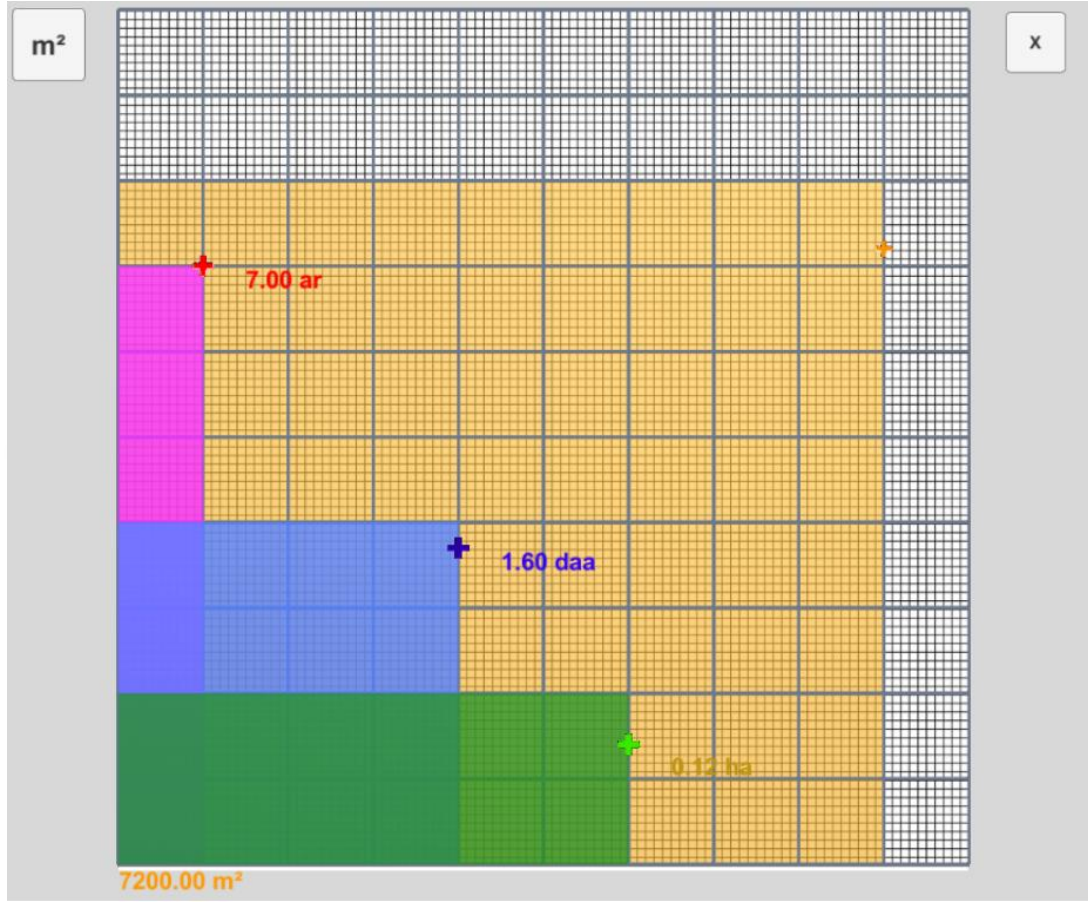
- A3’ün arazi birimlerinin tanınmasına dönük basamağında manipülasyonların yapılabildiği ana sahne “[$(1 \times 1) \times (10 \times 10)$]” birim kareden oluşan kareli kâğıt benzeri bir alan şeklinde tasarlanmıştır. Sahnede (10×10) birimkarelik alan 1 hektara, (1×10) birimkarelik alan 1 dekar ve (1×1) birimkarelik alan 1 ara eşit olacak şekilde boyanabilmektedir. Hektar, dekar ve ar için boyanan alanlar sırasıyla yeşil, mavi ve pembe renktedir. Boyalı alanlar, sağ üst köşelerinde bulunan “+” işaretlerinin bilgisayar faresi yardımı ile tutularak büyüklüklerinin değiştirilmesi suretiyle manipüle edilebilmektedir. “+” işaretlerinin yanında, boyalı alanların her birinin ilgili olduğu arazi biriminin ölçüsüne ilişkin bilgi verilmektedir. Bu bilgiler, boyalı alanların büyüklüklerinin değiştirilmesi ile eş zamanlı olarak güncellenmektedir. Böylece bu SM’de arazi ölçme birimleriyle ilgili hem görsel (somut) hem de simgesel (soyut) öğelere yer verilmiştir. A3’ün ana sahnesine ait ekran görüntüsü Şekil - 20’de verilmiştir.

Şekil - 20: A3'e Ait Ekran Görüntüsü



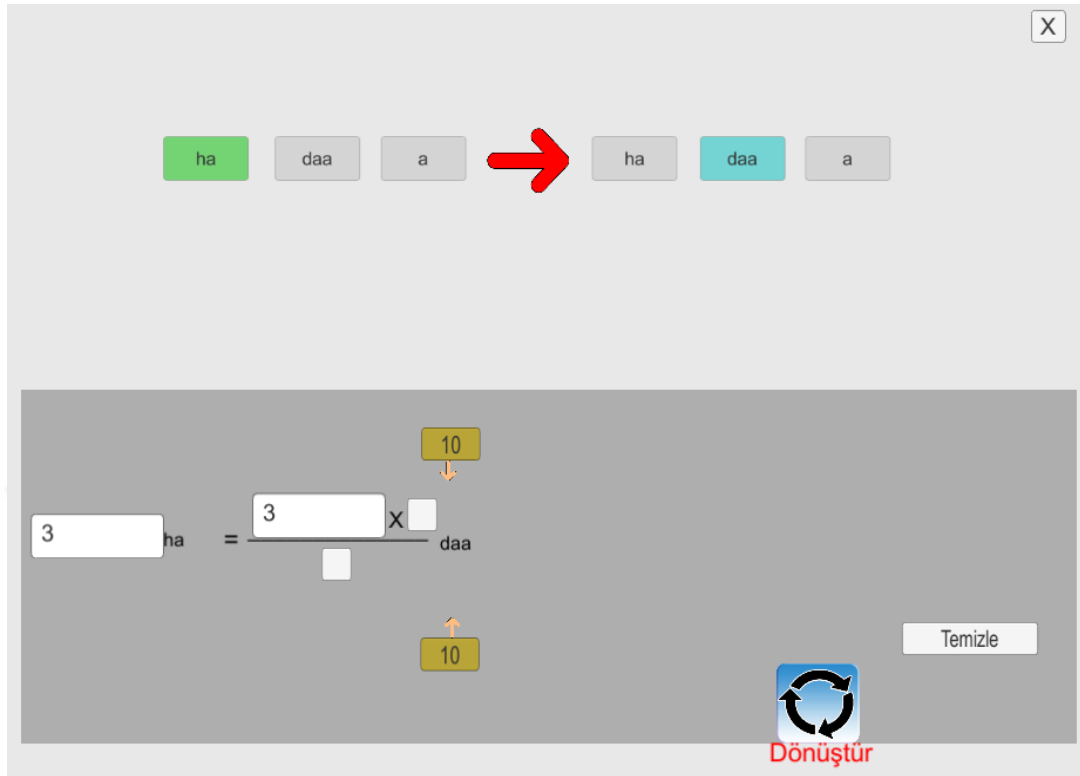
- Sahnenin sol üst köşesinde “m²” butonu bulunmaktadır. Bu butona tıklandığında sahnede yer alan en küçük birim karelerin her biri (ar), (10 x 10) birimkarelik alana dönüşmektedir. Böylece sahnedeki manipülasyonlara “[(1 x 1) x (10 x 10) x (10 x 10)]” birim kareden oluşan bir alanda devam edilebilmektedir. Bu dönüşümle beraber sahnedeki kareli zemine m² yi temsilen turuncu renkte bir alan dâhil olmaktadır. Bu alan da arazi ölçü birimlerine benzer şekilde manipüle edilebilmektedir. Böylece arazi birimleri ile standart alan ölçme birimlerinden olan m² nin ilişkisini anlamaya dönük manipülasyonlar yapılabilmektedir. A3’teki sahneye m² yi temsil eden alanın dâhil edilmesi sonrası son hâline ait ekran görüntüsü Şekil - 21’de verilmiştir.

Şekil - 21: A3 Ana Sahnesine m² Birimi Dâhil Edildikten Sonraki Ekran Görüntüsü



- A3'ün arazi birimlerinin birbirine dönüştürülmesine dönük basamağında sahnede, aralarında dönüşüm yapılacak birimlerin seçilebildiği iki liste ve bu listelerin altında koyu gri renkte bir hesap alanı bulunmaktadır. Sahnenin üst bölümünde soldaki listeden dönüşümü yapılacak olan birim, sağdaki listeden bu birimin dönüştürülmek istendiği birim seçilebilmektedir. Listelerden seçilen birimlerin yer aldığı kutucuklar renklendirilerek vurgulanmaktadır (Şekil - 22).

Şekil - 22: Arazi Ölçme Birimleri Dönüştürücüsüne Ait Ekran Görüntüsü



- İşlem alanında beyaz zeminli iki hücre bulunmaktadır. Soldaki hücreye dönüşümü yapılacak olan birime ait bir sayısal değer yazılabilmektedir. Hücreye 9 basamağa kadar olan bir tam sayı ya da 8 basamağa kadar olan bir ondalık ifade yazılabilmektedir. Sağda yer alan beyaz zeminli hücrede ise dönüşüm işlemi sonucu elde edilen değer manipülatif tarafından otomatik olarak verilmektedir. İki hücrenin sağına da birim listelerinden seçilen birimlerin adları seçme işlemi ile eş zamanlı olarak gelmektedir (Şekil - 22).

- İşlem alanının en alt bölümünde yer alan “BAŞLA” butonu, birimlerin seçilip sayısal değer girilmesinin ardından dönüşüm işlemi sürecini başlatan bir işleve sahiptir (Şekil - 22).

- “10” değerlerinin yazılı olduğu kutucuklar hücreye yazılmış sayısal değerle işleme giren butonlar olarak tasarlanmıştır. Bu değerler, hücrede yazılı olan sayının çarpanı ya da bölüneni olacak şekilde taşınabilmektedir (Şekil - 22).

- Tüm işlemlerin tamamlanmasının ardından sonucun görülebilmesi için “DÖNÜŞTÜR” butonu kullanılmaktadır. Dönüşüm için gerekli olan işlem adımlarının doğru bir şekilde yapılması durumunda dönüşüme ait değer sonuç

hücresinde görülebilmektedir. Sonuçla birlikte “Doğru! Tebrikler!” sözlü ifadesi kullanıcıya geri dönüt olarak verilmektedir. Dönüşüm için gerekli olan işlem adımlarının doğru bir şekilde yapılmaması durumunda ise kullanıcıya sadece “Yanlış! Lütfen tekrar deneyiniz!” sözlü ifadesi geri dönüt olarak verilmektedir.

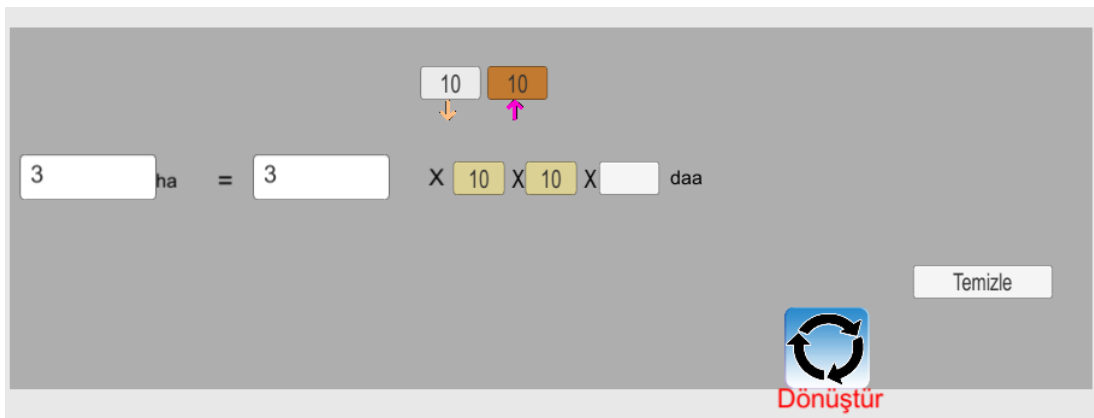
- Birim dönüştürücüde işlem sürecinin ilk aşamasında 10’un, girilen sayısal değerın çarpanı mı yoksa böleni mi olacağına karar verilmesi gerekir. Bu anda sahnede her iki olası durum için bir alan açılmış durumdadır (Şekil - 23).

Şekil - 23: Birim Dönüştürücüde 10’un, Sayısal Değerın Çarpanı ya da Böleni Olarak Yazılabileceği Duruma Ait Ekran Görüntüsü



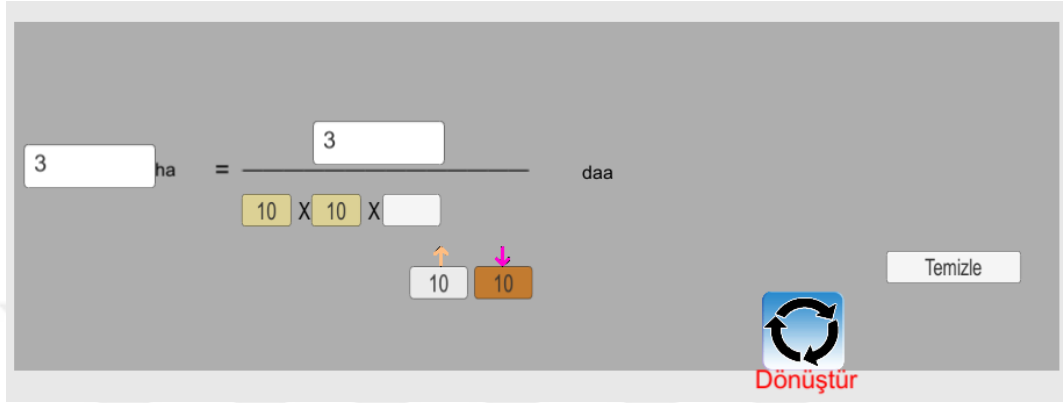
- 10, hücrede yer alan sayının çarpanı olarak yazıldığında bölün olarak yazılabilecek alan sahneden kaybolmaktadır (Şekil - 24).

Şekil - 24: Birim Dönüştürücüde 10’un Çarpan Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü



- Benzer biçimde 10 bölen olarak yazıldığında çarpan olarak yazılabilecek alan sahneden kaybolmaktadır (Şekil - 25).

Şekil - 25: Birim Dönüştürücüde 10'un Bölen Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü



3.2.4.4. H1 Kodlu SM

İçerik: H1, öğretim programında yer alan “Dikdörtgenler prizmasının içine boşluk kalmayacak biçimde yerleştirilen birim küp sayısının o cismin hacmi olduğunu anlar; verilen cismin hacmini birim küpleri sayarak hesaplar.” kazanımına dönük geliştirilmiş bir SM’dir. Bu SM’de dikdörtgenler prizmasının içi birim küpler ile doldurulabilmekte ve hacmi hesaplanabilmektedir. Birim küpler bilgisayar faresi marifetiyle “seç-sürükle-bırak” süreci sonunda sahnedeki prizmanın içine bir animasyonla yerleştirilebilmektedir.

H1’de gerçekleştirilebilen manipülasyonlar tasarım bölümü içerisinde daha detaylı bir biçimde açıklanmıştır.

Tasarım:

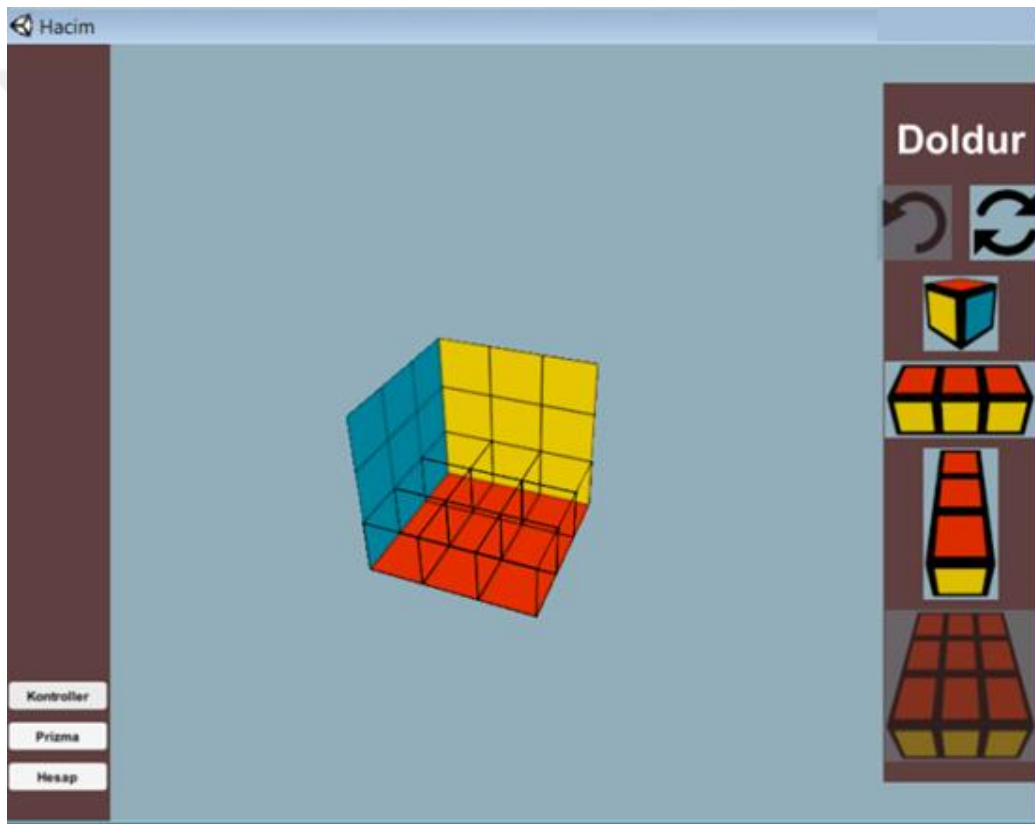
- H1’de yer alan dinamik matematik nesnelерinin interaktif görsel temsillerine sayısal ve sözel bilgiler eşlik etmektedir. Örneğin dikdörtgenler prizması sahnede görsel olarak; sahnedeki prizmanın hacim ölçüsü ile ilgili hesaplama süreci görsel, sözel ve sayısal olarak temsil edilmektedir. Dolayısıyla H1, bünyesinde yer alan nesnelere ait birden fazla temsili içerecek şekilde “Çoklu-Temsil SM Ortamı” olarak tasarlanmıştır. H1’de ayrıca dikdörtgenler prizmasının içine birim küp yerleştirilmesi ve yerleştirilebilecek birim küp sayısı marifetiyle hacminin hesaplanması süreci adım adım ilerlemektedir. Yine H1’de hacim hesabı sürecinde yapılan işlemlerin doğruluğu hakkında geri dönüt alınabilmekte ve yanlış cevap verilmesi durumunda

düzeltilme imkânı bulunabilmektedir. Bu özellikleri bakımından H1'in "Öğretici SM Ortamı" ile kesişen özelliklerinin olduğu da söylenebilir.

- H1'de sahnedeki prizmanın içi birim küplerle doldurulabilmekte, prizmaya bakış mesafesi ve yönü değiştirilebilmekte ve prizmayla ilgili hesaplamalar yapılabilmektedir.

H1'de sahne; prizma seçme, hesap ve manipülasyon alanı ve butonlar olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır (Şekil - 26).

Şekil - 26: H1 Sahnesine Ait Ekran Görüntüsü



- Ekranın sol bölümünde "Kontroller", "Prizma" ve "Hesap" olmak üzere üç buton; orta bölümünde manipülasyonların gerçekleştirildiği sahne; sağ bölümünde prizmanın içini doldurmak için seçilecek birim küpler (bir birim küp, sütun şeklinde birim küpler ya da tabaka şeklinde birim küpler) ile işlem adımları arasında geçiş yapmaya yardımcı butonlar yer almaktadır.

- "Kontroller" butonuna tıklandığında bu SM'deki manipülasyonların nasıl yapılabileceğine ilişkin kullanıcının bilgilendirildiği bir pencere açılmaktadır. Açılan

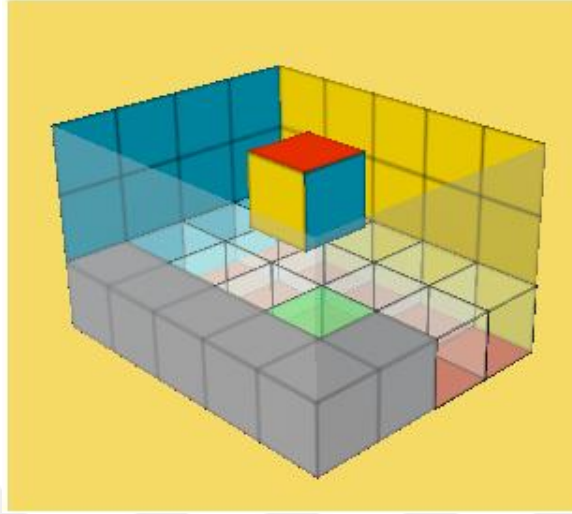
pencerede bilgisayar klavyesine ve faresine atanan fonksiyonlar hakkında bilgiler yer almaktadır (Şekil - 27).

Şekil - 27: H1 İçin Klavye ve Farenin Manipülasyonlardaki Görevi

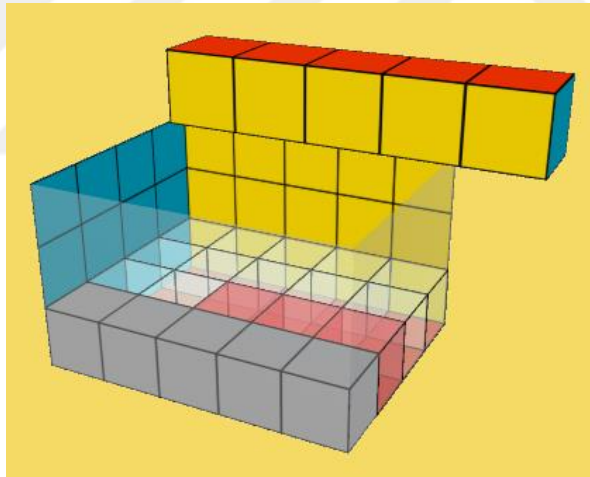


- Klavyedeki “Q, W, E, A, S ve D” tuşları ile sahnedeki prizmaya farklı perspektiflerden bakabilmek için bakış mesafesi ve yönü değiştirilebilmektedir.
- Fare sol tuşu, prizma içerisine yerleştirilmek istenen birim küpü seçmek için ya da seçili olan birim küpü prizma içerisine bırakmak için kullanılmaktadır. Fare sağ tuşu ise seçili olan birim küpü sahneden kaldırmaktadır.
- Fare tekerleği seçili birim küpü/birim küpleri sahnedeki prizma içerisine yerleştirmeye uygun mesafeye taşımak için yaklaştırma/uzaklaştırma işlevine sahiptir. Uygun olan mesafenin kullanıcı tarafından fark edilmesine yardımcı olmak için prizma içinde birim küpün/birim küplerin oturacağı zemin yeşil renge boyanarak vurgulanmaktadır (Şekil - 28). Seçili birim küp(ler) uygun olmayan bir şekilde (örneğin bir kısmının prizmanın dışına taşması durumunda) zemine yerleştirilmek istendiğinde ise zemin kırmızı renge boyanarak kullanıcı uyarılmaktadır (Şekil - 29).

Şekil - 28: Birim küpün Prizma İçerisine Uygun Biçimde Yerleştirilmesi Durumuna Ait Ekran Görüntüsü

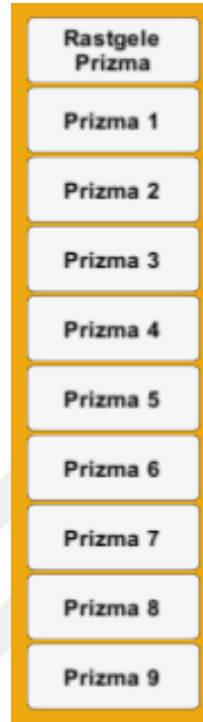


Şekil - 29: Birim küplerin Prizma İçerisine Uygun Biçimde Yerleştirilemeyeceği Duruma Ait Ekran Görüntüsü



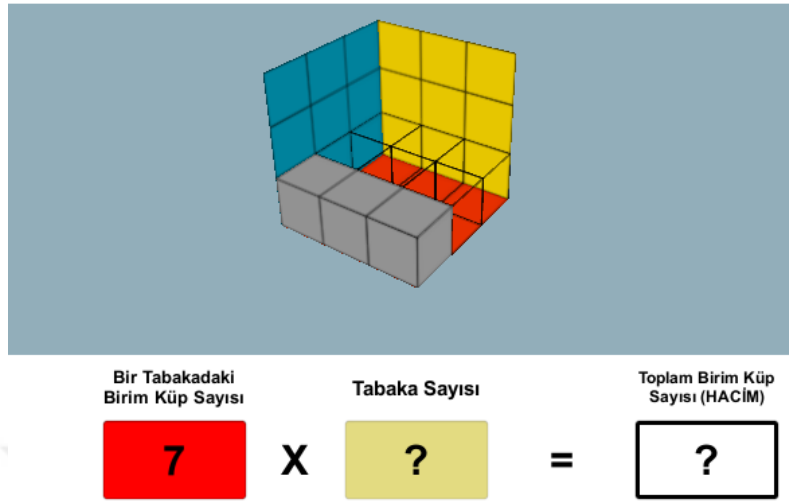
- “Prizma” butonuna tıklandığında sahnede manipüle edilmek üzere seçilebilecek farklı ebatlara sahip dikdörtgenler prizmalarının listesinin yer aldığı bir pencere açılmaktadır. Listeden hacmi $(3 \times 3 \times 3)$ birimküpten $(10 \times 10 \times 10)$ birimküpe kadar olan 9 farklı dikdörtgenler prizması seçilebilmektedir. Ayrıca bu seçimin rastgele bir şekilde yapılabilmesi için listenin başında “Rastgele Prizma” seçeneği yer almaktadır (Şekil - 30).

Şekil - 30: Prizma Butonuna Tıklandığında Açılan Pencerede Yer Alan Prizmaların Listesi

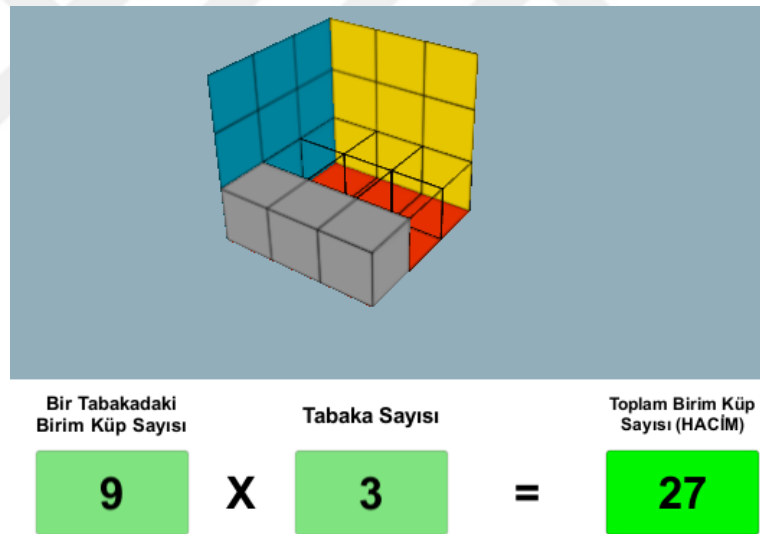


- “Hesap” butonu altında işlemlerin yapılabileceği bölüm, sahnedeki dikdörtgenler prizmasının hacmini aşamalı bir şekilde hesaplamaya yarayan bir araç şeklinde tasarlanmıştır. Bu araç sahneye herhangi bir prizma çağrıldığı andan itibaren kullanılabilir durumdadır. Bununla birlikte hesap aracı, sahnedeki prizmanın içi birim küplerle tamamen doldurulduğunda otomatik olarak açılmaktadır. Sahnedeki prizmanın içine yerleştirilebilecek birim küp sayısının doğru bir şekilde hesaplanabilmesi için önce bir tabakasındaki birim küp sayısının, ardından tabaka sayısının doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bir tabakaya yerleştirilen birim küp sayısının ilgili hücreye doğru yazılması durumunda tabaka sayısının yazıldığı hücre aktif duruma geçmekte, aksi hâlde pasif durumda kalmaya devam etmektedir. Her iki hücreye de doğru değerlerin yazılması durumunda hücreler yeşil renk, yanlış yazılması durumunda kırmızı renk olmaktadır. Böylece kullanıcı aldığı geri dönüte göre cevabının doğruluğunu kontrol etme şansı bulmaktadır. Her iki duruma ilişkin örnek Şekil - 31 ve Şekil - 32’de görülebilmektedir.

Şekil - 31: Bir Tabakadaki Birim küp Sayısının Yanlış Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü



Şekil - 32: Sahnedeki Prizmanın İçerisindeki Birim küp Sayısı ile İlgili Değerlerin Doğru Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü



• Sahnenin sağ bölümünde “Doldur” menüsü altında farklı işlevlere sahip butonlar bulunmaktadır. Butonlara ait görseller ve butonların fonksiyonu aşağıda açıklanmıştır:



: Birim küp yerleştirme sürecinde bir adım geriye dönüş sağlar.



: Prizmanın içine yerleştirilmiş birim küplerin tamamını siler.



: Bir birim küp seçer.



: Satır Şeklinde birim küpleri seçer.



: Sütun Şeklinde birim küpleri seçer.



: Tabaka Şeklinde birim küpleri seçer.

- Tabaka Şeklinde birim küp seçme butonu, sahnedeki prizmanın en alt tabakasının diğer alternatif yerleştirme yolları ile tamamen doldurulmasının ardından aktif hâle gelmektedir. Benzer Şekilde bu SM’de prizmanın en alt tabakası doldurulmadan diğer tabakalara birim küp yerleştirilmesi kısıtlanmıştır.

3.2.4.5. H2 Kodlu SM

İçerik: H2, ğretim programında yer alan ‘‘Verilen bir hacme sahip farklı dikdörtgenler prizmalarını birim küplerle oluşturur; hacmin taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olduğunu gerekçesiyle açıklar.’’ ve ‘‘Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.’’ kazanımlarına hitap eden bir SM’dir. Bu SM, birim küplerle dikdörtgenler prizmasının inşa edilmesine ve bu süreçte prizmanın hacim bağıntısının (taban alanı x yükseklik) keşfedilmesine dönük geliştirilmiştir. Prizmanın inşası prizmaya ait en, boy ve yükseklik llerinin SM’de ilgili hücrelere yazılıp ‘‘oluştur’’ komutunun verilmesi ile gerçekleşmektedir. Bu SM’de ayrıca sahnede yer alan prizmanın hacmini hesaplamak için bir hesap aracı bulunmaktadır.

H2’de gerçekleştirilebilen manipülasyonlar tasarım bölümü içerisinde daha detaylı bir biçimde açıklanmıştır.

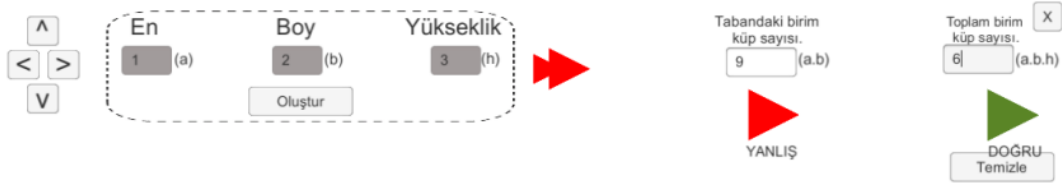
Tasarım:

- H2’de yer alan dinamik matematik nesnelерinin interaktif görsel temsillerine sayısal, sembolik ve sözel bilgiler eşlik etmektedir. Örneğin inşa edilen dikdörtgenler prizması sahnede görsel olarak; sahnedeki prizmanın ayrıt, taban alanı ve hacmi

sözel, sembolik ve sayısal olarak temsil edilmektedir. Yine sahnedeki prizmanın dikdörtgenler prizması-kare prizma-küp hiyerarşisindeki yeri sözel ve görsel olarak temsil edilmektedir. Dolayısıyla H2, bünyesinde yer alan nesnelere ait birden fazla temsili içerecek şekilde “Çoklu-Temsil SM Ortamı” olarak tasarlanmıştır. H2’de ayrıca dikdörtgenler prizmasının hacminin hesaplanması süreci adım adım ilerlemektedir. Yine H2’de hacim hesabı sürecinde yapılan işlemlerin doğruluğu hakkında geri dönüt alınabilmekte ve yanlış cevap verilmesi durumunda düzeltme imkânı bulunabilmektedir. Bu özellikleri bakımından H2’nin “Öğretici SM Ortamı” ile kesişen özelliklerinin olduğu da söylenebilir.

- H2’de sahne iki bölümden oluşmaktadır. Sahnenin üst bölümünde soldan sağa doğru sırasıyla sahnedeki prizmanın döndürülmesi için yön tuşları; inşası yapılacak olan prizmaya ait en, boy ve yükseklik değerlerinin girilebileceği hücreler; taban alanı ile hacim değerlerinin yazılacağı hücreler yer almaktadır. Bu bölüme ait ekran görüntüsü Şekil - 33’te verilmiştir.

Şekil - 33: H2’de Sahnenin Üst Bölümüne Ait Ekran Görüntüsü



- İnşa edilmesi istenen prizmaya ait en, boy ve yükseklik değerleri ilgili hücelere girildikten sonra “Oluştur” butonu tıklanmaktadır. Ardından sahneye ayrıtlarına ait ölçüleri girilen prizma SM tarafından inşa edilmektedir. SM’ye bakış açısının değiştirilmesi için klavyedeki yön tuşları ya da sahnedeki yön butonları kullanılabilir.

- Prizmanın taban alanı değeri (bir tabakadaki birim küp sayısı) ve hacim değeri (prizma içerisindeki toplam birim küp sayısı) ilgili hücelere doğru olarak yazıldığında hücrelerin altındaki yönlendirme okları yeşil renk, yanlış yazıldığında kırmızı renk olmaktadır (Şekil - 33). Bu şekilde hücelere girilen değerlerin doğruluğu hakkında geri dönüt verilmektedir. Bu hücrelerin yanında, sahnedeki prizma örneği ile dikdörtgenler dik prizmasının hacim bağıntısının oluşturulmasına

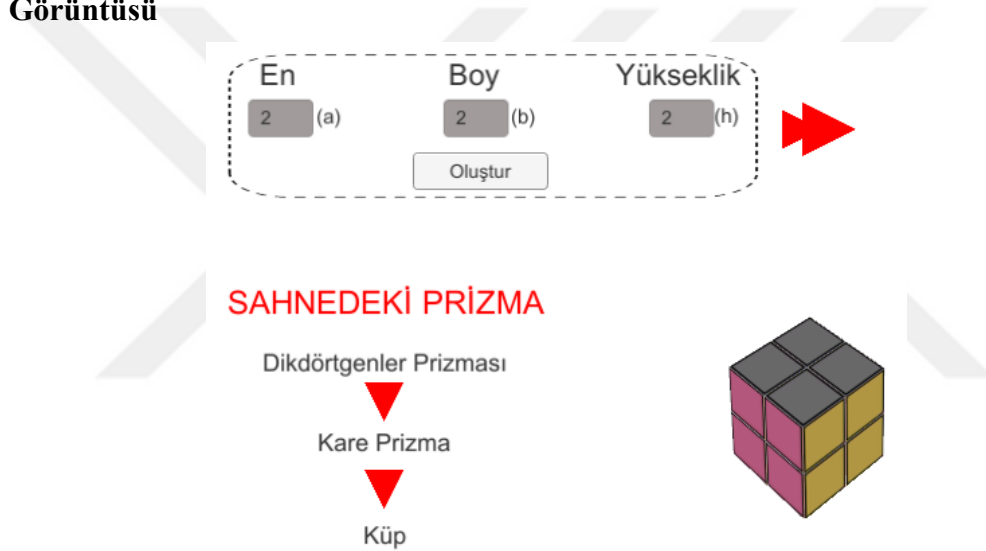
kılavuzluk etmesi için prizmanın ayrıtlarının (a, b, h), taban alanının (a·b) ve hacim değerinin (a·b·h) sembolik gösterimine de yer verilmiştir.

