



T.C.

SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

**3D YAZICI KALEM TEKNOLOJİSİNİN GEOMETRİ
DERSLERİNDE KULLANIMININ ETKİLİLİĞİNİN
İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Sibel ÇOPUR

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Ali TÜRKDOĞAN

SIVAS

2019

3D YAZICI KALEM TEKNOLOJİSİNİN GEOMETRİ DERSLERİNDE
KULLANIMININ ETKİLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Sibel ÇOPUR

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin Matematik ve Fen Bilimleri
Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Dr. Öğr. Üyesi Ali Türkdoğan

SİVAS
2019

KABUL VE ONAY

Sibel ÇOPUR'un hazırlamış olduğu "3D Yazıcı Kalem Teknolojisinin Geometri Derslerinde Kullanımının Etkililiğinin İncelenmesi" başlıklı bu çalışma, 31.05.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından, "Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı"nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Seher MANDACI şAHİN

(Jüri Başkanı)

Dr.Öğr.Üyesi Ali TÜRKOĞAN

(Danışman)

Doç.Dr. Fatih KARAKUş

(Üye)

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

.../.../

Doç.Dr. Fatih KARAKUş

Enstitü Müdürü

ETİK SÖZÜ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

.. \.. \....

Sibel Çopur

TEŞEKKÜR

Her koşulda yanımda olan ve güçlü bir desteğim olduğunu bana hep gösteren kıymetli aileme sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek lisans tez sürecim boyunca ilgi ve desteğini esirgemeyen danışmanım Sayın Dr. Ali TÜRKDOĞAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca ve yüksek lisans sürecim boyunca bana destek olan ve bilgilerini can-ı gönülden aktaran tüm değerli öğretmenlerime;

Tezimi uygulayabilmem için yardımcı olan ve katkı sağlayan tüm öğretmenlerime, meslektaşlarıma ve öğrencilere;

Yardımlarını esirgemeyen tüm eğitim çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Sibel ÇOPUR

ÖZET

ÇOPUR, Sibel, 3D Yazıcı Kalem Teknolojisinin Geometri Derslerinde Kullanımının Etkililiğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sivas, 2019.

Öğrencilerin uzamsal akıl yürütmekte ve kavramları keşfetmekte sorunlar yaşadıkları birçok çalışmayla ortaya konulmuştur. Bilindiği gibi Milli Eğitim Bakanlığı daha kavramsal etkili ve kalıcı öğrenmeyi sağlamak ve yaşanan bu gibi sıkıntıları gidermek için, öğrenci merkezli yaklaşımı benimsemiştir. Öğrenci merkezli eğitimde materyallerin kullanımına büyük önem atfedilmektedir. Bu çalışma 3D yazıcı kalemle uyumlu olarak tasarlanmış çalışma yapraklarının öğretimdeki etkililiğini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Materyallerin etkililiğini ortaya çıkarabilmek için özel durum çalışması yönteminden yararlanılmıştır. Elde edilen veriler; gözlem, klinik mülakat, materyallerin öğretimde kullanımı, yarı yapılandırılmış mülakat ve görüş formu teknikleriyle elde edilmiştir. Bu veriler betimsel analize tabi tutulmuştur.

Araştırmada 10.sınıfta öğretim görmekte olan 12 öğrenci yer almıştır. Sınıf içi uygulamada öğrencilere, katı cisimler konusu için, 3D yazıcı kalem ve 3D yazıcı kalemle uyumlu hazırlanmış iki çalışma yaprağı uygulanmıştır. Etkinlik sonrasında görüşlerini almak için öğrencilere 5' li Likert tipi öğrenci görüş formu uygulanmıştır. Bu 12 öğrencinin matematik öğretmenine 5' li Likert tipi akademisyen\öğretmen görüş formu uygulanmış ve yarı yapılandırılmış mülakat gerçekleştirilmiştir. Ayrıca 2 akademisyen ve 5 yüksek lisans yapmakta olan matematik öğretmenine yarı yapılandırılmış grup mülakatı ve 5' li Likert tipi akademisyen\öğretmen görüş formu uygulaması yapılmıştır. Bu öğretmenler dışında 9 matematik öğretmenine daha 5' li Likert tipi akademisyen\öğretmen görüş formu uygulanmıştır. Böylece toplam 17 akademisyenin\matematik öğretmenin materyallerle ilgili görüşü alınmıştır.

Araştırmanın sonucunda, 3D yazıcı kalemle uyumlu çalışma yapraklarının eğitim-öğretimde kullanımının olumlu yönde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışma yapraklarının ve 3D yazıcı kalemle oluşturulan materyallerin, öğrencilerin konuyu keşfetmesini ve kavramasını sağladığı görülmüştür. 3D yazıcı kalemin, geometri konuları başta olmak üzere, matematik konularının öğretiminde kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler: 3D Yazıcı Kalem, Çalışma Yaprağı, Somut Materyal Kullanımı, Uzamsal Akıl Yürütme, Katı Cisimler, Yapılandırmacı Öğrenmede 5E Modeli

ABSTRACT

ÇOPUR, Sibel, Investigation of the Effectiveness of 3D Printer Pen Technology in Geometry Lessons, Master' s Thesis, Sivas, 2019.

Many studies have revealed that students have problems in spatial reasoning and discovering concepts. As is known, Milli Eğitim Bakanlığı has adopted a student-centered approach to provide more conceptual, effective and permanent learning and to address such problems. Great emphasis is placed on the use of materials in teaching in student-centered education. This study was carried out to examine the effectiveness of the worksheets designed in accordance with the 3D printer pen. Case study method were used to reveal the effectiveness of the materials. Acquired datas gathered with; observation, clinical interview, use of materials in class, semi-structured interview and opinion form techniques. These data were subjected to descriptive analysis.

In the research there were 12 students in Grade 10th. In the classroom application, two worksheets which are compatible with 3D printer pen prepared on solid objects and learning sheet on solid objects were applied to the students. A 5-point Likert-type opinion form was applied to the students to get their opinions after the event. A 5-point Likert-type opinion form and semi-structured interview were applied to the 12 mathematics teachers. In addition, a semi-structured group interview and a 5-point Likert-type opinion form were applied to 2 academicians and 5 mathematics teachers. In addition to these teachers, the opinion form was applied to 9 mathematics teachers too. Thus, a total of 17 academicians\mathematics teachers were consulted about the materials.

As a result of the research, it has been found that the use of worksheets compatible with 3D printer pen in education was positively effective. It is seen that the worksheets and the materials created with the 3D printer pen enable the students to discover and understand the subject. It is recommended to use the 3D printer pen in mathematics teaching, especially in geometry.

Keywords: 3D Printer Pen, Worksheet, Using Concrete Material, Spatial Reasoning, Solid Objects, 5E Model in Constructivist Learning

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
TABLolar LİSTESİ	xvii
EKLER LİSTESİ	xviii
KISALTMALAR LİSTESİ	xix
BÖLÜM I	1
1.1. GİRİŞ	1
1.1.1. Matematik Öğretiminde Materyal Kullanımının Önemi	4
1.1.2. Geometri Konularında Materyal Kullanımının Önemi	7
1.1.3. Matematik Öğretiminde Çalışma Yaprağı Kullanımının Önemi	8
1.1.4. Yapılandırmacı Öğretim Modelleri ve 5E	10
1.1.5. 3D Yazıcı Kalem Teknolojisi ve Matematik Öğretimi	15
1.2. Problem Cümlesi	20
1.2.1. Alt Problem Cümleleri	21
1.3. Araştırmanın Amacı	21
1.4. Araştırmanın Önemi	21
1.5. Araştırmanın Sayıtları	22
1.6. Sınırlılıklar	23
1.7. Tanımlar	24
BÖLÜM II	25
2. YAPILAN ARAŞTIRMALAR	25
2.1. Matematik Öğretiminde Materyal Kullanımının Önemi İle İlgili Araştırmalar	25
2.2. Geometri Konularında Materyal Kullanımının Önemi İle İlgili Araştırmalar	27
2.3. Matematik Öğretiminde Çalışma Yapraklarının Kullanımının Önemi İle İlgili Araştırmalar	31
2.4. Yapılandırmacı Öğretim ve 5E İle İlgili Araştırmalar	33
2.5. 3D Yazıcı Kalem Teknolojisi ve Matematik Öğretimi İle İlgili Araştırmalar	35

BÖLÜM III	37
3. YÖNTEM	37
3.1. Araştırma Modeli.....	37
3.2. Çalışma Grubu	45
3.2.1. Pilot Çalışmanın Çalışma Grubu	45
3.2.2. Sınıf İçi Uygulama Gerçekleştirilen ve Öğrenci Görüş Formu Uygulanan Çalışma Grubu	45
3.2.3. Mülakat - Grup Mülakatı ve Öğretmen Görüş Formu Uygulanan Çalışma Grubu	46
3.3. Verileri Toplama Teknikleri	49
3.3.1. Gözlem.....	50
3.3.2. Klinik Mülakat	51
3.3.3. Video ve Ses Kaydı.....	52
3.3.4. Çalışma Yaprağı.....	53
3.3.5. 3D Yazıcı Kalemle Elde Edilen Materyaller (3D Çıktılar).....	55
3.3.6. 3D Yazıcı Kaleme Yardımcı Olarak Kullanılan Araç ve Gereçler.....	56
3.3.7. Görüş Formu	58
3.3.8. Yarı Yapılandırılmış Mülakat	59
3.4. Verilerin Analizi	60
BÖLÜM IV	63
4. BULGULAR	63
4.1. SINIF İÇİ UYGULAMAYA İLİŞKİN BULGULAR VE İNCELENMESİ.....	63
4.1.1. ÇALIŞMA YAPRAĞI-1' İN SINIF İÇİ UYGULAMASINA İLİŞKİN BULGULAR VE BUNLARIN İNCELENMESİ	65
4.1.1.1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Beşinci Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi.....	65
4.1.1.1.1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Beşinci Sorunun Uygulanması Etnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları	66
4.1.1.1.2. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Beşinci Sorunun Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları	77
4.1.1.2. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Altıncı Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi.....	81
4.1.1.2.1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Altıncı Sorunun Uygulanması Etnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları	81
4.1.1.2.2. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Altıncı Sorunun Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları	84

4.1.1.3. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Yedinci Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi.....	90
4.1.1.3.1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Yedinci Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları	90
4.1.1.3.2. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Yedinci Sorunun Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları	96
4.1.1.4. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Sekizinci Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi.....	97
4.1.1.4.1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Sekizinci Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları	98
4.1.1.4.2. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Sekizinci Sorunun Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları	106
4.1.1.5. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi.....	110
4.1.1.5.1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları	111
4.1.1.5.2. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun a Şikkının Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları	113
4.1.1.5.3. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun b Şikkının Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları	116
4.1.2. ÇALIŞMA YAPRAĞI-2' NİN SINIF İÇİ UYGULAMASINA İLİŞKİN BULGULAR VE BUNLARIN İNCELENMESİ	126
4.1.2.1. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Beşinci Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi.....	126
4.1.2.1.1. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Beşinci Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları	127
4.1.2.1.2. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Beşinci Soru Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları	134
4.1.2.2. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Altıncı Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi.....	136
4.1.2.2.1. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Altıncı Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları	137
4.1.2.2.2. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Altıncı Soru Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları	141
4.1.2.3. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Yedinci Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi.....	143
4.1.2.3.1. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Yedinci Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları	143
4.1.2.3.2. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Yedinci Soru Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları	147

4.1.2.4. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Sekizinci Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi.....	148
4.1.2.4.1. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Sekizinci Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları	148
4.1.2.4.2. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Sekizinci Soru Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları	153
4.1.2.5. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi.....	156
4.1.2.5.1. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları	157
4.1.2.5.2. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun a Şıkkının Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları	158
4.1.2.5.3. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun b Şıkkının Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları	162
4.2. UYGULAMA SINIFININ MATEMATİK ÖĞRETMENİNDEN ELDE EDİLEN BULGULAR VE BUNLARIN İNCELENMESİ.....	170
4.2.1. Uygulama Sınıfının Matematik Öğretmenin Mülakatının Bulguları ve Bunların İncelenmesi	170
4.2.2. Uygulama Sınıfının Matematik Öğretmeninin Görüş Formunun Sonuçları ve Bunların İncelenmesi	182
4.3. MATEMATİK ÖĞRETMENLERİYLE GERÇEKLEŞTİRİLEN GRUP MÜLAKATININ BULGULARI VE BUNLARIN İNCELENMESİ.....	186
4.3.1. Matematik Öğretmenleriyle Gerçekleştirilen Grup Mülakatının Bulguları ve Bunların İncelenmesi	186
4.4. ÖĞRENCİ VE AKADEMİSYEN ÖĞRETMEN GÖRÜŞ FORMLARININ BULGULARI VE BUNLARIN İNCELENMESİ	196
4.4.1. ÖĞRENCİ GÖRÜŞ FORMLARINDAN ELDE EDİLEN BULGULAR VE BUNLARIN İNCELENMESİ	196
4.4.1.1. Öğrencilerin Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular... 196	
4.4.1.2. Cinsiyete Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Öğrencilerin Görüşlerine Dair Bulgular	197
4.4.2. AKADEMİSYEN VE ÖĞRETMEN GÖRÜŞ FORMLARININ BULGULARI VE BUNLARIN İNCELENMESİ	197
4.4.2.1. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular	197
4.4.2.2. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Yaşlarına Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular.....	198
4.4.2.3. Öğretmenlerin\Akademisyenlerin Deneyimlerine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular.....	199

4.4.2.4. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Mezun Oldukları Fakülteye Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular	200
4.4.2.5. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Görev Yaptıkları Öğretim Kademesine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular	201
4.4.2.6. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Öğrenim Düzeyine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular	201
4.4.2.7. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Cinsiyetine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular	203
BÖLÜM V	204
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	204
5.1. SONUÇ VE TARTIŞMA	204
5.1.1. Yönergeler Aracılığıyla ve Öğretmen Rehberliğinde Öğrencilerin Somut Materyal Oluşturabilmesi İle İlgili Sonuçlar	205
5.1.2. Araştırmada Bulunan Etkinliklerle Birlikte Öğrencilerin Oluşturdukları Somut Materyali Doğru Yorumlayabilmeleri İle İlgili Sonuçlar	206
5.1.3. Araştırmada Bulunan Etkinliklerle Birlikte Oluşturdukları Somut Materyaller ve Ön Bilgileri Aracılığıyla Öğrencilerin İstenilen Formülü Keşfetmeleri ve Yorumlayabilmeleri İle İlgili Sonuçlar	207
5.1.4. Çalışma Yapağının Giriş Kısmında Oluşan Problemin Öğrencilerle İrdelenmesi İle İlgili Sonuçlar	209
5.1.5. Araştırmada Bulunan Etkinliklerle Birlikte Öğrencilerin (f)Somut Düşünceden Soyut Düşünceye Geçişi Gerçekleştirebilmeleri ve (g)Soyut Düşünerek, Uzamsal Akıl Yürüterek Problem Çözebilmeleri İle İlgili Sonuçlar	209
5.1.6. Çalışma Yapraklarındaki Yönergelerin Anlaşılabilirliği İle İlgili Sonuçlar	210
5.1.7. Araştırmada Bulunan Etkinliklerle Birlikte Öğrenciler Arasında (ı)Grup İçi, Gruplar Arası Etkileşimin Oluşması ve (d)Akran Etkisi İle İlgili Sonuçlar	211
5.1.8. Araştırmada Bulunan Etkinliklerle Birlikte Öğrencilerin Derse İlgilerinin ve Sevgilerinin Olması İle İlgili Sonuçlar	211
5.1.9. Sınıf İçi Uygulamadan ve Mülakatlardan Elde Edilen Sonuçların (5.1.1' den 5.1.8' e Kadar Olan Sonuçların) Genel Değerlendirmesi	213
5.1.10. Öğrenci ve Akademisyen\Öğretmen Görüş Formlarının Sonuçları	215
5.2. ÖNERİLER	216
KAYNAKÇA	218
EKLER	226

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1. Materyallerin Öğretimde Kullanımının Yaşantı Konisi	5
Şekil 1. 2. 3.Nesil 3D Yazıcı Kalem.....	16
Şekil 1. 3. 2.Nesil 3D Yazıcı Kalem.....	16
Şekil 1. 4. 3D Yazıcı Kalemle Oluşturulan Bazı Cisimler	18
Şekil 1. 5. 3D Yazıcı Kalemle Oluşturulan Beşgen Parçalara Sahip Futbol Topu Modeli	18
Şekil 1. 6. 3D Yazıcı Kalemle Oluşturulan Farklı Ebatlardaki Kürelerin Birleştirildiği Sanatsal Bir Çalışma	18
Şekil 3. 1. Veri Toplama Araçlarının Geliştirilmesi ve Verilerin Elde Edilme Aşamaları	38
Şekil 3. 2. 3D Yazıcı Kalemle Oluşturulmak İstenilen Şeklin Tükenmez Kalemle Birim Kareli Deftere Çizilmesi	57
Şekil 3. 3. Deftere Tükenmez Kalemle Çizilen Şeklin Plastik Kapak Kapatıldıktan Sonra Kapağın Üstünden Görünümü	57
Şekil 3. 4. Deftere Tükenmez Kalemle Çizilen Şeklin Plastik Kapak Üzerinden Görülen Kenar Çizgilerinden Geçilerek 3D Kalemle Oluşturulması	58
Şekil 4. 1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan 5.Soru.....	65
Şekil 4. 2. ÇY-1, 5.Soru İçin Oluşturulan 6-8-10 Birim Kenar Uzunluklarına Sahip Üçgenin Örneği.....	66
Şekil 4. 3. A2' nin (1.Söylemde) Bahsettiği İçi Dolu Üçgen-Üçgensel Bölge.....	67
Şekil 4. 4. B3' ün Söyleminde (6.Söylem) Geçen İki Karenin, Dikdörtgen Prizma Oluşturmak İçin Karşılıklı Hizalanması	68
Şekil 4. 5. D1' in Söyleminde (10.Söylem) Geçen İki Üçgenin, Üçgen Prizma Oluşturmak İçin Karşılıklı Hizalanması	69
Şekil 4. 6. A Grubunun Tavan ve Taban Üçgenlerini Yanlış Hizalayarak Oluşturdukları Düzgün Olmayan Üçgen Prizmanın Örneği	71
Şekil 4. 7. Grupların ÇY-1, 5.Soru İçin Oluşturdukları Üçgen Prizmanın Örneği.....	72
Şekil 4. 8. D Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları	74
Şekil 4. 9. A Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları	78
Şekil 4. 10. B Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları	78
Şekil 4. 11. C Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları	79
Şekil 4. 12. D Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları	80
Şekil 4. 13. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan 6.Soru.....	81
Şekil 4. 14. D Grubu, ÇY-1, 6.Soru İçin Cevapları	82
Şekil 4. 15. D Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları	83
Şekil 4. 16. A Grubu, ÇY-1, 6.Soru İçin İlk Yazdıkları Cevapları.....	84
Şekil 4. 17. A Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları	85
Şekil 4. 18. A Grubu, ÇY-1, 7.Soruda Sınıf Arkadaşlarının Etkisiyle 6.Sorudaki Cevaplarını Değiştirdikleri Hali.....	85
Şekil 4. 19. B Grubu, ÇY-1, 6.Soru İçin Cevapları	86
Şekil 4. 20. B Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları	86
Şekil 4. 21. C Grubu, ÇY-1, 6.soru İçin Cevapları.....	87
Şekil 4. 22. C Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları	88

Şekil 4. 23. D Grubu, ÇY-1, 6.Soru İçin Cevapları	88
Şekil 4. 24. D Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları	89
Şekil 4. 25. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan 7.Soru.....	90
Şekil 4. 26. B Grubunun Temsilcisi B3 Prizmalarının Yüksekliklerini Gösterirken.....	93
Şekil 4. 27. B Grubunun Temsilcisi B3Prizmalarının Taban Üçgenini Gösterirken.....	93
Şekil 4. 28. Grup Temsilcileri Tahtaya Bilgileri Yazarken Dersten Bir Kesit	93
Şekil 4. 29. A Grubu, ÇY-1, 7.Soru.....	96
Şekil 4. 30. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan 8.Soru.....	98
Şekil 4. 31. ÇY-1, 8.Sorudaki Tabloda Bulunan Kesik Üçgen Prizma Sorusu	100
Şekil 4. 32. ÇY-1, 8.Sorudaki İstenen Kesik Üçgen Prizma İçin A Grubunun Üçgen Prizmanın Yanlış Kısmını Kesmeleri	101
Şekil 4. 33. ÇY-1, 8.Soru İçin Üçgen Prizmayı Keserek Oluşturdukları Kesik Üçgen Prizma Örneği	101
Şekil 4. 34. D Grubu, ÇY-1, 8.Soruda Kesik Üçgen Prizma Oluşturmak İçin Üçgen .	102
Şekil 4. 35. D Grubu, Çy-1, 8.Soruda Kesik Üçgen Prizma Oluşturmak İçin Üçgen ..	102
Şekil 4. 36. C Grubu Kesik Üçgen Prizmaları Üzerinden Hesaplama Yapıyorlar; C2 Yamuk Yüzeyin Birini Kalemle İki Parçaya Bölüyormuş Gibi Gösterirken	104
Şekil 4. 37. A Grubu, ÇY-1, 8.Soru İçin Cevapları	107
Şekil 4. 38. B Grubu, ÇY-1, 8.Soru İçin Cevapları	107
Şekil 4. 39. C Grubu, ÇY-1, 8.Soru İçin Cevapları	108
Şekil 4. 40. C Grubu, ÇY-1, 6.soru İçin Cevapları.....	109
Şekil 4. 41. D Grubu, ÇY-1, 8.Soru İçin Cevapları	109
Şekil 4. 42. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan 9.Sorunun a Şıkkı	110
Şekil 4. 43. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan 9.Sorunun b Şıkkı	110
Şekil 4. 44. D Grubunun ÇY-2, 9.Sorunun a Şıkkında Çizdikleri Cisim	111
Şekil 4. 45. ÇY-1, 8.Soru İçin Kesilip Kesik Üçgen Prizma Haline Getirilen Üçgen Prizmanın Kesilen Parçası Kesik Üçgen Prizmanın Üstüne Yerleştiriliyor ve Tam Bir Üçgen Prizma Görüntüsü Veriliyor. Solda Cismin Üstten Görünümü, Sağda Cismin Yan Taraftan Görünümü.....	112
Şekil 4. 46. A Grubu, ÇY-1, 9.Soru, a Şıkkı	113
Şekil 4. 47. B Grubu, ÇY-1, 9.Soru, a Şıkkı.....	114
Şekil 4. 48. C Grubu, ÇY-1, 9.Soru, a Şıkkı.....	114
Şekil 4. 49. D Grubu, ÇY-1, 9.Soru, a Şıkkı	115
Şekil 4. 50. A Grubu, ÇY-1, 9.Soru, b Şıkkı	116
Şekil 4. 51. B Grubu, ÇY-1, 9.Soru, b Şıkkı	117
Şekil 4. 52. C Grubu, ÇY-1, 9.Soru, b Şıkkı	117
Şekil 4. 53. D Grubu, ÇY-1, 9.Soru, b Şıkkı	118
Şekil 4. 54. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan 5.Soru.....	126
Şekil 4. 55. A Grubunun ÇY-2 5.Soru İçin Oluşturdukları 8-8-10 Kenar Uzunluklarına Sahip Kare Tabanlı Dikdörtgen Prizma.....	127
Şekil 4. 56. C Grubunun ÇY-2 5.Soru İçin Oluşturdukları 7-7-10 Kenar Uzunluklarına Sahip Kare Tabanlı Dikdörtgen Prizma.....	128
Şekil 4. 57. D2' nin İki Kareyi Birbirine Dik Tutarak; Sağdaki Resimde Olduğu Gibi Bir Kareyi Küpün Tabanı Yapıp Sonra Şekli 180 Derece Çevirip; Soldaki Resimde Olduğu Gibi Bir Kareyi Küpün Tavanı Yapması	129

Şekil 4. 58. ÇY-2 5.Soru İçin (Araştırmacı Tarafından Oluşturulup) Gruplara Hazır Verilen Dikdörtgen Prizmalardan Biri.....	130
Şekil 4. 59. ÇY-2, 5.Soru İçin Hazır Verilen Prizmayı Öğrencilerin Boncukla Doldurdıkları Hali.....	132
Şekil 4. 60. ÇY-2, 5.Soruda Öğrencilerin Hazır Verilen Prizmadaki Boncukları Kendi Oluşturdıkları Prizmalarının İçine Boşalttıkları Hali.....	132
Şekil 4. 61. B Grubu, ÇY-2, 5.Soru İçin Cevapları	133
Şekil 4. 62. D Grubu, ÇY-2, 5.Soru İçin Cevapları	134
Şekil 4. 63. A Grubu, ÇY-2, 5.Soru İçin Cevapları	134
Şekil 4. 64. B Grubu, ÇY-2, 5.Soru İçin Cevapları	135
Şekil 4. 65. C Grubu, ÇY-2, 5.Soru İçin Cevapları	135
Şekil 4. 66. D Grubu, ÇY-2, 5.Soru.....	135
Şekil 4. 67. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan 6.Soru.....	137
Şekil 4. 68. Dikdörtgen Prizma Kapatılarak Küp Görünümü Verilmesi	139
Şekil 4. 69. A Grubu, ÇY-2, 6.Soru İçin Cevapları	141
Şekil 4. 70. B Grubu, ÇY-2, 6.Soru İçin Cevabı	141
Şekil 4. 71. C Grubu, ÇY-2, 6.Soru İçin Cevapları	142
Şekil 4. 72. D Grubu, ÇY-2, 6.Soru.....	142
Şekil 4. 73. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan 7.Soru.....	143
Şekil 4. 74. Öğrencilere Hazır Verilen Dikdörtgen Prizmayı B grubunun Cetvelle Ölçmesi	144
Şekil 4. 75. D Grubunun Temsilcisi D3 Hazır verilen Prizmanın Tavanının Bir Kenarını Gösterirken.....	145
Şekil 4. 76. A Grubunun Temsilcisi A2 Oluşturdıkları Prizmanın Yüksekliğini Gösterirken.....	145
Şekil 4. 77. Grup Temsilcilerinin ÇY-2' de Bulunan 7.Soru İçin Tahtaya Yazdıkları Cevaplar	145
Şekil 4. 78. A Grubu, ÇY-2, 7.Soru İçin Cevapları	147
Şekil 4. 79. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan 8.Soru.....	148
Şekil 4. 80. Araştırmacı İçi 360 Birimküp Hacimli Boncukla Dolu 8-8-10 Kare Tabanlı Dikdörtgen Prizmasını-Elini Boncuklara Siper Ederek-Yan Yatırıp Öğrencilere Gösterirken.....	149
Şekil 4. 81. Araştırmacı İçi 360 Birimküp Hacimli Boncukla Dolu 8-8-10 Kare Tabanlı Dikdörtgen Prizmasını-Elini Boncuklara Siper Ederek-Yan Yatırıp Öğrencilere Gösterirken.....	151
Şekil 4. 82. B Grubu, ÇY-2, 8.Soru İçin Cevapları	152
Şekil 4. 83. C Grubu, ÇY-2, 8.Soru İçin Cevapları	152
Şekil 4. 84. A Grubu, ÇY-2, 8.Soru İçin Cevapları	153
Şekil 4. 85. B Grubu, ÇY-2, 8.Soru İçin Cevapları	154
Şekil 4. 86. C Grubu, ÇY-2, 8.Soru İçin Cevapları	154
Şekil 4. 87. D Grubu, ÇY-2, 8.Soru İçin Cevapları	155
Şekil 4. 88. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan 9.Sorunun a Şıkkı	156
Şekil 4. 89. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan 9.Sorunun b Şıkkı	156
Şekil 4. 90. D Grubu, ÇY-2, 9.Soru, a Şıkkı İçin Cevapları.....	157
Şekil 4. 91. A Grubu, ÇY-2, 9.Soru, a Şıkkı İçin Cevapları.....	159
Şekil 4. 92. B Grubu, ÇY-2, 9.Soru, a Şıkkı İçin Cevapları.....	160