- “Temizle” butonu tıklanarak sahnedeki prizma ve hücrelerdeki değerler kaldırılabilir.

- H2'nin sahne bölümünde, inşa edilen prizma ve bu prizmanın adının yazılı olduğu bir alan bulunmaktadır. Bu alanda sahnedeki prizmanın ‘dikdörtgenler dik prizma-kare dik prizma-küp’ hiyerarşisindeki yeri hakkında bilgi verilmektedir.

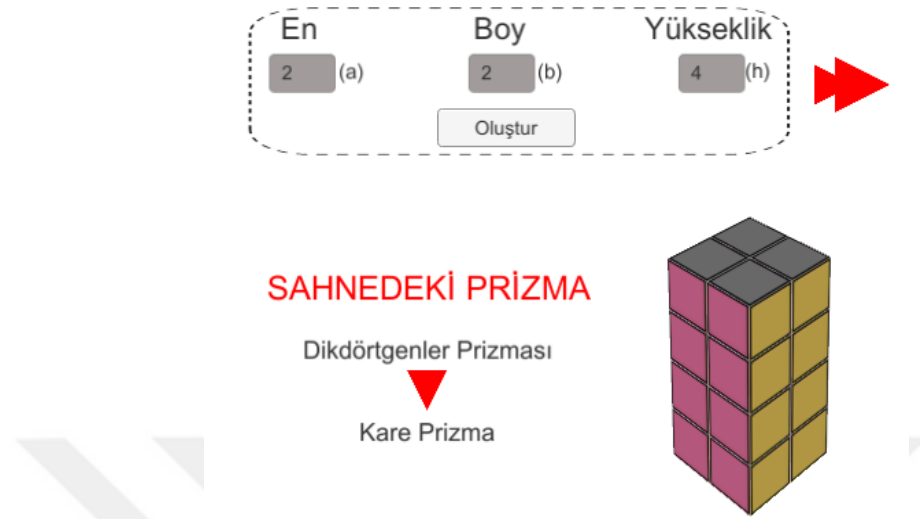
- Sahnede küp inşa edilmesi durumuna ilişkin örnek Şekil – 34’te verilmiştir.

Şekil - 34: Sahnede Küp İnşa Edilmesi Durumuna İlişkin SM’ye Ait Ekran Görüntüsü



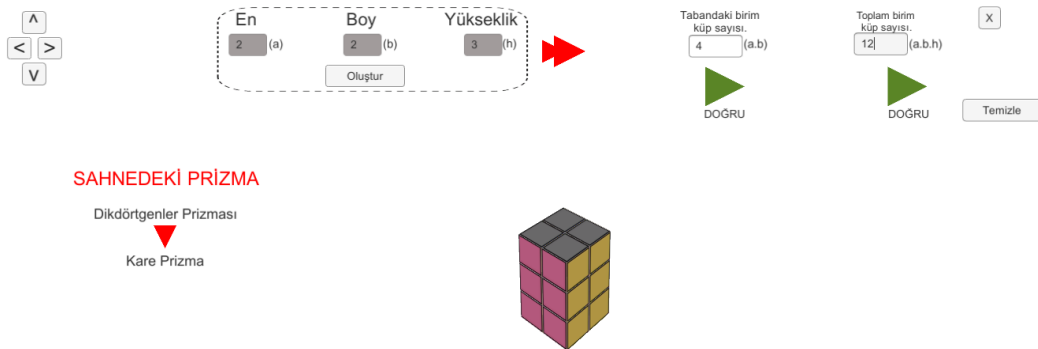
- Sahnede kare dik prizma inşa edilmesi durumuna ilişkin örnek Şekil – 35’te verilmiştir.

Şekil - 35: Sahnede Kare Dik Prizma İnşa Edilmesi Durumuna İlişkin SM'ye Ait Ekran Görüntüsü



- H2'de sahnenin tamamına ait görüntü Şekil – 36'da verilmiştir.

Şekil - 36: H2'de Sahnenin Tamamına Ait Ekran Görüntüsü



3.2.4.6. H3 Kodlu SM

İçerik: Bu SM, öğretim programında yer alan “Dikdörtgenler prizmasının hacmini tahmin eder.” kazanımına dönük geliştirilmiştir. H3 ile dikdörtgenler dik prizmasının hacim değerinin tahmin edilmesi hem süreç olarak somut (görsel) biçimde gözlemlenebilmekte hem de işlemsel olarak ele alınmaktadır.

H3'te gerçekleştirilebilen manipülasyonlar tasarım bölümü içerisinde daha detaylı bir biçimde açıklanmıştır.

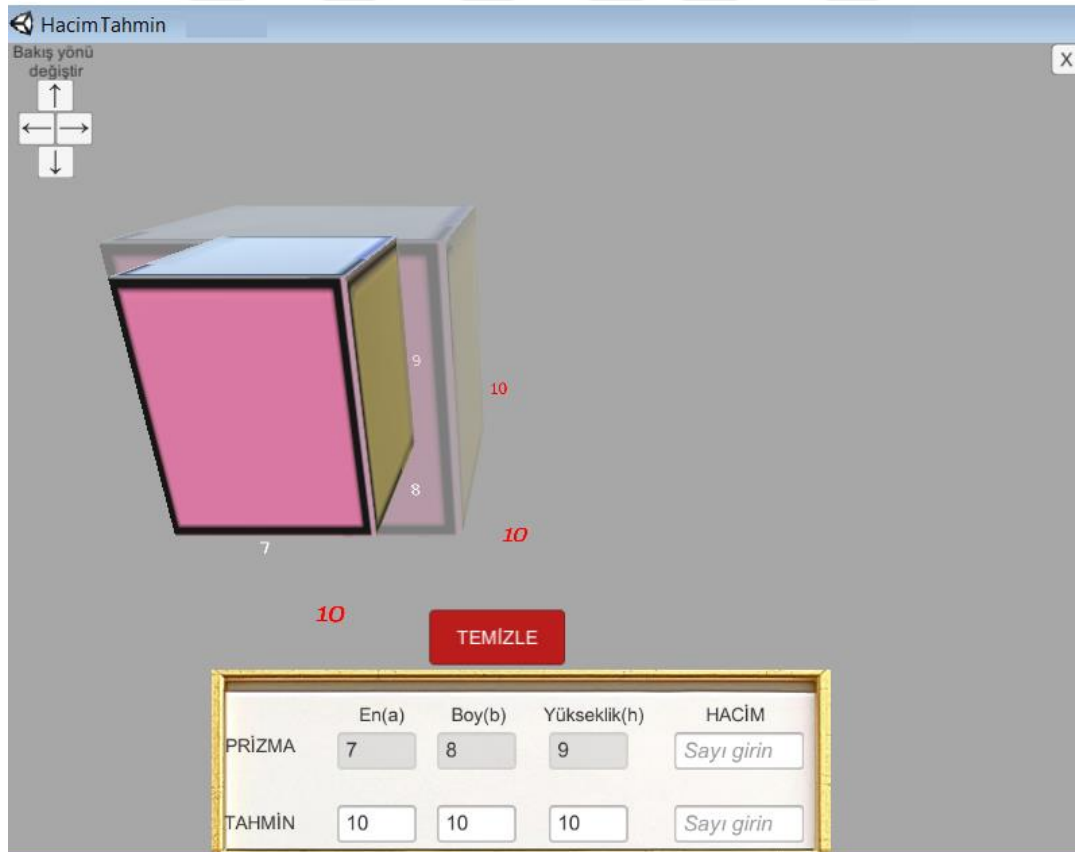
Tasarım:

- H3'te yer alan dinamik matematik nesnelere ilişkin interaktif görsel temsillerine sayısal, sembolik ve sözel bilgiler eşlik etmektedir. Örneğin ayrıtlarının uzunluğu

kullanıcı tarafından belirlenen dikdörtgenler prizması sahnede görsel, sembolik ve sayısal olarak; prizmanın hacmi görsel ve sayısal olarak temsil edilmektedir. Dolayısıyla H3, bünyesinde yer alan nesnelere ait birden fazla temsili içerecek şekilde “Çoklu-Temsil SM Ortamı” olarak tasarlanmıştır. H3’te ayrıca prizmaların hacimlerinin hesaplanması sürecinde yapılan işlemlerin doğruluğu hakkında geri dönüt alınabilmekte ve yanlış cevap verilmesi durumunda cevabın düzeltilmesi imkânı bulunabilmektedir. Bu özellikleri bakımından H3’ün “Öğretici SM Ortamı” ile kesişen özelliklerinin olduğu da söylenebilir.

- H3’te sahnede birbiriyle senkronize çalışan iki alan bulunmaktadır. Sahnenin üst alanında, birinin tüm yüzeyleri şeffaf olan, iç içe geçmiş iki dikdörtgenler dik prizması inşa edilebilmektedir. Diğer alanda ise sahneye inşa edilmek üzere ayrıt uzunluklarının girilebileceği ve bu prizmaların hacim değerlerinin hesaplanabileceği bir hesap aracı bulunmaktadır (Şekil - 37).

Şekil - 37: H3 Sahnesine Ait Ekran Görüntüsü



- Hesap aracı bölümü öncelikli olarak birer köşeleri ve bu köşelerde kesişen ayrıtları çakışık olan ve iç içe geçmiş iki dik prizmanın inşa edilmesi için kullanılmaktadır. Hesap aracında “PRİZMA” ve “TAHMİN” ismiyle iki satır şeklinde tasarlanmış hücreler bulunmaktadır. Prizma satırındaki hücrelere, hacim değeri tahmin edilecek olan prizmaya ait en, boy ve yükseklik değerleri yazılmaktadır. Ardından “Oluştur” butonu tıklanarak prizma sahnede inşa edilmektedir. Ayrıtlar uzunlukları için ilgili hücrelere 1 ile 10,99 birim arasındaki değerler (ondalık değerler ve uç değerler dâhil) yazılabilmektedir. Tahmin satırında yer alan hücrelere, sahnedeki prizmanın hacim değerini tahmin etmeye yardımcı olacak ve yüzeyleri şeffaf biçimde inşa edilecek olan bir dikdörtgenler dik prizmasına ait en, boy ve yükseklik değerleri yazılabilmektedir. Değerlerin yazılmasının ardından “Oluştur” butonu tıklanarak prizma sahnede inşa edilmektedir. Bu prizmaya ait ayrıtlar uzunlukları için ilgili hücrelere 1 ile 11 birim arasındaki değerler (ondalık değerler hariç, uç değerler dâhil) yazılabilmektedir. Her iki prizmanın ayrıtlarının uzunluğuna ait değerler sahnede inşa edilen prizmaların ilgili ayrıtlarının yanında yazılmaktadır.

- Hesap aracı bölümünde ayrıca inşa edilen prizmaların hacim değerlerinin yazılabileceği birer hücre bulunmaktadır. Hücrelerin yanında, sahnedeki prizmalara ait hacim değerleri ilgili hücrelere doğru yazılması durumunda “DOĞRU”, yanlış yazılması durumunda “YANLIŞ” ifadesi yazılmaktadır. Böylece hücrelere yazılan hacim değerlerinin doğruluğu hakkında geri bildirimde bulunmaktadır (Şekil - 38). Kullanıcı istediği takdirde hücrelerdeki değerleri düzeltebilmektedir.

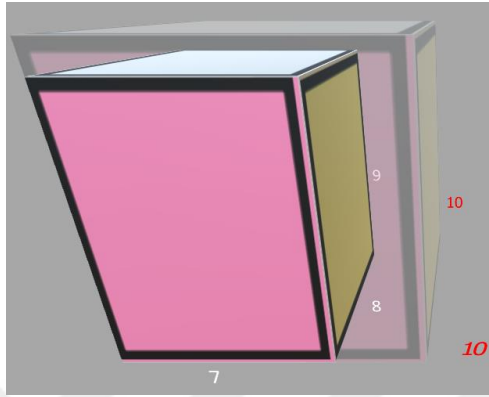
Şekil - 38: H3'te Hesap Aracına Ait Ekran Görüntüsü

	En(a)	Boy(b)	Yükseklik(h)	HACİM	
PRİZMA	7	8	9	500	YANLIŞ!
TAHMİN	10	10	10	1000	DOĞRU!

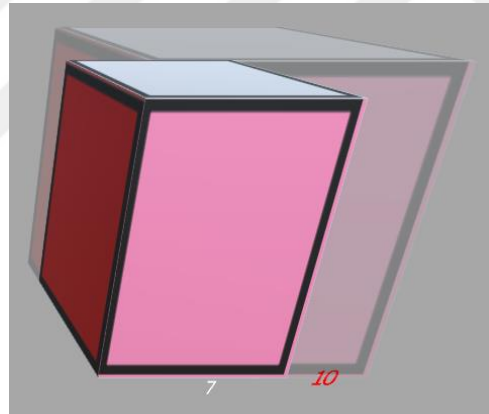
- İnşa edilmiş prizmalara bakış yönünü ve mesafesini değiştirmek için sahnedeki yön butonları ya da klavyedeki yön tuşları kullanılabilir. Böylece farklı mesafelerden ve yönlerden prizmalar incelenip istenilen ölçüleri karşılaştırılabilir (Şekil - 39 ve Şekil - 40). Bu şekilde hacmi tahmin edilecek

olan prizmanın ve hacmi tahmin etmek için inşa edilmiş olan şeffaf prizmanın ayrıt uzunlukları hem görsel olarak hem de sayısal değer olarak eş zamanlı biçimde gözlemlenebilmektedir.

Şekil - 39: Sahnede İç İç İnşa Edilmiş Prizmalar - Görünüm 1



Şekil - 40: Sahnede İç İç İnşa Edilmiş Prizmalar - Görünüm 2



- Prizmalar inşa edildikten sonra ayrıtları üzerinden somut biçimde manipüle edilmesi kısıtlanmıştır. Bu kısıt, kullanıcının tahmin sürecinde planladığı iş ve işlemlerin sekteye uğramasını önlemek amacıyla uygulanmaktadır. Ancak sahnede farklı prizmalarla çalışılmak istenildiğinde “Temizle” butonu kullanılarak sahneden prizmalar kaldırılıp SM’deki süreç en başa alınabilmektedir.

3.2.4.7. H4 Kodlu SM

İçerik: H4, öğretim programında yer alan “Standart hacim ölçme birimlerini tanımlar ve santimetre-küp-desimetre-küp-metre-küp birimleri arasında dönüşüm yapar.” kazanımına dönük geliştirilmiş bir SM’dir. Bu SM’de hacim ölçme birimleri ile ilgili hedeflenen kazanımın elde edilmesi iki basamaklı bir süreç olarak ele alınmıştır. İlk

basamakta hacim ölçme birimlerinin tanınması ve aralarındaki hiyerarşik ilişkinin keşfedilmesine dönük bir süreç, ikinci basamakta bu birimler arasında dönüşümlerin yapılabilmesi süreci ele alınmıştır.

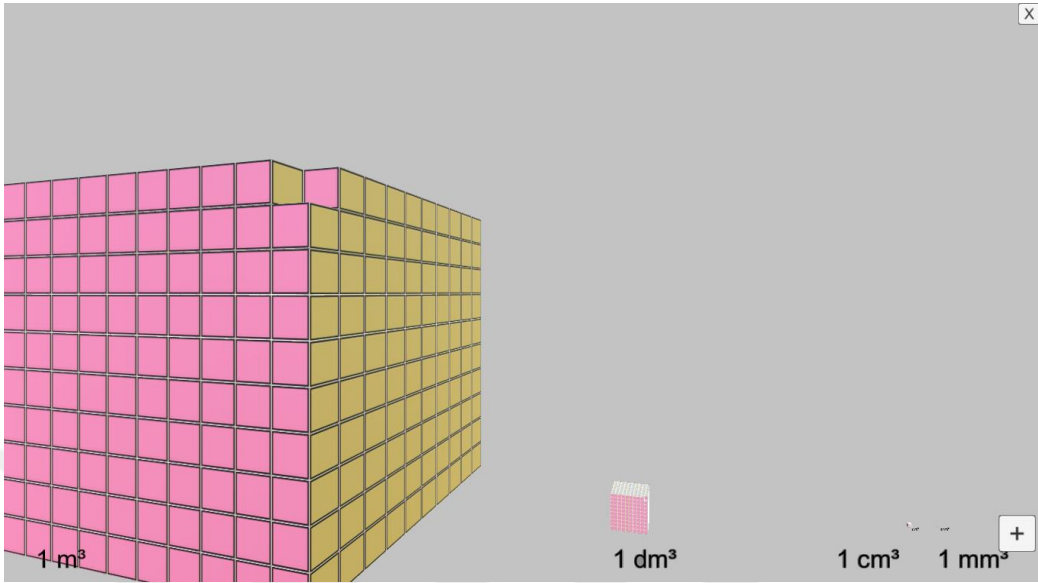
H4'te gerçekleştirilebilen manipülasyonlar tasarım bölümü içerisinde daha detaylı bir biçimde açıklanmıştır.

Tasarım:

- Bu SM'de yer alan dinamik matematik nesnelere ilişkin interaktif görsel temsillerine sayısal ve sembolik bilgiler eşlik etmektedir. Örneğin birimleri temsil eden nesnelere ve birimler arasındaki ilişki sahnede görsel olarak; birimlere ilişkin ölçüler görsel, sayısal ve sembolik olarak; birimler arasında dönüşümlerin yapıldığı alanda birimlerin dönüşümü sembolik ve sayısal olarak temsil edilmektedir. Dolayısıyla H4, bünyesinde yer alan nesnelere ait birden fazla temsili içerecek şekilde “Çoklu-Temsil SM Ortamı” olarak tasarlanmıştır. H4'te ayrıca birim dönüştürme sürecinde kullanıcı gerçekleştirdiği işlemlerin doğruluğu hakkında geri dönüt alabilmekte ve yanlış cevap vermesi durumunda yanlışı düzeltebilme imkânı bulabilmektedir. Bu özelliği sebebiyle H4'ün “Öğretici SM Ortamı” ile kesişen özelliklerinin olduğu da ifade edilebilir.

- Bu SM'de standart hacim ölçme birimlerinin yer aldığı sahnede soldan sağa doğru sırasıyla 1 m^3 , 1 dm^3 , 1 cm^3 ve 1 mm^3 hacimli dört tane küp bulunmaktadır (Şekil - 41).

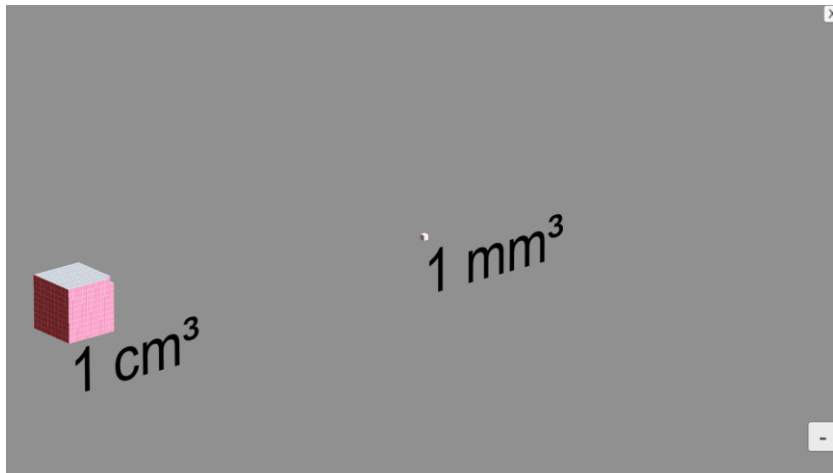
Şekil - 41: H4'te 1 m^3 , 1 dm^3 , 1 cm^3 ve 1 mm^3 Hacimli Küplerin Yer Aldığı Sahne



- Sahnedeki küpler, hacimleri arasındaki orana (1:1000) uygun biçimde büyüklüğe sahiptir. 1 mm^3 hariç her bir küpün sağ üst köşesinde bulunan bir birim küp yerinden alınıp bu küpün sağına yerleştirilmiştir. Böylece bir alt ve bir üst basamaklarda yer alan hacim birimleri arasındaki ilişki vurgulanmıştır.

- Sahnedeki küpler farklı açılardan incelenebilmesi için klavyedeki yön tuşları kullanılarak döndürülebilmektedir. Sahnedeki “+” butonu ile sahnede görüntü yakınlaştırılabilmektedir (Şekil - 42). Böylece küçük hacme sahip küpler daha rahat incelenebilmektedir. Yakınlaştırma işleminin ardından “-” butonu ile sahnede görüntü tekrar eski hâline getirilebilmektedir (Şekil - 41).

Şekil - 42: H4'te Sahneye Yakınlaşılması Durumunda Oluşan Görüntü



- H4'ün standart hacim birimlerinin birbirine dönüştürülmesine dönük basamağında sahnede, aralarında dönüşüm yapılacak birimlerin seçilebildiği iki liste ve bu listelerin altında koyu gri renkte bir hesap alanı bulunmaktadır (Şekil - 43).

Şekil - 43: Standart Hacim Ölçme Birimleri Dönüştürücüsüne Ait Ekran Görüntüsü

- Sahnenin üst bölümünde soldaki listeden dönüşümü yapılacak birim, sağdaki listeden dönüştürülmek istenen birim seçilebilmektedir. Listelerden seçilen birimlerin yer aldığı kutucuklar renklendirilerek vurgulanmaktadır.

- İşlem alanında beyaz zeminli iki hücre bulunmaktadır. Soldaki hücreye dönüşümü yapılacak olan birime ait bir sayısal değer yazılabilmektedir. Hücreye 9 basamağa kadar olan bir tam sayı ya da 8 basamağa kadar olan bir ondalık ifade yazılabilmektedir. Sağda yer alan beyaz zeminli hücrede ise dönüşüm işlemi sonucu elde edilen değer manipülatif tarafından otomatik olarak verilmektedir. İki hücrenin sağına da birim listelerinden seçilen birimlerin adları seçme işlemi ile eş zamanlı olarak otomatik biçimde yazılmaktadır.

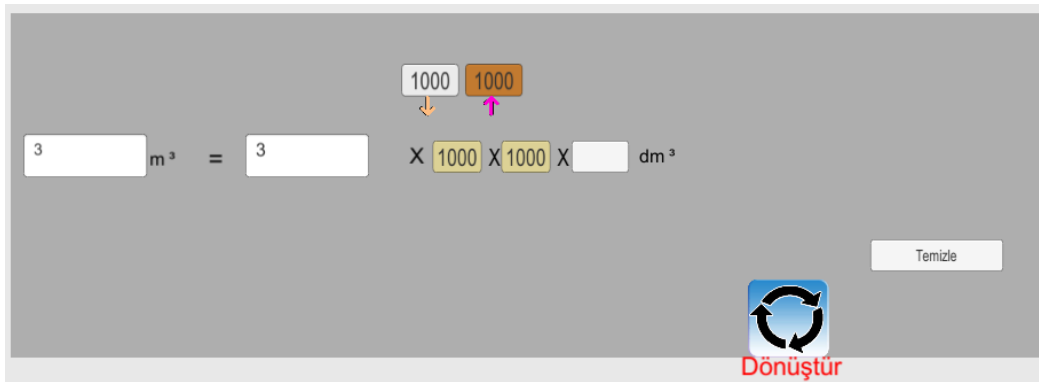
- İşlem alanının en alt bölümünde yer alan “BAŞLA” butonu, birimlerin seçilip sayısal değerin girilmesinin ardından dönüşüm işlemi sürecini başlatan bir işleve sahiptir.

- “1000” değerlerinin yazılı olduğu kutucuklar hücreye yazılmış sayısal değerle işleme giren butonlar olarak tasarlanmıştır. Bu değerler, hücrede yazılı olan sayının çarpanı ya da böleni olacak şekilde taşınabilmektedir.

- Tüm işlemlerin tamamlanmasının ardından sonucun görülebilmesi için “DÖNÜŞTÜR” butonu kullanılmaktadır. Dönüşüm için gerekli olan işlem adımlarının doğru bir şekilde yapılması durumunda dönüşüme ait değer sonuç hücresinde görülebilmektedir. Sonuçla birlikte “Doğru! Tebrikler!” sözlü ifadesi kullanıcıya geri dönüt olarak verilmektedir. Dönüşüm için gerekli olan işlem adımlarının doğru bir şekilde yapılmaması durumunda ise kullanıcıya sadece “Yanlış! Lütfen tekrar deneyiniz!” sözlü ifadesi geri dönüt olarak verilmektedir. Kullanıcının yanlış yaptığı işlemleri düzeltme imkânı bulunmaktadır.

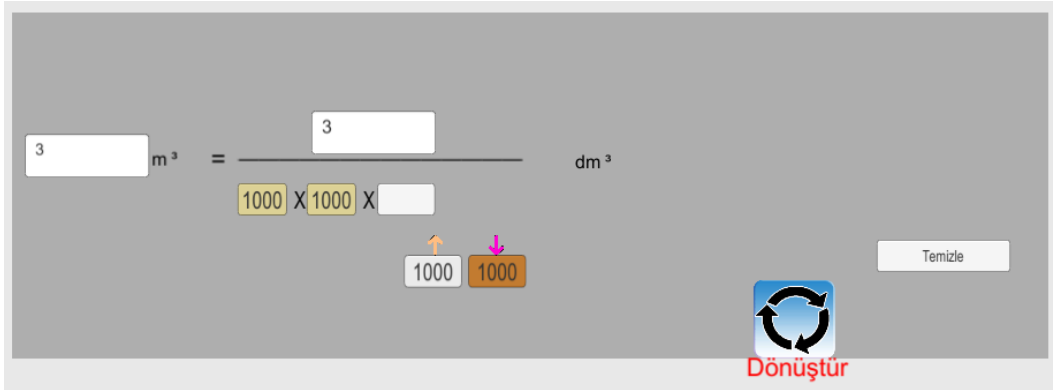
- Birim dönüştürücüde işlem sürecinin ilk aşamasında 1000’in, girilen sayısal değerle çarpanı mı yoksa böleni mi olacağına karar verilmesi gerekir. 1000, çarpan olarak yazıldığında bölen olarak yazılabilecek alan sahnedan kaybolmaktadır (Şekil - 44).

Şekil - 44: Birim Dönüştürücüde 1000’in Çarpan Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü



- Benzer biçimde 1000 bölen olarak yazıldığında çarpan olarak yazılabilecek alan sahnedan kaybolmaktadır (Şekil - 45).

Şekil - 45: Birim Dönüştürücüde 1000'in Bölen Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü



3.2.4.8. H5 Kodlu SM

İçerik: H5 öğretim programında yer alan “Sıvı ölçme birimlerini miktar olarak tanımlar ve birbirine dönüştürür.”, “Hacim ölçme birimleri ile sıvı ölçme birimlerini ilişkilendirir.” ve “Sıvı ölçme birimleriyle ilgili problemler çözer.” kazanımlarına dönük geliştirilmiş bir SM’dir.

Bu SM’de hedeflenen kazanımların elde edilmesi iki basamaklı bir süreç olarak ele alınmıştır. İlk basamakta sıvı ölçme birimlerinin tanınması ve aralarındaki ilişkinin (ve standart hacim birimleriyle ilişkisinin) keşfedilmesine dönük bir süreç, ikinci basamakta bu birimler arasında dönüşümlerin yapılabileceği bir süreç ele alınmıştır.

H5’te gerçekleştirilebilen manipülasyonlar tasarım bölümü içerisinde daha detaylı bir biçimde açıklanmıştır.

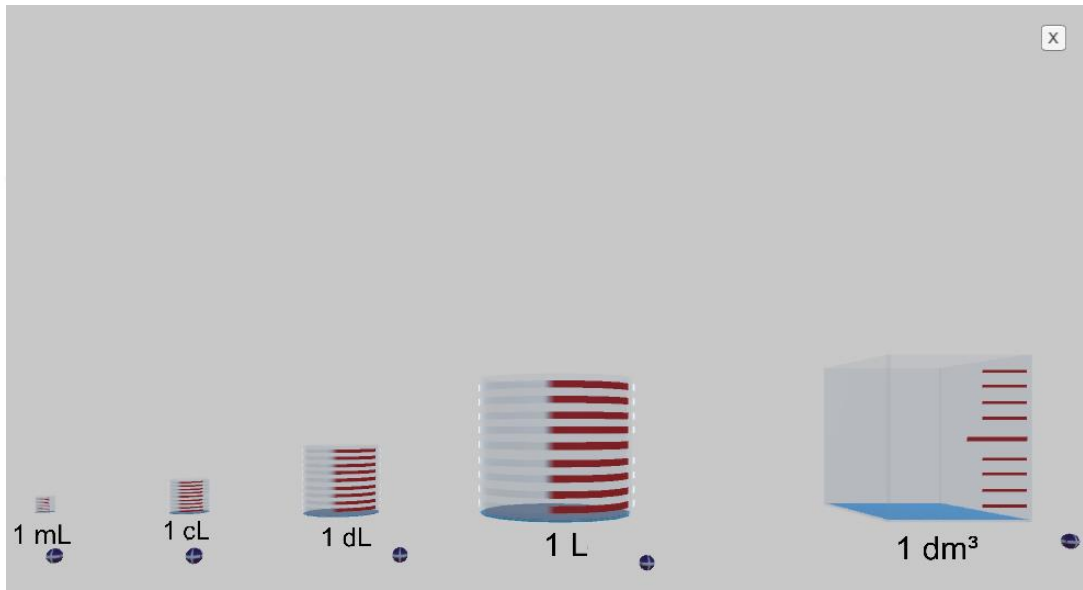
Tasarım:

- Bu SM’de yer alan dinamik matematik nesnelere ilişkin interaktif görsel temsillerine sayısal, sözel ve sembolik bilgiler eşlik etmektedir. Örneğin birimleri temsil eden nesnelere ve aralarındaki ilişki sahnedeki görsel, sayısal ve sembolik olarak; birimler arasında dönüşümlerin yapıldığı alanda birimlerin dönüşümü hem görsel hem de sembolik ve sayısal olarak temsil edilmektedir. Dolayısıyla H5, bünyesinde yer alan nesnelere ait birden fazla temsili içerecek şekilde “Çoklu-Temsil SM Ortamı” olarak tasarlanmıştır. H5’te ayrıca birim dönüştürme sürecinde kullanıcı gerçekleştirdiği işlemlerin doğruluğu hakkında geri dönüt alabilmekte ve yanlış cevap vermesi durumunda yanlışını düzeltebilme imkânı bulabilmektedir. Yine birimlerin ilişkisini kurma sürecinde yönlendirici bir takım sözel ifadelerle yer

verilmektedir. Bu bakımdan H5'in "Öğretici SM Ortamı" ile kesişen özelliklerinin olduğu da ifade edilebilir

- Bu SM'de sıvı ölçme birimlerinin yer aldığı sahnede soldan sağa doğru sırasıyla 1mL, 1 cL, 1 dL, 1 L ve 1 dm³ hacimli içi boş beş tane kap bulunmaktadır (Şekil - 46).

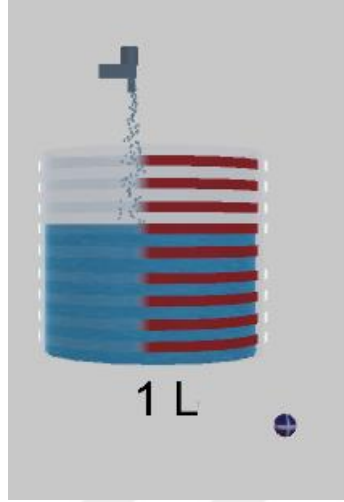
Şekil - 46: H5'e Ait Ekran Görüntüsü



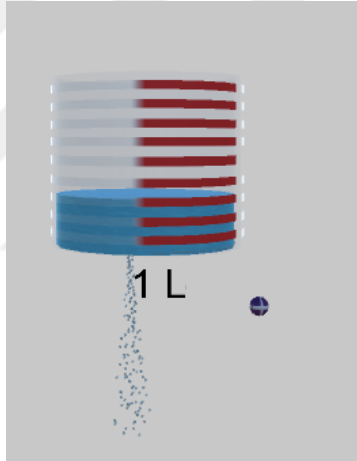
- Sahnede litre ve litrenin askatları ile belirtilen silindir biçimindeki kapların hacimlerinde soldan sağa doğru sırasıyla "1:10" oranı bulunmaktadır. 1 dm³ lük dikdörtgenler dik prizması biçimindeki kabın hacmi ise 1 L'lik kabın hacmine eşittir. Kaplar arasında bu oranlar doğrultusunda sıvı alışverişi gerçekleştirilebilmektedir.

- Her bir kabın altında "Doldur-Boşalt" butonu bulunmaktadır (Şekil - 46). Herhangi bir kabın altındaki doldur butonuna tıklandığında kabın üst kısmında beliren musluktan bir animasyonla kap tamamen doluncaya kadar sıvı boşalmaktadır (Şekil - 47). İçi sıvı dolu olan kabın altındaki boşalt butonu tıklandığında ise kaptaki su bir animasyonla tamamen boşalmaktadır (Şekil - 48).

Şekil - 47: Boş Bir Kaba Sıvı Doldurulması Durumuna İlişkin Görsel

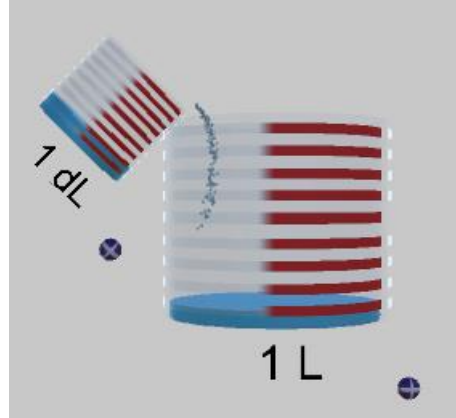


Şekil - 48: Dolu Bir Kaptan Sıvı Boşaltılması Durumuna İlişkin Görsel



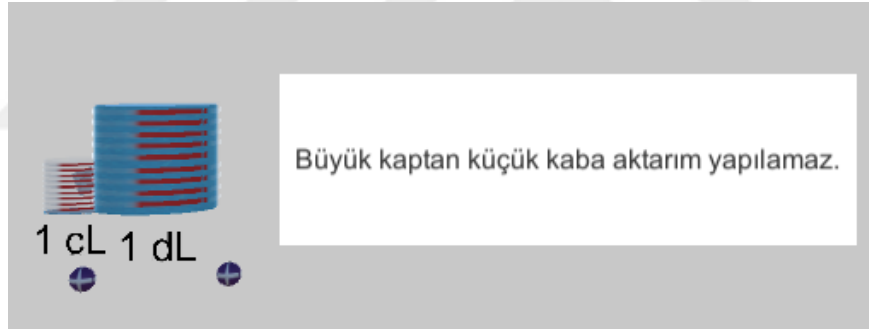
- SM'de kaplar arasında, büyük hacimli bir kaptan küçük hacimli bir kaba hariç olmak üzere, sıvı alışverişi yapılabilmektedir. Sıvı dolu kap fare yardımı ile boş olan kabın üzerine götürüldüğünde içerisindeki tüm sıvı boş olan kaba bir animasyonla aktarılmaktadır (Şekil - 49).

Şekil - 49: Kaplar Arasında Sıvı Alışverişi



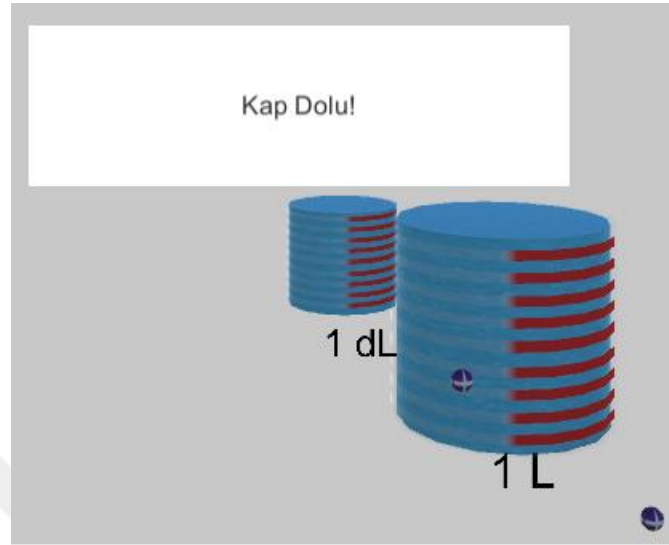
- Büyük hacimli kaptaki sıvı kendisinden daha küçük hacme sahip boş bir kaba boşaltılmak istenildiğinde işlemin gerçekleştirilemeyeceğine dair kullanıcı bir uyarı almaktadır (Şekil - 50).