Şekil 4. 93. C Grubu, ÇY-2, 9.Soru, a Şıkkı İçin Cevapları.....	161
Şekil 4. 94. D Grubu, ÇY-2, 9.Soru, a Şıkkı İçin Cevapları.....	161
Şekil 4. 95. A Grubu, ÇY-2, 9.Soru, b Şıkkı İçin Cevapları	162
Şekil 4. 96. B Grubu, ÇY-2, 9.Soru, b Şıkkı İçin Cevapları.....	163
Şekil 4. 97. C Grubu, ÇY-2, 9.Soru, b Şıkkı İçin Cevapları.....	163
Şekil 4. 98. D Grubu, ÇY-2, 9.Soru, b Şıkkı İçin Cevapları	164
Şekil 5. 1. Sonuç ve Tartışma Bölümünde Gerçekleştirilen Akış.....	204
Şekil 8. 1. A Grubunun Öğrenme Kağıdı 1.Soru İçin Küpün Bir Yüzeyini Oluşturduğu Aşama	311
Şekil 8. 2. C Grubunun Öğrenme Kağıdı 1.Soru İçin Oluşturduğu Küp	311
Şekil 8. 3. B Grubunun Öğrenme Kağıdı 2.Soru İçin Oluşturduğu Dikdörtgen Prizma	311
Şekil 8. 4. C Grubunun Öğrenme Kağıdı 2.Soru İçin Oluşturduğu Dikdörtgen Prizmayı 3.Soru İçin Kesme Aşaması.....	312
Şekil 8. 5. D Grubunun Öğrenme Kağıdı 2.Soru İçin Oluşturduğu Dikdörtgen Prizmayı 3.Soru İçin Kestikten Sonra Kalan Parçalar	312
Şekil 8. 6. A Grubunun Öğrenme Kağıdı 3.Soru İçin Dikdörtgen Prizmayı Keserek Üçgen Prizmayı Oluşturma Aşaması	313
Şekil 8. 7. A Grubunun Öğrenme Kağıdı 3.Soru İçin Dikdörtgen Prizmayı Keserek Oluşturduğu Üçgen Prizma.....	313
Şekil 8. 8. D Grubunun Öğrenme Kağıdı 2.Soru İçin Oluşturduğu Dikdörtgen Prizmayı 3.Soru İçin Kesip İki Üçgen Prizma Elde Etmeleri	314
Şekil 8. 9. A Grubunun Öğrenme Kağıdı 4.Soru İçin Oluşturduğu Kare Piramit Yüzeyleri	314
Şekil 8. 10. C Grubunun Öğrenme Kağıdı 4.Soru İçin Oluşturduğu Kare Piramit Yüzeylerini 5.Soru İçin Doldurma Aşaması.....	315
Şekil 8. 11. A Grubunun Öğrenme Kağıdı 5.Soru İçin Oluşturdukları Kare Tabanlı Piramit; Soldaki Piramidin Üstten Görünümü, Sağdaki Piramidin Yandan Görünümü	315
Şekil 8. 12. D Grubunun ÇY-1, 5.Soru İçin Oluşturdukları Üçgen Prizma	315
Şekil 8. 13. D Grubunun ÇY-1, 5.Soru İçin Oluşturdukları Üçgen Prizmayı 8.Soru İçin Kesmeleri Aşaması	316
Şekil 8. 14. D Grubunun ÇY-1, 8.Soru İçin Üçgen Prizmayı Keserek Kesik Üçgen Prizma Oluşturma Aşaması.....	316
Şekil 8. 15. D Grubunun ÇY-1, 8.Soru İçin Üçgen Prizmayı Kesip Oluşturdukları Kesik Üçgen Prizma.....	316
Şekil 8. 16. B Grubunun ÇY-2, 5.Soru İçin Dikdörtgen Prizmanın Bir Yüzeyini Oluşturma Aşaması.....	317
Şekil 8. 17. A Grubunun ÇY-2, 5.Soru İçin Dikdörtgenleri Ve Tabanı Birleştirerek Üstü Açık Dikdörtgen Prizma Oluşturdukları Aşama.....	317
Şekil 8. 18. A Grubunun ÇY-2, 5.Soru İçin Oluşturdukları Dikdörtgen Prizmanın Üstten Görünümü Solda, Alttan Görünümü Sağda.....	317
Şekil 8. 19. ÇY-2, 5.Soru İçin (Araştırmacı Tarafından 3D Kalemle Oluşturulup) Gruplara Hazır Verilen Dikdörtgen Prizmalardan Biri.....	318

Şekil 8. 20. ÇY-2, 5.Soru İçin (Araştırmacı Tarafından 3D Kalemle Oluşturulup) Graplara Hazır Verilen Dikdörtgen Prizmalardan Birinin Boncukla Doldurdukları Hali	318
Şekil 8. 21. A Grubunun ÇY-2, 5.Soruda Hazır Verilen Dikdörtgen Prizmaya Doldurdukları Boncukları, Oluşturdukları Dikdörtgen Prizmaya Boşaltma ve Bunu İnceleme Aşaması (Soldaki Şekil Boncuklar Boşaltılırken; Sağdaki Şekil Boşaltılan Boncuklar ve Prizmalar Karşılaştırılırken)	318
Şekil 8. 22. Araştırmacının ÇY-2, 8.Soruda Hazır Verilen Dikdörtgen Prizmaya Doldurdukları Boncukları, Öğrencilerin Oluşturduğu Dikdörtgen Prizmaya Boşaltıp Elini Siper Ederek Prizmayı Yan Yatırıp Öğrencilere Yüksekliğin ve Tabanın Değiştiğini Göstermesi	319



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. 1. 2018-2019 Eğitim-Öğretim Müfredatı Matematik Öğrenme Alanları ve Ünitelerinin Sınıf Düzeyine Göre Tablosu (MEB, 2018).....	2
Tablo 3. 1. Sınıf İçi Uygulamanın Gerçekleştirildiği Öğrencilerin Bilgileri.....	46
Tablo 3. 2. Görüş Formu Uygulamasına Katılan Öğretmenlerin Bilgileri	47
Tablo 3. 3. Araştırma İçin Hazırlanan, 3D Yazıcı Kalemle Uyumlu Çalışma Yapraklarının Ana Amaçları	54
Tablo 4. 1. Uygulama Sınıfının Matematik Öğretmeninin (M1' in) Cevapladığı Görüş Formuna Dair Tablo.....	183
Tablo 4. 2. Öğrencilerin Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo.....	196
Tablo 4. 3. Cinsiyete Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo	197
Tablo 4. 4. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo	197
Tablo 4. 5. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Yaşlarına Gruplandırılmasına Dair Tablo	198
Tablo 4. 6. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Yaşlarına Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo	198
Tablo 4. 7. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Deneyimlerine Göre Gruplandırılmasına Dair Tablo	199
Tablo 4. 8. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Deneyimlerine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo	199
Tablo 4. 9. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Mezun Oldukları Fakülteye Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo	200
Tablo 4. 10. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Görev Yaptıkları Öğretim Kademesine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo.....	201
Tablo 4. 11. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Eğitim Durumlarına Göre Gruplandırılmasına Dair Tablo	202
Tablo 4. 12. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Eğitim Durumlarına Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo	202
Tablo 4. 13. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Cinsiyetine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo	203

EKLER LİSTESİ

EK-1: 10.Sınıf Uzay Geometrisi Ünitesinde 3D Yazıcı Kalemın Kullanımını Öğrenme Kağıdı.....	227
EK-2: 10.Sınıf Uzay Geometrisi Ünitesinde 3D Yazıcı Kalemın Kullanımını Öğrenme Kağıdının Kılavuzu.....	229
EK-3: Çalışma Yaprağı-1	233
EK-4: Çalışma Yaprağı-1 Kılavuzu.....	237
EK-5: Çalışma Yaprağı-2	244
EK-6: Çalışma Yaprağı-2 Kılavuzu.....	248
EK-7: Çalışma Yaprağı-3	254
EK-8: Çalışma Yaprağı-3 Kılavuzu.....	258
EK-9: Çalışma Yaprağı-4	263
EK-10: Çalışma Yaprağı-4 Kılavuzu.....	267
EK-11: Çalışma Yaprağı-5	272
EK-12: <i>Çalışma Yaprağı-5 Kılavuzu</i>	275
EK-13: Çalışma Yaprağı-6	280
EK-14: <i>Çalışma Yaprağı-6 Kılavuzu</i>	283
EK-15: Çalışma Yaprağı-7	289
EK-16: <i>Çalışma Yaprağı-7 Kılavuzu</i>	292
EK-17: Çalışma Yaprağı-8	295
EK-18: <i>Çalışma Yaprağı-8 Kılavuzu</i>	298
EK-19: Uygulama Sınıfının Matematik Öğretmeni İçin Hazırlanan Yarı Yapılandırılmış Mülakat İçin Sorular	301
EK-20: Yarı Yapılandırılmış Grup Mülakatı İçin Sorular	302
EK-21: 10.Sınıf Katı Cisimler Konusuna İlişkin 3D Yazıcı Kalemın Etkililiğiyle İlgili Öğrenci Görüş Formu	303
EK-22: 10.Sınıf Katı Cisimler Konusunda 3D Yazıcı Kalem Kullanımının Etkililiğiyle İlgili Akademisyen\Öğretmen Görüş Formu	305
EK- 23: Uygulama Sınıfının Matematik Öğretmeni M1' in (Ö6' nın) Cevapladığı Görüş Formunun Tamamı	308
EK-24: Öğrencilerin Velilerine İmzalatılan İzin Belgesinin Örneği	310
EK-25: Öğrencilerin Oluşturdıkları ve Keserek Dönüştürdükleri Materyallerden Soru Sırasına Göre Örnekler	311
EK-26: Milli Eğitim Müdürlüğü İzin Belgesi.....	320

KISALTMALAR LİSTESİ

5E : Yapılandırmacı Yaklaşımın 5 Aşamalı Modeli; Merak Uyandırma-Katılım-Teşvik Etme, Keşfetme, Açıklama, Genişletme-Derinleştirme ve Değerlendirme

Cihaz - 3D Kalem : 3D Yazıcı Kalem

ÇY : Çalışma Yaprağı

ÇYÖ : Çalışma Yaprakları İle Öğretim

Görüş Formu : 5' li Likert Tipi Görüş Formu

MF : Matematik-Fen

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

NCTM : National Council of Teachers of Mathematics (Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi)

Öğrenme Kağıdı : 10.Sınıf Uzay Geometrisi Ünitesinde 3D Yazıcı Kalemın Kullanımını Öğrenme Kağıdı

YL : Yüksek Lisans

BÖLÜM I

1.1. GİRİŞ

Günümüzde bilgiye ulaşma, bilgiyi kullanma ve bilgiyi üretme becerilerini kazanmak bireyin gelişimi için büyük önem arz etmektedir. Eğitim-öğretim içinde durum değişmemektedir (Milli Eğitim Bakanlığı-MEB, 2009).

Matematik eğitiminde de sadece matematiği ‘ezberleyen-bilen’ değil, keşfeden, sürekli öğrenen, eleştirel düşünen, sorgulayan, yenilik getiren ve yeniliğe ayak uyduran, bildiklerini uygulayan, problem çözen, iletişim kuran ve bunları yapmaktan zevk duyan insanlar yetiştirmeyi hedeflenmektedir (Karalı, 2013).

MEB (2018)’ e göre, yeni bilgiler, fırsatlar ve araçlar matematiğe bakış açımızı, matematikten beklentilerimizi, matematiği kullanma biçimimizi ve hepsinden önemlisi matematik öğrenme ve öğretme süreçlerimizi yeniden şekillendirmektedir. Edinilen bilgilerin doğruluğunun analiz edilmesi, sorgulanması, sentezlenmesi, içselleştirilmesi ve davranışa/eyleme dönüştürülmesi ya da benimsenmesi gibi süreçlerden geçirilmesi gerekmektedir (Karalı, 2013). Öğrencilerin, matematiksel düşünme ve uygulama becerileri kazanmaları, matematiği doğru, etkili ve faydalı bir şekilde kullanmaları, matematiğe ve matematik öğrenimine değer vermeleri gerekmektedir (MEB, 2018). Başta teknolojik gelişmeler olmak üzere hayatımızda yaşanan değişimlerin ortaya çıkardığı yeni problemlerin çözümü için; matematiğe değer veren, matematiksel düşünme gücü gelişmiş bireylere her zaman olduğundan daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. Eğitim kurumlarının bir amacı da bu süreçlerde öğrencilere yardım etmektir.

2018-2019 eğitim-öğretim yılı için matematik konularının ana yapısını;

Sayılar ve cebir

Geometri

Veri, sayma ve olasılık

öğrenme alanları oluşturmaktadır. Bu alanlar üzerinden uygun görülerek belirlenen konularla eğitim-öğretim müfredatımız şekillendirilmektedir (MEB, 2018).

Bu alanlar içerisinde belirlenerek 2018-2019 yılı müfredatımızı oluşturan üniteler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1. 1. 2018-2019 Eğitim-Öğretim Müfredatı Matematik Öğrenme Alanları ve Ünitelerinin Sınıf Düzeyine Göre Tablosu (MEB, 2018)

Öğrenme Alanları Sınıf Düzeyi	Sayılar ve Cebir	Geometri	Veri, Sayma ve Olasılık
9. Sınıf	Mantık, Kümeler, Denklemler ve Eşitsizlikler	Üçgenler	Veri
10. Sınıf	Fonksiyonlar, Polinomlar, İkinci Dereceden Denklemler	Dörtgenler ve Çokgenler, Uzay Geometrisi	Sayma ve Olasılık
11. Sınıf	Fonksiyonlarda Uygulamalar, Denklem ve Eşitsizlik Sistemleri	Trigonometri, Analitik Geometri, Çember ve Daire, Uzay Geometrisi	Olasılık
12. Sınıf	Üstel ve Logaritmik Fonksiyonlar, Diziler, Türev, İntegral	Trigonometri, Dönüşümler, Analitik Geometri	Veri

Eğitim hayatında bu konuların her birinin öğretiminde belli başlı sorunlar mevcuttur. Çalışmamız itibariyle geometri konularındaki sorunları ele alırsak, ilk akla gelen sebep elbette ki uzamsal düşünmenin sağlanabilmesiyle ilgilidir. İlköğretim hayatında somut halde verilen yapıların ve onların ileri düzeylerinin, ortaöğretim hayatında sadece soyut olarak ya da bilgisayar programlarıyla verilmesi görselleştirme sürecini olumsuz etkilemektedir. Çünkü bireyin görsel zekâsına hitap etmesi gereken yapıların direkt olarak çizim veya yazımsal-program olarak verilmesi soyut düşünceye geçiş adımlarını sekteye uğratmaktadır.

Geometrideki bu gibi sorunların aşılabileceği gibi en etkili olacak yöntemlerden biri somut materyal kullanımudur. Somut materyallerle görselleştirme sağlanan yapıların zihinde şemalara sahip olabilmelerini desteklemek için de çalışma yapraklarına başvurulması akılcı bir yol olacaktır. Çünkü materyallerle desteklenen çalışma yapraklarının oluşturduğu girift yapı, öğretimde destekleyici ve ivme kazandırıcı bir oluşumdur. Kaldı ki çalışma yapraklarının ve görselleştirmenin eğitim-öğretimde kullanımını MEB' in desteklediği bilinmektedir.

Çalışma yapraklarının bu kadar önemli olmasının sebeplerinden bazıları, öğrencilerin ön bilgileriyle yeni bilgiye ulaşmalarına, bilgiyi keşfetmelerine, kademe kademe bilgiyi genişleterek zihinsel şema oluşturmalarına ve hatta bazen değerlendirmede bulunabilmelerine destek sağlayabilmesidir. Bu unsurlar elbette ki çalışma yaprağının yapısına ve sunmak istediği öğrenme biçimine bağlıdır. Çünkü çalışma yaprakları, bilgiyi keşfetmek dışında, öğrenilen bilginin özelliklerini belirlemek ya da alıştırmak amacıyla da hazırlanabilmektedirler. Tüm bunlar düşünüldüğünde çalışma yapraklarının öğretim hayatındaki önemi ve gereklilikleri fark edilmektedir. Bahsi geçen unsurların sağlandığı bir yapıyla kalıcı öğrenmenin gerçekleşme ihtimalinin yükseldiği aşikârdır. O halde çalışma yapraklarının, kalıcı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için, öğretmenin en önemli yardımcı araçlarından biri olduğu bir gerçektir.

Üstelik geometri öğretiminde, bu unsurları içeren çalışma yapraklarına eşlik eden somut materyaller bulunması; öğrenmeyi tetikleyici ve tüm bu unsurların güçlü bir destekleyicisi konumunda bulunmaktadır.

Konu veya kavramlar düzeyinde program geliştirmenin benimsendiği günümüzde, programdaki kazanımları gerçekleştirecek içeriği oluşturmak gerekir. Bu husus üzerine Özmen' in (2004) bahsettiği gibi, öğrencilerin ön bilgi ve kavram yanılgılarını dikkate alan ve bunları giderecek etkinlikleri içeren, içerik bakımından zengin, öğrenci merkezli yöntemlere yer veren ve öğretmenlerin görüşlerinden de faydalanılarak geliştirilen rehber materyallerin öğretimde daha etkili olacağı açıktır. Tüm bunlardan anlaşıldığı üzere, geometri öğretiminde çalışma yaprakları ve somut materyal kullanımı büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, 10.sınıf uzay geometrisi ünitesinin kazanımlarına yönelik bazı konularda geliştirilen 3D görselleştirmeye dayalı çalışma yapraklarının (worksheets) etkililiğini test etmektir.

Çalışma 5 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde çalışmada geçen temel konu ve kavramlar çalışma açısından ele alınarak yorumlanmıştır. İkinci bölümde konuyla ilgili literatür özetlenmiştir. Üçüncü bölümde çalışmanın yöntemi, çalışma grubu vb. yanı sıra çalışmanın yöntemsel özellikleri açıklanmıştır. Dördüncü bölümünde çalışma yapraklarının uygulanmasından elde edilen bulgular, öğrencilerin materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri, onların matematik öğretmeninin görüşleri, akademisyen ve öğretmenlerin görüşlerine yer verilmiştir. Ayrıca bu bulguların birbirleri arasındaki ilişkisi tartışılmıştır. Beşinci bölümde sonuç ve sonucun literatürle ilişkisine ve ayrıca önerilere yer verilmiştir.

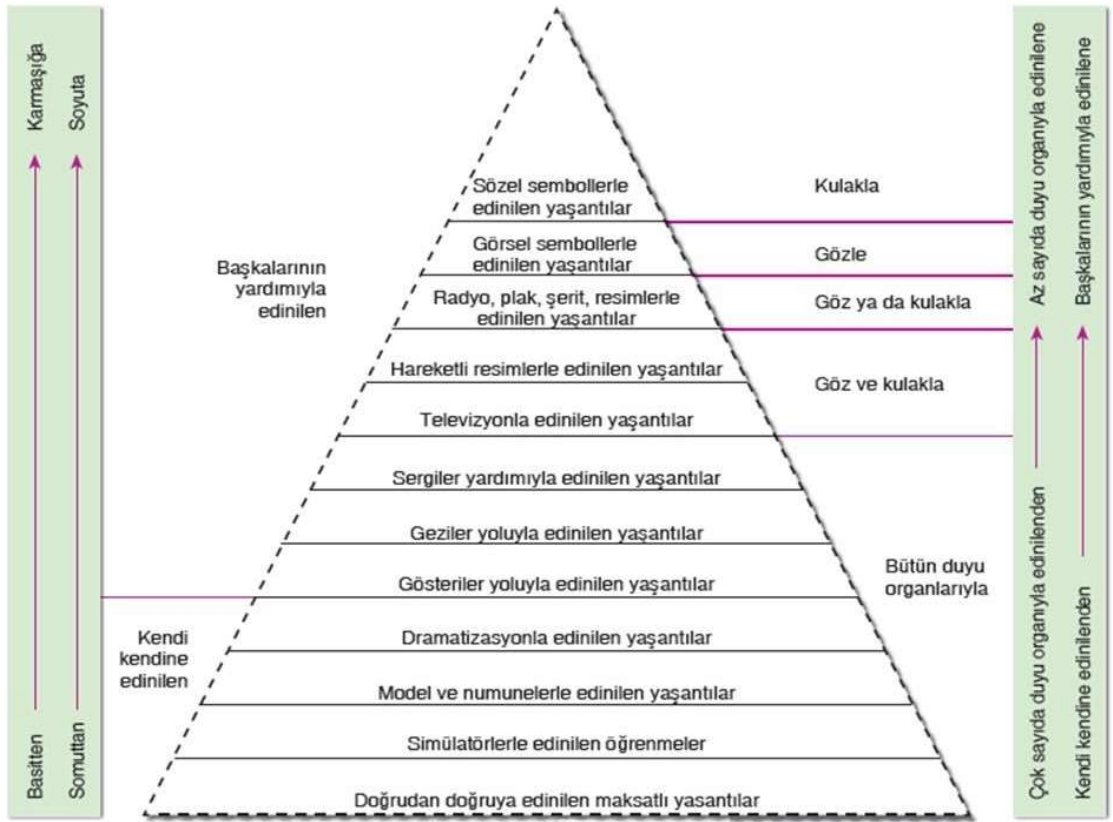
Giriş bölümü ise kendi içinde, 5 kısımdan oluşmaktadır. Öğretim hayatında önem arz eden bu 5 değerli öğeyle, çalışmamız şekillendirilmiştir. Bunlar matematik öğretiminde materyal kullanımının önemi; geometri konularında materyal kullanımının önemi; matematik öğretiminde çalışma yaprağı kullanımının önemi; yapılandırmacı öğretim modelleri ve 5E; 3D yazıcı kalem teknolojisi ve matematik öğretimi başlıkları altında açıklanmışlardır.

1.1.1. Matematik Öğretiminde Materyal Kullanımının Önemi

MEB' in (2018) programında belirtildiği gibi, öğrencilerin matematiksel bilgiyi yapılandırma süreçleri, çoklu temsiller ve materyallerle desteklenmelidir. Öğretim materyali, öğretimi etkinleştirmek, verimliliği arttırmak amacıyla yönelik her türlü destekleyici nesne-obje olarak adlandırılabilir (Tutak, Aydoğdu ve Erşen, 2014). Öğrenme ortamlarında öğretim materyallerinin kullanımı; öğrenciyi merkeze almakta, öğrencinin etkin katılımını sağlamakta, daha zengin ve dikkat çekici öğrenme fırsatları sunmakta, öğretimin görsel ve işitsel araçlarla desteklenmesi bilginin öğrenci zihninde sistemli bir şekilde işlenişini hızlandırmakta, algılama ve öğrenmeyi kolaylaştırmakta, bilgiyi pekiştirmeye ve kalıcılığa yardım etmekte, matematik yapmayı ve sevmeyi sağlamakta, matematik öğretimini eğlenceli hale getirmekte, matematiğin yazılmasına ve

tartışılmasına fırsat vermekte ve öğrenci motivasyonlarının artmasını sağlamaktadır (Burkaz, 2012; Gürbüz, 2006; Tutak, Kılıçarsalan, Akgül, Güder ve İç, 2012; Tutak ve diğerleri, 2014). Bu anlamda yaparak, yaşayarak, deneyimleyerek öğrenme fırsatı öğrencilere tanınacağı için eğitim-öğretimde materyal kullanımının önemi büyüktür (Tutak ve diğerleri, 2014).

Farklı öğretim materyallerinin, öğretim ortamındaki işlevleri ve önemi, Edgar Dale (1969) tarafından oluşturulan yaşantı konisinde gösterilmektedir (Bkz. Şekil 1.1).



Şekil 1. 1. Materyallerin Öğretimde Kullanımının Yaşantı Konisi

Bu koninin dayandığı ilkeler, Çilenti (1989) tarafından şu şekilde açıklanmıştır:

- Öğrenme işleminde yer alan duyularımızın sayısı arttıkça daha iyi öğreniriz ve öğrenmemizin kalıcılığı artar.
- Kendimizin yaparak öğrendiği bilgiler en iyi öğrenilen bilgilerdir. En iyi öğrenme somuttan soyuta ve basitten karmaşığa doğru sağlanandır.

Öğretim materyallerinin seçimini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar; öğretim hedefleri, öğretim yöntemi, öğrenci özellikleri, öğretim ortamı, araçların özellikleri, gereçlerin tasarım özellikleri, öğretmen tutumları, becerileri, maliyet, zaman ve elde edebilirliktir. Bu faktörler öğretme-öğrenme sisteminin unsurları olup, karşılıklı etkileşim içindedirler.

Öğretim materyallerinin etkin hazırlanmasında şu hususlar göz önünde bulundurulmalıdır (Tekışık, 1995; Yanpar, 1998):

- Materyalin müfredatla uyumlu ve onu destekleyici nitelikte olması
- Materyalin doğru ve güncel bilgi sağlayabilecek nitelikte olması
- Materyalin açık ve anlaşılır bir anlatımla hazırlanmış olması
- Materyalin öğrencinin ilgisini çekici ve teşvik edici nitelikte olması
- Materyalin öğrencinin aktif katılımını sağlayabilecek nitelikte olması
- Materyalin teknik etkenler açısından kullanışlı olması
- Materyalin etkili olmasıyla ilgili ön bilginin olması
- Materyalin içeriğinin tarafsız ve öğretici nitelikte olması
- Materyalin doğru kullanılabilmesi için gerekli kılavuz ve\veya yazılı doküman olması
- Materyalin ders kitaplarına yardımcı nitelikte olması
- Materyalin amaca pratik bir şekilde ulaşabilmesini sağlıyor nitelikte olması

Materyalin hazırlık sürecinde dikkat edilmesi gereken kritikler de bu maddelerle gözler önüne serilmektedir.

Öğretim materyallerinin bilinen bazı yararları ise (Tekışık, 1995; Yanpar, 1998):

- Materyalin araştırma, plânlama, uygulama\deney ve teknolojiye yararlanma unsurlarına hizmet ediyor olması
- Materyalin öğrencinin dikkati toplayabilme ve karar verebilme yeterliliğini sağlıyor olması
- Materyalin öğrencinin konuyu çeşitli yönlerden açıklamasını sağlıyor olması
- Materyalin öğrencinin konuyu zihninde canlandırabilmesini sağlıyor olması
- Materyalin yaparak ve yaşayarak kalıcı öğrenmeyi sağlayan nitelikte olması

- Materyalin çeşitli duyularla öğrencilere farklı düşünsel yaşantılar kazandırıyor olması
- Materyalin yaratıcı ve üretici düşünmeye sevk ediyor olması
- Materyalin öğrencinin öğrendiği bilgi ve beceriyle kendisini değerlendirebilecek ve öğrenmeyi öğretecek nitelikte olması

olarak sıralanmaktadır. Bu gibi pek çok nokta öğretim materyalinin öğrenim için olan önemini göstermektedir.

1.1.2. Geometri Konularında Materyal Kullanımının Önemi

Geometride materyal kullanımı; 2 ve 3 boyutlu yapıların niteliklerini belirleme, görselleştirme ve uzamsal düşünebilme becerisi kazanma gibi unsurlarda etkili olmaktadır. Geometri öğretiminde materyal kullanılmasının öğrenmeyi kalıcı ve zevkli bir hale getireceği aşikârdır. Birinci ve ikinci bölümler bu yönleriyle ‘Matematik öğretimde neden materyal kullanmalıyız?’ sorusunun cevabını vermektedirler.

Gündoğdu’ nun (2012) belirttiği gibi geometri, kişinin dünyayı ve matematiksel durumları anlamasını kolaylaştıran matematiğin bir alt dalıdır. Geometri, kişiye olasılıkları grift olarak düşünmesini öğreten, estetik bakış kazandıran ve bunu geliştiren bir yapıdadır. Ayrıca geometri öğretimi için gerek duyulan becerilerden bazıları olan; görselleştirme, uzamsal düşünebilme ve bu ilişkileri anlama vb. etkenler geometrinin önemini sadece sezdirmektedirler.

Matematiğin bir alt dalı olan geometrinin içerdiği konular, nokta, doğru, düzlem, düzlemsel şekiller, uzay, uzaysal şekiller ve bunlar arasındaki ilişkilerle geometrik şekillerin uzunluk, açı, alan, hacim gibi ölçüleridir (Gündoğdu, 2012).

Geometri gereksinimlerine göre okul öncesi dönemden 12.sınıfa kadar olan müfredat, tüm bireylerin;

- 2 boyutlu ve 3 boyutlu geometrik şekillerin tüm özelliklerini analiz etmeleri ve bunların geometrik ilişkileri hakkında düşünce geliştirebilmeleri
- Lokasyon belirtmeleri ve koordinat sistemlerini kullanarak uzamsal ilişkileri tanımlayabilmeleri

- Dönüşüm ve simetriyi yapabilmeleri ve analiz edebilmeleri
- Problem çözümlerinde görselleştirme, uzamsal akıl yürütme ve geometrik modellemeyi kullanabilmeleri

için elverişli olmalıdır (National Council of Teachers of Mathematics-NCTM, 2009).