Şekil - 50: Büyük Hacimli Dolu Bir Kaptan Küçük Hacimli Boş Bir Kaba Sıvı Aktarılmak İstenmesi Durumunda Alınan Uyarı



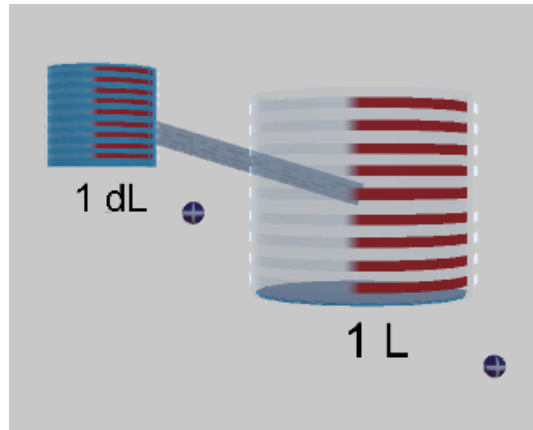
- Dolu bir kaptan başka dolu bir kaba sıvı aktarılmak istenildiğinde işlemin gerçekleştirilemeyeceğine dair kullanıcı bir uyarı almaktadır (Şekil - 51).

Şekil - 51: Dolu Bir Kaptan Başka Dolu Bir Kaba Sıvı Aktarılmak İstenmesi Durumunda Alınan Uyarı



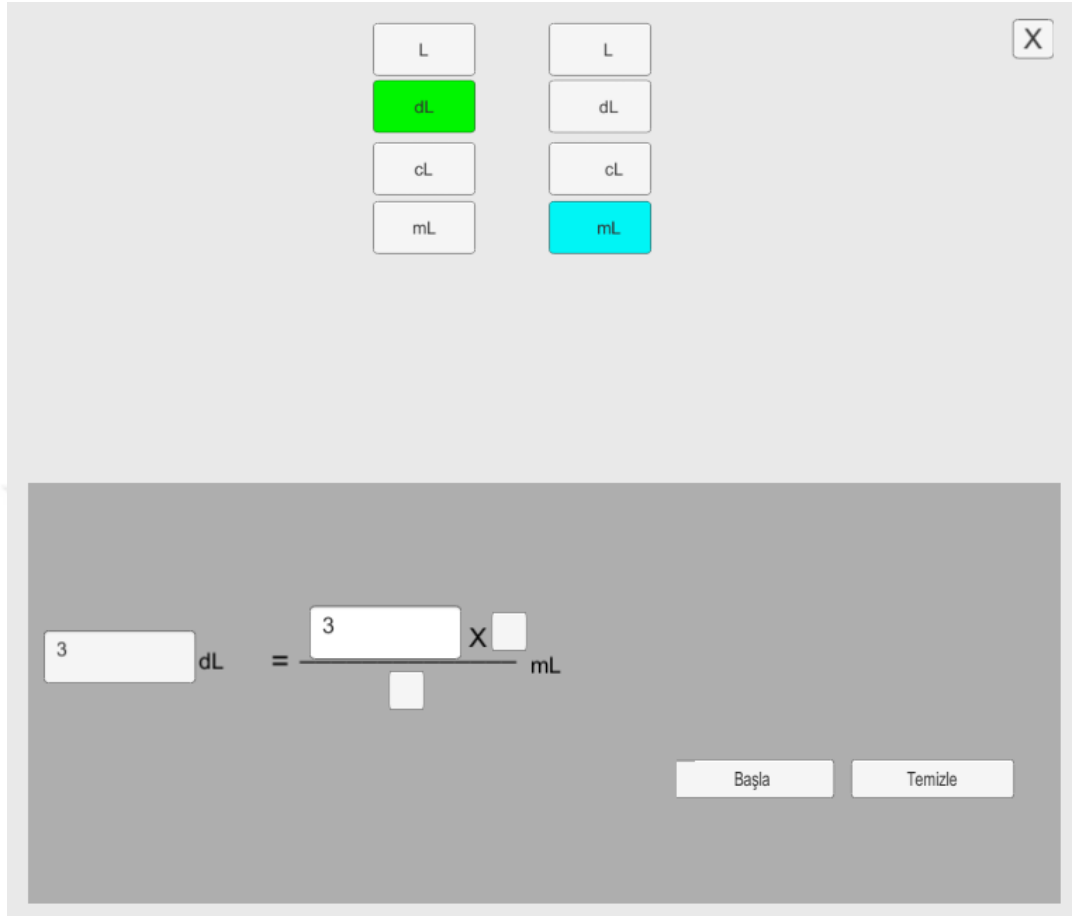
- Dolu bir kaptan boş bir kaba hangi noktadan sıvı aktarımının gerçekleştirilebileceğini kılavuzlamak adına kaplar arasında bağlantı kuran yardımcı çizgiler bulunmaktadır. Kaplar arasında sıvı alışverişinin gerçekleştirildiği âna ait ekran görüntüsü Şekil - 52’de verilmiştir.

Şekil - 52: Kaplar Arasında Sıvı Alışverişinin Gerçekleştirildiği Ana Ait Ekran Görüntüsü



- H5’in sıvı ölçme birimlerinin birbirine dönüştürülmesine dönük basamağında sahnede, aralarında dönüşüm yapılacak birimlerin seçilebildiği iki liste ve bu listelerin altında koyu gri renkte bir hesap alanı bulunmaktadır (Şekil - 53).

Şekil - 53: Sıvı Ölçme Birimleri Dönüştürücüsüne Ait Ekran Görüntüsü



- Sahnenin üst bölümünde soldaki listeden dönüşümü yapılacak birim, sağdaki listeden dönüştürülmek istenen birim seçilebilmektedir. Listelerden seçilen birimlerin yer aldığı kutucuklar renklendirilerek vurgulanmaktadır.

- İşlem alanında beyaz zeminli iki hücre bulunmaktadır. Soldaki hücreye dönüşümü yapılacak olan birime ait bir sayısal değer yazılabilmektedir. Hücreye 9 basamağa kadar olan bir tam sayı ya da 8 basamağa kadar olan bir ondalık ifade yazılabilmektedir. Sağda yer alan beyaz zeminli hücrede ise dönüşüm işlemi sonucu elde edilen değer manipülatif tarafından otomatik olarak verilmektedir. İki hücrenin sağına da birim listelerinden seçilen birimlerin adları seçme işlemi ile eş zamanlı olarak otomatik olarak yazılmaktadır.

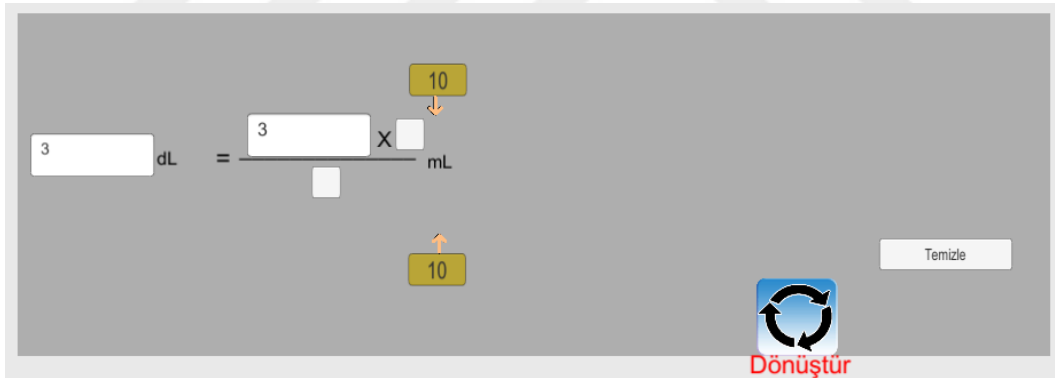
- İşlem alanının en alt bölümünde yer alan “BAŞLA” butonu birimlerin seçilip sayısal değer girilmesinin ardından dönüşüm işlemi sürecini başlatan bir işleve sahiptir.

- “10” değerlerinin yazılı olduğu kutucuklar hücreye yazılmış sayısal değerle işleme giren butonlar olarak tasarlanmıştır. Bu değerler, hücrede yazılı olan sayının çarpanı ya da böleni olacak şekilde taşınabilmektedir.

- Tüm işlemlerin tamamlanmasının ardından sonucun görülebilmesi için “DÖNÜŞTÜR” butonu kullanılmaktadır. Dönüşüm için gerekli olan işlem adımlarının doğru bir şekilde yapılması durumunda dönüşüme ait değer sonuç hücresinde görülebilmektedir. Sonuçla birlikte “Doğru! Tebrikler!” sözlü ifadesi kullanıcıya geri dönüt olarak verilmektedir. Dönüşüm için gerekli olan işlem adımlarının doğru bir şekilde yapılmaması durumunda ise kullanıcıya sadece “Yanlış! Lütfen tekrar deneyiniz!” sözlü ifadesi geri dönüt olarak verilmektedir.

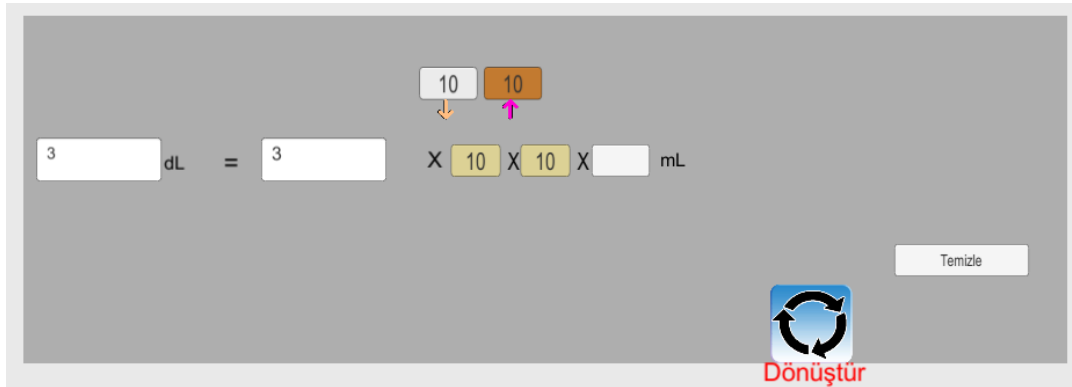
- Birim dönüştürücüde işlem sürecinin ilk aşamasında 10’un, hücreye girilen sayısal değerın çarpanı mı yoksa böleni mi olacağına karar verilmesi gerekir. Bu anda sahnede her iki olası durum için bir alan açılmış durumdadır (Şekil - 54).

Şekil - 54: Birim Dönüştürücüde 10’un, Sayısal Değerin Çarpanı ya da Böleni Olarak Yazılabileceği Duruma Ait Ekran Görüntüsü



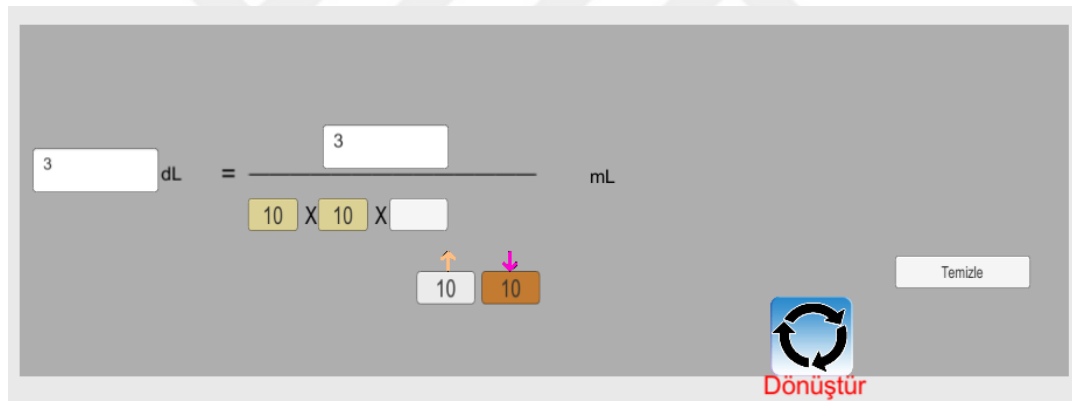
- 10, hücreye girilmiş sayısal değerın çarpanı olarak yazıldığında bölen olarak yazılabilecek alan sahneden kaybolmaktadır (Şekil - 55).

Şekil - 55: Birim Dönüştürücüde 10'un Çarpan Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü



- Benzer biçimde 10, hücreye girilmiş sayısal değerin böleni olarak yazıldığında çarpan olarak yazılabilecek alan sahnedan kaybolmaktadır (Şekil - 56).

Şekil - 56: Birim Dönüştürücüde 10'un Bölen Olarak Yazıldığı Duruma Ait Ekran Görüntüsü



3.2.5. MATMAP Alt Yapısının İnşası

MATMAP bünyesinde yer alan SM'ler bilginin kullanıcının kendi aktivitesi ile zihninde yapılandırması, olası kavram yanlışlarının önüne geçilmesi, kavramların farklı temsilleri arasında bağlantı kurulmasının kolaylaştırılması gibi anlamlı öğrenmeyi destekleyecek nitelikte temellere dayandırılmıştır. Bu doğrultuda MATMAP'ın pedagojik alt yapısının inşasında ağırlıklı olarak yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı olmak üzere Fishbein'in (1993) Şekilsel Kavram Teorisi, alan yazında SM'ler üzerine yapılmış çalışmalar (örn. Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016; Moyer ve Bolyard, 2002) ve Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı (MEB, 2013) temel alınmıştır.

Aşağıda MATMAP'ın tasarım sürecinde dikkat edilen hususlara ve bunlar için gerçekleştirilen çalışmalara değinilmiştir.

- Bir manipülatife ait temsil tek başına SM olma yeterliliğine sahip değildir. Manipülatif temsilinin SM olmasını sağlayan onun interaktif ve dinamik olma kapasitesidir. Dolayısıyla uygulamanın interaktifliğini destekleyen programlanabilir özellikleri SM'nin bir parçasıdır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). MATMAP'ta da kavramların çoklu temsillerine yer verilmiş ve bu temsiller, interaktif ve dinamik bir yapıda tasarlanmıştır. Örneğin kullanıcı, geometrik bir yapı üzerindeki manipülasyonu sonucunda yapının elemanlarına ait ölçülerindeki değişimleri eş zamanlı ve çoklu temsilleri üzerinden dinamik bir şekilde gözlemleyebilmektedir. Yine kullanıcı bir hesap aracında gerçekleştirdiği işlemlerin doğruluğu hakkında SM'den geri dönüt alabilmektedir. SM'nin bu etkileşimli yapısı sayesinde kullanıcı işlem adımı yaptığı herhangi bir yanlısının farkına vararak yanlısını düzeltme imkânı bulabilmektedir.

- Öğrenciler bir şeklin prototipine odaklanıp özel durumlarını içeren kavramlarla ilgili örneklerini belirlemede zorlanabilirler. Bu sebeple GM süreci sonunda genel yargılara ulaşmak için şekillerin kavramsal boyutunun dikkate alınması önemlidir (Fischbein, 1993). GM sürecinde yalnız şekil bilgisinin kullanılması, diğer bir ifade ile şekle ait kavram bilgisinin sürece dâhil edilmemesi ÜGM yapılabilmesine engel olabilmektedir (Baki, 2018; Fischbein, 1993; Güven ve Karpuz, 2016). ÜGM'nin gerçekleşmesi ise doğal bir süreç değildir. Bunun için öğrenme ortamları ÜGM'ye imkân verecek şekilde tasarlanmalıdır (Fischbein, 1993). Bu gerekçelerle geometrik şekiller üzerinde kullanıcıların ÜGM yapabilme yeterliliklerini güçlendirmek için MATMAP bünyesinde yer alan SM'ler, şekil bilgisi ile beraber kavram bilgisini de destekleyecek şekilde tasarlanmıştır. Örneğin paralelkenar üzerindeki manipülasyonlar şeklin yalnız prototip formları üzerinden değil prototip dışı formları üzerinden de gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca bir şeklin tanımlayıcı olan tüm özellikleri, şeklin görüntüsü ile beraber sahnede dinamik bir şekilde gözlemlenebilmektedir. Böylece geometrik şekil hakkında yapılan GM'nin kavram kontrolünde gerçekleştirilebilmesi desteklenmiştir.

- Schwarz ve Hershkowitz'e (1999) göre hiyerarşik olarak dörtgenlerin ilişkisi göz önünde bulundurulmaması zihinlerde prototip kavram şekillerinin oluşmasına ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin anlaşılmasına sebep olabilmektedir (Akt: Güven ve Karpuz, 2016). Bir kavramın prototip şekli üzerinden yapılan muhakeme ise o kavramın özelliklerini taşıyan ama görsel anlamda farklı gelen başka bir kavramın, onun bir örneği olarak kabul edilmesini zorlaştırmaktadır. Bu hususta MATMAP bünyesinde ilgili SM'de alınan tedbirlere bir örnek de hem dörtgenlerin sınıflandırılmasında hem de prizmaların sınıflandırılmasında bu geometrik yapıların hiyerarşik ilişkilerinin dikkate alınması şeklindedir. Böylece kullanıcı, örneğin kare dik prizmanın, dikdörtgenler prizmasının özel bir durumu olduğunu ya da küpün daha genel bir durumu olduğunu muhakeme edebilme imkânı bulabilmektedir. Yapıların görüntüleri ile beraber farklı temsillerine de SM'de yer verilerek kavramsal boyut ve kullanıcının hiyerarşik ilişkileri anlaması desteklenmiştir.

- SM içeren ortamda çoklu temsillerin yer alması, temsiller arasındaki ilişkiyi anlamada ve temsiller arası akıcı bir şekilde geçiş yapabilmede kolaylık sağlamaktadır (MEB, 2013). Temsiller arasındaki bu geçişlerle öğrencilerin ilişkisil düşünme becerileri gelişebilmektedir (Osana ve Duponsel, 2016). Bu doğrultuda MATMAP bünyesinde yer alan SM'ler çoklu temsilleri içeren ortamlar şeklinde tasarlanıp geliştirilmiştir. Geometrik yapılara ait sözel, görsel, sembolik ve sayısal temsillere yer verilmiştir.

- MATMAP'ta şekillerin, örneğin paralelkenarın, manipüle edilmesiyle kenar ve açı ölçülerindeki değişim hem şekillerin görsel temsilleri üzerinden, hem dinamik tablolarda kenar ve açı ölçülerinin sayısal temsillerinden, hem de bilgi alanında hiyerarşik ilişkiye ait görsel ve sözel temsillerinden eş zamanlı olarak gözlemlenebilmektedir.

- Başka bir örnek de dikdörtgenler prizmasının hacminin, prizmanın ayrıt uzunluk değerlerinin yuvarlanarak tahmin edilmesi sürecidir. Tahmin için kullanıcı tarafından belirlenen ayrıt uzunluklarına ait değerler bir tabloya işlenebilmektedir. Bu sayısal temsil ile beraber tablodaki ayrıt uzunluklarına sahip prizma sahnede asıl prizma üzerine şeffaf bir şekilde inşa edilebilmektedir. Böylece tahmin sürecinde

hem sayısal hem de görsel temsiller kullanılarak eş zamanlı olarak gözlemler yapılabilmesi mümkün olmaktadır.

- SM'ler öğrencilerin kavramsal ve anlamlı öğrenmelerini destekleyecek şekilde tasarlanmıştır. Örneğin arazi ölçme birimleri arasındaki ilişkinin ve dönüşümlerin anlaşılmasına dönük geliştirilen SM, birimler arasındaki ilişkinin kullanıcıya doğrudan bilgi olarak verilmesi yerine kendi aktivitesi ile keşfetmesini temel alacak şekilde tasarlanmıştır. Dönüşüm sürecinde kullanıcı, interaktif modeller üzerinden birimlerin görsel ve sayısal temsillerini manipüle ederek gözlemler yapabilmekte ve birimler arasındaki (oransal) ilişkiyi keşfedebilmektedir. Benzer pedagojik alt yapı, standart alan ve hacim ölçme birimleri ile sıvı ölçme birimlerinin tanınması ve aralarındaki ilişkinin keşfedilmesi süreçlerinde de kullanılmıştır.

- Yine kullanıcı birimlerin birbirine dönüştürülmesi sürecinde 10'un (ya da 100 veya 1000'in) kuvvetleri ile çarpma işlemi mi yoksa bölme işlemi mi yapılacağına ve bu işlemin kaç kez tekrar edilmesi gerektiğine kendisi karar vermek durumundadır. Yani birimler arasında dönüşüm yapmak için kullanılan SM'lerde süreç yalnız bir birime ait sayısal değer girilip istenen birim cinsinden sonucun elde edilmesi şeklinde ele alınmamıştır. Dönüşümlerde yapılacak işlemin tercihi (bölme ya da çarpma), bu işlemlerin kaç kez tekrar etmesi gerektiği gibi kararlar kullanıcı inisiyatifindedir. Süreç sonunda da kullanıcılar aldığı kararların doğruluğuna göre olumlu ya da olumsuz geri bildirimler alabilmektedir. Sonuç olarak bu SM'de, ölçme birimlerinin birbirine dönüştürülmesi sürecinde hem işlemsel hem de kavramsal boyut dikkate alınmıştır. Alan, arazi, sıvı ve hacim ölçme birimleri ile ilgili SM'lerin tasarım sürecinde de bu pedagojik yaklaşımlar dikkate alınmıştır.

- Başka bir örnekte alan ve hacim bağıntılarının ele alındığı SM'lerdir. Bu SM'ler, ilgili bağıntıların kavramsal düzeyde anlaşılması için kavram bilgisinin doğrudan kullanıcıya verilmesi yerine kullanıcının bir dizi etkinliği yerine getirmesiyle kendisi tarafından keşfedilmesi, böylece anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi şeklinde bir süreç olarak tasarlanmıştır. Yine bu SM'lerde kavramsal boyutun desteklenmesi için aynı sahnede simgesel, görsel ve sayısal temsillere yer

verilmiştir. Tüm bu tedbirler, kullanıcının bilgiyi kendi aktivitesi neticesinde zihninde yapılandırmasına imkân sağlaması için alınmıştır.

- Ortaokul matematik dersi öğretim programında iki boyutlu şekillerin manipülasyonlarının kareli ya da noktalı zeminde gerçekleştirilmesi gerektiği ifade edilmektedir (MEB, 2013; 2018). Bu sebeple iki boyutlu şekillerin manipüle edildiği sahne noktalı kâğıt biçiminde tasarlanmıştır.

- Bir şeklin kesme aracı yardımı ile parçalanması sonucu ortaya çıkan her bir parçasının alanının, bu sınıf düzeyindeki öğrenciler tarafından hesaplanabiliyor olması gerekmektedir. Bu sebeple kesme aracı yalnız bu sınıf düzeyinde alanı hesaplanabilir olan parçaların (geometrik şekillerin) ortaya çıkmasına müsaade edecek bir işlevde tasarlanmıştır.

- SM'lerde yer alan matematik nesnelere ait görsel temsillerin tamamı dinamik yapıda geliştirilmiştir.

- Nesnelere farklı yönlerden gözlemlenebilmesi için sahnede döndürülebilmektedir.

- Bazı nesnelere kullanıcı tarafından daha net gözlemlenebilmesi için nesnelere sahneye yaklaştırılıp sahneden uzaklaştırılabilmektedir.

- SM'ler üzerinde gerçekleştirilebilen manipülasyon için bir sınır bulunmamaktadır. Böylece her birey istediği kadar tekrar etme imkânı bularak kendi öğrenme hızında ilerleyebilmektedir.

- Magruder (2012) yaptığı çalışmada, öğrencilerin SM'leri kullanmaya başlamak için yazılıma günlük olarak giriş-çıkış yapmalarının zaman aldığını ifade ettiklerini belirtmiştir. Bu sebeple de öğrenciler SM'leri etkili ve yeterli bir şekilde kullanamadıklarını ve konuyu iyi öğrenemediklerini belirtmişlerdir. Bu çalışmada MATMAP bünyesinde yer alan SM'ler bir portal altında kullanıcılara sunulmuştur. Herhangi bir SM'ye erişmek ve onunla çalışmaya başlamak için kullanıcıyı sade bir ara yüz ve işlem ağı karşılamaktadır. Bu sayede dikkat dağınıklığına sebep olabilecek görsel ve teknik unsurlardan kaçınılmaya çalışılmış ve kullanıcının istediği SM'ye kolayca erişmesi sağlanmıştır.

- Kullanıcının istediği herhangi bir SM ile çalışmaya rahat bir şekilde başlayabilmesi için tasarlanan butonlar, SM'nin içeriğini yansıtacak şekilde hem

görsel öğeler hem de sözel açıklamalar içermektedir. Böylece kullanıcı herhangi bir SM'yi kullanmaya başlamadan önce onun hakkında ön fikre sahip olabilmektedir. Bu özellik de yine MATMAP'ın kullanım kolaylığına katkı sunmaktadır.

- Öğrencilere SM'lerin nasıl kullanılacağına dair çok fazla yönerge verildiğinde, nesnelerin kullanımının matematiksel anlayışa uyumlu olmayacak düzeyde mekanik hâle gelme potansiyeli vardır (Osana ve Duponsel, 2016). MATMAP bünyesindeki SM'ler üzerinde gerçekleştirilebilecek manipülasyonların tamamı az sayıdaki klavye ve fare tuşlarına atanan fonksiyonlar sayesinde kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Böylece MATMAP'ın kullanım kolaylığı sağlanmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin SM'ler üzerinde gerçekleştirdikleri manipülasyonların matematiksel anlamından uzaklaşmalarını ve kavramlara odaklanmalarını sağlamak için her SM'nin içeriğine uygun biçimde çalışma yaprakları da hazırlanmıştır.

BÖLÜM IV

4. BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde, araştırmanın birinci problemi için oluşturulmuş alt problemler çerçevesinde toplanan nicel verilerin çözümlenmesi sonucu elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin yorumlar ile araştırmanın ikinci problemi çerçevesinde toplanan nitel verilerin çözümlenmesi sonucu elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin yorumlar yer almaktadır.

4.1. Birinci Araştırma Problemine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın birinci problemi “Ortaokul 6. sınıf matematik dersi geometri ve ölçme öğrenme alanında geliştirilen bir sanal manipülatif takımının (MATMAP) öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisi var mıdır?” şeklindedir. Bölümde, araştırmanın bu problemine dönük oluşturulan alt problemlere ilişkin bulgular ve bu bulgulara ait yorumlar yer almaktadır.

4.1.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Birinci alt problem “Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersi başarı ön-test puan ortalamaları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bağımsız iki grubun aynı değişkene ait ortalama puanlarının karşılaştırılmasında, ölçümlerin her grupta normal bir dağılım göstermesi (Kolmogorow-Smirnov test sonucu, $p>.05$) ve dağılımlara ait varyansların eşit olması (Levene test sonucu, $F=2.814$; $p>.05$) nedenleriyle (Büyüköztürk, 2010) bağımsız örneklem t-testine başvurulmuştur. Tablo - 4’te deney ve kontrol grubunun matematik dersi başarı ön-test puan ortalamalarının karşılaştırılmasına ilişkin t-testi sonucuna yer verilmiştir.

Tablo - 4: Deney ve Kontrol Grubunun Matematik Dersi Başarı Ön-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu

Grup	N	X	S	sd	t	p
Deney	25	8.64	2.39	50	2.116	.039
Kontrol	27	10.63	4.09			

Tablo değerlerine bakıldığında, deney grubundaki öğrencilerin matematik dersi başarı ön-test puanı ortalaması 8,64 iken kontrol grubundaki öğrencilerin matematik

dersi başarı ön-test puan ortalaması 10,63 şeklindedir. t-testi sonucuna göre deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin matematik dersi başarı ön-test puanı ortalamaları arasında belirlenen farkın istatistiksel manada anlamlı olduğu bulunmuştur, $[t(50)=2,116; p<,05]$. Bu sonuçlardan, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde matematik dersi başarı puanları açısından birbirine denk olmadığı söylenebilir.

4.1.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

İkinci alt problem “Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersi başarı son-test puan ortalamaları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bağımsız iki grubun aynı değişkene ait ortalama puanlarının karşılaştırılmasında, ölçümlerin her grupta normal bir dağılım göstermesi (Kolmogorow-Smirnov test sonucu, $p>,05$) ve dağılımlara ait varyansların eşit olması (Levene test sonucu, $F=3,956; p>,05$) nedenleriyle (Büyüköztürk, 2010) bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Tablo - 5’te deney ve kontrol grubunun matematik dersi başarı son-test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin t-testi sonucuna yer verilmiştir.

Tablo - 5: Deney ve Kontrol Grubunun Matematik Dersi Başarı Son-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu

Grup	N	X	S	sd	t	p
Deney	25	19.48	4.98	50	.413	.682
Kontrol	27	18.77	7.02			

Tablo – 5’teki değerlere bakıldığında, deney grubundaki öğrencilerin matematik dersi başarı son-test puanı ortalaması 19,48 iken kontrol grubundaki öğrencilerin matematik dersi başarı son-test puanı ortalaması 18,77 şeklindedir. t-testi sonucuna göre, matematik dersi başarı son-test puanı ortalamasında deney grubundaki öğrencilerin lehine bir fark oluşmasına karşın ortalama puanlar arasındaki bu farkın istatistiksel manada anlamlı olmadığı belirlenmiştir, $[t(50)=0,413; p>,05]$. Bu sonuçlardan, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasındaki matematik başarı puanları açısından birbirinden farklı olmadığı söylenebilir.

4.1.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Üçüncü alt problem “Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersi başarı son-test puan ortalamaları ile matematik dersi başarı ön-test puan ortalamaları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?” şeklindedir. Her bir grup için ön-test ile son-test puan ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel manada farklı olup olmadığının test edilmesinde, ölçümlerin aralık ölçeğinde olması ve ilişkili iki ölçüm verilerine ait fark puanlarının normal dağılım göstermesi (Kolmogorow-Smirnov test sonucu, $p>,05$) nedenleriyle bağımlı örneklem t-testi kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2010). Tablo - 6’da deney ve Tablo - 7’de kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersi başarı ön-test ile son-test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin t-testlerinin sonucuna yer verilmiştir.

Tablo - 6: Deney Grubu Öğrencilerinin Matematik Dersi Başarı Ön-Test ile Son-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu

Ölçüm	N	X	S	sd	t	p
Ön-test	25	8.64	2.39	24	12.639	.000
Son-test	25	19.48	4.98			

Tablo - 6 değerlerine bakıldığında, deney grubundaki öğrencilerin matematik dersi başarı ön-test puanı ortalaması 8,64, son-test puanı ortalaması 19,48 ve testler arasındaki puan farkı 10,84 olarak bulunmuştur. t-testi sonucuna göre deney grubundaki öğrencilerin matematik dersi başarı ön-test ile son-test puan ortalamaları arasında oluşan farkının istatistiksel manada anlamlı olduğu bulunmuştur, $[t(24)=12,639; p<,05]$. Bu sonuçlardan, öğrenme sürecinde MATMAP’ı kullanan deney grubundaki öğrencilerin başarılarında istatistiksel manada anlamlı bir artışın gerçekleştiği söylenebilir.

Tablo - 7: Kontrol Grubu Öğrencilerinin Matematik Dersi Başarı Ön-Test ile Son-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu

Ölçüm	N	X	S	sd	t	p
Ön-test	27	10.63	4.09	26	7.929	.000
Son-test	27	18.77	7.02			

Tablo - 7 değerlerine bakıldığında, kontrol grubundaki öğrencilerin matematik dersi başarı ön-test puan ortalaması 10,63, son-test puanı ortalaması 18,77 ve testler

arasındaki puan farkı 8,14 olarak bulunmuştur. t-testi sonucuna göre kontrol grubundaki öğrencilerin matematik dersi başarı ön-testi ile son-testi puan ortalamaları arasında oluşan farkının istatistiksel manada anlamlı olduğu bulunmuştur, $[t(26)=7,929; p<,05]$. Bu sonuçlardan, kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama süresince başarılarında istatistiksel manada anlamlı bir artışın gerçekleştiği söylenebilir.

4.1.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Dördüncü alt problem “Matematik dersi başarı ön-test puanları kontrol altına alındığında, MATMAP kullanan deney grubu öğrencilerin matematik dersi başarı son-test puanları ile geleneksel ortamda öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersi başarı son-test puanları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?” şeklindedir.

Araştırmanın birinci alt problemine ait bulgular kısmında, ön-test puanlarının kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buradan uygulama öncesinde, iki grubun başarı yönünden birbirine denk olmadığı tespit edilmiştir. Buna karşın, her ne kadar istatistiksel manada anlamlı olmasa da, matematik dersi başarı son-test puanlarına göre deney grubunun daha yüksek bir ortalamaya sahip olduğu üçüncü alt probleme ait bulgular kısmında belirlenmiştir. Bu bulgulardan, öğrencilerin son-test puanlarının karşılaştırılmasında ön-test puanlarının etkisinin de dikkate alınmasının gerektiği söylenebilir. Grupların aynı bağımlı değişkene ait ölçümlerinin karşılaştırılmasında, bağımlı değişkenle ilişkili olduğu belirlenen farklı değişkenler, bağımlı değişken üzerindeki etkisi istatistiksel olarak kontrol edilerek analize dâhil edilebilmektedir. Bu noktada tek faktörlü kovaryans analizi (ANCOVA) yapılan deneysel çalışmalarda, grupların son-test ölçümlerinin karşılaştırılırken ön-test ölçümlerinde belirlenen farkların yanlılık etkisini ortadan kaldırabilen bir analizdir. ANCOVA, bağımlı değişken üzerinde etkisi bulunan başka bir değişkenin, doğrusal bir regresyon yöntemiyle etkisinin ortadan kaldırılması ile deneydeki işlemin gerçek etkisinin ortaya çıkmasını sağlar (Büyüköztürk, 2010). Sonuç olarak kovaryans analizinde deneysel bir işlemin başlangıcında var olan gruplar arası farklar ortadan kaldırılarak deneye ilişkin yanlılıklar azaltılabilmektedir (Büyüköztürk, 1998). Bu noktadan hareketle iki grubun son-test puanları arasındaki farkın karşılaştırılmasında, ön-test puanlarının

etkisinin istatistiksel olarak kontrol altına alınarak deneysel işlemin gerçek etkisini belirlemek için tek faktörlü kovaryans analizine başvurulmuştur.

Analiz öncesinde mevcut verilerin ANCOVA varsayımlarını karşılama durumu incelenmiştir.

İlk olarak puanların normal dağılımına ve varyansların dağılımının homojenliğine bakılmıştır. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin matematik dersi başarı son-test puanlarına ait Kolmogorow-Smirnov testi sonuçlarına göre her bir grup için puanların normal dağıldığı ($p>,05$) ve Levene testi sonuçlarına göre puanların varyanslarının homojen olduğu ($F=3,956$, $p>,05$) yapılan analizlerden anlaşılmıştır.

İkinci olarak ön-test puanları ile son-test puanları arasında doğrusal bir ilişkinin varlığı incelenmiştir. Söz konusu ilişkiye ait Pearson korelasyon katsayısı hem her bir grup için hem de tüm grubun oluşturduğu puanlar için iki farklı şekilde hesaplanmıştır. Yapılan analizlerin sonucunda ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ($p<,05$) deney grubunda $r = 0,511$ düzeyinde, kontrol grubunda $r = 0,653$ düzeyinde ve genel olarak $r = 0,568$ düzeyinde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yapılan analizler neticesinde ön-test ile son-test puanları arasında orta düzeyde anlamlı bir ilişkinin olduğu anlaşılmıştır.

Üçüncü olarak regresyon doğrularının eğimlerinin eşitliği incelenmiştir. Bunun için son-test puanları üzerinde “grup x ön-test” ortak etkisinin anlamlılığı incelenmiştir. Grupların ön-test puanlarına dayalı son-test puanlarının yordanmasına ilişkin regresyon doğrularının eğimlerinin eşitliği testi için ANOVA uygulanmıştır. Elde edilen bulgulardan son-test puanları üzerinde “grup x ön-test” ortak etkisinin anlamsız olduğu görülmüştür, [$F_{(1,48)}=0,014$; $p>,05$]. Buradan deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ön-test puanlarına dayalı olarak son-test puanlarının yordanmasıyla alakalı hesaplanan regresyon doğrularının, eğimlerinin eşit olduğu anlaşılmıştır.