Dolayısıyla geometri konularının öğreniminde de materyal kullanımının oldukça önemli olduğu anlaşılmaktadır. Öğrencilerin, kavramları daha iyi algılayabilmesi için öğrenme ortamında somut modellerin kullanılması öğrenmeyi daha da kolaylaştıracağından, geometri konularında öğrencilerin konuyla ilgili materyaller hazırlamalarının konuların akılda daha kalıcı olmasını sağlayacağı ve öğrenmeyi daha zevkli hale getireceği anlaşılmaktadır (Güngör, 2005).

Bu yüzden çalışmamızda 3D yazıcı kalem teknolojisiyle öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştıracak bir ortam hazırlamak istenmiştir. Öğrencilerin matematiksel düşünce ve becerileriyle, neredeyse sınırsız imkânlarla sahip olarak materyal hazırlamalarının öğrenmelerine ve uzamsal akıl yürütmelerine olumlu katkılar sağlayacağı açıktır. Dolayısıyla bu teknolojinin geometri alanında öğrenmeyi kolaylaştıracağı ve öğrenciler hiçbir sabit materyale (karton, asetat vs.) bağlı kalmadan kendileri deneyimleyecekleri için kalıcı öğrenmeye de etki edeceği düşünülmektedir.

1.1.3. Matematik Öğretiminde Çalışma Yaprağı Kullanımının Önemi

Bilindiği gibi öğretimin temel amaçlarından biri kalıcı olmasıdır. Bunu sağlamak için de en etkili yöntemlerden biri materyal kullanımınıdır. Öğrencinin yaparak, yaşayarak, inceleyerek tecrübe edindiği bir yapının zihninde sistemli bir şekilde yerleşmesi daha kolay olmaktadır (Kuruş, 2011). Ayrıca uygun şekilde değerlendirilen materyal etkinlikleri öğrencinin hem zihinsel hem fiziki hem sosyal vs. gibi pek çok yönden aktif olmasını da sağlamaktadır.

Öğrenme ortamında öğrenciyi aktif kılacak materyallerden birisi de çalışma yaprağıdır. Çalışma yaprağı, öğretimde öğrencileri aktif olmaya yönlendirmek ve başarıya noktasında kendine güven duygusu kazandırmak için kullanılan kağıtlardır

(Uslu, 2011). Kavramın öğrenilmesi için kavramın tanımlanması, özelliklerinin belirlenmesi uygun örneklerin verilmesi ve kavramsal öğrenmenin-keşfin gerçekleşip gerçekleşmediğinin incelenmesi gerekmektedir (Türkdoğan, 2006). Bu anlamda öğrenme ortamında çalışma yaprağı üç farklı şekilde yer alabilir:

- Kavramın tanımlanması amacıyla dersin başında (kavramın öğretiminin başında)
- Kavramın özelliklerinin belirlenmesi amacıyla dersin ortasında (kavramın tanımlanmasının ardından)
- Alıştırma veya değerlendirme amaçlı olarak dersin sonunda çalışma yaprakları kullanılabilir (Türkdoğan, 2006).

Çalışma yaprakları, belirtildiği gibi, konunun keşfedilmesini sağlaması, bilgilerin pekiştirilmesini sağlaması noktalarında kullanılması dışında ön bilgilerin ve kavram yanlışlarının tespit edilmesini kolaylaştırması, değerlendirme gibi daha birçok amaçla kullanılabilir (Ormancı ve Şaşmaz Ören, 2010).

Çalışma yaprakları, öğrencinin konuyu öğrenmesinde pek çok yönden etki etmektedir. Öğrenciyi aktif düşünmeye sevk eden ve kalıcı öğrenme sağlayan etkili bir yapısı mevcuttur. Öğretmeni rehber, öğrenciyi aktif konumda kılarak öğrenci merkezli eğitimi destekleyen yapısıyla, MEB' in amaçlarına hizmet etmektedir (MEB, 2005; MEB, 2009; MEB, 2009).

Öğrenci merkezli eğitimin, kurama uygun hazırlanan ders kitabı ve öğretmene rehberlik eden materyaller gibi unsurlardan oluştuğu bilinmektedir. O halde bu sürecin başarıyla yürütülebilmesi için çalışma yapraklarının işlenişte nasıl, ne zaman ve ne amaçla kullanılabileceği önem kazanmaktadır (Türkdoğan, 2006). Bu beceriyi sağlayabilmek öğretmenin görevlerindedir. Fakat öğrenci merkezli eğitime uygun, teorisi kuvvetli materyaller hazırlansa da uygulamada problemlerle karşılaşılabilir (Türkdoğan, 2006). Bunu gidermek için, yani materyallerin uygulamada doğru bir yapıda yer alabilmesi için, kavramın tanımlanmasında ve özelliklerinin belirlenmesinde çalışma yapraklarının kullanımı etkili olabilmektedir. Bu bağlamda kılavuzun ve yazılı dokümanın iyi tasarlanmasının etkililiğinin önemi anlaşılmaktadır. Çünkü materyallerin yetersizliği uygulamalarda sorunlar oluşturmaktadır.

Özellikle açık uçlu soruları içeren çalışma yaprakları önemli veri toplama araçlarından biridir. Açık uçlu soruların en büyük avantajı öğrenciye kendi yöntemleriyle dilediği gibi cevap verme fırsatı tanınmasıdır. Böylece öğrenci sadece doğru cevaba ulaşmak yerine cevabını en iyi şekilde açıklamaya çalışacaktır. Bu sayede sonuçtan çok çözüm yolu, düşünme biçimi ve açıklamalar önem kazanacak ve değerlendirmenin kapsamı genişleyecektir (Tuna, 2011). Tüm bunlarda öğrencinin öğrenme sürecinin öğretmen tarafından gözlemlenebilmesini sağlayabilecektir. Üstelik bununla birlikte öğrencinin mevcut veya oluşmakta olan kavram yanlışlarını da yakalayabilme fırsatı sağlamaktadır. Hatta öğrenci tarafından detaylı açıklamalar gerçekleşmişse, bu yanlışların zihinsel sürecini ve kritik noktalarını fark edebilme ve değerlendirebilme fırsatını da öğretmene vermektedir.

Çalışmamızda 5E modeline uygun hazırlanan çalışma yaprağı kullanımının, 3D yazıcı kalem ile gerçekleştirilecek etkinliği doğru ve akıcı bir şekilde gerçekleştirmeye olumlu etkisi olacağı açıktır. Bu nedenle araştırmada, açık uçlu soruların olduğu 5E modeline göre hazırlanmış çalışma yapraklarına yer verilmiştir.

1.1.4. Yapılandırmacı Öğretim Modelleri ve 5E

Çalışma yapraklarının bazı öğretim modelleri çerçevesinde şekillendirilmesi daha verimli kullanımını sağlamaktadır. Son zamanlarda eğitim-öğretim sürecinde uygulanmakta olan yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı bu modellerden bazıları; 3E Modeli, 4E Modeli, 5E Modeli ve 7E Modelidir. Araştırmamız bu modellerden 5E Modeli ile ilerleyeceğinden, bu model hakkında açıklama yapılması uygun olacaktır.

5E modeli yapılandırmacı öğretimin önemli unsurlarından birisidir. Öğrenciyi keşfetmeye ve sorgulamaya iten bu yöntem, öğrenciyi aktif kılan bir süreçtir. Süreçtir çünkü, 5 aşamadan oluşmaktadır. Her bir aşama bir öncekini destekleyici ve kalıcı öğrenmeyi sağlayıcı bir yoldur. Bu aktif süreçte öğrencinin bilgiye ulaşması veya edinmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda hareket ederken, öğrencinin zihinsel aktiviteleri ve\veya fiziki becerileri önem kazanmaktadır. Bu durumlar 5E modeline uygun hazırlanan çalışma yaprağının yapısına göre değişiklik göstermektedir. Bu model sayesinde ezberciliği azaltmak ve anlamlı öğrenmeyi sağlamak istenmektedir.

5E Modeli, yeni bir kavramın öğrenilmesini ya da bilinen bir kavramın derinlemesine biçimde kavranmasını sağlayan yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen öğrenme modellerinden birisidir. 5E Öğrenme Modeli; öğrencilerin aktif öğrenme süreci içerisine katıldığı, her aşamasında öğrencileri araştırmaya, sorgulamaya, bilgiyi keşfetmeye, kendi kavramlarını oluşturmaya, yeni durumlara uygulamaya teşvik eden ve görsel teknikler kullanan bir modeldir (Bıyıklı & Yağcı, 2014; Burkaz, 2012; Hiçcan, 2008; Kanlı, 2010; Tuna, 2011).

Ayrıca 5E Modeli, araştırma merakını artıran, öğrenci beklentilerini tatmin eden, bilgi ve anlama için aktif bir araştırmaya odaklandıran beceri ve aktiviteleri içermektedir (Burkaz, 2012; Tuna, 2011).

5E Öğrenme Döngüsü-Modeli birçok araştırmada geleneksel öğretim metotlarıyla karşılaştırılmış ve farklılıklarını Fabian (1999) şöyle ifade etmiştir; ilk olarak ezberciliği azaltarak anlamayı arttırır, öğrenciler öğrenme süreçlerinde daha fazla yer alırlar, öğrenme halkası sınıfı sürekli canlı tutar ve öğrenmeyi bir süreç olarak anlamayı içerir (Tuna, 2011).

Eğitim alanında yapılan araştırmalar göstermektedir ki, bireyler kişisel deneyimlerini, daha önce bildikleri ve inandıkları ile yeni bilgiyi bağdaştırma yoluyla daha iyi öğrenmektedirler (Tuna, 2011). Yukarıda 5E Modeli ile ilgili verilen bilgiler göz önüne alındığında, bahsedilen bu daha iyi öğrenmenin 5E Modeli ile gerçekleşebileceği aşikârdır.

5E yapılandırmacı yaklaşımda sıklıkla kullanılan bir modeldir ve adlandırmasını her bir aşamasının baş harfinden alır. Bunlar;

- Merak Uyandırma-Katılım-Teşvik Etme (Excite-Engage),
- Keşfetme (Explore),
- Açıklama (Explain),
- Genişletme-Derinleştirme (Elaborate) ve
- Değerlendirme (Evaluate) dir.

5E Modeli' nin aşamaları şu şekilde ifade edilmiştir (Bıyıklı & Yağcı, 2014; Burkaz, 2012; Kanlı, 2010; Tuna, 2011):

Merak Uyandırma-Katılım-Teşvik Etme Aşaması (Excite-Engage): En genel manada motivasyon ve ilgiyi artırır, merak duygusu uyandırır. Bu aşamanın amacı, bireylerin hayal güçlerini aktive etmek ve bu düşüncelerinin ortaya çıkmasını sağlamaktır. Bireylerin kafası karışmışsa, sorgulama ve öğrenmeye motive olmuş görünüyorsa bu aşama başarı gerçekleşmiş demektir. Bu aşamada bireylerin merakını arttırmak ve onları teşvik etmek için öğretmen sorular sorar. Ancak kavramların tanımlarını vermek ve açıklama yapmaktan kaçınır. Öğretmen, öğrencilerin ön bilgilerini açığa çıkarıcı sorular sormalıdır. Bu yüzden ilk önce öğrencilerin, öğrenme ortamına aktif katılımı sağlanmalıdır. Öğrenci problem ve/veya olaya odaklanmalıdır. Bu aşamadaki uygulamalar önceki ve sonraki etkinliklere ve deneyimlere referans-örnek olmalıdır. Bu etkinliklerin birbirleriyle bağ kurması sağlanmalıdır. Bu bağlantılar; kavramsal, işlemsel ya da davranışsal olabilir. Öğrenciler hem zihinsel hem de fiziksel olarak aktif; başka bir söylemle hem elleri hem de zihinleri deneyin içinde olmalıdır.

Keşfetme Aşaması (Explore): En genel manada bireylerin ortak deneyimler yaşamaları sağlanır, onlara beceri ve kavram geliştirmeleri için imkân verilir. Bu tecrübeler sonraki aşamalar için onlara temel sağlar. Bu aşamada bireyler, kendi ve diğer kişilerin düşünceleri üzerine, aktif bir şekilde keşifler yaparlar. Öğrenciler hipotezlerini geliştirip tahminlerini test etmek için fırsat bulurlar.

İlk başta öğrencilerin düşüncelerini, ilgilerini sağladıktan sonra öğrencilerin yeni fikirleri, sağlanan etkinliklerle, özgürce keşfetmesi beklenir. Keşfetme uygulamaları, öğrencinin ortak tecrübelerle; kavramları ve becerileri geliştirebilecek içerikte olmalıdır. Araştırma süreci;

- Verileri toplama
- Gözlem yapma
- Tahminde bulunma
- Tüm bunları test etme
- Hipotez oluşturma

gibi deneyimleri içerir. Piaget' in bahsettiği gibi, etkinlik bir dengesizlik oluşturmalıdır ancak keşif sürecinin başlaması dengeye doğru bir ilerleyiştir (Kanlı, 2010). Somut materyallerin kullanılması, deneylerin yapılması en önemli noktadır. Bu aşamada yapılan

etkinliklerin temel amacı, kavramı, kelimeyi ya da beceriyi ileride tanım olarak anlatabilme olanağını öğretmene sağlamaktır.

Keşif aşamasına katılım sonucunda öğrenciler zihinlerinde matematiksel ilişkiler kuracaklardır. Tecrübeleri ve gözlemleriyle, değişkenleri fark edecek ve durumları irdeleyeceklerdir. Öğretmen bu aşamada her zaman rehber konumundadır. Keşfe yöneltten ve kolaylaştırmayı sağlayan bir rehber olmalıdır. Öğretmen sorular karşısında, farklı etkinlik ve düşünce yolları göstererek ipuçları verebilirler. Bu aşama, öğrencilerin kavrama ilişkin olarak yanlış anlamalarını da açığa çıkartabilecektir.

Ayrıca bu aşamada öğrenciler küçük gruplar olarak çalışabilirler. Öğrenciler kendilerine verilen problemi çözmek için gruplar halinde tartışarak, çalışarak, paylaşımında bulunarak, deney yaparak sonuca ulaşmaya çalışırlar. Bu gruplara öğretmen sadece rehberlik eder, birebir çalışmalarına katılmaz.