Dördüncü olarak ANCOVA'nın “Ortalama puanları karşılaştırılacak örneklem ilişkisizdir.” varsayımı da (Büyüköztürk, 2010) bu çalışmanın ilişkisiz iki örneklem şeklinde deney ve kontrol grubu olarak yürütülmesinden dolayı karşılanmaktadır.

Dördüncü alt problem için bu kısma kadar gerçekleştirilen istatistiksel analizler neticesinde ANCOVA'nın varsayımlarının tamamının karşılandığı anlaşılmıştır. Bu durumda grupların son-test puanlarının karşılaştırılmasında ANCOVA'nın uygulanmasına karar verilmiştir.

Tablo - 8'de deney ve kontrol grubunun matematik dersi başarı ön-test puanlarına göre düzeltilmiş matematik dersi başarı son-test puanlarına ilişkin betimsel istatistiklere yer verilmiştir.

Tablo - 8: Deney ve Kontrol Grubunun Matematik Dersi Başarı Son-Test Puanlarına Ait Betimsel İstatistikler

Grup	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Deney	25	19.48	20.62
Kontrol	27	18.77	17.72

Tablo - 8'e göre matematik dersi başarı son-test ortalama puanı deney grubu için 19,48 ve kontrol grubu için 18,77 olarak; matematik dersi başarı son-test düzeltilmiş ortalama puanı deney grubu için 20,62 ve kontrol grubu için 17,72 olarak hesaplanmıştır. Tablodan, hem ortalama hem de düzeltilmiş ortalama puan olarak deney grubunun matematik dersi başarı testinden daha yüksek bir skor elde ettiği görülebilmektedir.

Grupların düzeltilmiş matematik dersi başarı son-test ortalama puanları arasında belirlenen bu farkın anlamlılığını test etmek için yapılan ANCOVA sonuçları Tablo - 9'da verilmiştir.

Tablo - 9: Deney ve Kontrol Grubunun Matematik Dersi Başarı Ön-Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Matematik Dersi Başarı Son-Test Puanlarına Ait ANCOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Ön-test (Reg.)	702.63	1	702.63	29.26	.000
Grup	100.435	1	100.435	4.18	.046
Hata	1176.277	49	24.006		
Toplam	1885.308	51			

ANCOVA sonuçlarına göre, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin matematik dersi başarı ön-test puanlarına göre düzeltilmiş matematik dersi başarı son-test puanları arasında deney grubu lehine oluşan farkın istatistiksel manada anlamlı olduğu belirlenmiştir, [$F_{(1,49)}=4,18$; $p<,05$]. Diğer bir ifadeyle öğrencilerin matematik dersi başarı son-test puanları arasındaki istatistiksel manadaki anlamlı farkın kaynağı geçirdikleri öğrenim sürecidir denilebilir.

Elde edilen bulgulardan matematik dersi başarı son-test puanları arasında yapılan Benferroni test sonuçlarına göre, deney grubundaki öğrencilerin matematik dersi başarı son-test ortalama puanı ($X = 20,62$), kontrol grubu matematik dersi başarı son-test ortalama puanından ($X = 17,72$) daha yüksektir. Deney grubuna ait matematik dersi başarı son-test puan ortalamasının kontrol grubuna ait matematik dersi başarı son-test puan ortalamasından daha yüksek olması, MATMAP'ın öğrenim sürecinde kullanılmasının öğrencilerin matematik dersindeki başarılarına daha fazla olumlu katkı sağladığı söylenebilir.

4.1.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Beşinci alt problem “Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin geometriye yönelik tutum ön-test puan ortalamaları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bağımsız iki grubun aynı değişkene ait ortalama puanlarının karşılaştırılmasında, ölçümlerin her grupta normal bir dağılım göstermesi (Kolmogorow-Smirnov test sonucu, $p>,05$) ve dağılımlara ait varyansların eşit olması (Levene test sonucu, $F=2,714$; $p>,05$) nedenleriyle (Büyüköztürk, 2010) bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Tablo - 10’da deney ve kontrol grubunun geometriye yönelik tutum ön-test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin t-testi sonucuna yer verilmiştir.

Tablo - 10: Deney ve Kontrol Grubunun Geometriye Yönelik Tutum Ön-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu

Grup	N	X	S	sd	t	p
Deney	25	56.08	15.08	50	1.730	.520
Kontrol	27	62.44	11.32			

Tablo – 10 değerlerine bakıldığında, deney grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum ön-test puan ortalaması 56,08 iken kontrol grubundaki öğrencilerin

geometriye yönelik tutum ön-test puan ortalaması 62,44 şeklindedir. Yapılan t-testi sonucuna göre deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum ön-test puan ortalamaları arasında gözlemlenen farkın (6,36) istatistiksel manada anlamlı olmadığı görülmüştür, $[t(50)=1,730; p>,05]$. Bu sonuçlardan, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesindeki geometriye yönelik tutum puanları açısından birbirine denk olduğu söylenebilir. Diğer bir ifadeyle grupların, uygulama öncesinde geometriye yönelik tutumları açısından aralarında bir fark bulunmamaktadır.

4.1.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Altıncı alt problem “Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin geometriye yönelik tutum son-test puan ortalamaları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bağımsız iki grubun aynı değişkene ait ortalama puanlarının karşılaştırılmasında, ölçümlerin her grupta normal bir dağılım göstermesi (Kolmogorow-Smirnov test sonucu, $p>,05$) ve dağılımlara ait varyansların eşit olması (Levene test sonucu, $F=0,31; p>,05$) nedenleriyle (Büyüköztürk, 2010) bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Tablo - 11’de deney ve kontrol grubunun geometriye yönelik tutum son-test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin t-testi sonucuna yer verilmiştir.

Tablo - 11: Deney ve Kontrol Grubunun Geometriye Yönelik Tutum Son-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu

Grup	N	X	S	sd	t	p
Deney	25	64.08	11.16	50	.825	.413
Kontrol	27	66.63	11.11			

Tablo – 11 değerlerine bakıldığında, deney grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum son-test puan ortalaması 64,08 iken kontrol grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum son-test puan ortalaması 66,63 şeklindedir. Yapılan t-testi sonucuna göre deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum son-test puan ortalamaları arasında gözlemlenen farkın (2,55) istatistiksel manada anlamlı olmadığı bulunmuştur, $[t(50)=0,825; p>,05]$. Bu sonuçlardan, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasındaki geometriye yönelik tutum puanları açısından birbirine denk olduğu söylenebilir. Yani deney ve kontrol grubu

öğrencilerinin geometriye yönelik tutumları arasında uygulama sonrasında birbirinden farklılaşma olmadığı yorumu yapılabilir.

4.1.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Yedinci alt problem “Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin geometriye yönelik tutum son-test puan ortalamaları ile geometriye yönelik tutum ön-test puan ortalamaları arasında istatistiksel manada bir fark var mıdır?” şeklindedir. Her bir grup için ön-test ile son-test puan ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel manada farklı olup olmadığını test edilmiştir. Ön ve son testlere ait ölçümlerin aralık ölçeğinde olması ve ilişkili iki ölçüm verilerine ait fark puanlarının normal dağılım göstermesi (Kolmogorow-Smirnov test sonucu, $p>,05$) nedenleriyle yapılan karşılaştırmalarda bağımlı örneklem t-testi kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2010). Tablo - 12’de deney ve Tablo - 13’te kontrol grubunun geometriye yönelik tutum ön-test ile son-test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin t-testi sonucuna yer verilmiştir.

Tablo - 12: Deney Grubu Öğrencilerinin Geometriye Yönelik Tutum Ön-Test ile Son-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu

Ölçüm	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Ön-test	25	56.08	15.08	24	2.075	.049
Son-test	25	64.08	11.16			

Tablo - 12 değerlerine bakıldığında, deney grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum ön-test puanı ortalaması 56,08, geometriye yönelik tutum son-test puanı ortalaması 64,08 ve iki ölçüm arasındaki artış 8 puan olarak gerçekleşmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum ön-test ile son-test puan ortalamaları arasında oluşan bu fark ise istatistiksel manada anlamlı bulunmuştur, $[t(24)= 2,075; p<,05]$. Bu sonuçlardan, öğrenme sürecinde MATMAP’ı kullanan deney grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik olan tutumlarında bir artışın gerçekleşmiş olduğu söylenebilir.

Tablo - 13: Kontrol Grubu Öğrencilerinin Geometriye Yönelik Tutum Ön-Test ile Son-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonucu

Ölçüm	N	X	S	sd	t	p
Ön-test	27	62.44	11.32	26	1.474	.153
Son-test	27	66.63	11.11			

Tablo - 13 değerlerine bakıldığında, kontrol grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum ön-test puanı ortalaması 62,44, geometriye yönelik tutum son-test puanı ortalaması 66,63 ve tutum puanlarındaki artış ortalama olarak 4,18 bulunmuştur. Kontrol grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum ön-test ile son-test puan ortalamaları arasında oluşan farkın ise istatistiksel manada anlamlı olmadığı belirlenmiştir, $[t(26)=1,474; p>,05]$. Bu sonuçlardan, kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama süresince geometriye yönelik tutumlarında istatistiksel manada anlamlı bir değişimin olmadığı söylenebilir.

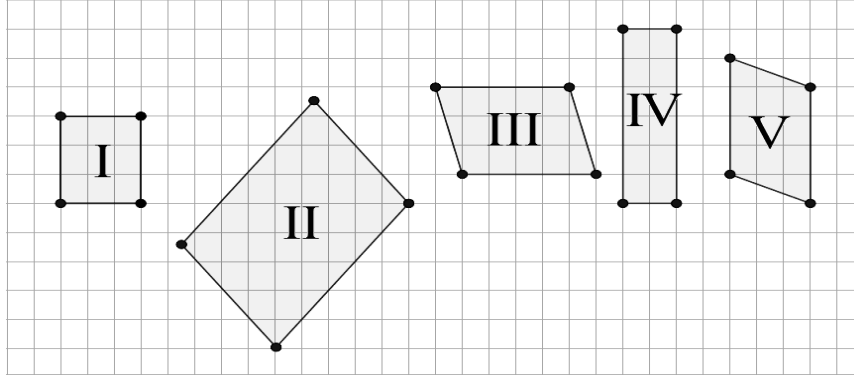
Deney ve kontrol grubuna ait geometriye yönelik tutum ölçeğinden elde edilen verilere ilişkin gerçekleştirilen t-testi sonuçlarına ait bulgular birlikte değerlendirildiğinde, geometriye yönelik tutumlarında istatistiksel manada anlamlı biçimdeki artışın yalnız deney grubunda gerçekleştiği belirlenmiştir. Buradan öğrenme sürecinde MATMAP'ın kullanılmasının öğrencilerin geometriye yönelik tutumlarına olumlu yönde etki ettiği ifade edilebilir.

4.2. İkinci Araştırma Problemine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde, “Deney grubu öğrencilerinin paralelkenar, dikdörtgen ve kare kavramları hakkında geometrik muhakeme süreçleri nasıldır?” araştırma problemine dönük elde edilen bulgulara ve bu bulgulara ait yorumlara yer verilmiştir.

Görüşme formunda dörtgenlerle ilgili sorulan soruya ait görsel Şekil - 57’de verilmiştir.

Şekil - 57: Paralelkenar, Dikdörtgen ve Kare ile İlgili Görüşme Formunda Kullanılan Görsel



Öğrencilerin şekil ve kavram bilgileri ile bu iki bilginin etkileşiminde gerçekleştirdikleri GM süreçlerini incelemek için öğrencilere aşağıdaki sorular yöneltilmiştir:

Soru 1: Yukarıda verilen dörtgenlerden hangisi (ya da hangileri) paralelkenardır?

Öğrencilere yöneltilen soruda III ve V numaralı şekiller prototip paralelkenar olarak verilmiştir. I, II ve IV numaralı şekiller ise prototip dışı paralelkenar olarak verilmiştir.

Öğrencilerin verdiği cevaplar incelendiğinde hepsinin III ve V numaralı dörtgenleri paralelkenar olarak belirleyebildiği tespit edilmiştir. Ü1 hariç diğer öğrenciler II numaralı dörtgenin de paralelkenar olduğunu belirtmiştir. I ve IV numaralı dörtgenlerin paralelkenar olduğunu ise yalnız Ü2 ve O1 belirtmiştir. Buradan, Ü2 ve O1 hariç diğer öğrencilerin yalnız prototip paralelkenarları belirleyebildikleri ancak paralelkenarın özel biçimleri olan dikdörtgen ve kareyi paralelkenar olarak belirleyemedikleri anlaşılmaktadır. Özetle, öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar şöyledir: Ü1: III, V; Ü2: I, II, III, IV, V; O1: I, II, III, IV, V; A1: II, III, V; A2: II, III, V.

Soru 2: Verilen dörtgenleri hangi özelliklerine göre sınıflandırdığınızı (paralelkenar olarak isimlendirdiğinizi) açıklayınız.

Her bir öğrenci ile gerçekleştirilen görüşmeler neticesinde elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur.

Ü1:

Ü1, derslerde MATMAP kullanırken paralelkenarlar üzerinde gerçekleştirdiği manipülasyonları düşünerek soruya cevap vermiştir.

Ü1: Aslında hepsini paralelkenar yapabiliriz ama bu şekilde (mevcut hâlleriyle) düşünürsek paralelkenar olmuyor.

Öğrenci tıpkı SM'ler üzerinde gerçekleştirdiği manipülasyonlar gibi kâğıt üzerindeki paralelkenarın da açılarını ve kenarlarını manipüle ederek şekilleri paralelkenara dönüştürülebileceğini dile getirmiştir. Karenin bu hâliyle bir paralelkenar olmadığını ancak manipüle edilerek paralelkenara dönüştürülebileceğini ifade etmiştir. Yani öğrencinin bu aşamada şekiller (I, II ve IV) üzerindeki muhakemesinin kavram kontrolünde gerçekleşmediği anlaşılmıştır. Öğrencinin şekillerin bu hâliyle paralelkenar olmadığını düşünmüş olması GM sürecinde şekil etkisinin baskın varlığına işaret etmektedir.

Öğrencinin karar verme sürecini ve gerçekleştirdiği muhakemeyi daha detaylı anlamak maksadıyla verdiği cevapların gerekçesini açıklaması istenmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur:

Ar.: Yani şu anki hâlleriyle paralelkenarlar mı?

Ü1: Ha hocam onu mu diyorsunuz? O zaman II paralelkenar değil. I'i paralelkenar yapabiliriz ama bu hâliyle olmuyor. (bir süre sonra) yalnız III ve V var.

Ar.: Bir dörtgenin hangi özellikleri olursa paralelkenar olur?

Ü1: Birbirine paralel, hiçbir şekilde kesişme olmadığı için paralelkenar olmuyor mu?

Ar.: Karşılıklı olan kenarları mı?

Ü1: Evet.

Ar.: Peki açıları hakkında bir bilgin var mı?

Ü1: Karşılıklı olan çapraz açıları eştir.

Ar.: Peki kenar uzunlukları hakkında ne düşünüyorsun?

Ü1: ... hocam mesela bu 50 ise bu da 50'dir.

Ar.: Karşılıklı olanlar mı?

Ü1: Evet.

Ü1'in, her ne kadar matematik dilini etkin olarak kullanamıyor olsa da paralelkenar kavramı hakkında yeterli tanımlayıcı bilgiye (kritik olan ve olmayan)

sahip olduğu yaptığı açıklamalardan anlaşılmaktadır. Buna karşın öğrencinin yalnız prototip şekilleri paralelkenar olarak belirleyip paralelkenarın özel durumları olan dikdörtgen ve kareyi (I, II ve IV) paralelkenar olarak belirleyememesinden GM sürecinde kavramın şekli yönetemediği anlaşılmaktadır. Diğer bir ifadeyle GM sürecinde şekil etkisinin baskın olmasından öğrencinin ÜGM gerçekleştiremediği söylenebilir.

Bunula birlikte öğrencinin paralelkenar hakkındaki kavram bilgisini muhakeme sürecinde kullanıp kullanmadığından emin olmak adına öğrenciye bir takım sonda sorular yöneltilmiştir. Öğrencinin paralelkenar hakkındaki kavram bilgisini kullanarak I, II ve IV numaralı şekillerin bu özellikleri sağlayıp sağlamadığı sorulmuştur. Öğrenci tüm şekilleri ayrı ayrı inceledikten sonra IV numaralı şekil için “*karşılıklı kenarları eşit ve paralel*”, II numaralı şekil için “*dikdörtgen de aynı özellikleri taşıyor*” ve I numaralı şekil için “*kare de oluyor*” gerekçeleriyle bu şekillerin de paralelkenarın tüm özelliklerini taşıdığını ve bunların da paralelkenar olduğunu belirtmiştir. Buradan öğrencinin yönlendirmeye de olsa muhakeme sürecini yalnız şekil etkisiyle değil kavram kontrolünde de ele alabildiği görülmüştür.

Tüm bu bulgulardan öğrencinin GM sürecinde, şeklin kavramsal yönünü de dikkate almasını gerektirecek sorularla (örn. bu görüşmede kullanılan sonda soru) karşılaşmasının kavram kontrolünde muhakeme yapması yönünde teşvik edici olduğu görülmüştür. Bu durumda öğrencinin ÜGM gerçekleştirebildiği anlaşılmıştır.

Ü2:

Öğrenci ilk soruya verdiği cevapta tüm şekillerin bir paralelkenar olduğunu belirtmiştir. Öğrenciyle gerçekleştirilen görüşmede 2. soruya ilişkin elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ar.: Bir dörtgenin hangi özellikleri olursa paralelkenar olur?

Ü2: Karşılıklı kenarları eş ve paralel ve karşılıklı açıları eştir.

Ar.: Peki verilen şekillerin bu üç özelliğine göre mi paralelkenar olup olmadığına karar vermiştin?

Ü2: Evet.

Ar.: Peki, aşağıya (form üzerinde kareli zemin üzerine) bir tane III numaralı şekle benzer, bir tane dikdörtgen ve bir tane kare çizsen üç paralelkenar çizmiş olur musun ?

Ü2: *Evet.*

Ü2'nin matematiksel dili etkin biçimde kullanabildiği ve paralelkenar kavramı hakkında yeterli tanımlayıcı bilgiye (kritik olan ve olmayan) sahip olduğu yaptığı açıklamalardan anlaşılmaktadır. Öğrencinin GM sürecini yalnız şekil etkisiyle değil aynı zamanda kavram etkisiyle de yürütebildiği görülmektedir. Prototip olan ve olmayan tüm şekillerde, şekil - kavram etkileşiminde sürecin kavram kontrolünde yürütülmesinden ÜGM gerçekleştirebildiği anlaşılmıştır. Nitekim öğrenciye şekil verilmeden yalnız sözlü olarak paralelkenarın özel durumlarının (dikdörtgen, kare) da bir paralelkenar olup olmadığı sorulduğunda, yaptığı muhakemenin kavram kontrolünde gerçekleştiği teyit edilerek anlaşılmıştır.

Ancak yukarıda ifade edilen bulguların aksine Ü2'ye yöneltilen bir soruda GM'yi şeklin baskın etkisinde gerçekleştirdiği de görülmüştür. Öğrenciye herhangi bir çizim içermeyen *“dikdörtgende olup da paralelkenarda olmayan bir özellik var mıdır?”* sonda sorusu yöneltilmiştir. Öğrenci de *“dikdörtgenin açılarının hepsi eşit ama paralelkenarın açıları farklı”* yanıtını vermiştir. Öğrencinin bu soru için yaptığı muhakemede prototip şekil etkisinin baskın olduğu görülmüştür. Nitekim öğrenci, bir paralelkenarın da tüm iç açılarının eş olabileceği durumunu göz ardı etmiştir.

Öğrenci ile formun ikinci sorusu özelinde gerçekleştirilen görüşmeden elde edilen bulgular doğrultusunda öğrencinin GM sürecinde kavram etkisinin çoğunlukla baskın olduğu, dolayısıyla ÜGM gerçekleştirebildiği anlaşılmıştır. Buna karşın muhakeme sürecinde zaman zaman prototip şeklin kavram üzerindeki olumsuz etkisinin olduğu durumlarla da karşılaşmıştır.

O1:

Öğrenciyle gerçekleştirilen görüşmede 2. soruya ilişkin elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ar.: Bu şekillerin hepsinin paralelkenar olduğuna nasıl karar verdin?

O1: Bir köşesinden kesilip diğer köşesine yapıştırılırsa o zaman dikdörtgene benzeyebilir.

Öğrenci, paralelkenarın alan bağıntısının oluşturulması etkinliğinde MATMAP üzerinde gerçekleştirdiği manipülasyonu hatırlayarak, paralelkenar hakkındaki soruyla ilgisiz bir cevap vermiştir. Bu sebeple öğrencinin paralelkenar kavramı hakkındaki bilgisine başvurmak için sonda bir soru kullanılmıştır.

Ar.: Peki, örneğin bu şeklin (V. şekil gösterilerek.) kenarları ve açıları hakkında ne söyleyebilirsin?

O1: Karşılıklı kenarları birbirine paraleldir. Karşılıklı kenarların uzunlukları birbirine eşittir. Hocam karşılıklı açıları da birbirine eşittir.

Öğrencinin paralelkenarın kritik olan (ve olmayan) özelliklerinin farkında olduğu görülmektedir. GM sürecini irdelemek üzere öğrenciye yöneltilen sorular ve öğrencinin verdiği yanıtlar aşağıda sunulmuştur:

Ar.: Peki, IV numaralı şekil bu özellikleri sağlıyor mu?

O1: Hepsini sağlamaz hocam.

Ar.: Yukarıda saydığın özellikleri (IV. şekil üzerinde) incele istersen?

O1: Karşılıklı kenar uzunlukları eşittir ve paraleldir.

Ar.: Diğer özelliği sağlıyor mu?

O1: Evet hocam. Tüm açıları diktir.

Ar.: Peki, buradaki kare ve dikdörtgene de paralelkenardır diyebilir misin?

O1: Evet hocam. Sağladıkları özelliklerden diyebiliyorum.

O1'in, matematik dilini etkin olarak kullanarak paralelkenar kavramı hakkında yeterli tanımlayıcı bilgiye (kritik olan ve olmayan) sahip olduğu yaptığı açıklamalardan teyit edilerek anlaşılmaktadır.

Öğrencinin GM sürecinin yalnız şekil etkisiyle değil aynı zamanda kavram etkisiyle de yürütebildiği görülmektedir. Prototip olan ve olmayan tüm şekillerde, şekil - kavram etkileşiminde süreci kavram kontrolünde yürüttüğü anlaşılmıştır. Öğrenci, görüşme esnasında üzerinde düşünmeden ilk etapta her ne kadar dikdörtgenin, paralelkenarın bazı özelliklerini sağlamadığını ifade etse de paralelkenarın tüm özelliklerini dikdörtgen üzerinde tek tek irdelediğinde dikdörtgenin bu özelliklerin tümünü sağlandığını ifade etmiştir. Tüm bu bulgulardan öğrencinin ÜGM gerçekleştirebildiği sonucuna ulaşılmıştır.

A1:

Öğrenciyle gerçekleştirilen görüşmede 2. soruya ilişkin elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ar.: Paralelkenarın özellikleri nelerdir?

A1: Karşılıklı kenar uzunlukları aynı.

Ar.: Peki açıları?

A1: Çapraz hocam.

Ar.: Bu çapraz dediğin açıların ölçüleri hakkında ne düşünüyorsun?

(cevap alınmayınca bir süre sonra)

Ar.: Bu açığa (paralelkenarın bir iç açısı gösterilerek) eş bir açı var mı paralelkenarda?

A1: Var hocam karşısındaki.

...

A1: Hocam bu buna, bu da buna eşit. (Paralelkenarın karşılıklı iç açıları gösterilerek.)

Ar.: Peki bu özellikleri IV numaralı şekil sağlar mı?

A1: Evet hocam.

Ar.: O hâlde bu şekle aynı zamanda bir paralelkenardır denilebilir mi?

A1: Hayır hocam yanlış derim.

...

A1: Peki, kare için ne düşünüyorsun? (Paralelkenarın özelliklerin sorgularken. Öğrenci I. şeklin kare olduğunu ifade ettiği için araştırmacı da “kare” ifadesini kullanmıştır.)

Ar.: Kare için aynı şekilde. Karşılıklı kenarları eşit, açıları eşit vs.

A1'in, matematik dilini etkin olarak kullanamıyor olsa da paralelkenar kavramı hakkında yeterli tanımlayıcı bilgiye (kritik olan ve olmayan) sahip olduğu yaptığı açıklamalardan anlaşılmaktadır. Buna karşın öğrencinin yalnız prototip şekilleri paralelkenar olarak belirleyip paralelkenarın özel birer durumu olan dikdörtgeni (IV. şekil) ve kareyi (I. şekil) paralelkenar olarak kabul etmemesinden GM sürecinde kavramın şekli yönetemediği anlaşılmaktadır. Bu durum IV numaralı şeklin paralelkenar olarak belirlenememesinden net olarak anlaşılmaktadır. Nitekim öğrenci IV numaralı şeklin paralelkenarın özelliklerini sağladığını tespit etmesine karşın onu paralelkenarın özel bir durumu olarak değerlendirememiştir. Öğrencinin dikdörtgenin paralelkenarın tüm kritik özelliklerini sağlasa bile onun bir paralelkenar olmadığını ifade etmesi prototip şekil etkisinin bariz bir göstergesidir. Öğrencinin bu değerlendirmesi kare örneği için de geçerli olmuştur. Sonuç olarak şekil-kavram etkileşiminde kavramın etkisinin yeterli düzeyde olamadığı anlaşılmıştır. Bu

durumda şekil etkisinin baskın olmasından öğrencinin ÜGM gerçekleştiremediği söylenebilir.

A2:

Öğrenciyle gerçekleştirilen görüşmede 2. soruya ilişkin elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ar.: Numaralarını yazdığın (1. soruda) dörtgenlerin paralelkenar olduğuna nasıl karar verdin?

A2: Yani hocam düz gidip (paralel kenar çiftlerinden birini göstererek) birleşmesi gerekiyor (paralel olmayan kenarların kesiştiği köşeyi göstererek).

Ar.: Yani paralelliği mi kastediyorsun?

A2: Evet hocam.

Ar.: Paralellikle neyi kastediyorsun?

A2: Yani hocam şöyle düz gidiyor ve hiç birleşmiyor, kesişmiyor (paralel kenar çifti göstererek).

Ar.: Peki, başka bir özelliği var mı paralelkenarın?

A2: (III. numaralı şekil gösterilerek) Böyle mesela halı gibi yatan. (Öğrencinin aklındaki paralelkenar modeli).

Ar.: Tamam. Peki, kenar uzunlukları hakkında ne düşünüyorsun?

A2: Yani aynı.

Ar.: Hangileri?

A2: Mesela hocam bununla bu (karşılıklı bir çift kenar göstererek).

Ar.: Peki, ya diğerleri?

A2: Onlarda öyle hocam.

Ar.: Peki, açılarını karşılaştırır mısın?

A2: Mesela hocam bunun (III numaralı şekil) açılarının hepsi dik.

Ar.: ... bu paralelkenarda eş olan açılar var mı? (V. şekil gösterilerek.)

A2: Yok hocam.

Öğrenci ile yapılan görüşmede paralelkenarla alakalı bazı kavramlar hakkında, bir kısmı sezgisel olmak üzere (örneğin paralellik), kısmen bilgi sahibi olduğu görülmektedir. Bununla birlikte öğrencinin matematik dilini etkin olarak kullanamadığı ve yanlış bildiği kavramların olduğu (örn. dik açı, paralelkenarda karşılıklı açılar eşliği) anlaşılmıştır.

Öğrencinin paralelkenar kavramı hakkındaki mevcut bilgisiyle prototip olarak verilmiş paralelkenarları belirleyebildiği, buna karşın paralelkenarın özel durumlarından olan dikdörtgeni (IV. şekil) ve kareyi (I. şekil) paralelkenar olarak belirleyemediği görülmüştür. Öğrencinin paralelkenar için söylediği özelliklerin, örneğin IV numaralı şekil tarafından sağlanıp sağlanmadığı sorulduğunda öğrenciden “*Karşılıklı kenarları eşittir hocam. Karşılıklı kenarları da birbirine paralele benziyor.*” yanıtı alınmıştır. Buna mukabil öğrenciye “*O hâlde bu şekil bir paralelkenar mıdır?*” diye sorulduğunda öğrenci “*Yok hocam*” yanıtını vermiştir.

Öğrenci ile gerçekleştirilen görüşme neticesinde öğrencinin GM sürecinde kavramın değil şeklin kontrolünün baskın olduğu anlaşılmıştır. Bu durum, örneğin IV. numaralı şekil için öğrencinin paralelkenarın özelliklerini sağladığını tespit edebilmesine karşın onu paralelkenarın özel bir durumu olarak değerlendirememesinden de net biçimde anlaşılmıştır. Yani şekil-kavram etkileşiminde kavram etkisi zayıf kalmaktadır. Diğer bir ifadeyle öğrencinin muhakeme sürecini kavram kontrolünde gerçekleştirilememesinden ÜGM yapamadığı söylenebilir.

Soru 3: Yukarıda verilen dörtgenlerden hangisi (ya da hangileri) dikdörtgendir?

Öğrencilere yöneltilen soruda IV numaralı şekil prototip dikdörtgen olarak verilmiştir. I numaralı şekil dikdörtgenin özel biri hâliyle, II numaralı şekil de düzlem üzerine prototip dışı yerleşimiyle öğrencilere prototip olmayan dikdörtgenler olarak sunulmuştur.

A1 hariç tüm öğrenciler IV numaralı şeklin dikdörtgen olduğunu belirlemiştir. A2 hariç tüm öğrenciler II numaralı şeklin dikdörtgen olduğunu belirlemiştir. I numaralı şeklin dikdörtgen olduğunu yalnız Ü2 ve O1 belirleyebilmiştir. Ü2, O1 ve A1 dikdörtgen olmadığı hâlde III numaralı şeklin de bir dikdörtgen olduğunu belirtmiştir. Bunun dışında Ü2 ve O1, V numaralı şeklin bir dikdörtgen olduğunu belirtmiştir. Özetle, öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar şöyledir; Ü1: II, IV; Ü2: I, II, III, IV, V; O1: I, II, III, IV, V; A1: II, III; A2: IV.

Soru 4: Verilen dörtgeni hangi özelliklerine göre sınıflandırdığınızı (dikdörtgen olarak isimlendirdiğinizi) açıklayınız.

Her bir öğrenci ile gerçekleştirilen görüşmeler neticesinde elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ü1:

Öğrenciyle gerçekleştirilen görüşmede 4. soruya ilişkin elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur.

Ar.: Bu bir dikdörtgen midir? (Öğrencinin 3. soru için verdiği cevap üzerine 1. şekil gösterilerek bu soru yöneltilmiştir.)

Ü1: Hayır o bir kare.

Görüşme formunun 4. sorusuna geçilmiştir.

Ar.: I numaralı şekil aynı zamanda bir dikdörtgen midir?

Ü1: Evet dikdörtgendir.

Ar.: Nereden anladın?

Ü1: Hocam tüm açıları dik, karşılıklı kenarları eş ve paralel ve karşılıklı açıları eş oluyor.

Ar.: Peki o zaman kareye de bir dikdörtgendir diyebilir misin? (Öğrenci 3. soruda bu şekli kare olarak isimlendirdiği için araştırmacı da kare ifadesini kullanılmıştır.)

Ü1: Evet. Çünkü dikdörtgenin tüm özelliklerini sağlamıştı. (I. şekil gösterilerek)

Öğrenci görüşmenin üçüncü sorusuna verdiği yanıtta I. şeklin dikdörtgen olmayıp bir kare olduğunu ifade etmesine karşın formun dördüncü sorusu için gerçekleştirilen görüşmede onun da bir dikdörtgen olduğunu ifade etmiştir. Yani öğrenci, baştaki GM sürecinin (prototip) şekil kontrolünde gerçekleştirmesi sebebiyle karenin, dikdörtgenin özel bir hâli olduğunu belirleyememiştir. Ancak görüşmede, verdiği yanıtların gerekçesini açıklaması için yöneltilen dördüncü soruda öğrenci, şekiller üzerinde daha uzun süreli düşünme fırsatı da bularak kavram kontrollü bir muhakeme gerçekleştirmiş ve I. şeklin de bir dikdörtgen olduğunu ifade etmiştir. Bu bulgulardan öğrenciye verdiği yanıtların gerekçesini ifade etme fırsatı sunulduğunda geometrik bir şeklin kavramsal boyutunu baskın olarak kullanarak ÜGM gerçekleştirebildiği anlaşılmıştır.

Ü2:

Öğrenciyle gerçekleştirilen görüşmede 4. soruya ilişkin elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ar.: I'den V'e kadar numaralandırılmış dörtgenlerden hangisi/hangileri dikdörtgendir?

Ü2: ... hepsidir. Çünkü hepsinde (dikdörtgenin) özellikleri var.

Öğrencinin bu soruya vermiş olduğu cevap yanlıştır. Ancak öğrenci verdiği cevabın gerekçesinde dikdörtgenin özelliklerini dikkate aldığını ifade etmiştir. Görüşmede, öğrencinin dikdörtgen kavramı hakkındaki bilgisinin ve GM sürecini yürütmesi ile ilgili durumunun tespiti için öğrenciye sonda sorular yöneltilmiş ve aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

Ü2: Dikdörtgenin açılarının hepsi eşit... .

Ar.: Karede olup da dikdörtgende olmayan bir özellik var mıdır?

Ü2: ...dikdörtgende kenarların hepsi eşit değildir.

...

Ar.: Peki bu şeklin (V. şekil gösterilerek) tüm açılarının ölçüleri birbirine eşit mi?

Ü2: Değil.

Ar.: O zaman bu şekle dikdörtgen diyebilir miyiz?

Ü2: .. bu ve III. şekil dikdörtgen olmuyor.

Ar.: Peki. I numaralı şekil bir dikdörtgen midir?

Ü2: Dikdörtgendir.

Ar.: Bu şeklin dikdörtgen olduğuna nasıl karar verdin?

Ü2: Bunun karşılıklı kenarları eşit ve paraleldir ve tüm açıları eşittir.

Öğrencinin dikdörtgenin kritik özelliklerini bildiği yaptığı açıklamalardan anlaşılmaktadır. Öğrenci, üçüncü soruya yanıt verirken her ne kadar tüm şekillerin dikdörtgenin özelliklerini sağladığını ifade etse de söylediğinin aksine bu özelliklerin hepsini dikkate almadan cevap verdiği anlaşılmıştır. Nitekim öğrenciye V. şeklin açılarının ölçülerinin eşit olup olmadığı sorulduğunda bunun ve III. şeklin açılarının ölçülerinin eşit olmadığını ifade etmiştir. Yani bu şekillerin, dikdörtgenin kritik özelliklerini sağlamadığının farkındadır.

Öğrenciye, verilen şekillerin dikdörtgen olup olmadıklarına nasıl karar verdiği sorulduğunda ise bu sefer şekillerin açılarının ve kenarlarının ölçüleriyle alakalı

özelliklerini dikkate alarak (örneğin I. şekil için: “*bunun karşılıklı kenarları eşit ve paraleldir ve tüm açıları eşittir.*”) başta verdiği bazı cevapları düzelttiği görülmüştür. Yani öğrenci verdiği cevapların gerekçelerini ortaya koyarken yaptığı GM’nin kavram kontrolünde gerçekleştiği anlaşılmıştır. Bununla beraber muhakeme sürecinde şekil-kavram etkileşiminde şekil etkisinin baskın olduğu durumların da olduğu öğrenciye yöneltilen sonda sorulara verdiği cevaplardan anlaşılmaktadır. Örneğin öğrenciye kare ile dikdörtgenin farkını ortaya koyabilmesi için yöneltilen soruya verdiği cevap “*dikdörtgende kenarların hepsi eşit değildir.*” şeklinde olmuştur. Buradan, öğrencinin yürüttüğü GM’nin prototip şekil etkisinde olduğu söylenebilir. Nitekim kare özelinde olduğu gibi dikdörtgenin kenar uzunluklarının hepsinin eşit olabileceği durumunu göz ardı etmiştir.

Sonuç olarak buraya kadar elde edilen bulgulardan Ü2’nin dikdörtgen kavramını irdelerken genel olarak ÜGM yapabildiği, bununla beraber bu süreçte zaman zaman prototip şekil etkisinde kalarak da GM yaptığı anlaşılmıştır.

O1:

Görüşmede öğrencinin dikdörtgen kavramı hakkındaki muhakemesine ilişkin elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ar.: Dikdörtgenin belirleyici (kritik olan) özellikleri nelerdir?

O1: Karşılıklı kenarları birbirine paraleldir.

Ar.: Başka var mı?

O1: İç açıları diktir.

O1’in yapılan görüşmeden dikdörtgenin kritik özelliklerini doğru bir şekilde ifade edebildiği anlaşılmıştır. Yani kavram olarak dikdörtgen hakkındaki bilgisi yeterli düzeydedir. Öğrencinin GM sürecini daha detaylı incelemeye dönük yapılan görüşmeden elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ar.: Hangi şekiller dikdörtgendir sorusuna geri dönelim istersen. V numaralı şekil dikdörtgenin tüm özelliklerini sağlıyor mu?

O1: Hocam 5’i silelim.

Öğrenciye şeklin kavramsal boyutunu irdelemesine dönük sorulan bu soru neticesinde öğrenci muhakemesini hızlı bir şekilde gözden geçirmiştir. Sonuç olarak

da V numaralı şeklin dikdörtgen olmadığına karar vererek üçüncü sorunun cevabından bu şeklin adını silmiştir.

Ar.: Tamam. Peki, IV kalsın mı?

O1: O kalsın hocam.

Ar.: Peki, III kalsın mı?

O1: Onu da silelim hocam. Çünkü o bir paralelkenardır.

Ar.: Peki, I ve II numaralı şekiller kalsın mı?

O1: Onlar kalıyor hocam.

Öğrenci görüşmenin üçüncü sorusuna verdiği yanıtta III. ve V. şekillerin dikdörtgen olduğunu ifade etmesine karşın formun dördüncü sorusu için gerçekleştirilen görüşmede bu şekillerin dikdörtgen olmadığına karar vermiştir. Yani öğrencinin baştaki GM sürecinin kavram kontrolünde gerçekleşmediği ancak görüşmenin şekil-kavram etkileşimine dönük olarak sorulmuş dördüncü sorusunda kavram kontrolünün baskın olduğu bir muhakeme gerçekleştirdiği anlaşılmıştır. III. ve V. şekillerin dikdörtgenin kritik özelliklerini sağlamadığını muhakeme ederek bu şekilleri cevabından silmiştir.

Bu bulgulardan öğrencinin, verdiği yanıtların gerekçelerinin sorgulanmasıyla dikdörtgen hakkındaki muhakemesinde şeklin kavramsal boyutunu da doğru bir şekilde irdeleyebildiği, dolayısıyla ÜGM gerçekleştirebildiği anlaşılmıştır.

A1:

Öğrenci ile yapılan görüşmeden elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ar.: I numaralı şekle kare demiştin. Peki, bu şekle aynı zamanda dikdörtgendir diyebilir miyiz?

A1: Yok diyemeyiz hocam çünkü bunun kenar uzunlukları eşit (kare gösterilerek) ama bununkiler (dikdörtgen gösterilerek) farklı farklı.

Öğrenci, karenin kenar uzunluklarının eşit olması sebebiyle onun bir dikdörtgen olamayacağı değerlendirmesini yapmıştır. Bu da öğrencinin dikdörtgenle ilgili yaptığı muhakemeye, prototip şekil etkisinin baskın bir şekilde kaynaklık ettiğini göstermektedir. Yani GM sürecini baskın olarak şekil yönetmektedir. Bunun yanında A1, prototip dikdörtgen olarak verilmiş IV. şeklin dikdörtgen olduğunu da belirleyememiştir. Yine III. şekil dikdörtgen olmamasına rağmen öğrenci tarafından

dikdörtgen olarak değerlendirilmiştir. Yani öğrencinin dikdörtgen hakkında yalnız kavram olarak değil şekil olarak da bilgisinin yetersiz olduğu anlaşılmıştır.

Görüşmede öğrenciye sorulan muhtelif sonda sorulara vermiş olduğu tutarsız cevaplardan kavramsal bilgisinin yeterli olmadığı teyit edilmiştir. Örneğin öğrenciye “*kare, dikdörtgenin tüm özelliklerini taşır mı?*” sorusunu “*Evet taşır hocam.*” şeklinde cevaplamasına karşın görüşmenin üçüncü sorusunda kareyi, dikdörtgen olarak sınıflandırmamıştır. Yine görüşmenin ilerleyen bölümlerinde dikdörtgenin kenar uzunluklarının farklı olması gerektiğini ifade ettiği görülmüştür. Bu gerekçeyle de kareyi dikdörtgen olarak sınıflandırmadığını ifade etmiştir.

Tüm bu bulgulardan, öğrencinin dikdörtgen hakkında yeterli düzeyde bilgi (kavramsal ve şekilsel) sahibi olmadığı, dolayısıyla ÜGM yapamadığı söylenebilir.

A2:

Öğrenci gerçekleştirdiği muhakeme sonunda yalnız prototip olarak verilen IV. şekli dikdörtgen olarak belirleyebilmiştir. I ve II numaralı dikdörtgenleri ise doğru bir biçimde tespit edememiştir.

Öğrenciye IV. şekil hakkında yöneltilen sonda sorulara verdiği cevaplar aşağıda sunulmuştur:

Ar.: Bu şekil için karşılıklı kenar uzunlukları eşittir diyebilir miyiz?

A2: Karşılıklı kenar uzunlukları eşittir hocam.

Ar.: Peki karşılıklı kenarlar birbirine paraleldir diyebilir miyiz?

A2: Karşılıklı kenarları birbirine paralele de benziyor hocam.

Öğrencinin şekilde verilen prototip dikdörtgenden yola çıkarak kavramsal bilgisi sorgulandığında elde edilen bulgulardan mevcut bilgisinin kısmen yeterli olduğu görülmüştür. Öğrencinin mevcut bilgisini kullanarak irdelediği I. ve II. şekiller hakkında gerçekleştirdiği GM sonunda bu şekilleri dikdörtgen olarak değerlendirememiştir. Öğrenci GM yaparken şekillerin kavramsal yönünü dikkate almamaktadır. Diğer bir ifadeyle şekil etkisinin GM sürecinde baskın olduğu, bu sebeple ÜGM'nin gerçekleşmediği söylenebilir.

Soru 5: Yukarıda verilen dörtgenlerden hangisi (ya da hangileri) karedir?

Öğrencilere yöneltilen bu soruda I numaralı şekil prototip kare olarak verilmiştir. Tüm öğrenciler I numaralı şekli kare olarak belirleyebilmiştir. Ayrıca A1, V numaralı şeklin de bir kare olduğunu ifade etmiştir.

Soru 6: Verilen dörtgeni hangi özelliklerine göre sınıflandırdığınızı (kare olarak isimlendirdiğinizi) açıklayınız.

Her bir öğrenci ile gerçekleştirilen görüşmeler neticesinde 6. soru için elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ü1:

Öğrenciyle gerçekleştirilen görüşmeye ilişkin elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ü1: I, karedir. Her açısı dik.

Ar.: Sadece I mi?

Ü1: A yok bunun da tüm açıları dik. (II. şekil gösterilerek.)

Ar.: Tamam.

Ü1: Ama hocam aslında karenin tüm kenarları aynı ve dik olması gerekiyor. Bunun tüm kenarları aynı değil (II. şekil gösterilerek.).

Ar.: Sonuç olarak sadece I. şekil mi karedir diyorsun?

Ü1: Evet.

Ar.: Karenin özelliklerini açıklar mısın?

Ü1: Tüm kenarları eşit ve açıları diktir.

Öğrenci matematik dilini etkin biçimde kullanamıyor olsa da kare hakkındaki kavramsal bilgisinin yeterli düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. II. şekil için gerçekleştirdiği GM'de, şeklin yalnız açı ölçülerini değil aynı zamanda kenar uzunluklarını da muhakeme sürecine dâhil ederek şeklin kare olmadığına karar vermiştir. Yani öğrenci GM sürecini doğru bir biçimde kavram kontrolünde yürüterek ÜGM gerçekleştirebilmiştir.

Ü2:

Öğrenciyle gerçekleştirilen görüşmeye ilişkin elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ü2: Ama bunların hepsi karenin özelliğini bulundurmuyor. Şekillerden bazıları kareye uyuyor ama bazıları uymuyor.

Ar.: O hâlde kare olanları söyler misin?

Ü2: Sadece I.

Öğrenci bu soruda verilen şekillerin kare olup olmadığını karenin özelliklerini dikkate alarak değerlendirmiştir. Buradan öğrencinin şekiller üzerindeki GM'yi

kavram kontrolünde gerçekleştirdiği anlaşılmaktadır. Yani öğrenci ÜGM yapabirmiştir.

O1:

Öğrenciyle gerçekleştirilen görüşmeye ilişkin elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ar.: Sadece I numaralı şekle karedir demiştin. Karenin dikdörtgenle ortak ve farklı olan özellikleri var mıdır?

O1: Ortak özellikleri bütün açıları diktir. Farklı olan özellik; karenin tüm kenarları eşit, dikdörtgenin karşılıklı kenarları eşittir.

Ar.: Karedede böyle mi? (karşılıklı kenar uzunlukları)

O1: Evet hocam.

Öğrencinin, dikdörtgenin kritik özelliklerini bildiği, görüşme formunun dördüncü sorusunda daha önce belirlenmiştir. Öğrencinin verdiği yanıtta karenin, kenar uzunlukları birbirine eşit olan bir dikdörtgen olduğunu bildiği anlaşılmaktadır. Dördüncü ve bu sorunun bulgularına ek olarak, öğrencinin dikdörtgenle karenin ilişkisi ve ikisinin hiyerarşik yapısı hakkında bilgi sahibi olduğu anlaşılmaktadır. Tüm bu bulgulardan bu öğrenci için şekil-kavram etkileşiminde kavram etkisinin baskın olduğu, kavram kontrollü muhakeme yaparak ÜGM gerçekleştirebildiği anlaşılmıştır.

A1:

Öğrenciyle gerçekleştirilen görüşmeye ilişkin elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ar.: Yukarıdaki dörtgenlerden hangisi (hangileri) karedir?

A1: I ve V. Bunlar hocam.

Ar.: Peki I numaralı şekle neden karedir diyebiliyoruz...

A1: Kenarları kısa olduğu için olabilir mi hocam?

Öğrencinin bu sorusu karşısında görüşme formunda yer alan kareli zemine eni 1 birim, boyu 2 birim uzunluğunda olan bir dikdörtgen çizilmiştir. Bu şekil üzerinden öğrenciye sonda bir soru yöneltilmiştir.

Ar.: Bu şekil bir kare midir?

A1: Yok hocam.

Görüşme formunda yer alan şekillerden daha kısa kenarlara sahip olan bir dikdörtgen, formdaki kareli zemine çizilerek bu şekil üzerinden öğrenciye sonda bir soru yöneltilmiştir. Öğrenci, karenin kenar uzunluğunun kısa olması gerektiğini ifade etmesine rağmen bu şeklin bir kare olmadığını söylemiştir.

Ar.: (Karenin) Bir iç açısının ölçüsü kaç derecedir?

A1: Bilmiyorum hocam.

Öğrencinin karenin açılarıyla ilgili eksik bilgiye sahip olduğu yapılan görüşmede anlaşılmıştır. Hâlbuki karenin iç açı ölçülerine ilişkin bilgi, bir dörtgenin kare olması için belirleyici bir özelliğidir. Öğrenci ayrıca GM yaparken karenin iç açı ölçülerini de dikkate almamaktadır.

Tüm bu bulgulardan öğrencinin verilen şeklin açı özelliğini dikkate almadan yalnız kenar uzunluklarının eşit olmasına dikkat ederek kare olup olmadığına karar verdiği anlaşılmıştır. Nitekim öğrenci V. şekli kare olarak değerlendirirken şeklin kenar uzunluklarının birbirine eşit olduğu düşüncesiyle karar vermiştir. Sonuç olarak öğrencinin GM sürecinin kavram kontrolünde değil, prototip şekil kontrolünde gerçekleştiği anlaşılmıştır. Bu durumda öğrencinin ÜGM yapamadığı söylenebilir.

A2:

Öğrenciyle gerçekleştirilen görüşmeye ilişkin elde edilen bulgular ve bulgulara dönük yorumlar aşağıda sunulmuştur:

Ar.: Yukarıdaki dörtgenlerden hangisinin (hangilerinin) kare olduğunu ifade edip kağıda yazar mısın?

A2: Sadece I.

Öğrencinin yalnız I. şekli kare olarak değerlendirmiş olmasında yaptığı GM'nin şekil etkisiyle mi yoksa kavram etkisiyle mi gerçekleştirdiğini daha iyi anlamak adına öğrenciye sonda bir soru yöneltilmiştir. Soruda öğrenciden aşağıda verilen ifadenin doğruluğunu değerlendirmesi istenmiştir.

Ar.: Kare, paralelkenarın özel bir hâlidir.

A2: Yanlış hocam.

Kare, paralelkenarın tüm özelliklerini sağlamasına rağmen öğrenci bu durum hakkında muhakeme yaptıktan sonra ifadenin yanlış olduğunu değerlendirmiştir. Öğrenci için kavram-şekil etkileşiminde şeklin baskınlığından söz edilebilir. Bu

durumda öğrencinin GM sürecini kavram kontrolünde gerçekleştirememesinden ÜGM yapamadığı anlaşılmıştır.

Özet

Gerçekleştirilen görüşmelerde formlarda yer alan beş tane dörtgen üzerinden öğrencilere altışar tane soru yöneltilmiştir. Soruların üçünde öğrencilerden herhangi bir gerekçe ortaya koymadan verilen şekilleri paralelkenar, dikdörtgen ve kare olarak sınıflandırmaları istenmiştir. Formda yer alan diğer üç soruda ise öğrencilerin karar verirken gerçekleştirdikleri GM süreçlerini irdelenmek amacıyla yaptıkları sınıflamaların gerekçelerini ortaya koymaları istenmiştir. Bu sorulardan ve kullanılan sonda sorulardan her bir öğrenci için elde edilen bulgular geometrik şekillere göre düzenlenerek aşağıda özetlenmiştir:

Paralelkenar:

- A1 ve A2, verilen beş şekil de paralelkenar olmasına karşın yalnız prototip olarak verilen paralelkenarları (II, III ve V) belirleyebilmişlerdir. Öğrencilerin prototip olmayan paralelkenarlar hakkında verdikleri kararların gerekçeleri sorgulandığında bu şekillerin paralelkenarın özelliklerini sağladığını kısmen tespit edebildikleri, buna karşın bu şekilleri paralelkenar olarak değerlendiremedikleri görülmüştür. Tüm bunlardan öğrencilerin karar verme süreçlerinde prototip şekil etkisinin baskın olmasından ÜGM yapamadıkları anlaşılmıştır.

- O1 ve Ü2, tüm şekillerin paralelkenar olduğunu doğru olarak belirleyebilmiştir. Öğrencilerin şekiller hakkında verdikleri kararların gerekçeleri sorgulandığında bu şekillerin paralelkenarın özelliklerini sağlayıp sağlamadıklarını irdeledikleri ve bu süreçte yaptıkları muhakemeler neticesinde verdikleri kararların doğruluğunu teyit edebildikleri görülmüştür. Buradan öğrencilerin, paralelkenar hakkında kavram kontrolünde muhakeme yapabilmeleri sebebiyle ÜGM yapabildikleri anlaşılmıştır. Buna karşın Ü2'nin bazı durumlarda prototip şekil etkisinde de kalarak GM yaptığı görülmüştür.

- Ü1, ilk soruya verdiği cevapta yalnız prototip olarak verilmiş paralelkenarları (III ve V) doğru olarak tespit edebilmiştir. Öğrencinin prototip olmayan paralelkenarlar hakkında gerçekleştirdiği muhakeme irdelendiğinde şekillerin bu halleriyle paralelkenar olmadığını ancak aç ve kenarlarının manipüle edilerek

paralelkenara dönüştürülebileceklerini düşünmüştür. Buradan, öğrencinin GM sürecine baskın olarak şeklin etki etmesinden ÜGM yapamadığı anlaşılmıştır. Buna karşın öğrencinin paralelkenarın belirleyici olan özelliklerini eksiksiz olarak bildiği de yapılan görüşmede ortaya çıkmıştır. Öğrenciden bu özelliklerin prototip olmayan paralelkenarlar tarafından sağlanıp sağlanmadığını belirlemesi istenmiştir. Ardından öğrenci, gerçekleştirdiği muhakeme neticesinde bu şekillerin paralelkenarın tüm özelliklerini sağladığını ve bunların da paralelkenar olduğunu belirleyebilmiştir. Yani öğrenciye yöneltilen sonda soru neticesinde tüm şekillerin paralelkenar olduğuna karar vererek görüşme başında verdiği cevabı, geometrik şekil üzerinde bu sefer kavram kontrolünde muhakeme yaparak, değiştirmiştir.

Dikdörtgen:

- A2, dikdörtgen olarak verilen üç şekil arasından (I, II ve IV) yalnız prototip olarak verileni (IV) doğru tespit edebilmiştir. A2'nin şekillerin dikdörtgen olup olmadığına karar verme gerekçesi sorgulandığında, dikdörtgenin belirleyici olan özelliklerini dikkate almadan karar verdiği anlaşılmıştır. Sonuç olarak öğrencinin GM sürecinin baskın olarak şekil tarafından yönetildiği anlaşılmıştır.

- A1, prototip olarak verilen dikdörtgeni (IV) tespit edememiştir. Ayrıca öğrencinin dikdörtgen olarak belirttiği iki şekilden (II ve III) biri de (III) dikdörtgen değildir. Öğrenci görüşmenin bir bölümünde, dikdörtgenin bir kenarının kısa, diğer kenarının uzun olması gerektiğini ifade ederek karenin bu özelliği sağlamamasından bir dikdörtgen olamayacağını öne sürmüştür. Bu bulgulardan öğrencinin GM sürecine prototip şeklin ağırlıklı olarak etki ettiği söylenebilir. Ayrıca öğrencinin III numaralı şeklin açılarının ölçüsünü dikkate almadan şekil hakkında karar vermiş olmasından, yürüttüğü GM sürecinin kavram kontrollü olmadığı anlaşılmıştır.

- O1, dikdörtgenin kritik özelliklerinin tamamını doğru bir biçimde ifade etmesine karşın üçüncü soruya verdiği cevap yanlıştır. Öğrenciye dikdörtgen olmayan bir şekil üzerinden (V. şekil) dikdörtgenin tüm özelliklerinin sağlanıp sağlanmadığı sorulduğunda bu özelliklerin sağlanmadığını ifade etmiştir. Ardından da verdiği cevapların arasından bu şeklin numarasını silmiştir. Benzer şekilde öğrenci III numaralı şeklin de bir dikdörtgen olmadığını ifade ederek cevaplarından bu sorunun numarasını silmiştir. Elde edilen bulgulardan O1'in, ilk başta

dikdörtgenin kavramsal yönünü dikkate almadan sorulara cevap vermesinden ÜGM yapamadığı görülmüştür. Ardından geometrik şeklin kavram kontrolündeki muhakemesini irdelemeye dönük yöneltilen sonda soru neticesinde öğrenci şekil-kavram etkileşimini kavram kontrolünde doğru bir biçimde yürütebilmiştir.

•Ü2, tüm şekillerin dikdörtgen olduğunu belirtmiştir. Gerekçe olarak da bu şekillerin dikdörtgenin özelliklerini sağlamış olduğunu öne sürmüştür. Ancak öğrencinin, söylediğinin aksine öne sürdüğü gerekçeyi şekiller üzerinde irdelemeden cevap verdiği anlaşılmıştır. Örneğin öğrenci, dikdörtgenin tüm açılarının ölçüsünün birbirine eşit olduğunu bilmesine rağmen V. şekli dikdörtgen olarak isimlendirmiştir. Bunun üzerine araştırmacı tarafından V. şeklin açılarını kontrol etmesi istendiğinde açılarının ölçülerinin birbirine eşit olmadığını ifade ederek bu şeklin dikdörtgen olmadığını belirtmiştir. V. şekil üzerinden sorulan sorunun dışında öğrenciye herhangi bir sonda soru yöneltilmeden öğrenci kendiliğinden başta yanlış olarak verdiği cevapları “III. şeklin de bir dikdörtgen olmadığını, ayrıca I. şeklin iç açı ölçülerinin ve karşılıklı kenar uzunluklarının birbirine eşit olmasından bir dikdörtgen olduğunu” ifade ederek düzeltmiştir. Tüm bu bulgulardan, öğrencinin dikdörtgenin kritik olan özelliklerini ifade ettiği gibi dikkate alması durumunda ÜGM gerçekleştirebildiği anlaşılmıştır.

•Ü1, dikdörtgenin tüm kritik özelliklerini biliyor olmasına rağmen üçüncü soruda iki dikdörtgeni doğru olarak tespit edebilmiş ancak kareyi dikdörtgen olarak sınıflandıramamıştır. Öğrenciden verdiği cevapların gerekçesini açıklaması istendiğinde öğrenci şekiller üzerinde daha uzun süreli düşünme fırsatı bulmuştur. Bu süreçte karenin açı ve kenar ölçülerini dikkate almış ve kavram kontrollü bir GM yapabilmıştır. Buradan öğrencinin üzerinde daha fazla düşünmeye zaman ayırdığında ÜGM yapabildiği anlaşılmıştır.

Kare:

•A2, yalnız I. şeklin kare olduğunu doğru bir şekilde tespit edebilmiştir. Ancak öğrenci, paralelkenarın özelliklerini doğru olarak bilmesine rağmen kare ile paralelkenarın hiyerarşik ilişkisini (karenin bu özellikleri sağlayıp sağlamadığını) irdelerken kavramsal olarak bir değerlendirme yapmamıştır. A1 ise aklındaki prototip kare şekli (kenarlarının uzunluğu aynı olan dörtgen karedir) ile formda

verilen şekillerin uyumluluğunu irdeleyerek GM yapmıştır. Ancak öğrenci V. şeklin kenarlarının uzunluğu birbirine eşit olmamasına rağmen bu şekli kare kabul etmiştir. Sonuç olarak A2 ve A1'in kare hakkındaki GM'lerinin kavram (karenin kritik olan özellikleri) kontrolünde gerçekleşmediği anlaşılmıştır.

- O1, Ü2 ve Ü1 karenin kritik özelliklerini tüm şekiller üzerinde irdeleyerek yalnız I. şeklin kare olduğuna, diğer şekillerin de açılarına veya kenarlarına ait ölçülerin birbirinden farklı olmasından kare olmadıklarına karar vermişlerdir. Öğrencilerin GM'lerini kavram kontrolünde gerçekleştirebildikleri, dolayısıyla ÜGM yapabildikleri anlaşılmıştır.

Buraya kadar elde edilen tüm bulgular toparlanacak olursa üst ve orta düzey başarı gösteren öğrencilerin verilen özel geometrik şekillerin hangi dörtgen ailesine mensup olduğunu tespit ederlerken bazen şekil kontrolünde olsa da çoğunlukla kavram kontrolünde GM yapabildikleri belirlenmiştir. Özellikle öğrencilerden Ü1'in prototip şekil etkisinde muhakeme yapma oranının diğer iki öğrenciye göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında bu öğrencilere, verdikleri cevapların gerekçeleri sorulduğunda geometrik şekiller üzerinde daha uzun süreli düşünme fırsatı bularak kavram kontrolünde GM yapabildikleri görülmüştür. Genel bir sonuç olarak ifade etmek gerekirse bu öğrenciler çoğunlukla ÜGM yapabilmişlerdir.

Alt düzey başarı gösteren öğrencilerinse çoğunlukla şekil üzerinde yaptıkları GM'de şekil etkisinin baskın olduğu, diğer bir ifadeyle süreçte kavram kontrolünün yeterli olmadığı görülmüştür. Bu öğrenciler, geometrik şekilleri kavramsal açıdan ele alma girişimleri de bilgi eksikliklerinden ya da bir takım kavram yanlışlarından kaynaklı olarak başarısız olmuştur. Buradan, öğrencilerin şekil-kavram etkileşiminde kavram kontrollü bir yönetim sergileyememelerine prototip şekil etkisinin baskınlığının ya da kavramsal bilgi eksikliğinin sebep olduğu anlaşılmıştır. Sonuç olarak bu öğrenciler ÜGM gerçekleştirememişlerdir.

BÖLÜM V

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde ilk olarak araştırmanın bulgularına yönelik yapılan tartışmalara yer verilmiştir. Ardından araştırma bulgularına dayalı olarak varılan sonuçlar üzerinde durulmuştur. Bölüm sonunda ise ileride yapılacak araştırmalara dönük bir takım önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Tartışma

Bu bölümde ilk olarak, çalışma kapsamında geliştirilen MATMAP'ın kullanıldığı bir öğrenme ortamı ile geleneksel bir öğrenme ortamının öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına nasıl etki ettiğine dönük tartışmalara yer verilmiştir. İkinci olarak deney grubu öğrencilerinin GM süreçlerine dönük tartışmaya yer verilmiştir. Her iki bölümde de gerçekleştirilen tartışmalar, alan yazında yapılan benzer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

5.1.1. MATMAP'ın Öğrencilerin Matematik Dersindeki Akademik Başarılarına ve Geometriye Yönelik Tutumlarına Etkisine Dönük Tartışma

Yapılan bu çalışmanın deneysel kısmında kontrol gruplu ön-test ve son-test araştırma yöntemi benimsenmiştir. Deneysel işlem kapsamında uygulamalara başlamadan önce deney ve kontrol gruplarının akademik başarı yönünden birbirine denkliği, matematik dersi güz dönemi sonu puanlarına göre karşılaştırılarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulardan iki grubun başarı yönünden denk olduğu anlaşılmıştır. Ardından gruplara uygulanan başarı ön-testine ait puan ortalamaları karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol grubunun ön-test başarı puanları ortalaması sırasıyla 8,64 ve 10,63 olarak belirlenmiştir. Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucuna göre iki grubun puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Deneysel işlem kapsamında yürütülen derslerin tamamlanmasının ardından gruplara başarı son-testi uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubunun son-test başarı puanları ortalaması sırasıyla 19,48 ve 18,77 olarak belirlenmiştir. Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucuna göre iki grubun puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Her iki grubun son-testten elde ettikleri puanların ön-testten elde ettikleri puanlara göre arttığı belirlenmiştir. Puanlardaki bu artışın anlamlı olup olmadığını belirlemek üzere bağımlı örneklem t-testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlardan her iki grubun ortalama puanlarındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Gruplara ait ön-test puanlarının anlamlı biçimde farklı çıkması sebebiyle son-test puanlarının karşılaştırılmasında, ön-test puanlarının etkisinin istatistiksel olarak kontrol altında tutulmasına karar verilerek kovaryans analizine başvurulmuştur. Kovaryans analizi sonucunda, deney ve kontrol gruplarının düzeltilmiş son-test başarı puanları ortalaması sırasıyla 20,62 ve 17,72 olarak belirlenmiştir. Grupların düzeltilmiş son-test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine oluşan farkın istatistiksel manada anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin düzeltilmiş son-test başarı ortalama puanları arasında oluşan farkın istatistiksel olarak anlamlı ve deney grubu lehine çıkmış olması, MATMAP ile öğrenme süreci geçiren öğrencilerin, geleneksel bir şekilde öğrenme süreci geçiren öğrencilere göre daha başarılı olduklarını göstermiştir. Buradan derslerde MATMAP kullanılmasının öğrencilerin başarılarını arttırdığı sonucuna erişilmiştir.

Deneysel işlem kapsamında uygulamalara başlamadan önce deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum puanları karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin ön-test puan ortalamaları deney grubunda 56,08 ve kontrol grubunda 62,44 olarak belirlenmiştir. Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucuna göre iki grubun ortalama puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı anlaşılmıştır. Diğer bir ifadeyle, geometriye yönelik tutum puanları açısından deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin deneysel işlem öncesinde birbirine denk olduğu belirlenmiştir.

Derslerin tamamlanmasının ardından gruplara geometriye yönelik tutum ölçeği son-test olarak uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubunun son-test puan ortalaması sırasıyla 64,08 ve 66,63 olarak belirlenmiştir. Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucuna göre iki grubun puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı anlaşılmıştır. Diğer bir ifadeyle, geometriye yönelik tutum puanları

açısından deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin deneysel işlem sonrasında da birbirine denk olduğu belirlenmiştir.

Bu noktadan sonra öğrencilerin deneysel işlem öncesi ve sonrasında elde ettikleri geometriye yönelik tutum puanları karşılaştırılmış ve her iki grupta yer alan öğrencilerin puanlarında bir artışın olduğu görülmüştür. Öğrencilerin geometriye yönelik tutum puanlarındaki artışın deney grubundaki öğrencilerde, kontrol grubundaki öğrencilere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Deneysel süreç boyunca öğrencilerin geometriye yönelik tutum puanlarındaki değişimin anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımlı örneklem t-testine başvurulmuştur. Elde edilen sonuçlardan, geometriye yönelik tutum puanlarındaki değişimin yalnız deney grubu öğrencileri için istatistiksel manada anlamlı olduğu anlaşılmıştır. Elde edilen bu sonuçlardan hareketle MATMAP ile öğrenme süreci geçiren öğrencilerin, geleneksel bir şekilde öğrenim süreci geçiren öğrencilere göre geometriye yönelik tutumlarının olumlu yönde daha fazla değiştiği söylenebilir. Diğer bir ifadeyle, geleneksel bir öğrenme ortamı öğrencilerin geometriye yönelik tutumlarını değiştirmezken MATMAP'ın kullanıldığı bir öğrenme ortamı öğrencilerin geometriye yönelik tutumlarını olumlu yönde değiştirmiştir.

Alan yazın incelendiğinde, öğrenme-öğretme sürecinde SM'lerin kullanılmasının öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarını arttırdığını (Çakıroğlu, 2014; Demir, 2009; Drickey, 2000; Moyer ve Bolyard, 2002; Samioğlu ve Siniksaran, 2016), matematiğe ve geometriye yönelik tutumlarına olumlu yönde etki ettiğini/etme potansiyelinin olduğunu (Alshehri, 2017; Çakıroğlu, 2014; Drickey, 2000; Lee ve Chen, 2015; Olkun, 2003; Samioğlu ve Siniksaran, 2016) gösteren birçok araştırma sonucu ile karşılaşmak mümkündür. Alan yazında ayrıca özel olarak geometri konularının öğrenilmesinde/ öğretilmesinde SM kullanılmasının öğrencilerin akademik başarısına etkilerini araştıran birçok çalışmanın sonuçları da (Gecü Parmaksız, 2017; Gülkılık, 2013; Olkun, 2003; Pacilli, 2010; Şahin, 2013; Yıldız, 2009; Yolcu ve Kurtuluş, 2010) bu çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Özel olarak, bu araştırmaların bir kısmında SM'lerin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirdiği (Gecü Parmaksız, 2017; Şahin, 2013; Yolcu ve Kurtuluş, 2010), öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme yeteneklerini arttırdığı (Yıldız, 2009), öğrencilerin düzlem dönüşümleri konusundaki

matematiksel anlamalarını geliştirdiği (Gülkılık, 2013) belirlenmiştir. Yukarıda yapılan tartışmalardan bu çalışmanın sonucu ile alan yazındaki birçok çalışmanın sonucunun örtüştüğü görülebilmektedir.

Alan yazında az da olsa, öğrenme-öğretme sürecinde SM kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi ile SM'lerin dışında öğrenme materyallerinin kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına etkisinin karşılaştırıldığı ve aralarında anlamlı bir farkın bulunamadığı çalışmalara da rastlamak mümkündür. Örneğin Hawkins (2007) yaptığı çalışmada 3. sınıf öğrencilerinin kesir kavramını öğrenmelerine SM'lerin etkisini araştırmıştır. Dersler deney grubunda ders kitabı ile birlikte SM'ler kullanılarak, kontrol grubunda ise (SM kullanılmadan) ders kitabının yanında diyagramlar kullanılıp çizimler yaptırılarak 4 hafta boyunca sürmüştür. Uygulama sonrasında her iki grubun kesirler konusunda ön-test puanlarına göre son-test puanlarında bir artış yaşanmış olmasına rağmen iki grubun son-test puanları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Yani SM'lerle ders işleyen öğrencilerin başarıları, ders kitabı-çizim-diyagram kullanılarak ders işlenen sınıftaki öğrencilerin başarıları ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak olumlu yönde ayrılmamıştır.

Alan yazında SM'lerden daha iyi faydalanabilmek için SM'lerin öğrenme sürecinde daha uzun süreli kullanılması gerekebileceği ifade edilmektedir (Bryan, 2014; Clements ve McMillen, 1996; Magruder, 2012). Ayrıca daha küçük yaşlardaki öğrencilerin öğrenme süreçlerinde SM'ler yerine fiziksel materyallerin kullanılmasının başarılarına daha fazla olumlu yönde etki edeceğini gösteren çalışmalara da rastlamak mümkündür (Akkan ve Çakıroğlu, 2011; Olkun, 2003). İfade edilen çalışmaların sonuçları ile bu çalışmadaki öğrencilerin yaşı ve deneysel uygulamanın süresi birlikte değerlendirildiğinde SM'lerin öğrencilerin başarılarına etki edebilecek nitelikte kullanılmadığı söylenebilir. Bu durumda bahsi geçen çalışmanın araştırma tasarımının iyi kurgulanamadığı da ifade edilebilir.

Diğer bir araştırmada ise Reimer ve Moyer-Packenham (2005) üçüncü sınıf öğrencileri ile 2 hafta süren bir araştırmada öğrencilerin kesirler konusunda kavramsal ve işlemsel anlama düzeyleri üzerinde SM'lerin etkisini araştırmışlardır. Araştırmada toplanan verilerin analizi sonucunda öğrencilerin son-test ile ön-test başarı puanları arasındaki farkın istatistiksel anlamda manidar olmadığı

belirlenmiştir. Yani bu araştırma sonucunda SM'lerin öğrenci başarısı üzerinde olumlu yönde bir etkisi belirlenmemiştir. Ancak yapılan bu çalışmaya bakıldığında öğrencilerin kesirler hakkında hem kavramsal hem de işlemsel anlamalarının gelişimi için yalnız iki haftalık bir öğrenim süreci geçirmiş oldukları görülmektedir. Üstelik öğrenciler bu iki haftalık sürecin ilk haftasında yalnız SM'lerin nasıl kullanılacağını öğrenmişler, ikinci haftasında ise günde bir saat olmak üzere toplam dört gün SM'leri kullanmışlardır. Hem SM'ler ile geçirilen öğrenim süresi hem de araştırmanın gerçekleştirildiği öğrencilerin yaşlarının küçük olması dikkate alındığında bu etkenlerin, SM'lerden beklenen etkinin görülmemesine neden olduğu düşünülmektedir.

Özetle söylemek gerekirse; alan yazındaki çalışmaların sonuçları ile yapılan bu çalışmanın sonuçları birlikte değerlendirilerek yapılan tartışmanın sonunda, öğrencilere SM ortamında öğrenme fırsatı sunan MATMAP'ın, öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarıları ve geometriye yönelik tutumları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

5.1.2. Öğrencilerin GM Süreçlerine Dönük Tartışma

Yapılan bu çalışmanın nitel boyutunda, 6. sınıf matematik dersi öğretim programı (MEB, 2013) geometri ve ölçme öğrenme alanında yer alan dörtgenler konusunda deney grubu öğrencilerinin GM süreçlerinin incelenmesi amacıyla durum çalışması yöntemlerinden biri olan “İç İçe Geçmiş Tek Durum Deseni” benimsenmiştir. Öğrenciler, başarı son-testinden elde ettikleri puanlara göre “alt, orta ve üst” olmak üzere 3 gruba (düzeğe) ayrılmıştır. Öğrenciler arasından tabakalı amaçsal örnekleme yaklaşımıyla belirlenen katılımcılarla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeye istekli olan öğrenciler arasından alt düzeyden 2, orta düzeyden 1 ve üst düzeyden 2 olmak üzere toplam 5 öğrenci ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde kullanılan yarı yapılandırılmış formlarda, dörtgenlerin (paralelkenar-dikdörtgen-kare) sınıflandırılması, ikili ilişkileri ve hiyerarşik yapısı hakkında öğrencilerin GM süreçlerini inceleme amaçlı sorulara yer verilmiştir. Görüşmelerde, bazı öğrencilerin yaptıkları açıklamaları netleştirmek ve GM süreçlerini daha iyi anlamak için hem formda yer alan hem de görüşmenin akışına göre formda yer almayan sonda sorular da kullanılmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmeler ses kaydına alınmış ve bu kayıtlar öğretmen-öğrenci

diyaloğu şeklinde yazılı metne dönüştürülmüştür. Ardından metinler formda yer alan sorular altında birleştirilerek betimsel analiz yöntemi ile çözümlenmiştir.