Açıklama Aşaması (Explain): Öğrencilere kendi değerlendirmelerini ve deneyimlerini başkalarına açıklama fırsatı verilir. Sonrasında öğretmen gerekli bilimsel açıklamaları öğrenciye aktarır. Bu açıklamalar açık bir biçimde öğrencilerin katılım ve keşif etkinliklerine, yani öğrencilerin düşüncelerine ve deneyimlerine bağlanmalıdır. Öğrenciler kendi fikirlerini, deneyimlerini ve anladıkları şeyleri sıraya koyup ifade etmeleri konusunda teşvik edildikleri bir ortam içinde öğrenirler. Öğretmen bu aşamada öğrencilerin yetersiz ve eksik olan bilgileri varsa, değiştirmesine yardımcı olmuş olur. Açıklama süreci, öğretmeni ve öğrencileri ortak bir kavramsallaştırma etrafında birleştirir. Açıklama aşamasında açıklamayı yapan unsur öğretmen ya da ders kitabı ya da herhangi bir teknoloji de olabilir. Öğretmenler bu noktada kullanılabilecek birçok teknik ve stratejiye sahiptir.

Modelin en kısa aşaması bu aşamadır. Bu yüzden bilimsel kavramları, aşamaları ve becerileri en yalın, açık ve direkt anlatmak gerekmektedir. Bu süreçten sonraki aşama, öğrencilerin yeni bilgiyi yapılandırmalarını ve süreçleri, kavramları, becerilerini biraz daha genişletmelerini içerecektir.

Genişletme-Derinleştirme Aşaması (Elaborate): Öğrencilere kavram bilgilerini iletme ve onları başka bağlamlara uyarılma şansı tanır. Durumlarla ilgili daha genel

fikirlerin oluşmasını sağlar ve öğrenciler birbirinden farklı bağlamlardaki benzer yönleri fark ederler. Zihinlerinde daha önce olmayan yeni kavramlar öğrenilmiş olur.

Bazı durumlarda öğrenci hâlâ bazı şeyleri yanlış biliyor olabilir ya da sadece bir kavramı, bir durumu, deneyim için öğrenmiş olur. Ancak bu aşamadaki etkinlikler öğrencilere hem daha çok zaman hem de öğrenmelerine katkı sağlayacak daha çok deneyim sunmaktadır.

Önceki üç aşamada geçirilen yaşantılara ve elde edilen bilgilere dayanır. Öğrenciler elde ettikleri bilgiler yardımıyla kavramları yeni durumlara transfer eder. Genişletme aşaması, öğrencilere kavram yanlışlıklarını düzeltmeleri, anlamın güçlenmesi ve kavramların genelleştirilmesi için önemli fırsatlar verir.

Değerlendirme (Evaluate): En son aşamadır. Öğrencilerin düşünme tarzlarını veya davranışlarını değiştirdikleri aşamadır. Değerlendirme aşaması, öğrencilerin belirlenen amaçlar doğrultusundaki ilerlemelerini görmek için ve kavramı bilimsel olarak doğru bir şekilde kazanmalarını ve içeriğe bunu yansıtma ve genelleme yapabilmelerini kontrol etmek için önemli bir yere sahiptir.

En önemli şey, öğrencilerin geribildirim-dönüt almak zorunda olduğu gerçeğidir. Her aşamada öğretmenler öğrencinin öğrendiği şeyleri değerlendirmek, öğrenci katılımlarının niteliklerinin kontrol etmek zorundadır. Resmi olmayan değerlendirme dersin başından itibaren yapılabilir; ama öğretmen genişletme aşamasının bitiminde her zaman resmi-formal bir değerlendirme yapabilir. Bu aşamada öğretmenler sözlü yanıt isteyebilir, testler uygulayabilir, performans değerlendirmesi için etkinlikler gerçekleştirebilir, herbir öğrencinin anlama seviyesini ancak bu şekilde değerlendirebilir. Gerekli görülürse öğrenmeleri ile ilgili günlük yaşamlarından ilişkiler kurmaları istenebilir. Ayrıca bu aşamada öğrencilere, kendi yeteneklerini kullanmak, öğrendikleri kavramları kullanmak ve kendi anlama seviyelerini görmek ve göstermek için bir olanak sunulmuş olur.

Bu model için söylenecek en önemli nokta, öğrencilere kendilerini göstermeleri ve bilimi öğrenebilmeleri için her zaman yeterli olanığın sağlanmasıdır. Ayrıca süreç içinde, öğretmen ve öğrenciler yeni anlayışlara ulaşmada gelişmeyi kontrol etmeye çalıştıkça değerlendirme ve gelişme tekrar tekrar gerçekleşecektir.

Tüm model göz önüne alındığında, 5E Öğretim Modelinin öğrencilerin başarılarını arttırdığı, kavramsal gelişimlerini sağladığı ve derse karşı tutumlarını pozitif yönde değiştirdiği fark edilmektedir. Bu durum yapılan araştırmalarla da ortaya konmuştur (Burkaz, 2012).

Dolayısıyla 5E Modeline uygun yapılandırılmış çalışma yapraklarının eğitim-öğretime pozitif yönde bir ivme kazandıracığı anlaşılmaktadır.

Çalışmamızda da bu sebeplerden dolayı 5E modeliyle hazırlanmış çalışma yaprakları tasarlanmıştır. Amaç öğrenmeyi zihinsel ve bedensel olarak aktif bir süreç haline getirebilmek ve kalıcı kılmaktır. 3D kalemle uyumlu çalışma yaprakları ise bunlarla birlikte, öğretimde pratikleşme ve motivasyon sağlayan yönleri sahiptir. Ayrıca bu durum 5E modeli ile hazırlanan çalışma yapraklarının yeni teknolojilere uyarlanabilmesini ve bunlarla uyumunu da göstermektedir.

1.1.5. 3D Yazıcı Kalem Teknolojisi ve Matematik Öğretimi

NCTM (2000), elektronik teknolojiler, hesap makineleri ve bilgisayarların matematiği öğrenme, öğretme ve yapmada temel araçlar olduğunu belirtmekte ve bunların kullanımına ve faydalarına yönelik açıklamalar yapmaktadır (Kandemir 2011). NCTM' in (2000) altı prensibinden biri okul matematiğinde teknolojinin kullanılmasıdır. Teknoloji; matematiği öğrenme ve öğretmede esastır (Kandemir, 2011). Teknoloji, matematiğin öğrenilmesini ve öğretilmesini olumlu yönde etkilemekte ve öğrencinin öğrenmesini geliştirmektedir.

Baki' nin (1996) makalesinde sorguladığı gibi; matematik öğretiminde bilgisayar olmazsa olmaz mı ve ayrıca teknolojinin matematik eğitimindeki potansiyeli nedir? Bu soruların üzerinde günümüz teknolojisiyle de birlikte biraz düşünülmesi gerekmektedir. Bilgisayarın geçmiş yıllarda soyut matematiksel kavramları somut halde ekrana taşıdığı (Baki, 1996) düşüncesi bazı kavramlar için hala geçerli olsa da maalesef bazı kavramlar için de yetersiz kalmaktadır. Günümüzde eğitim ve teknoloji, 2 boyutlu defter sayfaları ve ekranlarla sınırlı kalmamaktadır. 2 boyutlu bir defter sayfasına ya da bir ekrana 3 boyutlu bir kavramı çizip buna somutlaştırma demek ve öğrencilerin bu kavramları bu halleriyle algılamasını, anlamasını, keşfetmesini beklemek ne kadar mantıklı olabilir?

Geometrik bir kavramın kağıt üzerinde çizildiği halinin çoğu zaman anlaşılmasında bile sorunlar oluşurken, genellemelere ve yeni varsayımlar kurmaya imkan sağlayamadığı ortadadır (Baki, 1996; İbili & Şahin, 2013). Bilgisayar ekranında 3 boyutlu ve hatta daha fazla boyutta bulunan kavramları görebileceğimiz teknoloji mevcut olabilir ancak örneğin 3 boyutlu bir cisimi elimize alıp evirip çevirip-her yönüyle ve her açıdan incelemenin farklı ve daha ileri bir deneyim olduğu da aşikârdır. Bir şeye bakmakla onu görmek arasındaki ciddi farkı burada da anlayabiliriz. Bilgisayar ekranının önünde durup bir cisme ‘bakmak’ ya da o cisimi bizzat yaparak, ellerinde tutarak onu ‘görmek’, anlamak, tüm yönleriyle keşfetmek arasındaki ciddi farktan bahsedilmektedir. Günümüz teknolojisi bu ciddi farka bile çözüm getirebilecek düzeylere gelmiş bulunmaktadır. Bu teknoloji, 3D yazıcı teknolojisidir (Kılıç, 2012). 3 boyutlu yazıcılar, klasik mühendislik yöntemleriyle üretilenmiş, son derece karmaşık ve girift parçaların üretiminde dahi yaygın olarak kullanılabilir (Gür, 2017; Kılıç, 2012). 3D yazıcı teknolojisi, derslerinde ihtiyaç duyan fakültelerde yerini almış bulunmaktadır. Ancak bu teknoloji bile kişinin bilgisayara bir yerlerden kopyaladığı veya çizdiği cisimi ya da denklemlerle ve yazılımlarla “.obj” formatına dönüştürülen cisimleri ortaya koyabilecek düzeyde kalmaktadır. Yani kişinin bizzat kendi elleriyle çizdiği ve çizerken tüm yönlerini keşfettiği, en ufak ayrıntısının bile farkına vararak elinde tuttuğu bir boyutta-yapıda değildir. Ama sürekli ve şaşırtan derecelerde aşama kat eden teknoloji, son dönemde bunu yapabilmemizi sağlayan cihazlar da geliştirdi. 3D yazıcı kalem (3D printing pen) olarak isimlendirilen bu teknoloji elinize bir kalem alıp havaya yazı yazmak gibi bir işleve sahip.



Şekil 1. 2. 3.Nesil 3D Yazıcı Kalem



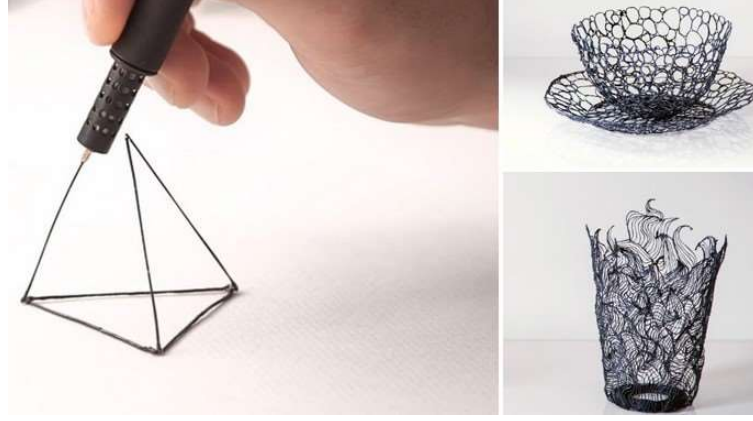
Şekil 1. 3. 2.Nesil 3D Yazıcı Kalem

3D yazıcı kalem teknolojisi, 3D yazıcısının mantığıyla çalışan ancak kişinin kendisinin neredeyse bir kalem mantığıyla kullandığı bir teknolojidir. Havaya çizim yapabilen bir kalem olduğu da elbette ki en kritik özelliklerinden biridir. Böylelikle birey 3 boyutlu yapıyı her aşamasında kendisi oluşturmuş ve her yönüne hâkim olabilmiş olmaktadır. Bu niteliklerin azımsanamayacak kadar kıymetli olduğu hemen fark edilmektedir. Görselleştirmenin hâkim olduğu geometri gibi bir alanda, az önce de bahsettiğimiz gibi, bazı bilinen teknolojiler bile yetersiz kalmaktadır. Örneğin, çizim programları öğretimde başarılı bir teknoloji sayılmasına rağmen, 2 boyutlu ekrandan öteye geçememiş ve öğrenciyi yine pasif konumda kılmıştır. Hatta 3D yazıcı makineler bile, bilgisayar programına yapıyı çizip, makinanın onu oluşturmasını beklemekle sınırlı kalmıştır.

Ancak 3D yazıcı kalem teknolojisinin 3 boyutlu cisimlerin çiziminde eğitim-öğretimdeki bütün öğrencilerimiz tarafından kullanılması mümkün görünmektedir. Bu durum az önce de bahsettiğimiz gibi bireyin kendi çizdiği cisimleri ‘görebilmesini’ ve tüm yönleriyle keşfedebilmesini sağlamakta büyük kolaylık getirecektir. Baki’ nin (1996) bahsettiği dramatik değişime neden olarak-teknolojiden simülasyon aracı olarak faydalanıp-öğrencinin öz bilgisini kurabilme fırsatının sağlanması, 3 boyutlu cisimler için, bu cihazla mümkün olabilecektir. Materyali öğrencinin kendisinin oluşturuyor olması daha ileri boyutta bir yaklaşım-deneyim sağlayacaktır. Matematiksel oyunlar ve aktivitelerle matematik öğrenimi sağlandığı gibi matematiksel keşifler yapılabilmesini de daha mümkün kılacaktır.

Geometri derslerindeki konularda bilinen yapılar dışında, farklı yapıların oluşturulabilmesine de imkân sağlayabilen bu teknoloji, öğrenmenin ve üretmenin sınırlarının olmayacağını bir kere daha göstermektedir.

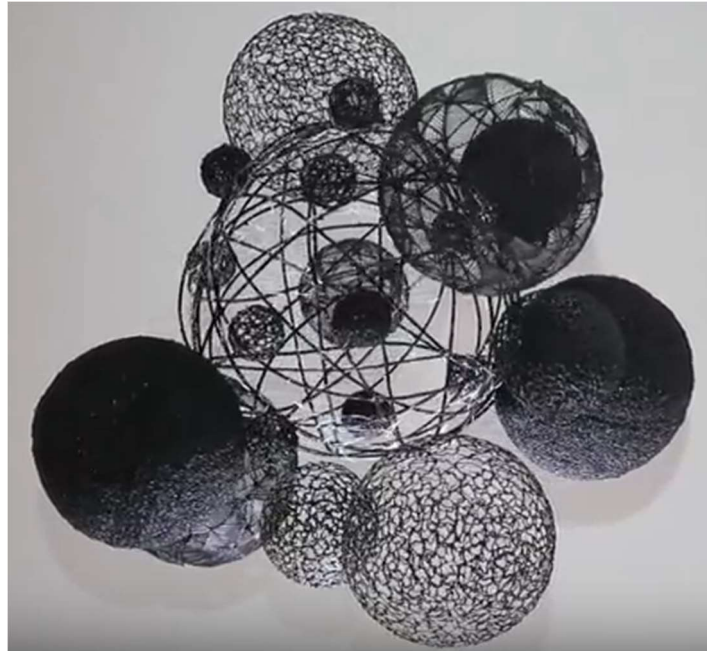
Ayrıca üretilen 3D çıktılarla geometri, yüksek matematik ve topoloji gibi alanlardaki düşünsel zorluklar, daha pratik, açık ve anlaşılır bir hal alacaktır. Böylelikle bu yapıları ifade edebilmemize olanak sağlamış olacaktır (Gür, 2017).