Elde edilen verilerin analizinden; öğrencilere verilen şekillerden paralelkenar, dikdörtgen ve kare olanları tespit etmeleri istenildiğinde üst ve orta düzey başarıya sahip öğrencilerin bu soruya cevap verirken hem prototip olan hem de prototip dışı şekilleri çoğunlukla doğru bir şekilde sınıflandırabildikleri görülmüştür. Bunun yanında ara sıra da olsa öğrencilerin (Ü1 kodlu öğrencide daha fazla olmak üzere) prototip şekil etkisinde kalarak bazı şekillerin dörtgen ailesindeki yerini doğru tespit edemedikleri durumlar da olmuştur. Ancak öğrencilerin verdikleri kararların gerekçelerinin sorulduğu açık uçlu sorularda, açık uçlu olmayan sorulara verdikleri cevapları da değiştirerek şekil-kavram etkileşimini çoğunlukla kavramın kontrolünde yönetebildikleri anlaşılmıştır. Özellikle prototip dışı verilen şekillerin (örn. paralelkenarın dikdörtgen ya da kare formu) sınıflandırılmasının bu süreçte kavram kontrolünde gerçekteşiği görülmüştür. Diğer bir ifadeyle bu öğrenciler, verdikleri cevapların gerekçelerini ortaya koymalarını gerektirecek sorularda geometrik şekiller üzerinde üst düzey muhakeme yapabilmiflerdir.

Diğer taraftan alt düzey başarıya sahip öğrenciler zaman zaman kavram kontrolünde GM yapma girişimleri olsa da çoğunlukla bu süreci şeklin baskın kontrolünde yürütebilmişlerdir. Yapılan görüşmelerde bu öğrencilerin hem ele alınan dörtgenler hakkında hem de bazı temel geometrik kavramlar hakkında bilgi eksikliklerinin ve yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple öğrencilerin sıklıkla prototip şekillere başvurarak GM yapma eğiliminde oldukları, şekil-kavram etkileşimini kavram kontrolünde yürütme girişimlerinin de başarısızlıkla sonuçlandığı görülmüştür. Yani bu öğrencilerin kavram kontrollü GM yapma becerilerinin yeterli düzeyde gelişmediği ifade edilebilir. Diğer bir deyişle bu öğrenciler geometrik şekiller üzerinde üst düzey muhakeme gerçekteştirmemiştir.

Tüm başarı düzeyindeki öğrencilerin GM süreçleri birlikte ele alınıp özetle ifade etmek gerekirse, farklı başarı düzeyine sahip öğrenciler için GM sürecinde şekil ile kavram boyutlarının farklı düzeylerde etkileşim içerisinde olduğu görülmüştür. GM sürecinde şekil-kavram etkileşimi, başarısı daha yüksek olan öğrenciler tarafından çoğunlukla baskın olarak kavram kontrollü, başarısı daha düşük

olan öğrenciler için bu durum çoğunlukla baskın olarak şekil kontrollü bir süreç olarak yürümüştür.

MATMAP'ın tasarımın sürecinde geometrik şekillerin görüntüsü ile beraber farklı temsillerine (örn. sözel, sayısal) de yer verilmiştir. Bu temsiller, geometrik şeklin bir özelliği (örn. kenar uzunluğu, açı) manipüle edilerek değiştirildiğinde diğer ölçülerinin de eş zamanlı olarak değişeceği şekilde dinamik bir yapıda tasarlanmıştır. Böylece geometrik şekillerin tanımları için kritik olan özelliklerin, öğrenciler tarafından gözlemlenmesiyle öğrencilerin şekilleri kavramsal perspektiften anlamalarının ve kavrama farklı yönlerden bakabilmelerinin desteklenmesi amaçlanmıştır. Üst ve orta düzey başarıya sahip öğrencilerin GM süreçlerini çoğunlukla kavram kontrollünde yürütebilmelerinde, böylece dörtgenleri tanımlayıcı özellikleri üzerinde irdeleyerek aralarındaki hiyerarşik ilişkiyi anlayabilmelerinde MATMAP'ın bu yapısının etkili olduğu düşünülmektedir.

Alan yazın incelendiğinde (farklı okul türü, sınıf düzeyi veya başarı seviyesindeki) öğrencilerin (Battista, 2001; Fischbein ve Nachlieli, 1998; Fujita, 2012; Güven ve Öztürk, 2014; Güzeller, 2018; Karpuz ve diğerleri, 2014; Mariotti, 1992; Özkan ve Bal, 2017; Ubuz, 2017; Ubuz ve Üstün, 2004; Walcott ve diğerleri, 2009) ve öğretmen adaylarının (Erdoğan ve Dur, 2014; Horzum, 2018; Kozaklı Ülger ve Taban Broutin, 2017; Türnüklü ve diğerleri, 2013) geometrik şekiller üzerindeki muhakeme süreçlerini ele alan bir çok çalışmanın bulguları ile bu çalışmanın bulgularının paralellik gösterdiği anlaşılmıştır.

Örneğin Karpuz vd. (2014) yaptıkları çalışmada öğrencilerin şekil içeren geometri sorularını çözmede, şekil içermeyen sorulara göre daha başarılı olduklarını ve sıklıkla prototip şekil etkisinde kaldıklarını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, bu durumun temel sebeplerinden birinin kavramsal bilgi eksikliği ve yanlışlığı olduğunu belirtmişlerdir. Benzer olarak Horzum (2018) ve Türnüklü vd. (2013) de öğretmen adaylarının bazı dörtgenler için kavram bilgisi eksikliğine ya da yanlışlığına sahip olmaları, Özkan ve Bal (2017) ise öğrencilerin dörtgenler hakkında kavram yanlışlarına sahip olmaları sebebiyle kavramlar üzerinde düşünürlerken prototip şekil etkisinde kaldıklarını belirtmişlerdir. Alan yazındaki çalışmaların bulgularına benzer şekilde bu çalışmada da alt düzey başarıya sahip öğrencilerin GM süreçlerinde şeklin baskın olarak etkisinin görülme sebepleri arasında öğrencilerin

temel geometrik kavramlar ve dörtgenlerle alakalı kavramsal bilgi eksikliklerinin olduğu belirlenmiştir. Yine benzer bir sonuç olarak bu çalışmadaki öğrenciler de (çoğunlukla alt düzey başarıya sahip olanlar) zaman zaman prototip şekil etkisinde kalarak muhakeme yapma eğiliminde olabildikleri belirlenmiştir.

Bülent ve Öztürk (2014) çalışmalarında öğrencilerin geometrik şekilleri sınıflandırırken tek bir özelliğine odaklandıklarını (kenar ya da açı), bu sebeple şeklin biçimsel özelliklerine göre karar verdiklerini belirlemişlerdir. Bu çalışmada da alt düzey başarıya sahip öğrencilerin çoğunlukla verilen dörtgenlerin açı ve kenar ölçülerinden en az birini dikkate almadan ya da yalnız prototip şekiller ile öğrencilere sunulan dörtgenlerin biçimsel olarak benzer özelliklere sahip olup olmadığına bakarak sınıflandırma yaptıkları belirlenmiştir.

Walcott vd. (2009) yaptıkları çalışmada, esnek prototip imajına sahip olan öğrencilerin tanıma dayalı olmayan muhakemelerinde paralelkenarla dikdörtgeni aynı olarak gördüklerini belirlemişlerdir. Bu çalışmada da üst düzey başarı gösteren bir öğrencinin verilen şekiller arasından paralelkenar olanları tespit ederken kare ve dikdörtgen olarak verilen şekillerin kenar ya da açı ölçülerini manipüle ederek paralelkenara dönüştürülebileceğini ifade etmiş olması kavram kontrolünde olmayan esnek bir prototip imajına sahip olabileceğine işaret etmektedir.

Fischbein ve Nachlieli (1998) yaptıkları çalışmada, matematiksel becerisi daha yüksek olan öğrencilerin GM sürecinde kavram kontrolünde düşüncelerini şekillendirebildiklerini belirlemişlerdir. Fujita (2012) ise yaptığı çalışmada ortalama üstü başarıya sahip öğrencilerin yarısından fazlasının genellikle, doğru tanımlar bilmelerine rağmen dörtgenleri prototipleri ile tanıma eğiliminde olduklarını belirlemiştir. Bu sebeple de öğrencilerin dörtgenlerin kapsayıcı ilişkilerini anlarken güçlükler yaşadığını ifade etmiştir. Ubuz ve Üstün (2004) çalışmalarında ortalamanın altında, ortalama ve ortalama üstünde başarıya sahip her seviyedeki öğrencinin sıklıkla prototip şekilleri kullandığını tespit etmişlerdir. Fischbein (1993) ise şekilsel kavramların organizasyonunda şekilsel ve kavramsal yönler arasındaki ilişkilerin karmaşık olduğunu ve bu organizasyonun öğrencilerin zihninde kırılma gösterdiğini ifade etmektedir.

Alan yazında yapılan çalışmalardan, başarı seviyesi arttıkça öğrencilerin kavramsal bilgiye başvurma oranının arttığı, bununla birlikte matematikte farklı başarı

seviyesine sahip her öğrencinin GM sürecinde prototip şekillerin etkisinde kalabildiği sonuçları ile karşılaşmıştır. Ayrıca öğrencilerin geometrik bir şekil üzerinde şekil ile kavram ilişkisini organize ettiği muhakeme sürecinde zihinsel kırılğanlıklar yaşayabileceği belirtilmektedir. Alan yazında yapılan çalışmaların bulguları ve sonuçları ile bu çalışmanın ilgili bulgularının örtüştüğü söylenebilir.

Alan yazında öğrenme sürecinin teknoloji ile desteklenmesinin öğrencilerin GM becerilerine etkisinin araştırıldığı çalışmalara da rastlamak mümkündür. Battista (2001) çalışmasında geometri öğretimi sürecinde bir dinamik geometri yazılımının kullanılmasının öğrencilerin giderek artan bir düzeyde şekillerin geometrik özelliklerini, kavram hakkındaki sözlü ifadeleri anlamsızca ezberlenmesi şeklinde değil de kavramsallaştırma gücünü arttıracak şekilde öğrenmelerine yardımcı olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonucun aksine Pratt ve Davison (2003) ise yaptıkları çalışmada, öğrenme-öğretme sürecini desteklemesi amacıyla derslerde kullanılan bir dinamik geometri yazılımının, öğrencilerin GM süreçlerinde şekil ile kavramı bütünleştirmelerini teşvik etmede etkisiz kaldığını belirlemiştir. Ancak çalışmada kendilerine verilen görevlerin gereği olarak öğrenciler geometrik şekillerin yalnız biçimsel özelliklerine odaklanarak şekiller üzerinde manipülasyonlar yapmıştır. Bu süreçte geometrik şekiller öğrenciler tarafından yalnız biçimsel boyutta değerlendirilmiş fakat kavramsal olarak irdelenmemiştir. Çalışma sonunda ise şekillerin kavramsal yönüne dikkat çeken ve karşılaştırmalı tanımların ele alınmasını gerektiren görevlerin öğrenciler açısından faydalı olacağı değerlendirilmiştir. Demir (2009) ise çalışmasında, kavramsal bilgi kullanmayı gerektiren açık uçlu keşfe dayalı soruların cevaplanmasında SM kullanan öğrencilerin, yapılandırılmış soruları çözerken SM'leri kullanan öğrencilerden kayda değer şekilde daha başarılı olduklarını belirlemiştir.

Alan yazında şekillerin dinamik bir yapıda ele alınmasına imkân veren teknoloji ve yazılımların, şekillerin kavramsal boyutuna da odaklanacak şekilde kullanılmasının öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini desteklediği vurgulanmıştır. Yapılan araştırma sonuçları ile benzer şekilde bu çalışmada da alt düzey başarıya sahip öğrencilerde daha fazla oranda olmak üzere, her başarı seviyesindeki öğrenci için GM süresince şekil-kavram etkileşiminde prototip şekil etkisinin görüldüğü durumlarla karşılaşmıştır. Ancak orta ve üst düzey başarıya sahip öğrencilerin GM

süreçlerini çoğunlukla kavram kontrolünde yürütebiliyor olmalarında, geometrik şekilleri dinamik çoklu temsilleri üzerinden gözlemleyerek manipüle etme imkânı bulabildikleri MATMAP yazılımını kullanmalarının olumlu yönde etkisinin olduğu düşünülmektedir. Alan yazında elde edilen sonuçlara benzer şekilde bu çalışmada da öğrencilerin dörtgenleri nasıl sınıflandırdıklarına dair gerekçelerini sunma imkânı buldukları açık uçlu sorularda, yapılandırılmış sorulara göre şekillere daha fazla kavramsal pencereden bakabildikleri anlaşılmıştır.

Özetle söylemek gerekirse; alan yazındaki çalışmaların sonuçları ile bu çalışmanın sonuçları birlikte değerlendirilerek yapılan tartışmanın sonunda, öğrencilere SM ortamında öğrenme fırsatı sunan MATMAP'ın, öğrencilerin ÜGM becerilerini geliştirme potansiyeline sahip olduğu söylenebilir.

5.2. Sonuçlar

Bu bölümde, araştırmanın sonuçları iki başlık altında sunulmuştur. İlk olarak 6. sınıf matematik dersi öğretim programı “Geometri ve Ölçme” öğrenme alanında yer alan 15 kazanıma dönük geliştirilmiş bir SM takımı olan MATMAP'ın öğrencilerin akademik başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına olan etkisine ilişkin elde edilen bulgulara dayalı sonuçlara yer verilmiştir. Ardından MATMAP ile öğrenim sürecini tamamlayan öğrencilerin GM süreçlerini araştırmaya dönük yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgulara yönelik sonuçlara yer verilmiştir.

5.2.1. MATMAP'ın Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Geometriye Yönelik Tutumlarına Etkisine Dönük Sonuçlar

MATMAP'ın öğrencilerin akademik başarılarına etkisini belirlemek için ilgili kazanımlara dönük 30 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir başarı testi geliştirilmiştir. Başarı testi hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilere ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön-test başarı puanları bağımsız örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Yapılan analiz neticesinde kontrol grubu öğrencilerinin test başarısının deney grubu öğrencilerinin test başarısından istatistiksel manada daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumda deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde matematik dersi başarı puanları açısından birbirine denk olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak uygulanan ön-testin

öncesinde deney ve kontrol gruplarının belirlenmesi sürecinde, öğrencilerin güz dönemi matematik dersi dönem sonu ortalama puanları karşılaştırılmış ve her iki grubun dönem sonu puanları açısından istatistiksel olarak birbirine denk oldukları belirlenmiştir. Elde edilen bu bulgular birlikte değerlendirilerek iki grubunun öğrenim süreci sonundaki başarılarının karşılaştırılmasında kovaryans analizine başvurulması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Deneysel işlemin sonunda gruplarda bulunan öğrencilere başarı testi son-test olarak tekrar uygulanmıştır. Öncelikle grupların son-test başarı puanlarını karşılaştırmak amacıyla bağımsız örneklem t-testi sonuçlarına bakılmıştır. Elde edilen bulgulardan, ön-test sonuçlarının aksine deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasındaki başarı puanları açısından istatistiksel olarak birbirinden farklı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu noktadan hareketle öncelikle her grup için öğrencilerin ön-test ve son-testten aldıkları puanlar üzerinde, öğrenimleri süresince başarılarında herhangi bir artışın olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımlı örneklem t-testi uygulanmıştır. Buradan elde edilen bulgulardan öğrenim sürecinde MATMAP kullanan deney grubu öğrencilerin akademik başarılarındaki artışın istatistiksel olarak manidar olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer olarak geleneksel bir ortamda öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin de akademik başarılarında istatistiksel olarak manidar bir artışın gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın birinci alt problemine ait bulgular kısmında, ön-test puanlarının kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Burada uygulama öncesinde iki grubun başarı yönünden birbirine denk olmadığı tespit edilmiştir. Buna karşın, her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı olmasa da matematik dersi başarı son-test puanlarına göre deney grubunun daha yüksek bir ortalamaya sahip olduğu üçüncü alt probleme ait bulgular kısmında belirlenmiştir. Bu bulgulardan, öğrencilerin son-test puanlarının karşılaştırılmasında ön-test puanlarının etkisinin de dikkate alınmasının gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu anlamda daha sonra iki grubun son-test puanları arasındaki farkın karşılaştırılmasında, ön-test puanlarının etkisinin istatistiksel olarak kontrol altına alınarak deneysel işlemin gerçek etkisini belirlemek için tek faktörlü kovaryans analizine başvurulmasına karar verilmiştir.

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin son-test puanları, ön-test puanlarının etkisi istatistiksel olarak kontrol altına alınarak karşılaştırıldığında MATMAP ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile geleneksel biçimde öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu sonucuna varılmıştır.

Buraya kadar elde edilen sonuçlardan; MATMAP ile öğrenim süreci geçiren öğrencilerin geleneksel yöntem ile öğrenim süreci geçiren öğrencilere göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Başka bir ifade ile MATMAP'ın öğrenim sürecinde kullanılmasının öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarına daha fazla olumlu katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. MATMAP'ın başarıya olan olumlu etkisinin aşağıda özetlenen özellikleri ile ilgili olduğu düşünülmektedir:

1. Öğretim programındaki kazanımların öğrenciler tarafından elde edilmesi için MATMAP, öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına uygun biçimde ve istedikleri kadar deneme yapma/tekrar etme imkânı buldukları bir öğrenim süreci geçirmelerine olanak sağlamıştır. MATMAP'ın bu özelliğinin, geleneksel öğrenme ortamında öğretmen anlatımıyla sınırlı olan öğrenme sürecine göre bir avantaj sağladığı söylenebilir.

2. Moyer ve Bolyard (2002) yaptıkları çalışmada SM'lerin sahip olduğu "temsiller arasındaki dinamik bağ kurması, interaktif olma kapasitesi, çoklu temsiller içermesi ve anında geri dönütler vermesi" özelliklerinin öğrenmeyi desteklemede en önemli unsurlar olduğunu ifade etmişlerdir. Bu anlamda öğrencilerin başarılarına katkı sunan bir diğer etkenin (belki de en önemlisi) MATMAP alt yapısının dayandığı pedagojik temeller olduğu düşünülmektedir. Nitekim MATMAP ile geometrik yapıların şekilsel özelliklerinin yanında kavramsal yönü de vurgulanmakta, kavramların çoklu temsiline SM'ler içerisinde yer verilmekte, kavramların görsel temsilleri üzerinde yapılan manipülasyonlar dinamik bir şekilde farklı temsilleri üzerinden gözlemlenebilmekte, işlemsel bilginin altında yatan kavramsal boyut ön planda tutulmakta ve soyut kavramların tamamı somut olarak modellenmektedir. MATMAP'ın bu yapısı öğrencilerin herhangi bir konuda kavramları zengin bir öğrenme ortamında deneyimlemeleriyle anlamlı bir şekilde öğrenebilmelerine zemin oluşturmaktadır. Örneğin; MATMAP'ta sıvı ölçme birimleri ile standart hacim ölçme birimlerinden dm^3 ün ilişkisinin ele alındığı SM'de

öğrenciler bu ilişkileri birimlere ait modeller üzerinde yaptıkları sıvı alışverişi manipülasyonu ile somut bir şekilde deneyimleyerek öğrenebilmektedirler. Bu süreçte öğrenciler kavramların farklı temsillerini de gözlemleyebilmektedir. Öğrenciler ayrıca bu birimler arasındaki dönüşümlerde gerekli işlem adımlarını kendisinin gerçekleştirdiği bir süreçle karşı karşıyadır. Bu durum, öğrencilerin dönüşüm için yapacakları hesaplamada kullanacakları sayıyı ve işlemi kendilerinin doğru bir şekilde belirlemesini zorunlu kılmaktadır. Yani öğrenciler öğrenme sürecindeki sorumluluğu üstlenerek sürece etkin bir şekilde katılmaktadır. MATMAP'ın bu yapısının öğrenci başarısına olumlu yönde etki ettiği sonucuna ulaşılabilir.

3. MATMAP'ın etkileşimli yapısı öğrencilere interaktif bir öğrenme ortamı olarak farklı imkânlar sunmaktadır. MATMAP'ın bu yapısıyla öğrenciler gerçekleştirdikleri eylemlerin doğruluğu hakkında geri dönütler alabilmektedir. Böylece öğrenciler öğrenme süreçlerinde anlık değerlendirme yapma fırsatı bulabilmekte ve düşüncelerini kavramsal düzlemde şekillendirebilmektedirler.

4. Baki'ye (2002) göre matematikte anlamlı öğrenme, kullanma ile anlama arasında tamamlanan bir takım keşfetme ve bulma etkinlikleri sonucu ortaya çıkar. Bu sebeple BDÖ kapsamında geliştirilen bir yazılımı kullanan bir öğrencinin bilgisayarla etkileşimi esnasında matematiksel bilgisini ifade etme ve kullanma imkânı bulabilmelidir. Bu bağlamda MATMAP bünyesinde yer alan SM'lerde, bir kavramın öğrenilmesine dönük öğrencinin gerçekleştirdiği eylemler keşfetme ve bulma etkinliklerini içermektedir. Örneğin bir öğrenci bir dikdörtgenler dik prizmasının hacim hesabının nasıl yapıldığını öncelikle birim küpleri prizma içerisine yerleştirmek suretiyle bir keşif süreci geçirmektedir. Ardından bu keşifle edindiği kazanımı/bilgiyi farklı dikdörtgenler prizmasının hacmini hesaplamada kullanabileceği etkinlikleri tamamlayabilmektedir. Bu anlamda MATMAP'ın söz konusu özellikleri içeren yapısının anlamlı öğrenmeyi desteklediği ifade edilebilir.

5. MATMAP'ın ayrıca öğrencilerin derse karşı olan ilgilerini arttırdığı deneysel süreçte yapılan araştırmacı gözlemlerinden söylenebilir. Bu etkenin de öğrencilerin başarısına olumlu yansımalarının olduğu düşünülmektedir.

MATMAP'ın öğrencilerin geometriye yönelik tutumlarına etkisini belirlemek için "Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği" hem deney hem de kontrol grubundaki

öğrencilere ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön-test puanları bağımsız örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Yapılan analiz neticesinde deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesindeki geometriye yönelik tutum puanları açısından birbirine denk olduğu, diğer bir ifadeyle grupların uygulama öncesinde geometriye yönelik tutumları açısından aralarında bir farkın bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ardından deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son-test puanları bağımsız örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Yapılan analiz neticesinde deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasındaki geometriye yönelik tutum puanları açısından aralarında bir farkın bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Son olarak deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öğrenim süresince geometriye yönelik tutumlarında herhangi bir artışın olup olmadığı incelenmiştir. MATMAP ile öğrenim süreci geçiren deney grubu öğrencilerinin ön-test ve son-testten almış oldukları puanlara dönük bağımlı örneklem t-testi uygulanmış ve bu doğrultuda MATMAP öğrenme ortamının deney grubu öğrencilerinin geometriye yönelik tutumlarını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Geleneksel ortamda öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin ön-test ve son-testten almış oldukları puanlara dönük bağımlı örneklem t-testi uygulanmış ve bu doğrultuda geleneksel öğrenme ortamının kontrol grubu öğrencilerinin geometriye yönelik tutumlarına bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Yani geometriye yönelik tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı biçimdeki artışın yalnız deney grubunda gerçekleştiği belirlenmiştir.

1. Elde edilen sonuçlardan öğrenme sürecinde MATMAP'ın kullanılmasının öğrencilerin geometriye yönelik olan tutumlarına olumlu yönde etki ettiği görülmüştür.

2. Öğrencilerin özelde geometriye karşı genelde de matematiğe karşı olan olumlu tutumlarının başarılarını arttırma yönünde olumlu bir etkiye sahip olduğu düşünülebilir.

3. MATMAP'ın gerek öğrenciyi ders süresince aktif tutmasının gerek onlara somut deneyim yaşama ortamı sağlamış olmasının gerekse de derse karşı ilgiyi arttırıcı yönde etki etmiş olmasının hem başarılarında hem de tutumlarındaki gelişimde önemli bir rolünün olduğu düşünülmektedir. Nitekim deney ve kontrol gruplarının geometriye yönelik tutum puanlarındaki değişimin deney grubu lehine

anlamalı bir şekilde farklı çıkmış olması bu düşüncelerin doğruluğunun bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

5.2.2. Deney Grubu Öğrencilerinin GM Süreçlerine Dönük Sonuçlar

Yarı yapılandırılmış görüşmeler neticesinde elde edilen verilere ilişkin bulgular görüşme yapılan öğrencilerin GM süreçlerini ortaya koymuştur. Öğrencilerle yapılan görüşmeler neticesinde geometrik şekillerin tanımlayıcı bilgisine sahip olmaları ön şartı ile şekil-kavram etkileşimini gerektiren durumlarda üst ve orta düzey başarıya sahip öğrencilerin çoğunlukla ÜGM gerçekleştirebildikleri belirlenmiştir. Alt düzey başarıya sahip öğrencilerinse zaman zaman kavram kontrolünde GM yapmaya çalışmış olmalarına rağmen çoğunlukla prototip şekil etkisinde kalarak ÜGM gerçekleştiremedikleri tespit edilmiştir.

1. Elde edilen bulgulardan GM sürecinde kavramsal bilgilerini baskın olarak kullanabilen Ü1, Ü2 ve O1 kodlu öğrencilerin zaman zaman prototip şekil etkisinde kalsalar da genelde ÜGM yapabildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle bu öğrencilerden dörtgenleri hangi gerekçelere (ölçütlere) göre sınıflandırdıklarını ortaya koymaları istenildiğinde şekiller üzerindeki GM'lerini kavramın kontrolünde yürütebildikleri görülmüştür.

2. Bu öğrencilerin geometrik şekillerin kritik özellikleri hakkında daha önceki sınıf düzeylerinden bilgi sahibi olmaları sebebiyle bu şekillerin hiyerarşik ilişkisini öğrenmedeki hazır bulunuşluk düzeylerinin yeterli olduğu görülmüştür.

3. MATMAP bünyesinde paralelkenar, dikdörtgen ve kareyi ele alan SM kavramların çoklu temsillerini içermektedir. Bu SM'de, şekillerin manipülasyonları ile eş zamanlı olarak temel elemanlarına ait ölçüler dinamik olarak gözlemlenebilmektedir. Yine bu SM dörtgenlerin hiyerarşik ilişkisinin dinamik biçimde sözel ve görsel olarak gözlemlenebildiği bir yapıda tasarlanmıştır. Ayrıca SM'de paralelkenarın prototip dışı formlarına da yer verilmiştir. SM'nin bu yapısı ile öğrencilerin şekil bilgisinin yanında kavram bilgisinin ve geometrik şekiller üzerinde kavram kontrollü muhakeme yapılabilme becerisinin gelişimini destekleyen bir alt yapı oluşturulmuştur. Nitekim üst düzey ve orta düzey başarıya sahip öğrencilerin SM destekli olarak geometrik kavramları anlamlı bir biçimde öğrenme süreçleri sonunda geometrik şekiller üzerinde çoğunlukla kavram kontrolünde muhakeme yapabildikleri belirlenmiştir. Böylece öğrencilerin, araştırma kapsamındaki

kavramlarda, soyut matematiksel bir düşünce sistemini oluşturabildikleri görülmüştür.

4. Alt düzey başarı gösteren öğrenciler (A1 ve A2) zaman zaman kavram kontrolünde muhakeme yapabilseler de çoğunlukla yanlış kavram bilgisi ya da şekil bilgisinin kavram bilgisine baskın oluşu sebebiyle şekiller üzerinde kavram kontrollü muhakeme yapamamışlardır. Örneğin dörtgenleri sınıflamada kritik öneme sahip olan özelliklere ilişkin öğrencilerin kavram bilgisi eksikliklerinin, GM'lerini kavram kontrolünde gerçekleştirmelerine engel olduğu anlaşılmıştır.

Tanımlama geometrik bilginin temel bileşenlerinden birisidir (Mariotti ve Fischbein, 1997). Bu sebeple matematiksel kavramların hiyerarşik yapısı dikkate alındığında yeni bir kavramın anlamlı biçimde öğrenilmesinde temel kavramların anlamlı olarak bilinmesi gerektiği aşikârdır. Bir dörtgenin paralelkenar, dikdörtgen ya da kare olarak sınıflandırılabilmesi için dörtgenlerin kritik özelliklerinin (karşılıklı kenarların paralel olması, karşılıklı açılar eş olması, 90 derecelik bir iç açıya sahip olması gibi) bilinmesi şartken bu özelliklere temel teşkil eden paralellik, komşu olmayan açılar ya da dik açı gibi kavramların bilinmesi ön şarttır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerde ele alınan dörtgenlerle alakalı öğrencilerin temel kavramlarla ilgili sorunlarının olduğu tespit edilmiştir. Ortaokul matematik dersi öğretim programında (MEB, 2013) 5. sınıf düzeyinde ele alınan bu kavramlar hakkında öğrencilerin tanımlama ya da açıklama yapmada zorlandıkları ve başarısız oldukları anlaşılmıştır. Bunun da öğrencilerin GM sürecinde şekil bilgisini baskın olarak kullanmalarının altında yatan önemli sebeplerden biri olduğu düşünülmektedir. Nitekim Karpuz vd. (2014) de yaptıkları çalışmada, öğrencilerin kavram kontrolünde muhakeme yapamamalarında kavram bilgisi eksikliğinin önemli bir rolünün olduğu ifade etmişlerdir.

5. Alt düzey başarıya sahip öğrencilerin verdikleri cevapların gerekçelerini ortaya koymaları için yöneltilen sorular karşısında gerçekleştirdikleri GM'lerinde özellikle prototip şekil etkisinde kaldıkları görülmüştür. MATMAP'ın yukarıda ifade edilen geometrik şekillerin kavramsal yönünü destekleyen yapısına rağmen bu öğrencilerin GM süreçlerinde kavramsal bilgiyi kullanmalarının (ya da kullanamamalarının) sebebi bu sınıf düzeyine kadar şekillerin çok fazla prototiplerine maruz kalmış olmaları olabilir. Nitekim Karpuz vd. (2014),

öğretmenlerin öğrenme-öğretme sürecinde geometrik şekillerin sıklıkla standart çizimlerini kullanmalarının, öğrencilerin bu şekilleri model olarak kabul etmelerine neden olduğunu ifade etmektedirler. Ayrıca SM'lerden maksimum düzeyde yararlanılması için SM'lerin daha uzun zaman dilimlerinde kullanılması gerekmektedir (Bryan, 2014; Clements ve McMillen, 1996; Magruder, 2012). Bu çalışmada da alt düzey başarıya sahip öğrencilerin ilgili SM ile geçirdikleri öğrenme sürecinin bu etkiyi (prototip şekil etkisini) ortadan kaldırmak için yeterli olmadığı düşünülmektedir. Diğer bir ifadeyle öğrencilerin şekillerin kavramsal boyutunu anlamaları yönünde SM ile çalışmaya daha fazla zaman ayırmaya ihtiyaçlarının olduğu düşünülmektedir. Böylece diğer öğrencilerle aralarındaki bilgilerinden kaynaklı farkı kapatabilme fırsatı bulabileceklerdir. Belki bu süreçle birlikte kavramın GM'deki önemini daha iyi anlama fırsatı bulabileceklerdir. Nihayetinde de GM süreçlerinde, şekilleri kavramsal yönden güçlü bir şekilde değerlendirme imkânı bulabileceklerdir.

Öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler neticesinde özetle; her başarı düzeyindeki öğrencinin bir geometrik şekil üzerinde gerçekleştireceği muhakemede şekil-kavram etkileşimini hem şekil hem de kavram kontrolünde yürütebilme becerisinin gelişimi için sınıflarda uygun öğrenme ortamlarının oluşturulmasının önemli olduğu sonucuna varılabilir. Ayrıca alt düzey başarıya sahip öğrencilerin bu becerilerinin gelişimi için ön koşul kavramları anlaması ve bunun üzerine bu öğrencilere SM'lerle, diğer başarı düzeyindeki öğrencilere göre daha fazla süre olmak üzere, uygulama yapma imkânının tanınması gerektiği söylenebilir.

5.3. Öneriler

Bu bölümde, araştırmanın sonuçlarına dayalı olarak bazı önerilerde bulunulmuştur.

1. Çalışmada, MATMAP öğrenme ortamının geleneksel öğrenme ortamına göre öğrencilerin hem akademik başarılarını hem de geometriye yönelik tutumlarını istatistiksel olarak daha fazla arttırdığı belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlardan, her sınıf düzeyinde genel anlamda matematik dersi konularında özel olarak geometri ve ölçme öğrenme alanında yer alan konularda öğretmenlerin, öğrenme ortamını zenginleştirici birer materyal olan SM'leri derslerde kullanmaları önerilmektedir.

2. Baki (1996), bilgisayarların matematik eğitimindeki gücünün ve potansiyelinin üretilen yazılımlara ve onu kullananlara bağlı olduğunu ifade etmektedir. Bu anlamda SM'lerin öğrenme-öğretme sürecinde salt kullanılmış olmasının anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesini garanti edeceği söylenemez. Bu düşünceye paralel bir şekilde herhangi bir konu ya da kazanıma dönük tasarlanacak olan bir SM'nin de ancak sağlam pedagojik temeller üzerine inşa edilmesi durumunda anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi destekleyeceği söylenebilir. İleride yapılacak SM geliştirme çalışmalarında, henüz tasarım sürecinin başından itibaren alan yazında yürütülmüş ilgili çalışmaların ve güncel matematik dersi öğretim programlarının dikkate alınması elzemdir. Bu doğrultuda SM'lerin yapılandırıcı öğrenme yaklaşımı çerçevesinde bireysel (gerektiğinde grup çalışmalarına elverişli olarak) öğrenmeyi desteklemesine, geometrik şekillerin/yapıların şekil ve kavram boyutlarının eş zamanlı olarak anlaşılmasına, matematiksel kavramların ve aralarındaki ilişkilerin çok yönlü biçimde ele alınarak anlaşılmasına olanak tanıyacak şekilde tasarlanması ve derslere adapte edilmesi tavsiye edilmektedir.

3. Bu çalışmanın deneysel işlem süre 7 hafta ile sınırlı tutulmuştur. Özellikle alt düzey başarıya sahip öğrencilerin öğrenme süreçlerinde SM'lerden daha fazla ve daha etkili bir şekilde yararlanabilmeleri için SM'leri daha uzun süreli kullanmaları gerektiği düşünülmektedir. Bu noktadan hareketle farklı başarı seviyelerine sahip öğrenciler arasında farklı sürelerde SM kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve GM'lerine etkisi ayrıca araştırılabilir.

4. Bu çalışmada MATMAP'ın, öğrencilerin akademik başarılarına, geometriye yönelik tutumlarına etkileri belirlenmeye çalışılmış ve öğrencilerin deneysel işlem sonrası GM süreçleri araştırılmıştır. İleride yapılacak çalışmalarda geliştirilecek SM'lerin bu çalışmada ele alınan değişkenler üzerindeki etkilerinin araştırılmasının yanı sıra öğrenmenin kalıcılığına olan etkisi de araştırılabilir. Ayrıca yapılacak çalışmalarda cinsiyet, sosyoekonomik düzey, öğrenme stilleri gibi öğrencilere ait farklı özellikler ve/veya öğretim stilleri, öğrenme-öğretme yaklaşımı gibi farklı değişkenler de dikkate alınarak SM'lerin farklı boyutlardaki etkileri araştırılabilir.