Şekil 1. 4. 3D Yazıcı Kalemle Oluşturulan Bazı Cisimler



Şekil 1. 5. 3D Yazıcı Kalemle Oluşturulan Beşgen Parçalara Sahip Futbol Topu Modeli



Şekil 1. 6. 3D Yazıcı Kalemle Oluşturulan Farklı Ebatlardaki Kürelerin Birleştirildiği Sanatsal Bir Çalışma

Öğretmen böyle bir dersi geliştirirken ilk adım olarak uygun öğretim stratejileri yanında hangi konuların hangi teknoloji yardımı ile daha iyi verilebileceğini belirlemelidir. Ancak bu aşamadan sonra kullanacağı yazılımı, materyalleri seçerek derslerini geliştirmeye başlamalıdır (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004).

Amaç ayrı bir bilim dalı olarak teknolojiyi öğrenmek ve öğretmek değil, teknolojiden yararlanarak en iyi öğrenme ve öğretme ortamlarını kurabilmektir. Yani, bu teknolojiyi öğretmen ve öğrenciler için işler hale sokmak ve öğrenciye sunarak onun matematiksel kavramlarla tanışmasını ve/veya kendi öz bilgisini kurmasını sağlamaktır.

Bu cihazla materyal oluşturulmasının önemini fiziksel ve zihinsel aktiviteler bir arada olması üzerinden de anlatabiliriz. Şöyle ki Kaput (1995), matematiksel deneyimde, zihinsel ve fiziksel olmak üzere iki yapı kaynağı arasındaki ayrımı ortaya koymuştur. Zihinsel aktivite, fiziksel aktiviteden ayrı olarak gerçekleşebilirse de, bu ikisi beraber hareket eder ve beraber gelişirler. Zihinsel yapılar sonuç olarak fiziksel materyal üzerindeki dokunsal ve devinimsel veya basitçe görsel olabilen fiziksel aktiviteye dayanmaktadır. Bazı fiziksel aktiviteler ve ilişkili zihinsel yapılar, günlük gelişimin ve yaşamın parçasıdır ve bu nedenle güçlü, otomatik ve karardır (Kuruş, 2011).

Öğrencileri, matematikle ilişkili somut aktivitelerle meşgul etmek, sürecin hangi kısmının karışıklığa neden olduğunu da tam olarak tanımlamalarında sık sık onlara yardım eder (Long ve DeTemple, 2003).

Bunlar düşünüldüğünde zihinsel ve fiziksel aktivite ile birlikte somut materyal üretimini kendi yapan öğrencinin konuyla ilgili keşfetme sürecinin ne kadar olumlu etkileneceği anlaşılmaktadır. Üstelik belirtildiği gibi süreçte soruna neden olan kısmın anlaşılmasında da hem öğretmene hem de öğrenciye destek sağlayacağı fark edilmektedir. Ayrıca Sowell, somut materyallerin öğretimde kullanımının öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarının gelişiminde etkili olduğunu da belirtmiştir (Long ve DeTemple, 2003).

Ayrıca Zimmerman ve Cunningham (1991), matematikte görselleştirmenin bir imaj oluşturma süreci olduğunu belirtmektedirler. Bunun için zihinden, kağıt ve kalemden, teknolojiden yardım almak gerektiği bilinmektedir. Buradaki amaç ise, iyi bir matematiksel anlayış sağlamak ve keşfi gerçekleştirmektir. Keşfetme sürecinin aslında

bir benzetme (simulating) süreci olması da dikkate alınmalıdır. Presmeg (1986a)' e göre görsel imaj, görsel ya da uzamsal bilgileri temsil eden zihinsel bir şemadır. Presmeg (1986b), imajların (imagery) farklı türlerini tanımlamıştır: somut resimsel imajlar (zihindeki resimler olarak bilinen net ve yoğun imajlar), örüntü imajları (görsel-uzamsal şema aracılığıyla temsil edilen ilişkiler), formüllerin bellek imajları (bazı insanlar zihinlerinde bir tahtada ya da bir defterde yazılı bir formül görürler), kinestetik imajlar (kas hareketleri içeren imajlar), dinamik imajlar (hareketli imajlar).

Bu durumda edinmeleri gereken bilgiyle ilgili öğrencilerin zihinlerinde şema oluşturabilmesi gerekmektedir. Anlaşıldığı üzere bunun sağlanması için gerekli materyaller hazırlanmalıdır ve en uygun zamanlarda devreye sokulmalılardır. Bu sayede kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesi sağlanabilmektedir.

Böylelikle öğretimde etkili olabileceği düşünülen 3D yazıcı kalemin matematik eğitiminde kullanılmasının etkililiği bu araştırmayla incelenmeye çalışılmıştır. Bunu gerçekleştirebilmek için 3D kalemin en verimli şekilde kullanılabilmesi gerekmektedir. Bu konuda bize yardımcı olabilecek materyalin çalışma yaprakları olduğu aşikârdır. Çalışma yaprakları olmadan 3D kalemin öğrenmeyi sağlayıcı yönlerini açığa çıkartmak ve sınıf ortamındaki kullanılabilirliğini düzenli bir hale getirmek ve bunları incelemek mümkün görülmemektedir. Dolayısıyla 3D yazıcı kalemle uyumlu 5E modeliyle hazırlanmış çalışma yapraklarının oluşturulması ve kullanılması esas noktaların yakalanabilmesi için bir gereklilik olmaktadır.

1.2. Problem Cümlesi

Bu çalışmanın temel problem cümlesi;

“Katı cisimlerin öğretiminde 3D yazıcı kalem kullanımı üzerine tasarlanan çalışma yapraklarının etkililiği nedir?”

olarak belirlenmiştir.

1.2.1. Alt Problem Cümleleri

Temel problemin cevabını alabilmemizi sağlayacak olan alt problemler aşağıdakiler olarak belirlenmiştir:

1. 3D yazıcı kalem kullanımı üzerine tasarlanan çalışma yapraklarının uygulanmasından sınıf içi yansımalar nelerdir?
2. Öğrencilerin 3D yazıcı kalemin kullanıldığı çalışma yapraklarına yönelik görüşleri nelerdir?
3. 3D yazıcı kalem kullanımı üzerine tasarlanan çalışma yapraklarının uygulandığı sınıfın matematik öğretmeninin çalışma yapraklarının etkililiğine ve öğrencilerinin durumuna yönelik görüşleri nelerdir?
4. 3D yazıcı kalem kullanımı üzerine tasarlanan çalışma yapraklarının etkililiğine ilişkin akademisyen\öğretmen görüşleri nelerdir?

1.3. Araştırmanın Amacı

Çalışmanın amacı; katı cisimlerin öğretiminde 3D yazıcı kalem kullanımı üzerine tasarlanan çalışma yapraklarının etkililiğini araştırmaktır.

1.4. Araştırmanın Önemi

Katı cisimlerin öğrenilmesinde ve\veya uzamsal düşünmenin geliştirilmesinde cisimlerin anlaşılması, yorumlanması, farklı yönleri ve özellikleriyle değerlendirilebilmesi, kavramların keşfedilebilmesi ve öğrenilebilmesi gibi bazı sorunlar yaşandığı bilinmektedir (Çalışkan, 2016; Gökdal, 2004; Gündoğdu, 2012; Güngör, 2005; Kuruş, 2011). Bu gibi sorunlar üzerine; Çalışkan (2016) geometrinin dinamik yazılımla işlenmesi, Gökdal (2004) alan ve hacim konularındaki kavram yanılgıları, Gündoğdu (2012) şekil oluşturulması ve şeklin parçalarına ayrılmasının süreçleri, Güngör (2005)

materyal ve porfolyo hazırlanarak konunun işlenmesi, Kuruş (2011) hareketli materyal oluşturulması hususlarında araştırmalar gerçekleştirmişlerdir. Bu hususların tespit edilmesi ya da giderilmesi için bu çalışmaların bazılarında çeşitli etkinlikler gerçekleştirilmiş olsa da şimdiye kadar literatürümüzde bulunan hiçbir çalışmada 3D yazıcı kalem kullanılmamıştır. Çalışmaya, matematik derslerinde 3D yazıcı kalem kullanımının etkili olabileceği düşüncesiyle başlanılmıştır. Ayrıca 3D yazıcı kalemin eğitim-öğretimde kullanılmasına ilişkin herhangi bir araştırmaya uluslararası literatürde rastlanılmamıştır. Böylelikle bu araştırma literatürdeki bir boşluğu doldurmaktadır.

Literatürümüzde 3D yazıcı ile gerçekleştirilen tek çalışma Gür' ün (2017) bilgisayar yazılımları yardımıyla Diamond denkleminin masaüstü yazıcı tarafından cisme dönüştürülmesi üzerinedir. Aslında bu çalışmanın, 3D yazıcı içermesi dışında, araştırmamızla bir benzerliği bulunmamaktadır. Çalışmada kullanılan yazıcı bu çalışmada kullanılan yazıcıdan farklı nitelikler barındırmaktadır. Araştırmamızda 3D yazıcı öğrenci tarafından eline alınarak kullanılan (öğrencinin aktif olduğu) bir cihazken, Gür' ün (2017) çalışmasında cihaz aktif konumda olmaktadır. Çünkü 3D yazıcı bir masaüstü yazıcıdır ve bilgisayar yazılımlarıyla çalışmaktadır. 3D yazıcı kalemin ise, akışkan hale gelen ve dolayısıyla kişinin istenilen şekli verilebileceği plastiğin kısa sürede sertleşerek kalıcı bir yapı ortaya konmasını sağlaması yönü mevcut bulunmaktadır. Akışkan (neredeyse sıvı halde) olan plastiğe istenilen şeklin verilebiliyor olması cihazın en büyük avantajlarından biri olmaktadır.

1.5. Araştırmanın Sayıtları

- Öğrencilerin, etkinliklere samimi bir şekilde iştirak ettikleri ve 5' li Likert tipi görüş formunu samimi bir şekilde ve okuyarak doldurdıkları varsayılmaktadır.
- Akademisyenlerin ve öğretmenlerin işlenişi değerlendirirken diyaloglarında samimi oldukları ve 5' li Likert tipi görüş formunu samimi bir şekilde ve okuyarak doldurdıkları varsayılmaktadır.

1.6. Sınırlılıklar

- Bu çalışma 4 ders saati uygulama ile sınırlıdır.
- Bu çalışma 10. Sınıf konuları ile sınırlıdır.
- Bu çalışma geometri konuları ile sınırlıdır.



1.7. Tanımlar

3D Çıktı: 3D yazıcı kalemle oluşturulan yapı (şekil, cisim vs.).

Bilişsel Öğrenme Alanı: Kısaca bilginin elde edilmesi ve kullanılması için zihinsel düşünmeyi gerektiren ve Bloom tarafından geliştirilmiş olan öğrenme aşamalarıdır. 6 basamaktan oluşmaktadır. Bilgi basamağı, öğrenilmiş bilginin hatırlanmasıdır. Kavrama basamağı, kavramın yeniden yorumlanması ve anlamlandırılmasıdır. Uygulama basamağı, bilginin kullanılabilmesi ve yeni durumlara uyarlanabilmesidir. Analiz basamağı, kavramın parçalarının (ayrıntılarının) ve bunlar arasındaki ilişkilerin fark edilebilmesidir. Sentez basamağı, kavramın ayrıntılarının anlamlı bir bütüne ulaştırılması, yeniden düzenlenip, formüle edilebilmesidir. Değerlendirme basamağı ise, bilginin yeni durumlara uyarlanabilmesi ve yeni çıkarımlarda bulunulabilmesidir (Baki, 2014).

Kavram İmajı: Bütün zihinsel resimleri ve ilişkili özellik ve işlemleri içeren kavramla ilişkili tüm bilişsel yapıyı tanımlar (Kuruş, 2011).

Şekil İnşa Etme (Build shape): Herhangi bir materyal kullanarak yeni bir şekil elde etme sürecidir. Örneğin, kibrit çöplerinden kare inşa etmek, şekerlerden üçgen inşa etmek v.b. (Gündoğdu, 2012).

Şekil Oluşturma Becerisi: Verilen geometrik şekillerle amaçlı olarak yeni bir şekil elde etme veya elde edileceğini görme ve bunun için gerekli olan işlemleri yerine getirme becerisidir (Gündoğdu, 2012).

Zihinsel Temsil: Zihinsel temsil, bireyin etkilendiği dış dünyada kullanılan referansların çerçevesi ve iç şemasını gösterir. Bu, dış dünyanın belirgin parçalarını düşünürken zihinde meydana gelenlerle ilgilidir ve kişiden kişiye değişebilir. Bir kavramı “temsil etmek” demek, o kavramın örneklerini, modellerini, görüntülerini meydana getirmek demektir (Kuruş, 2011).

Uzamsal Akıl Yürütme - Uzamsal Yetenek: Uzayın ve geometrik formun kullanımı ile ilgili becerilerin tümüdür (Gündoğdu, 2012).

BÖLÜM II

2. YAPILAN ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde çalışmayla ilgisi bulunduğu düşünülen araştırmaların bazılarına yer verilmiştir.

2.1. Matematik Öğretiminde Materyal Kullanımının Önemi İle İlgili Araştırmalar

Bu bölümde matematik öğretiminde materyal kullanımıyla ilgili bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Wenrick (2003) araştırmasını, kesirler konusunun fiziksel modellerle kavranabilmesi amacıyla yürütmüştür. Sınıf içi uygulamalar 3, 4 ve 5.sınıftan 13 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Bireysel klinik görüşmeler ise, 8 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Bu fiziksel modeller; parçaları önceden hazırlanmış (prefabricated), inşa edilmiş (constructed), hareketli (dynamic) olmak üzere 3 kategoride incelenmektedir. Parçaları önceden hazırlanmış modeller, eğitim için imal edilmiş dayanıklı modellerdir. İnşa edilmiş modeller, eğitim esnasında sınıf içerisinde öğrenciler veya öğretmen tarafından yapılan modellerdir. Hareketli modeller ise, rasyonel sayılar için interaktif modeller sağlamak için dizayn edilmiş yazılım (software) programlarıdır. Bu modellerin her birinin avantajlarının yanı sıra belirli sınırlılıkları olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, kesirler konusu için model kullanımının konuyu kavrama, ilişkileri tanımlama ve kullanma noktalarında verimli ve etkili olduğuna ulaşılmaktadır.