5. BİT kullanım yaşının giderek düşmesi (BİT'in erken yaşlarda ya da yanlış bir yaklaşımla kullanılmasının bireylerin fiziksel ve zihinsel gelişimleri üzerine olumsuz olası etkileri göz ardı edilmeden) matematik eğitimi açısından bir avantaja

dönüştürülebilir. Öğrencilerin bu teknolojileri salt bir eğlence aracı olarak değil de öğrenmelerine yardımcı birer kaynak olarak görebilmelerine yardımcı olması açısından SM'ler farklı araç ve platformlarda (örn. telefon, tablet, sanal gerçeklik teknolojisi) kullanılabilir şekilde geliştirilerek öğrencilerin erişimlerine sunulabilir. Böylece öğrenciler, SM'leri okuldaki derslerin dışında da kullanarak öğrenme eksikliklerini (eğer varsa) giderebilme ve öğrenmelerini pekiştirebilme şansını bulabilirler.

6. SM'ler de FM'ler gibi kavramları somutlaştırır ve anlamlı öğrenmeyi destekler. Ancak fiziksel muadillerine göre SM'ler daha fazla manipüle edilmeye elverişli olması, sınırsız biçimde kullanılabilmesi, yıpranmaması, üretim maliyetinin daha düşük olması, kullanım açısından zaman ve mekân sınırının bulunmaması, kolay erişilebilir olması gibi avantajlara sahiptir. Bu sebeple matematikte yer alan her konuda öğrenenlerin kullanımına sunulacak SM'lerin geliştirilmesi önemlidir. Bu bağlamda, SM'lerin derslerde ve ders dışı etkinliklerde kullanımının ülke genelinde yaygınlaşabilmesi için SM geliştirme çalışmalarına, eğitimle ilgili kurum ve kuruluşların vereceği destek çok önemlidir.

Yurt dışında yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında ülkemizde matematikte yer alan konulara dönük geliştirilmiş SM'lerin sayısının yeterli olmadığı görülmektedir. Bu sebeple Türkçe ara yüze ya da dil desteği sahip SM'lerin geliştirilip EBA gibi platformlarda yayımlanarak tüm öğretmenlerin ve öğrencilerin erişimlerine sunulması önerilmektedir.

7. Bu çalışmanın sonuçlarına, araştırmacı tarafından geliştirilen başarı testi, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve görüşme ses kayıtları ile elde edilen verilerin bulgularından ulaşılmıştır. İleride yapılacak çalışmalarda öğrenme ortamının ve öğrenci çalışmalarının video kaydına alınması, öğrencilerin bilgisayarda yaptıkları çalışmaların kayda alınması, araştırma gözlem notlarının tutulması gibi daha farklı veri toplama araçları da kullanılarak çalışmanın bulguları zenginleştirilebilir.

8. Bu çalışmada geliştirilen MATMAP'ın, çalışma kapsamında ele alınan konuların öğrenilmesine ve öğretim programının içeriğine uygunluğu, alanında uzman akademisyenlerin görüşleri alınarak değerlendirilmiştir. SM'lerin kullanıma hazır hâle getirilmesine kadarki tasarım ve geliştirme çalışmaları süresince yapılan değerlendirmeler doğrultusunda SM'ler üzerinde sürekli olarak iyileştirmeler

yapılmıştır. Ancak MATMAP'ın pilot bir çalışmada kullanıldıktan sonra değerlendirilmesine fırsat bulunamamıştır. Buna karşın öğrencilerle yapılan informel görüşmelerde genel olarak MATMAP'ı kullanmakta zorlanmadıklarını ve çok beğendikleri ifade etmişlerdir. Ayrıca uygulamanın gerçekleştirildiği okuldaki matematik öğretmenleri de MATMAP'ın gerek tasarım gerekse içerik açısından öğrenme ortamını zenginleştirme potansiyeline sahip olduğunu belirterek kendilerinin de derslerde MATMAP'ı rahatlıkla kullanabileceklerini ifade etmişlerdir. Buna karşın ileride yapılacak çalışmalarda geliştirilen SM'lerin önce pilot bir çalışmada kullanılması, ardından alan uzmanlarının yanında öğrenci ve öğretmenler tarafında da değerlendirilmesi tasarım sürecine farklı bir bakış açısı kazandırabilir. Yapılan değerlendirmeler neticesinde uygun görülen düzeltme ve iyileştirmeler SM'lerin etkililiğine olumlu katkılar sağlayabilir.

9. Öğrenciler bazen SM'ler üzerinde matematiksel anlamda amaçsızca manipülasyonlar yapabilmektedirler. Bu çalışmada, SM'ler üzerinde yapılan manipülasyonların matematiğine odaklanması ve gerçekleştirilen etkinliklerde öğrenciler arasında bir ahenk oluşturulması adına öğrencilerin, hazırlanan çalışma yaprakları kılavuzluğunda SM'leri kullanarak etkinlikleri tamamlamaları sağlanmıştır. İleride yapılacak çalışmalarda SM'lerden üst düzeyde faydalanılabilmesi için öğrencilerin SM'lerle yapacakları serbest çalışmalardan ziyade yapılandırılmış görevleri yerine getirmelerinin, ele alınan konuyu anlamlı bir şekilde öğrenmeleri açısından daha yararlı olacağı düşünülmektedir.

10. Alan yazında öğrenme-öğretme sürecinde SM kullanılması ile FM kullanılmasının etkililiğinin karşılaştırıldığı çalışmalara rastlamak mümkündür. Buna karşın SM'ler ile matematik öğrenme-öğretme kapsamında kullanılacak farklı teknolojilerin ya da yazılımların karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu yönde yapılacak çalışmaların da alan yazına katkı sunacağı düşünülmektedir. Ayrıca yapılacak çalışmalarda bu teknolojilerin öğrenim seviyelerine göre karşılaştırılarak öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimleri üzerine etkileri de araştırılabilir.

11. Bu çalışmada geliştirilen SM'ler 6. sınıf matematik dersi geometri ve ölçme öğrenme alanı ile sınırlı tutulmuştur. İleride yapılacak çalışmalarda matematiğin farklı konuları için Türkçe ara yüze sahip SM'ler geliştirilip öğrencilerin ve öğretmenlerin kullanımına sunulabilir.

KAYNAKÇA

- Akkan, Y. ve Çakıroğlu, Ü. (2011). Farklı branşlardaki öğretmen ve öğretmen adaylarının matematik öğretiminde sanal-fiziksel manipülatiflere bakış açılarının karşılaştırılması. *5. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretimsel Teknolojiler Sempozyumu, Fırat Üniversitesi, Elazığ.*
- Akkaya, R., Durmuş, S. ve Pişkin-Tunç, M. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelerini kullanma yeterlikleri. *Matematik Eğitimi Dergisi (MATDER)*, 1(1), 13–20.
- Akkoç, H. (2008). Kavramsal anlama için matematik eğitiminde teknoloji kullanımı. M. F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed.), *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri* içinde (1. bs., ss. 361–392). Pegem Akademi.
- Alakoç, Z. (2003). Matematik öğretiminde teknolojik modern öğretim yaklaşımları. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 2(1), 43–49.
- 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 Üniversitesi, Adıyaman: 16-18 Mayıs.
- Alshehri, S. (2017). *The Comparison of Physical/Virtual Manipulative on Fifth-Grade Students' Understanding of Adding Fractions*. Doctoral Dissertation, University of Cincinnati.
- Altun, M. (2007). *Liselerde Matematik Eğitimi*. Bursa: Alfa Aktüel Yayınları.
- Bakar, K. A., Tarmizi, R. A., Ayub, A. F. M. ve Yunus, A. S. M. (2009). Effect of utilizing Geometer's Sketchpad on performance and mathematical thinking of secondary mathematics learners: An initial exploration. *International Journal of Education and Information Technologies*, 3(1), 20–27.
- Baki, A. (1996). Matematik öğretiminde bilgisayar herşey midir? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 135–143.
- Baki, A. (2002). *Öğrenen ve Öğretenler için Bilgisayar Destekli Matematik*. İstanbul: Ceren Yayın Dağıtım.
- Baki, A. (2018). *Matematiği Öğretme Bilgisi* (1. bs.). Ankara: Pegem Akademi.
- Baki, A. ve Öztekin, B. (2003). Excel yardımıyla fonksiyonlar konusunun öğretimi.

- Kastamonu Egitim Dergisi*, 11(2), 325–338.
- Battista, M. T. (2001). Shape makers. *Computers in the Schools*, 17(1–2), 105–120. doi:10.1300/j025v17n01_09
- Breyfogle, M. L. ve Lynch, C. M. (2010). Van Hiele revisited. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 16(4), 232–238. doi:10.2307/41183561
- Bryan, R. (2014). *The Relationship Between the Use of Virtual Manipulatives and Mathematics Performance Among Fifth Grade Students*. Doctoral Dissertation, Northcentral University, Prescott Valley, Arizona.
- Bulut, S., Ekici, C., İşeri, A. İ. ve Helvacı, E. (2002). Geometriye yönelik bir tutum ölçüğü. *Eğitim ve Bilim*, 27(125), 3–7.
- Büyüköztürk, Ş. (1998). Kovaryans analizi (varyans analizi ile karşılaştırmalı bir inceleme). *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 31(1), 1–15. doi:10.1501/Egifak_0000000247
- Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni SPSS Uygulamaları ve Yorum* (11. bs.). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2017). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (23. bs.). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Canbolat, N. Erdoğan, A. ve Yazlık, D. O. (2016). Examining the relationship between thinking styles and technological pedagogical content knowledge of the candidate mathematics teachers. *Journal of Education and Training Studies*, 4(11), 39-48.
- Clements, D. H. ve McMillen, S. (1996). Rethinking concrete manipulatives. *Teaching Children Mathematics*, 2(5), 270–279. doi:10.2307/41196500
- Cooley, L. A. (1997). Evaluating student understanding in a calculus course enhanced by a computer algebra system. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies (PRIMUS)*, 7(4), 308–316. doi:10.1080/10511979708965872
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design : Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.
- Çakıroğlu, Ü. (2014). Enriching project-based Learning environments with virtual manipulatives: A comparative study. *Eurasian Journal of Educational*

- Research*, (55), 201–222. doi:10.14689/ejer.2014.55.12
- Çepni, S. (2014). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş* (7. bs.). Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çetin, H. (2016). *Sorgulayıcı Öğrenme Yaklaşımıyla Çoklu Temsil Destekli Tam Sayı Öğretiminin 6. Sınıf Öğrencilerinin Başarılarına Model Tercihlerine ve Temsiller Arası Geçiş Becerilerine Etkisi*. Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çetin, İ. ve Erdoğan, A. (2018). Development, Validity and Reliability Study of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Efficiency Scale for Mathematics Teacher Candidates. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 5(1), 50-62.
- D'Angelo, F. ve Iliev, N. (2012). Teaching mathematics to young children through the use of concrete and virtual manipulatives. *Online Submission*.
- Day, L. ve Hurrell, D. (2017). Food for thought: The role of manipulatives in the teaching of fractions. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 22(4), 39–40.
- Demir, M. F. (2009). *Effects of Virtual Manipulatives With Open-Ended Versus Structured Questions on Students' Knowledge of Slope*. Doctoral Dissertation, Michigan State University, Educational Psychology and Educational Technology, East Lansing, MI, USA.
- Demir, S., Özmantar, F. ve Bingölbali, E. (2011). Teknoloji entegrasyon süreci. E. Karakırık (Ed.), *Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımı* içinde (1. bs., ss. 1–18). Nobel Yayın Dağıtım.
- Doias, E. D. (2013). *The Effect of Manipulatives on Achievement Scores in the Middle School Mathematics Class*. Doctoral Dissertation, Lindenwood University, St. Charles, MO, USA.
- Drickey, N. A. (2000). *A Comparison of Virtual and Physical Manipulatives in Teaching Visualization and Spatial Reasoning to Middle School Mathematics Students*. Doctoral Dissertation, Utah State University, Logan, Utah.
- Durmuş, S. ve Karakırık, E. (2006). Virtual Manipulatives in Mathematics Education: A Theoretical Framework. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 5(1), 117–123.

- Erdoğan, A. ve Şahin, İ. (2010). Relationship between math teacher candidates' technological pedagogical and content knowledge (TPACK) and achievement levels. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2707-2711.
- Erdoğan, E. Ö. ve Dur, Z. (2014). Preservice mathematics teachers' personal figural concepts and classifications about quadrilaterals. *Australian Journal of Teacher Education*, 39(6), 107–133. doi:10.14221/ajte.2014v39n6.1
- Ersoy, Y. (2006). İlköğretim matematik öğretim programındaki yenilikler-I: Amaç, içerik ve kazanımlar. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 30–44.
- Fischbein, E. (1993). The theory of figural concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 24(2), 139–162. doi:10.1007/BF01273689
- Fischbein, E. ve Nachlieli, T. (1998). Concepts and figures in geometrical reasoning. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1193–1211. doi:10.1080/0950069980201003
- Fitzallen, N. (2008). APMC Hot ideas. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 13(1), 16–17.
- Fujita, T. (2012). Learners' level of understanding of the inclusion relations of quadrilaterals and prototype phenomenon. *Journal of Mathematical Behavior*, 31(1), 60–72. doi:10.1016/j.jmathb.2011.08.003
- Fuys, D., Geddes, D. ve Tischler, R. (1988). The van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education. Monograph*, 3, i-196.
- Gecü Parmaksız, Z. (2017). *Augmented Reality Activities For Children: A Comparative Analysis On Understanding Geometric Shapes And Improving Spatial Skills*. Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Tabii ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Gökmen, A., Budak, A. ve Ertekin, E. (2016). İlköğretim Öğretmenlerinin Matematik Öğretiminde Somut Materyal Kullanmaya Yönelik İnançları ve Sonuç Beklentileri. *Kastamonu Education Journal*, 24(3), 1213-1228.
- Gülkılık, H. (2013). *Matematiksel Anlamada Temsillerin Rolü: Sanal ve Fiziksel Manipülatifler*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Gündüz, Ş. ve Odabaşı, F. (2004). Bilgi çağında öğretmen adaylarının eğitiminde öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme dersinin önemi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 3(1), 43–48.
- Güven, B. ve Karpuz, Y. (2016). Geometrik muhakeme: Bilişsel perspektifler. E. Bingölbali, S. Arslan ve İ. Ö. Zembat (Ed.), *Matematik Eğitiminde Teoriler içinde* (1. bs., ss. 245–264). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Güven B. ve Öztürk T., "Öğrencilerin Özel Dörtgenler ile ilgili anlamalarının şekilsel kavram teorisi Kapsamında Değerlendirilmesi", XI. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, ADANA, TÜRKİYE, 11-14 Eylül 2014, 93-94.
- Güzeller, G. (2018). *5 ve 6. Sınıf Öğrencilerinin Şekilsel Kavram Teorisi Çerçevesinde Temel Geometrik Kavramları Anlamlandırmasının İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hawkins, V. H. (2007). *The Effects of Math Manipulatives on Student Achievement in Mathematics*. Doctoral Dissertation, Capella University.
- Hoffman, J. ve Rosen, D. (2009). Integrating concrete and virtual manipulatives in early childhood mathematics. *Young Children*, 64(3), 26–32.
- Horzum, T. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının dörtgenler hakkındaki anlamalarının kavram haritası aracılığıyla incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 9(1), 1–30. doi:10.16949/turkbilmat.333678
- Izydorczak, A. E. (2003). *A Study of Virtual Manipulatives for Elementary Mathematics*. Doctoral Dissertation, State University of New York.
- Jones, K. (1998). Theoretical frameworks for the learning of geometrical reasoning. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 18 (1,2), 29–34.
- Karakırık, E. ve Aydın, E. (2011). Matematik öğrenme nesnelere. E. Karakırık (Ed.), *Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımı içinde* (1. bs., ss. 19–34). Nobel Yayın Dağıtım.
- Karakırık E. ve Çakmak, E. (2009). *İlköğretim 1-8. Sınıflar Matematik Öğretim Programını Destekleyici Türkçe Bir Sanal Manipülatif Setinin Geliştirilmesi*. TÜBİTAK Projesi, 106K140, 2006-2008.

- Karal, H., Çebi, A., Pekşen, M. ve Turgut, Y. E. (2010). Sözel problemlerin anlamlandırılması ve çözümünde web tabanlı eğitsel simülasyonların etkisi. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 147–162.
- Karpuz, Y. (2018). *Duval'in Bilişsel Modeline Uygun Tasarlanan Öğrenme Ortamının Değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karpuz, Y., Koparan, T. ve Güven, B. (2014). Geometride öğrencilerin şekil ve kavram bilgisi kullanımı. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 5(2), 108–118.
- Khasawneh, S. (2012). *A Web-Based Lessons Authoring System For Mathematics Education (MLAS)*. Doctoral Dissertation, Kent State University.
- Kozaklı Ülger, T. ve Taban Broutin, M. S. (2017). Pre-service mathematics teachers' understanding of quadrilaterals and the internal relationships between quadrilaterals: The case of parallelograms. *European Journal of Educational Research*, 6(3), 331–345. doi:10.12973/eu-jer.6.3.331
- Kutluca, T. ve Birgin, O. (2007). Doğru denklemi konusunda geliştirilen bilgisayar destekli öğretim materyali hakkında matematik öğretmen adaylarının görüşlerinin değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 81–97.
- Lee, C.-Y. ve Chen, M.-J. (2015). Effects of worked examples using manipulatives on fifth graders' learning performance and attitude toward mathematics. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(1), 264–275. doi:10.2307/jeductechsoci.18.1.264
- Lee, C.-Y. ve Chen, M.-P. (2010). Taiwanese junior high school students' mathematics attitudes and perceptions towards virtual manipulatives. *British Journal of Educational Technology*, 41(2), 17–21. doi:10.1111/j.1467-8535.2008.00877.x
- Lee, N. H. ve Tan, B. L. J. (2014). The role of virtual manipulatives on the concrete-pictorial-abstract approach in teaching primary mathematics. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 8(2), 102–121.
- Magruder, R. L. (2012). *Solving Linear Equations: A Comparison of Concrete and Virtual Manipulatives in Middle School Mathematics*. Doctoral Dissertation,

University of Kentucky.

- Mariotti, M. A. (1992). Geometrical reasoning as a dialectic between the figural and the conceptual aspects. *Topologie Structurale*, 18.
- Mariotti, M. A. ve Fischbein, E. (1997). Defining in classroom activities. *Educational Studies in Mathematics*, 34(3), 219–248. doi:10.1023/A:1002985109323
- MEB (2009). İlköğretim Matematik Dersi 6-8. Sınıflar Öğretim Programı. Ankara: MEB.
- MEB (2013). Ortaokul Matematik Dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı.
- MEB (2018). Ortaokul Matematik Dersi (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı.
- Mildenhall, P., Swan, P., Northcote, M. ve Marshall, L. (2008). Virtual manipulatives on the interactive whiteboard: A preliminary investigation. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 13(1), 9–15.
- Mishra, P. ve Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge : A framework for teacher knowledge. *Teacher College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Moyer-Packenham, P. S. ve Bolyard, J. J. (2016). Revisiting the definition of a virtual manipulative. P. S. Moyer-Packenham (Ed.), *International Perspectives on Teaching and Learning Mathematics with Virtual Manipulatives* içinde (ss. 3–23). Springer, Cham.
- Moyer-Packenham, P., Salkind, G. ve Bolyard, J. (2008). Virtual manipulatives used by k-8 teachers for mathematics instruction: Considering mathematical, cognitive, and pedagogical fidelity. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(3), 202–218. https://digitalcommons.usu.edu/teal_facpub/31 adresinden erişildi.
- Moyer, P. S. ve Bolyard, J. J. (2002). Exploring representation in the middle grades: Investigations in geometry with virtual manipulatives. *The Australian Mathematics Teacher*, 58(1), 19–25.
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J., ve Spikell, M. A. (2001). Virtual manipulatives in the K-12 classroom. *Paper presented at the International Conference on New Ideas*

- in Mathematics Education*, August 19-24, 2001, Palm Cove, Queensland, Australia.
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J. ve Spikell, M. A. (2002). What are virtual manipulatives? *Teaching Children Mathematics*, 8(6), 372–377.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, VA.
- NCTM. (2012). *Statement of Beliefs*. Retrieved from <http://www.nctm.org/beliefs.aspx>. Erişim Tarihi: 01.02.2019.
- Olivera, Đ. ve Zeljić, M. (2017). Theoretical frameworks of development geometrical thinking according to Van Hiele, Fischbein and Houdement-Kuzniak. *TEME*, XLI(3), 623. doi:10.22190/TEME1703623D
- Olkun, S. (2003). Comparing computer versus concrete manipulatives in learning 2D geometry. *Jl. of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 1(22), 43–56. doi:10.1501/0000984
- Olkun, S. ve Uçar, Z. T. (2014). *İlköğretimde Etkinlik Temelli Matematik Öğretimi*. Eğiten Kitap.
- Osana, P. H. ve Duponsel, N. (2016). Manipulatives, diagrams, and mathematics: A framework for future research on virtual manipulatives. P. S. Moyer-Packenham (Ed.), *International Perspectives on Teaching and Learning Mathematics with Virtual Manipulatives* içinde (ss. 95–120). Springer, Cham.
- Özkan, M. ve Bal, A. P. (2017). Analysis of the misconceptions of 7th grade students on polygons and specific quadrilaterals. *Eurasian Journal of Educational Research*, 17(67), 161–182. doi:10.14689/ejer.2017.67.10
- Öztürk, M., Akkan, Y., Büyüksevindik, B. ve Kaplan, A. (2016). Hafif düzeyde zihinsel yetersizliği olan öğrencilerin sanal manipulatifler yardımıyla toplama işlemi öğrenimi: Bir çoklu durum çalışması. *TED Eğitim ve Bilim*, 41(188), 175–196. doi:10.15390/EB.2016.6582
- Pacilli, P. T. (2010). *A Study of Seventh Grade Geometry Posttest Scores After Using the Geoleg Manipulative Tool*. Doctoral Dissertation, Florida Atlantic University, Boca Raton, Florida.
- Paksu Duatepe, A. (2016). Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri. E. Bingölbali, S. Arslan ve I. Ö. Zembat (Ed.), *Matematik Eğitiminde Toeriler* içinde (1. bs., ss.

- 265–276). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Petta, K., Markopoulos, C., Boyd, W., Potari, D. ve Chaseling, M. (2015). The development of primary school students' 3D geometrical thinking within a dynamic transformation context. *Creative Education*, 06(14), 1508–1522. doi:10.4236/ce.2015.614151
- Pratt, D. ve Davison, I. (2003). Interactive whiteboards and the construction of definitions for the kite. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 31–38.
- Reimer, K. ve Moyer, P. S. (2005). Third graders learn about fractions using virtual manipulatives: A classroom study. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 24(1), 5–25.
- Şahin, T. (2013). *Somut ve Sanal Manipülatif Destekli Geometri Öğretiminin 5. Sınıf Öğrencilerinin Geometrik Yapıları İnşa Etme ve Çizmedeki Başarılarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Samioğlu, M. ve Siniksaran, E. (2016). Embedding virtual manipulatives into middle school mathematics curriculum. *The Anthropologist*, 25(3), 207–213. doi:10.1080/09720073.2016.11892108
- Satsangi, R., Hammer, R. ve Hogan, C. D. (2018). Studying virtual manipulatives paired with explicit instruction to teach algebraic equations to students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 41(4), 227–242. doi:10.1177/0731948718769248
- Selçik, N. ve Bilgici, G. (2011). Geogebra yazılımının öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(3), 913–924.
- Takahashi, A. (2002). *Affordances of Computer-Based and Physical Geoboards in Problem-Solving Activities in the Middle Grades*. Doctoral Dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Temel Doğan, D. ve Özgeldi, M. (2018). Ders araştırması kapsamında matematik öğretmen adayları cebir öğretiminde sanal manipülatifleri nasıl kullanmaktadır? *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(1), 152–179. doi:10.17522/balikesirnef.437729
- Trespacios, J. H. (2008). *The Effects of Two Generative Activities on Learner*

- Comprehension of Part-Whole Meaning of Rational Numbers Using Virtual Manipulatives*. Doctoral Dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Türnüklü, E. (2014). Dörtgenlerde aile ilişkilerinin yapılandırılması: İlköğretim matematik öğretmen adaylarının ders planlarının analizi. *Eğitim ve Bilim*, 39(173), 197–208.
- Türnüklü, E., Gündoğdu Alaylı, F. ve Akkaş, E. N. (2013). Investigation of prospective primary mathematics teachers' perceptions and images for quadrilaterals. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1225–1232.
- Ubuz, B. (2017). Dörtgenler arasındaki ilişkiler: 7. sınıf öğrencilerinin kavram imajları. *Yaşadıkça Eğitim Dergisi*, 31(1), 55–68.
- Ubuz, B. ve Üstün, I. (2004). Figural and conceptual aspects in defining and identifying polygons. *Eurasian Journal of Educational Research*, (16), 15–26.
- Umay, A. (2004). İlköğretim matematik öğretmenleri ve öğretmen adaylarının öğretilmede bilişim teknolojilerinin kullanımına ilişkin görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 176–181.
- Van De Walle, J. A., Karp, K. S. ve Bay-Williams, J. M. (2012). *İlkokul ve Ortaokul Matematiği: Gelişimsel Yaklaşımla Öğretim*. (S. Durmuş, Ed.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Walcott, C., Mohr, D. ve Kastberg, S. E. (2009). Making sense of shape: An analysis of children's written responses. *Journal of Mathematical Behavior*, 28(1), 30–40. doi:10.1016/j.jmathb.2009.04.001
- Yaman, H. ve Şahin, T. (2014). Somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizmedeki başarılarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 202–220.
- Yazlık, D. Ö. (2015). *Problem Çözme Basamaklarına Dayalı Bireyselleştirilmiş Web Tabanlı Matematik Öğrenme Ortamının Tasarlanması, Uygulanması, Değerlendirilmesi ve Öğrenci Başarısına Etkisi*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yeniçeri, Ü. (2013). *İlköğretim 6. Sınıf Matematik Öğretim Programında Yer Alan Kesirler Alt Öğrenme Alanı Kazanımlarının Öğretiminde Sanal Manipülatif*

- Kullanımının Öğrencilerin Başarılarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (6. bs.). Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, B. (2009). *Üç-Boyutlu Sanal Ortam ve Somut Materyal Kullanımının Uzamsal Görselleştirme Ve Zihinsel Döndürme Becerilerine Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research: Design and Methods* (3. bs.). Thousand Oaks, Sage Publications.
- Yolcu, B. ve Kurtuluş, A. (2010). A study on developing sixth-grade students' spatial visualization ability. *İlköğretim Online*, 9(1), 256–274.

EKLER**EK - 1: Araştırma İzni**

T.C.
KONYA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 83688308-605.99-E.6159326
Konu :Araştırma İzni

03.05.2017

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi :26/04/2017 tarihli ve 48178250-300-E.5705 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Matematik Bilim Dalı Doktora Programı Öğrencisi Ahmet MUTLUOĞLU'nun "Ortaokul 6. Sınıf Matematik Dersi Geometri ve Ölçme Öğrenme Alanında Geliştirilen Sanal Manipülatiflerin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Matematiğe Karşı Tutumlarına, Geometri Öz Yeterliliklerine Etkisi ve Öğrenci Görüşleri" konulu araştırmanızı uygulama talebi incelenmiştir.

Araştırmanın, Kulu Mehmet Akif Ersoy Ortaokulunda öğrenim gören 6. sınıf öğrencilerine eğitim öğretimi aksatmamak kaydıyla uygulanmasında sakınca görülmektedir. Araştırmada Müdürlüğümüz tarafından onaylanarak gönderilen veri toplama araçları kullanılacak olup, sonucun CD ortamında iki nüsha olarak gönderilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinizi ve adı geçene tebliğini arz ederim.

Mukadder GÜRSOY
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek:

1-Anket (9 Sayfa)

2-Uygulama Ekranı (2 Sayfa)

EK - 2: Başarı Testinde Yer Alan Soruların Kazanımlara Göre Dağılımını Gösteren Tablo

Alan konusundaki kazanımlar	Soru No
<p>1. Paralelkenarda bir kenara ait yüksekliği çizer.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Noktalı kâğıt veya kareli kâğıtta paralelkenarın bir kenarına ait yüksekliği çizmeye yönelik çalışmalara yer verilir.</i> 	1, 5, 7, 8, 14, 17, 22, 29
<p>2. Paralelkenarın alan bağıntısını oluşturarak ilgili problemleri çözer.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Paralelkenarın alan bağıntısı oluşturulurken dikdörtgenin alan bağıntısından yararlanılabilir.</i> • <i>Kare ve dikdörtgenin, paralelkenarın özel durumları olduğu vurgulanır.</i> 	5, 7, 8, 14, 22, 29
<p>3. Üçgende bir kenara ait yüksekliği çizer.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Geniş açılı üçgenlerdeki yükseklikler de ele alınır.</i> 	6, 9, 21, 24, 29, 30
<p>4. Üçgenin alan bağıntısını oluşturarak ilgili problemleri çözer.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Üçgenin alan bağıntısı oluşturulurken paralelkenar veya dikdörtgenin alan bağıntılarından yararlanılabilir</i> 	6, 7, 9, 14, 15, 21, 29, 30
<p>5. Alan ölçme birimlerini tanıyarak $m^2 - km^2$, $m^2 - cm^2 - mm^2$ birimlerini birbirine dönüştürür.</p>	23
<p>6. Arazi ölçme birimlerini tanıyarak standart alan ölçme birimleriyle ilişkilendirir.</p>	4, 19
<p>7. Alan ile ilgili problemleri çözer.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Üçgen, dikdörtgen ve paralelkenardan oluşan bileşik şekillerin (örneğin, açık zarf) alanlarını içeren problemlere yer verilir.</i> 	5, 14, 19, 29
Hacim konusundaki kazanımlar	Soru No
<p>1. Dikdörtgenler prizmasının içine boşluk kalmayacak biçimde yerleştirilen birim küp sayısının o cismin hacmi olduğunu anlayarak verilen cismin hacmini birim küpleri sayarak hesaplar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Öğrencilerin hacmi ölçmeye yönelik stratejiler geliştirmesine fırsat verilir. Örneğin, birim küpler sayılırken oluşan tabakalarda kaç tane birim küp olduğuna ve toplam kaç tabaka bulunduğuna dikkat çekilir.</i> • <i>Hacmi anlamlandırmaya yönelik çalışmalara yer verilir. Hacmin, herhangi bir cismin boşlukta kapladığı yer olduğu vurgulanır.</i> 	2, 3, 10, 27

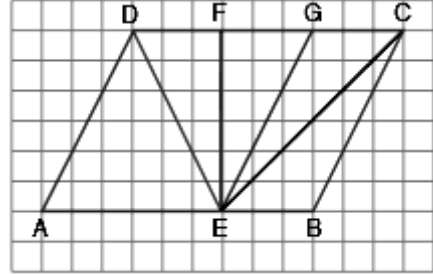
EK – 2: Devamı

Hacim konusundaki kazanımlar – Devamı	Soru No
<p>2. Verilen bir hacme sahip farklı dikdörtgenler prizmalarını birim küplerle oluşturarak hacmin taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olduğunu gerekçesiyle açıklar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Kare prizma ve küpün, dikdörtgenler prizmasının özel bir hâli olduğu dikkate alınır. Hacim bağıntısının oluşturulması modeller yardımıyla yapılır.</i> • <i>Verilen bir hacme sahip, prizma olmayan farklı yapılar oluşturmaya yönelik çalışmalara da yer verilir.</i> 	2, 3, 10, 27
<p>3. Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını oluşturarak ilgili problemleri çözer.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Bilgi ve iletişim teknolojilerinden, örneğin üç boyutlu dinamik geometri yazılımlarından yararlanılabilir.</i> 	11, 12, 25
<p>4. Standart hacim ölçme birimlerini tanıyarak santimetre küp-desimetre küp-metreküp birimleri arasında dönüşüm yapar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Hacim ölçme birimleri m^3, dm^3, cm^3 ve mm^3 ile sınırlandırılır.</i> 	12, 20
<p>5. Dikdörtgenler prizmasının hacmini tahmin eder.</p>	16, 18
Sıvı konusundaki kazanımlar	Soru No
<p>1. Sıvı ölçme birimlerini miktar olarak tanıyarak birbirine dönüştürür.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Sıvı ölçme birimleri ile ilgili dönüşümler sadece L, cL, ve mL arasında yapılır.</i> • <i>1 litrenin $1 dm^3$ olduğunu fark etmeye yönelik çalışmalar yapılır.</i> 	13, 25, 26, 28
<p>2. Hacim ölçme birimleri ile sıvı ölçme birimlerini ilişkilendirir.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Sıvı ölçme birimleri, hacim ölçme birimleriyle ilişkilendirilerek sıvı ölçülerinin temelde özel birer hacim ölçüsü olduğu vurgulanır.</i> 	18, 25, 28
<p>3. Sıvı ölçme birimleriyle ilgili problemleri çözer.</p>	13, 25

EK - 3: Başarı Testi

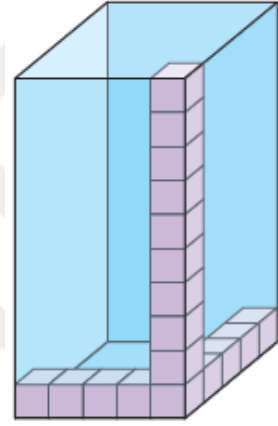
1. Görselde verilen paralelkenarda hangi doğru parçası paralelkenarın yüksekliğidir?

- A) [ED] B) [EF]
C) [EG] D) [EB]



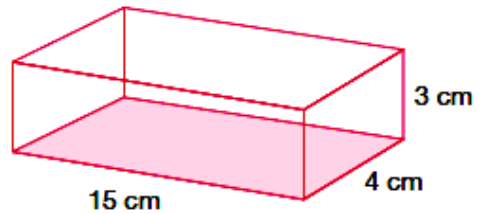
2. Görselde verilen kare prizma şeklindeki kabın içi eş küplerle doldurulmaya başlanmıştır. Kap tamamen doldurulduğunda, en alt kattaki birim küp sayısı ile toplam kat sayısı sırasıyla kaç olur?

- A) 36 - 15 B) 16 - 10
C) 20 - 15 D) 25 - 10



3. Görselde verilen prizmanın içerisine hacmi 1 cm^3 olan küplerden en fazla kaç tane sığar?

- A) 100 B) 180
C) 260 D) 340



4. Aşağıda verilen eşitliklerden hangisi doğrudur?

A) $420\ 000\ daa = 4200\ ha$

B) $350\ a = 3,5\ ha$

C) $12\ ha = 1200\ daa$

D) $51\ daa = 5100\ a$

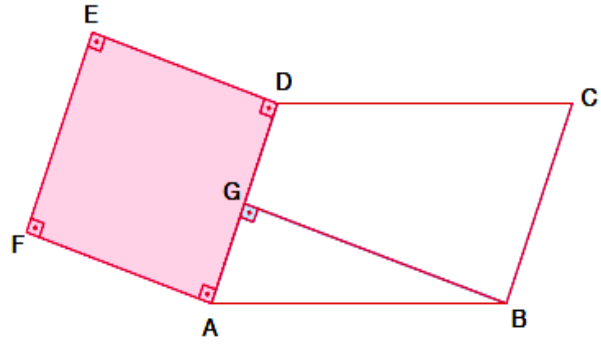
5. ABCD paralelkenarının alanı $24\ cm^2$ ve $|GB| = 6\ cm$ 'dir. Buna göre, ADEF karesinin alanı kaç cm^2 dir?

A) 4

B) 16

C) 36

D) 40



6. Alanı $24\ m^2$ olan bir üçgenin tabanının ve bu tabana ait yüksekliğinin uzunluk ölçüleri aşağıdakilerden hangisi olamaz?

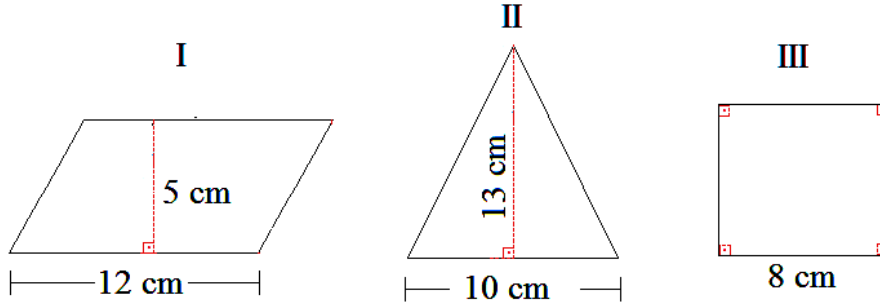
A) $6\ m - 8\ m$

B) $2\ m - 12\ m$

C) $24\ m - 2\ m$

D) $3\ m - 16\ m$

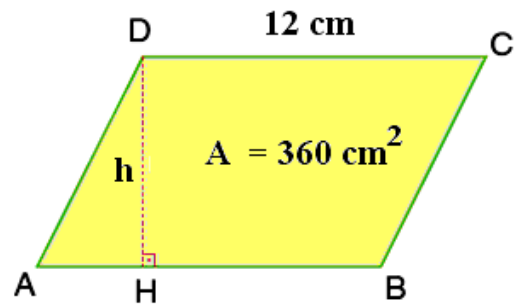
7. Aşağıda bazı ölçüleri verilen paralelkenar, üçgen ve karenin alan değerleri hangi seçenekte doğru sıralanmıştır?



- A) I < III < II B) II < III < I C) III < I < II D) III < II < I

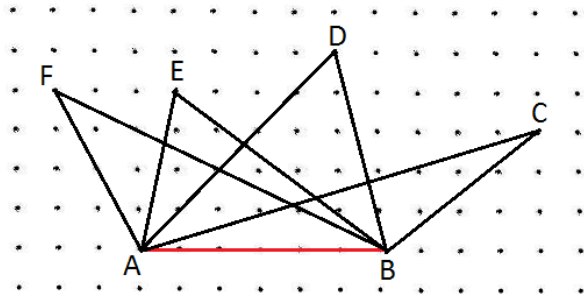
8. Yanda verilen paralelkenarın alanı 360 cm^2 ise yüksekliği (h) kaç cm dir?

- A) 20 B) 30
 C) 40 D) 50



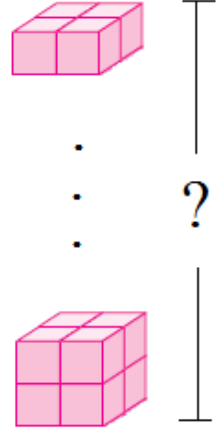
9. Birer kenarı ortak olan üçgenlerin hangisinin alan değeri en küçüktür?

- A) ABF B) ABE
 C) ABD D) ABC



10. Hacmi 64 br^3 olan bir küp ile aynı hacme sahip bir kare prizma oluşturuluyor. Kare prizmanın taban ayrıtı 2 birim olduğuna göre yüksekliği kaç birimdir?

- A) 2 B) 4 C) 8 D) 16



11. Yüksekliği 12 cm, hacmi 48 cm^3 olan bir kare prizmanın taban ayrıtı kaç cm'dir?

- A) 2 B) 4 C) 6 D) 8

12. Görseldeki ustalar, hacmi 125 m^3 olan küp şeklinde bir depo inşa etmektedirler. Bu depoya, bir ayrıt uzunluğu 5 dm olan küp şeklindeki koliler yerleştirilecektir. Bu depoya en fazla kaç koli yerleştirilebilir?

- A) 250 B) 750 C) 1000 D) 1500

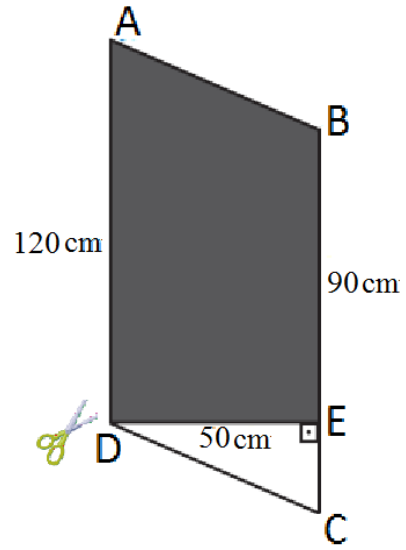


13. 20 L su 500 mL'lik boş şişelere doldurulmak istenirse bu iş için en az kaç boş şişe gerekir?

- A) 25 B) 30 C) 35 D) 40

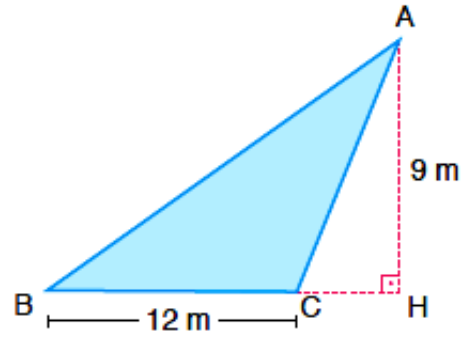
14. Görseldeki ABCD paralelkenarından DEC üçgeni kesilip çıkarılıyor. $|AD| = 120$ cm, $|BE| = 90$ cm ve $|DE| = 50$ cm olduğuna göre, kalan parçanın yüzey alanı kaç cm^2 olur?

- A) 4500 B) 5250
C) 6000 D) 6750



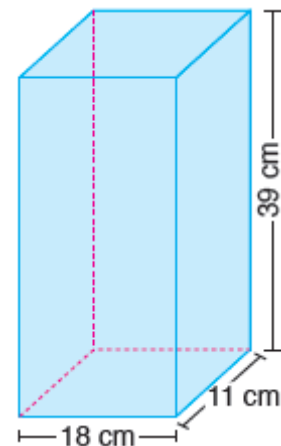
15. Yandaki görselde $|BC| = 12$ m ve $|AH| = 9$ m olduğuna göre ABC üçgeninin alanı kaç m^2 dir?

- A) 15 B) 21
C) 54 D) 108



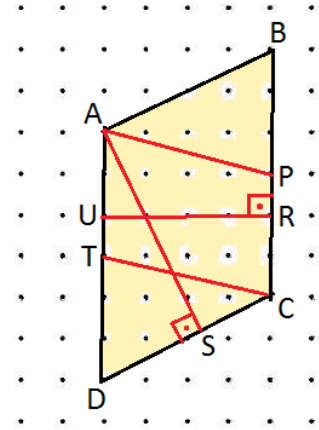
16. Görseldeki dikdörtgenler prizmasının ayrıtları 18 cm, 11 cm ve 39 cm uzunluğundadır. Prizmanın hacmi yaklaşık kaç cm^3 tür?

- A) 4000 B) 6000
C) 8000 D) 10 000



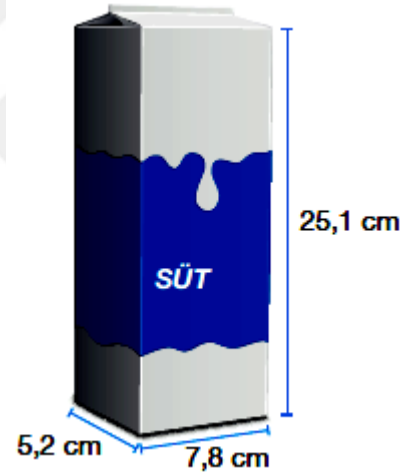
17. Görselde verilen paralelkenarda hangi doğru parçası AD kenarına ait yüksekliktir?

- A) [SA] B) [CT]
C) [RU] D) [PA]



18. Görselde dikdörtgenler prizması biçimindeki süt kutusunun bazı ölçüleri verilmiştir. Buna göre, süt kutusunun hacmi yaklaşık kaç cm^3 tür?

- A) 500 B) 1000
C) 1500 D) 2000



19. 35 dekarlık bir araziye ceviz fidanları dikilecektir. Her 20 m^2 lik alana 4 ceviz fidanı dikilmek istenirse bu arazinin tamamına en az kaç tane ceviz fidanı dikilebilir?

- A) 2800 B) 7000 C) 10 000 D) 15 000

20. Aşağıda verilen eşitliklerden hangileri doğrudur?

I. $84 \text{ m}^3 = 840 \text{ dm}^3$

II. $0,5 \text{ m}^3 = 500\,000 \text{ cm}^3$

III. $120 \text{ cm}^3 = 0,12 \text{ dm}^3$

IV. $92\,000 \text{ dm}^3 = 920 \text{ m}^3$

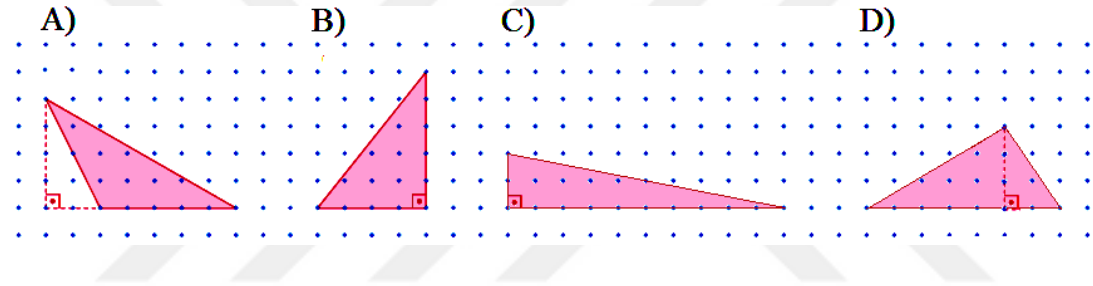
A) I ve II

B) II ve III

C) III ve IV

D) Hepsi

21. Aşağıda verilen üçgenlerden hangisinin alanı en büyüktür?



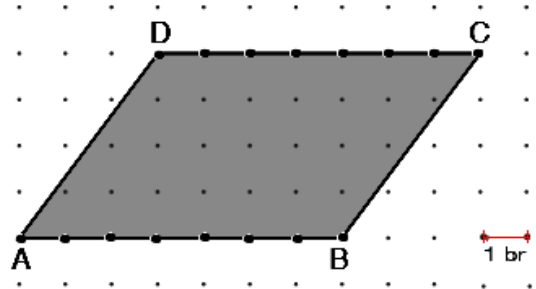
22. Görselde verilen paralelkenarın alanı kaç birimkaredir?

A) 28

B) 30

C) 32

D) 34



23. Aşağıda verilen eşitliklerden hangisi doğrudur?

A) $550\,000 \text{ m}^2 = 5,5 \text{ km}^2$

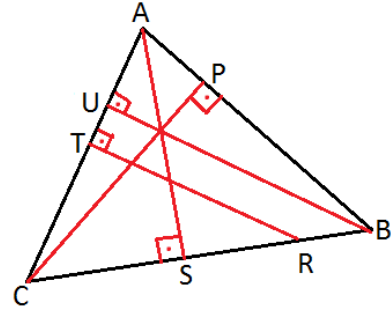
B) $450 \text{ m}^2 = 450\,000 \text{ cm}^2$

C) $27\,000 \text{ cm}^2 = 0,27 \text{ m}^2$

D) $82 \text{ cm}^2 = 8200 \text{ mm}^2$

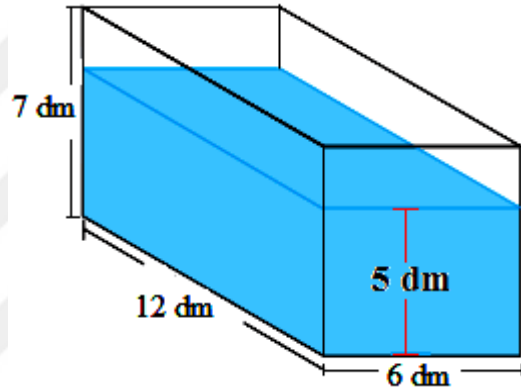
24. Yandaki üçgende verilen doğru parçalarından hangisi AC kenarına ait yüksekliktir?

- A) [AS] B) [BU]
C) [CP] D) [RT]



25. Ölçüleri yandaki gibi olan dikdörtgenler prizması şeklindeki bir akvaryumun içindeki suyun yüksekliği 5 dm'dir. Buna göre, akvaryumun boş kısmı kaç litre su ile dolar?

- A) 144 B) 360
C) 512 D) 600

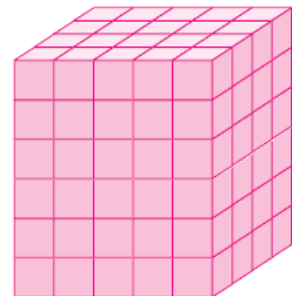


26. 1,2 dL = mL. Verilen eşitlikte noktalı yere hangi sayı yazılmalıdır?

- A) 12 B) 120 C) 1200 D) 12 000

27. Görselde verilen prizmanın hacmi kaç birimküptür?

- A) 20 B) 100
C) 120 D) 600



28. Aşağıda verilen eşitliklerden hangisi yanlıştır?

A) $300 \text{ cL} = 0,3 \text{ dm}^3$

B) $0,5 \text{ L} = 500 \text{ cm}^3$

C) $0,25 \text{ L} = 250 \text{ mL}$

D) $4 \text{ dm}^3 = 4 \text{ L}$

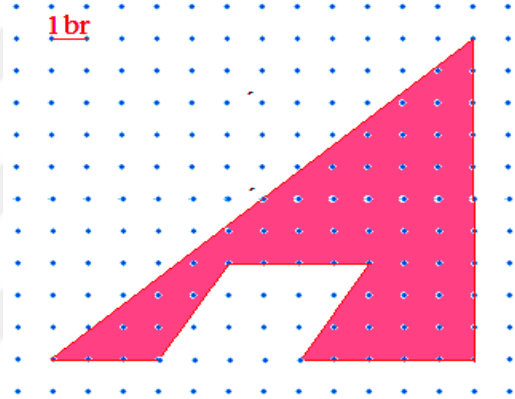
29. Bir dik üçgensel bölgenin içerisinde paralelkenar biçiminde bir bölge çıkarılıyor. Buna göre boyalı bölgenin alanı kaç birimkaredir?

A) 48

B) 54

C) 104

D) 108



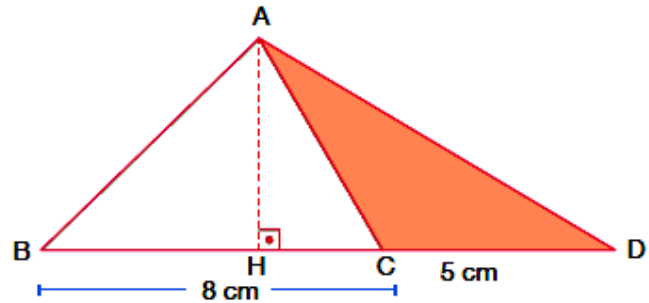
30. Yanda verilen ABC üçgeninin alanı 32 cm^2 olduğuna göre ACD üçgeninin alanı kaç cm^2 dir?

A) 10

B) 20

C) 30

D) 40



EK – 4: Matematik Başarı Testine Ait Madde Analizi Sonucu**Matematik Başarı Testine Ait Madde Analizi Sonucu**

Soru No:	r_{jx}	p_j
1	0.38	0.80
2	0.42	0.51
3*	-0.08	0.23
4	0.40	0.71
5	0.45	0.45
6	0.34	0.29
7	0.60	0.43
8	0.53	0.30
9	0.45	0.68
10	0.31	0.35
11	0.32	0.42
12	0.45	0.13
13	0.34	0.20
14	0.44	0.39
15**	0.24	0.31
16*	0.10	0.10
17	0.47	0.43
18	0.49	0.44
19	0.33	0.39
20**	0.28	0.39
21	0.45	0.30
22*	0.17	0.55
23	0.35	0.46
24	0.45	0.25

EK – 4: Devamı

25	0.41	0.63
26	0.31	0.55
27*	0.24	0.24
28	0.44	0.42
29	0.42	0.45
30	0.49	0.50
31	0.45	0.65
32	0.46	0.24
33	0.31	0.35
34*	-0.03	0.10
35*	0.27	0.24
36	0.50	0.46

* Testten silinen maddeler

** Uzman görüşü alınarak teste dâhil edilen maddeler

rjx: madde ayırt edicilik gücü; pj: madde güçlük indeksi

EK - 5: Geometriye Yönelik Tutum Ölçeği

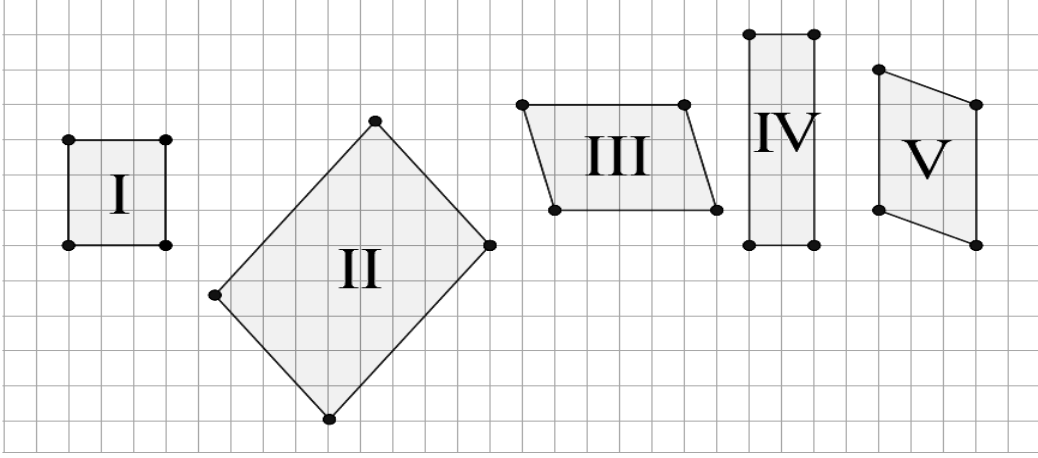
Aşağıdaki her bir maddeyi yanıtlarken size uygun olan kutuya (x) işareti koyunuz. Maddelere verdiğiniz puanlar için ölçütler aşağıda verilmiştir.

Tamamen katılıyorum (5), Katılıyorum (4), Kararsızım (3), Katılmıyorum (2), Hiç katılmıyorum (1).

Madde No	MADDELER	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Hiç katılmıyorum
1	Geometri konularını tartışmaktan hoşlanırım.	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
2	Geometri konuları benim için sıkıcıdır. (T)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
3	Geometri gerçek yaşamda kullanılmayan bir konudur. (T)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
4	Geometri ilgimi çeker.	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
5	Geometri benim için zevkli bir konudur.	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
6	Geometri konularını severek çalışırım.	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
7	Geometri konusundan korkarım. (T)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
8	Geometri ile ilgili ileri düzeyde bilgi edinmek isterim.	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
9	Çalışma zamanımın çoğunu geometriye ayırmak isterim.	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
10	Geometri konuları zihin gelişimime yardımcı olmaz. (T)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
11	Geometri konularını severim.	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
12	Geometri konuları okullarda öğretilmese daha iyi olur. (T)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
13	Geometri ile ilgili öğretilenleri günlük yaşama uygulayabilirim.	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
14	Geometri konusuna çalışmak içimden gelmez. (T)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
15	Geometri öğrenilmesi benim için zor konudur. (T)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
16	Geometri dersinde zaman benim için çabuk geçer.	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
17	Geometri konuları benim için eğlencelidir.	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)

(T) : Ters kodlanması gereken maddeler.

EK -7: Görüşme Formu

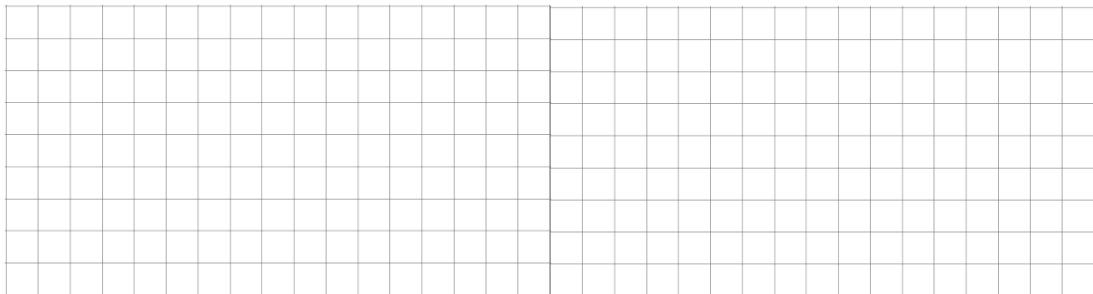


Soru 1. Yukarıda verilen dörtgenlerle ilgili soruları cevaplayınız. Cevabınızın gerekçesini açıklayınız.

- Hangisi (ya da hangileri) paralelkenardır?
- Hangisi (ya da hangileri) dikdörtgendir?
- Hangisi (ya da hangileri) karedir?

Soru 2. Verilen dörtgenleri hangi özelliklerine göre sınıflandırdığınızı (isimlendirdiğinizi) açıklayınız.

Sonda 1: Aşağıdaki kareli zemine paralelkenar olabilecek 3 farklı dörtgen çiziniz. Daha sonra bir paralelkenarın özelliklerini açıklayınız. Dikdörtgenin ve karenin bu özellikleri sağlayıp sağlamadığını açıklayınız.



Sonda 2: Paralelkenar, dikdörtgen ve karenin ilişkisini açıklayınız.

Sonda 3: Paralelkenar, dikdörtgen ve karenin farkını açıklayınız.

Sonda 4: Aşağıdaki ifadelerden hangisi (hangileri) doğrudur?

- I. Dikdörtgen paralelkenarın özel bir hâlidir.
- II. Kare dikdörtgenin tüm özelliklerini taşır.
- III. Paralelkenar dikdörtgenin tüm özelliklerini taşır.
- IV. Kare paralelkenarın özel bir hâlidir.

Cevabınızın gerekçesini açıklayınız.

EK - 8: Çalışma Yaprağı Örnekleri

Örnek 1: Alan – Arazi Ölçme Birimleri Arasındaki İlişki ve Birimler Arasında Dönüşüm Konusunda Hazırlanan Çalışma Yaprağı

Aşağıdaki konuşmalarda geçen ifadeleri inceleyiniz.

Ahmet: Çıkan yangında 10 hektarlık ormanlık alan yandı.

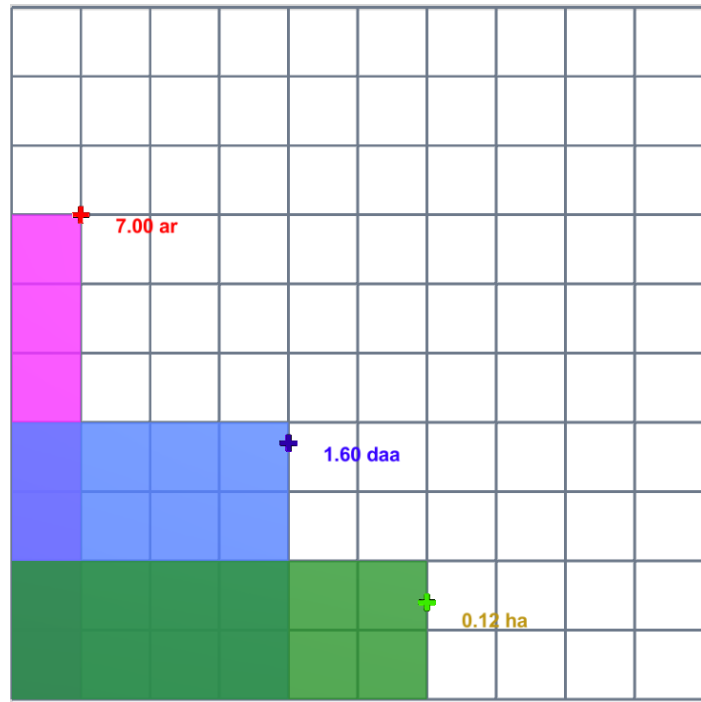
Ali: Tarlamın 40 dönümüne pancar ekтім.

Ayşe: Bahçemizin 5 arlık bölümünde sebze ekilidir.

1. Konuşmalarda geçen “hektar, dönüm (dekar) ve ar” ifadelerinden ne anlıyorsunuz?
2. Yanan ormanlık alan ile pancar ekili alanı karşılaştırınız.
3. Sebze ekili alan kaç m² dir?

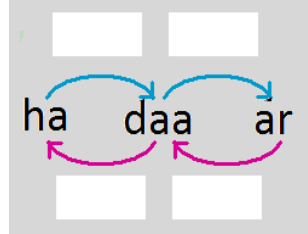
ETKİNLİK

1. MATMAP portalını açıp “A3” kodlu SM’yi çalıştırınız.
2. Sahnedeki birimleri temsil eden modelleri, fare yardımıyla köşesinden tutarak büyütüp küçültünüz. Ar, dekar ve hektar birimler arasındaki ilişkiyi inceleyiniz.



3. Arazi birimleri arasında dönüşüm yaparken;

- Her bir birim sağındakinin kaç katıdır?
- Her bir birim solundakinin kaçta kaçtır?
- Verdiğiniz cevapları birimler üzerinde matematiksel işlem olarak gösteriniz.



4. Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

- a) 1 daa = ar b) 1 ha = ar c) 1 ha = daa
- ç) 1 ar = $\frac{\text{.....}}{\text{.....}}$ daa d) 1 ar = $\frac{\text{.....}}{\text{.....}}$ ha e) 1 daa = $\frac{\text{.....}}{\text{.....}}$ ha

5. Sahnedeki “m²” butonunu tıklayınız. m² birimini büyüterek 1 ar, 1 daa ve 1 ha birimlerinin içini sırasıyla doldurunuz. m² birimi ile arazi birimlerinin ilişkisini inceleyiniz.

6. Aşağıda verilen soruları cevaplayınız.

- a) 1 ar = m² b) 1 daa = m² c) 1 ha = m²
- ç) 1 m² = $\frac{\text{.....}}{\text{.....}}$ ar d) 1 m² = $\frac{\text{.....}}{\text{.....}}$ daa e) 1 m² = $\frac{\text{.....}}{\text{.....}}$ ha

Örnek 2: Dikdörtgenler Dik Prizmasının Hacminin Tahmin Edilmesi Konusunda Hazırlanan Çalışma Yaprağı

Yanda verilen margarin paketini inceleyiniz.

1. Margarin paketinin hacminin kaç cm^3 olduğunu tahmin ediniz.

2. Margarin paketinin hacmini hesaplayınız.

3. Tahmininizle gerçek sonucu karşılaştırınız?

4. Tahmininizin gerçek sonuca yakın olması için nasıl bir yol izlemeniz gerektiğini açıklayınız.



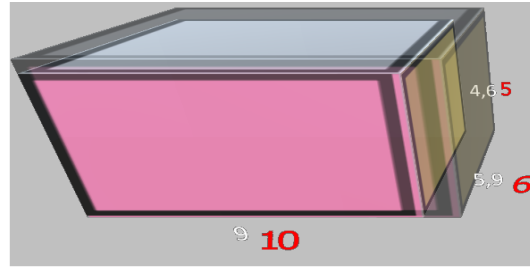
ETKİNLİK

1. MATMAP portalını açıp “H3” kodlu SM’yi çalıştırınız.

2. Aşağıda ayrıt uzunlukları verilen prizmaları sırasıyla oluşturunuz. Bunun için verilen ölçüleri PRİZMA satırındaki hücrelere girip OLUŞTUR butonuna tıklayınız.

PRİZMA	EN	BOY	YÜKSEKLİK
A	9	5,9	4,6
B	3,55	8,46	8

3. Sahnedeki A prizmasının ayrıt uzunluklarını kolay işlem yapılabilecek sayılara çevirip TAHMİN satırındaki hücrelere işleyiniz. Ardından OLUŞTUR butonuna tıklayınız.



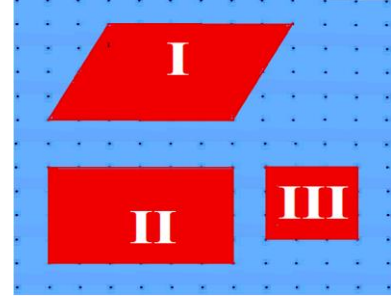
4. Önce şeffaf prizmanın hacim değerini sonra diğer prizmanın hacim değerini hesaplayıp karşılaştırınız.

5. TAHMİN satırındaki hücrelere girdiğiniz değerleri değiştirerek sahnede oluşan şeffaf prizmayı inceleyiniz. Hangi durumda hem işlem yapılması kolay hem de diğer prizmaya daha yakın hacimde bir prizma oluşturulabileceğini açıklayınız.

6. Farklı prizmalar oluşturarak hacimlerini önce tahmin edip sonra gerçek hacim değerleriyle karşılaştırınız. Bir prizmanın hacim değeri ile ilgili iyi bir tahminde bulunmak için nasıl bir yol izlenebileceğini açıklayınız.

Örnek 3: Dörtgenlerin Hiyerarşik İlişisini Anlama Konusunda Hazırlanan Çalışma Yaprağı

Yanda verilen şekilleri inceleyiniz. Şekillerden hangisi ya da hangileri paralelkenardır?



ETKİNLİK

1. MATMAP portalını açıp “A1” kodlu SM’yi çalıştırınız.
2. Herhangi bir paralelkenar oluşturunuz.
3. Uygulamadaki tablodan paralelkenara ait ölçüleri inceleyiniz. Tabloya göre, aşağıdaki soruları EVET ya da HAYIR şeklinde cevaplayınız.

a. Karşılıklı kenarların uzunluğu birbirine eşit mi?	E	H
b. Karşılıklı iç açıların ölçüleri birbirine eşit mi?	E	H
c. Karşılıklı kenarlar birbirine paralel mi?	E	H

4. Paralelkenarın kenar ve açılarının ölçülerini değiştirip 2 farklı paralelkenar daha elde ediniz. Yukarıdaki soruları tekrar cevaplandırınız.
5. Herhangi bir dörtgenin paralelkenar olması için hangi özellikleri sağlaması gerektiğini aşağıda belirtiniz.

1.
2.
3.

6. Şimdi de oluşturduğunuz paralelkenarın kenar ve açı ölçülerini değiştirerek önce dikdörtgen sonra kare elde ediniz. Her iki şekil için de aşağıdaki soruları sırasıyla cevaplayınız.

	DİKDÖRTGEN		KARE	
a. Karşılıklı kenarların uzunluğu birbirine eşit mi?	E	H	E	H
b. Karşılıklı iç açılarn ölçüleri birbirine eşit mi?	E	H	E	H
c. Karşılıklı kenarlar birbirine paralel mi?	E	H	E	H

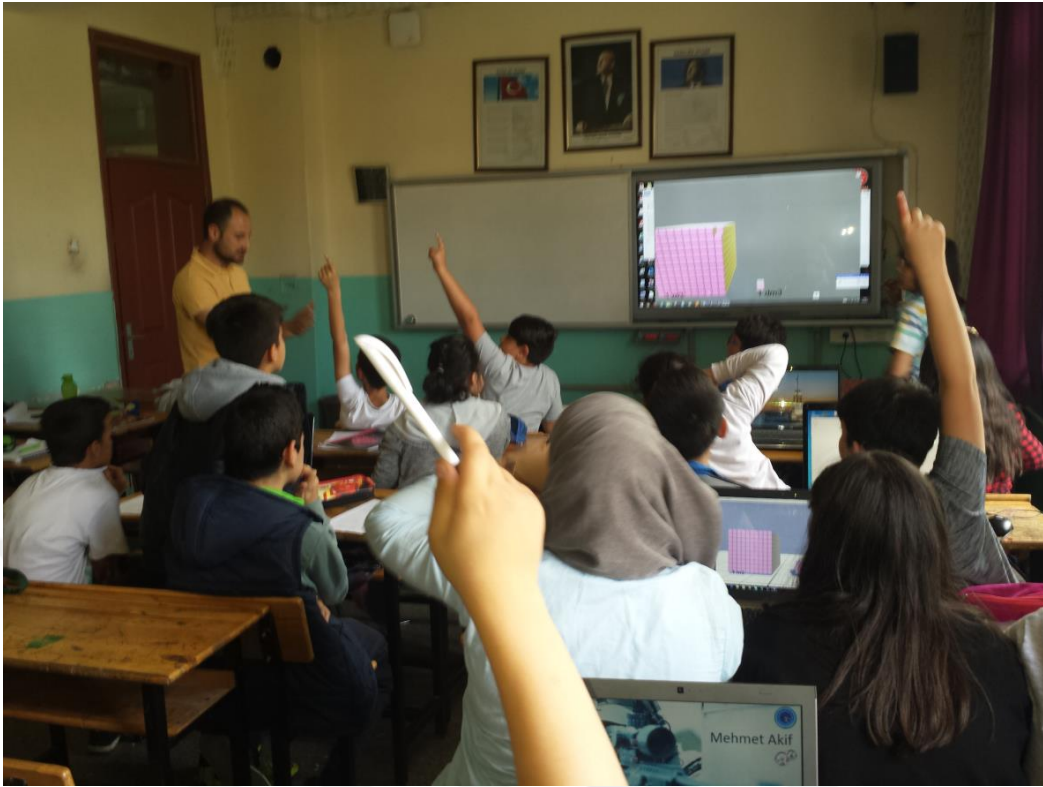
Yaptığınız etkinliğe göre aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Dikdörtgen ve kare, paralelkenarın tüm özelliklerini (5. sorudaki maddeler) sağlamış mıdır?
2. “Dikdörtgen ve kare, aynı zamanda bir paralelkenardır” denilebilir mi?

EK - 9: Uygulama Görüntüleri







EK - 10: Çalışma Takvimi

Tarih (Başlama – Bitiş)	Açıklama
22/04/2016 – 30/03/2019	Alan yazın taraması
22/04/2016 – 20/04/2017	SM'lerin 1. Tasarlanması 2. Geliştirilmesi 3. Pedagojik, içerik ve tasarım yönünden yeterliliğinin değerlendirilmesi 4. Gerekli düzeltmelerin yapılarak kullanıma hazır hâle getirilmesi
20/01/2017 – 20/03/2017	Matematik Başarı Testinin 1. Taslak Olarak Geliştirilmesi 2. Pilot Uygulamasının Yapılması 3. Pilot Teste ait Güvenirlik ve Geçerlik çalışmalarının yapılması 4. Nihai hâle getirilmesi
20/03/2017 – 20/04/2017	Çalışma Yapraklarının Hazırlanması
03/04/2017 – 05/04/2017	Deney ve Kontrol Grubunun Belirlenmesi
06/04/2017 – 07/04/2017	Deney Grubuna Ait Sınıfın Düzenlenmesi
10/04/2017 – 14/04/2017	Ön Testin Uygulanması (Kontrol Grubu)
	Ön Testin Uygulanması (Deney Grubu)
17/04/2017 – 29/05/2017	Derslerin İşlenmesi (Kontrol Grubu)
	Derslerin İşlenmesi (Deney Grubu)
31/05/2017 – 31/05/2017	Son Testin Uygulanması (Kontrol Grubu)
	Son Testin Uygulanması (Deney Grubu)
02/06/2017 – 02/06/2017	Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Gerçekleştirilmesi
20/01/2017 – 05/07/2018	Verilerin Analizi
22/04/2016 – 26/06/2019	Tez Raporunun Yazımı

EK – 11: Özgeçmiş

		T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü			
Özgeçmiş					
Adı Soyadı:		Ahmet MUTLUOĞLU		İmza: 	
Doğum Yeri:		Kulu / KONYA			
Doğum Tarihi:		27.04.1984			
Medeni Durumu:		Evli			
Öğrenim Durumu					
Derece	Okulun Adı	Program	Yer	Yıl	
İlkokul	Merkez İlkokulu	İlkokul	Kulu-KONYA	1995	
Ortaokul	Kulu Anadolu Lisesi	Ortaokul	Kulu-KONYA	1999	
Lise	Selçuklu Lisesi	Lise	Selçuklu-KONYA	2002	
Lisans	Selçuk Üniversitesi	İlköğretim Matematik Öğretmenliği	Meram-KONYA	2006	
Yüksek Lisans	Necmettin Erbakan Üniversitesi	Matematik Eğitimi	Meram-KONYA	2012	
Doktora	Necmettin Erbakan Üniversitesi	Matematik Eğitimi	Meram-KONYA	2019	
İş Deneyimi:	06.09.2006 tarihinden itibaren Milli Eğitim Bakanlığında Öğretmen				
Hakkımda bilgi almak için önerebileceğim şahıslar:	Prof. Dr. Erhan ERTEKİN Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ÇETİN				
Tel:	0 505 915 11 10				
e-posta:	mutluoglu.ahmet@gmail.com				
Adres:	Yazıçayır Ortaokulu Kulu/KONYA				