Kuruş (2011) araştırmasını, matematik öğretmen adaylarının ortaöğretim matematik eğitimine yönelik hareketli materyal geliştirme sürecindeki gelişimlerini incelemek amacıyla yürütmüştür. Bu amacı için gömülü teori araştırma modeliyle hareket etmiştir. Bunun için ilk önce bu konudaki bilgilerini belirlemek maksadıyla 40 matematik öğretmen adayıyla yazılı doküman incelemesi ve görüşmeler gerçekleştirmiştir. Daha sonra hareketli materyal geliştirme süreçleri; yazılı doküman, ders gözlemleri ve yarı yapılandırılmış mülakatlarla irdelenmiştir. Bu doğrultuda yeni sorular geliştirilerek

seçilen adaylarla son bir mülakat daha yapılmıştır. Sonuç olarak, örneklemin hareketli materyal geliştirirken bir matematik öğrenme alanını değerlendirdikleri görülmüştür. Bu alanı seçme kriterleri belirlenmiştir. Bununla birlikte hedef belirleme stratejileri, düşünme süreçleri ve matematiksel kavramları modellemeleri ve ilişkili bütün durumlar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Erşen (2014) araştırmasını, 6.sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen materyal destekli matematik öğretiminin onların başarı, tutum ve kaygılarına etkisini incelemek amacıyla yürütmüştür. Kümeler konusu için hazırlanan başarı testinin pilot çalışması 158 öğrenci ile yapılmıştır. Araştırma için ise, deney ve kontrol grubuyla uygulama gerçekleştirilmiştir. Deney grubuna materyaller ve çalışma yapraklarıyla; kontrol grubuna geleneksel eğitimle uygulama yapılmıştır. Başarı testi ve ölçekleri, öğrencilere çalışmanın başında ve sonunda uygulanmıştır. Ayrıca kalıcılığı test etmek için, 8 hafta sonra başarı testi tekrar uygulanmıştır. Bir de öğrencilere öğrenci görüş formu hazırlanıp, verilmiştir. Çalışmanın örneklemini ise, 60 öğrenci oluşturmaktadır. Sonuç olarak, deney grubu ile kontrol grubunun konuyu öğrenmesi noktasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Deney grubunun tutum ve kaygı ölçeklerinde olumlu yönde değişim tespit edilmiştir. Ayrıca materyal kullanımının kalıcılığa olumlu yönde etkisi olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Koştur ve Türkoğlu (2017) araştırmayı, matematik öğretmenlerinin akıllı tahta kullanımına yönelik görüşlerini incelemek amacıyla yürütmüştür. Fenomenoloji yöntemiyle gerçekleştirilen çalışmada, ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bireysel görüşmelerle elde edilen veriler 4 ana tema altında toplanmıştır. Bu temalar akıllı tahta kullanımının avantaj ve dezavantajları olarak belirlenmiştir. Araştırma 5 ortaokul matematik öğretmeniyle gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, 5 öğretmenden 4' ünün olumlu görüş bildirdikleri ve akıllı tahtanın sağladığı imkânları kullandıkları görülmüştür. Görüşlerden yola çıkarak akıllı tahtanın matematik öğretiminde avantaj sağladığı belirtilmiştir.

Bu çalışmalar matematik öğretiminde materyal kullanımının öğrencilerin konuyu kavrayabilmesine, ilişkileri belirleyebilmesine ve kullanabilmesine etkisini, zihinsel şema oluşturulabilmesine etki süreçlerini ve materyal kullanımının kalıcılığa etkisini göstermektedir. Ayrıca matematik öğretiminde bazı teknolojilerin kullanılmasının sağladığı avantajları ifade etmektedir.

Dolayısıyla matematik öğretiminde materyal ve\veya teknoloji kullanımının hem öğrenmeye hem de süreci kolaylaştırmaya destek olduğunu göstermektedirler.

2.2. Geometri Konularında Materyal Kullanımının Önemi İle İlgili Araştırmalar

Bu bölümde geometri öğretiminde materyal kullanımıyla ilgili bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Piaget ve Inhelder (1956) araştırmayı, üç boyutlu nesnelerin çocuklara sağladığı kazanımlarını incelemek amacıyla yürütmüşlerdir. 4 ile 13 yaşları arasındaki çocuklara silindir, koni, piramit ve küp şekilleri gösterilmiştir. Gösterilen üç boyutlu nesnelere öğrencilerin gördükleri gibi çizimleri istenmiştir. Daha sonra ise şeklin açılımının olabileceği hali düşünerek bunu çizimleri istenmiştir. Araştırmada 5 ve 8 yaşındaki çocukların şekil ve açılım ağı arasında ayırım yapamadıkları, yani eğitim çiziminde başarılı olamadıkları görülmüştür. Sonuç olarak, bu ağları daha erken yaşlarda çizebilen öğrencilerin geometri konularını daha erken kavrayabileceği belirtilmiştir.

Connor ve Serbin (1985) araştırmayı, 8. sınıflarda görsel-uzamsal becerilerin eğitimdeki etkilerini incelemek amacıyla yürütmüşlerdir. Öğrencilerin görsel-uzamsal becerilerini beş aşamalı olarak hazırlanan materyallerle değerlendirmişlerdir. Her bir aşamada, materyallerin zorluk derecesi bir öncekine göre arttırılmıştır. Her materyalle yapılan görsellik çalışması sonucunda, kazanımı ölçmek için test uygulanmıştır. Öğretim materyalleriyle görsel-uzamsal becerilerin kazanımında anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak, görsel-uzamsal becerilerin sınıf ortamında öğrenimi için yeni düzenlemelerin yapılması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca mevcut materyallerle görsel-uzamsal becerilerin kazanımının yetersiz kaldığı, geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Sinclair (2003) araştırmasını, önceden tasarlanmış öğretim materyalleri ve web tabanlı dinamik geometri kullanmanın yararlarını ve sınırlamalarını araştırmak amacıyla yürütmüştür. Bunun için özel durum çalışması yöntemine başvurulmuştur. Ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen çalışma tümdengelim kanıtı ile ilgili ilgisizlikleri belirlemiştir. Sonuçların analizinde iki farklı tema ortaya çıkmıştır. Birincisi, etkinlikler ile geometrik düşünme becerilerinin gelişimi arasındaki ilişki, ikincisi ise malzemelerin tasarımı ile araştırma süreci arasındaki ilişkidir. Araştırma ikinci kısma odaklanmaktadır. Sonuç

olarak veriler, ödev sorusu ve cisim taslağının hazırlığının keşif ortamı oluşabilmesi için birlikte gerçekleştirilmesi gerektiğini göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin önceden oluşturulmuş dinamik geometri çizimleriyle edindikleri deneyimlerden tam anlamıyla faydalanabilmeleri için, görsel yorumlama ve dönüşümü kullanarak araştırmaya özel dikkat gösterilmesi gerektiği belirtilmiştir. Önceden oluşturulmuş dinamik eskizlerin (web tabanlı olsun olmasın) ve beraberindeki materyallerin, parçası oldukları öğrenme aktivitesinin merkezi unsurları olduğu ve tasarımlarla ilgili kararları destekleme potansiyelini sağladığı fikrine dikkat çekilmektedir. Bu yapının keşif stratejilerinin ve geometrik düşünme becerilerinin geliştirilmesini destekleyebileceği veya engelleyebileceği belirtilmiştir. Öğrencilerin belirli sorulara verilen yanıtları görsel ve dinamik geometri araştırması ışığında incelemesi, materyaller aracılığıyla öğrencilerin önceden oluşturulmuş dinamik geometri çizimlerini araştırırken matematiksel araştırma sürecini kullanmalarını iyileştirebileceğimizi göstermiştir.

Gökdal (2004) araştırmasını, 8. ve 11.sınıf öğrencilerinin alan ve hacim konularındaki kavram yanlışlarını oransal olarak incelemek amacıyla yürütmüştür. Bunun için 16 açık uçlu sorudan oluşan bir test hazırlamıştır. Buradan elde edilen veriler SPSS, ki-kare testi ile analiz edilmiştir. Sonuç olarak, devlet ve özel okullar arasında; TS (Türkçe-Sosyal), TM (Türkçe-Matematik), MF (Matematik-Fen) alanlarındaki öğrenciler arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Güngör (2005) araştırmasını, üçgenler konusunda oluşturmacı yaklaşıma yönelik elle materyal ve portfolyo hazırlamanın öğrencilerdeki etkisini incelemek amacıyla yürütmüştür. Deney-kontrol grubu nicel yöntemiyle veri elde edilmiştir. 48, 10.sınıf öğrencisiyle yürütülen çalışmada deney grubunun başarısının arttığı görülmektedir.

Markopoulos, Potari ve Schini (2007) araştırmayı, 4. ve 6. Sınıf öğrencilerinin geometrik şekilleri oluştururken ve şekli parçalarına ayırırken kullandıkları stratejileri incelemek amacıyla yürütmüşlerdir. Bu inceleyebilmek için 12 öğrenciyle klinik mülakat gerçekleştirmişlerdir. Cisimlerin oluşturulması ve parçalarına ayrılması süreçleri; başlangıç şekil, dönüşüm süreci ve oluşan şekil olmak üzere üç noktada ele alınmıştır. Bu üç noktadan ikisi değişik varyasyonlarda öğrencilere verilmiş ve üçüncü noktayı bulmalarının istendiği 6 görev verilmiştir. Öğrencilerle yaklaşık 1' er saatlik görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen veriler 2 aşamada analiz edilmiştir. İlk olarak cisimleri kesme ve birleştirme esnasında öğrencilerin kullandıkları stratejiler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Öğrenciler kesme, birleştirme ve karşılaştırma süreçlerine göre değerlendirilmişlerdir. İkinci olarak, cismin oluşturulması ve parçalarına ayrılmasının farklı noktaları arasında ilişkiler tanımlanmıştır. Sonuç olarak, çalışma sırasında başlangıç şekil, kesme, birleştirme ve üretilen şekil arasında çift yönlü ilişki ortaya çıktığını vurgulamışlardır ve 3 tür ilişki sunmuşlardır. Bu ilişkiler: tek yönlü ilişki inşa etme, dönüşüm sürecinde yansıtma ile ilişki inşa etme ve çift yönlü ilişki inşa etme olarak belirtmişlerdir.

Avgören (2011) araştırmasını, 9. ve 12.sınıf öğrencilerinin prizma, piramit, silindir, koni, küre konularıyla ilgili kavram imajlarını incelemek amacıyla yürütmüştür. Bunun için fenomenoloji yönteminden yararlanılmıştır. Veriler mülakat, doküman ve gözlem ile elde edilmişlerdir. Her sınıf düzeyinden 3' er öğrenci olmak üzere 6 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışma için, öğrenciler geometri başarı testi ile seçilmişlerdir. Sonuç olarak; öğrenciler somut ve\veya geometrik çizim modelleri oluşturmuşlardır. Kavram imajları somut modeller ve çizim modelleri ile uyumaktadır. Alan ve hacim problemi için ilk olarak formülü hatırlamaya çalışmışlardır.

Gündoğdu (2012) araştırmasını, 6, 7 ve 8.sınıf öğrencilerinin şekil oluşturma ve şekli parçalarına ayırma süreçlerini incelemek amacıyla yürütmüştür. Ayrıca ortaya konan şekil oluşturma düzeylerinin çeşitli değişkenlerle ilişkisi de incelenmektedir. Araştırma karma desenle gerçekleştirilmiştir. Şekillerin süreçlerinin incelenmesi için örnek olay modelinden; değişkenlerin ve ilişkilerinin incelenmesi için tarama modelinden yararlanılmıştır. 38 öğrenciyle gerçekleştirilen çalışmanın nitel kısmında, şekil oluşturma alanında 10 düzey belirlenmiştir. Sonuç olarak bu 10 düzeyi ölçmeye yönelik bir ölçme aracı geliştirilmiştir. 1620 öğrenciyle gerçekleştirilen çalışmanın nicel kısmında, şekil oluşturma seviyeleri, cinsiyetleri, matematik başarıları ve geometrik düşünme düzeyleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur.

Çalışkan (2016) araştırmasını, 7.sınıf öğrencilerinin katı cisimlerin dinamik geometri yazılımı destekliyle öğrenmesinin geometriye tutumuna ve uzamsal düşüncelerine etkisini incelemek amacıyla yürütmüştür. Bunun için ön test-son test kontrol gruplu deneysel araştırma modelini kullanmıştır. 40 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışma da, deney grubu 23, kontrol grubu 17 öğrenciden oluşmaktadır. Ayrıca “Zihinsel Döndürme Testi” ve “Geometri Tutum Ölçeği” ile veriler elde edilmiştir. Katı cisimler için dinamik geometri yazılımı destekli öğretimde öğrencilerin uzamsal düşüncelerinin arttığı görülmüştür. Bununla birlikte arttırmıştır ve geometriye karşı tutumlarına etkisi

olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu konuda yazılım destekli öğretim ile geleneksel öğretim arasında bu ölçekler bağlamında bir ilişki olmadığı görülmüştür.

Taş (2016) araştırmasını, 8.sınıf geometrik cisimler konusu için GeoGebra yazılımı kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemek amacıyla yürütmüştür. Karma araştırma yöntemine sahip çalışma, ön-test son-test kontrol gruplarıyla gerçekleştirilmiştir. Nicel veriler başarı testiyle, nitel veriler grup mülakatlarıyla elde edilmiştir. Dersten önce uygulanan geometri başarı testi, kalıcılık kontrolü için 3 hafta sonra grupların hepsine tekrar uygulanmıştır. Nicel veri analizleri t-testi ve One-Way Anova programları ile yapılmıştır. Geogebra ile hazırlanan etkinlikler; 32 kişilik bir gruba 3D gözlük kullanılarak, 31 kişilik bir gruba etkinlikler (çalışma yaprakları) yaptırılarak uygulanmıştır. 32 kişilik kontrol grubu ise, geleneksel yöntemlerle ders işlenişlerdir. Sonuç olarak, 3D gözlük kullanılan grubun, etkinlik gerçekleştirilen gruptan ve geleneksel ders işlenen gruptan daha başarı olduğu görülmüştür. Etkinlik gerçekleştirilen grubun ise, geleneksel ders işlenen gruptan daha başarılı olduğu görülmüştür. Kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesinin fazla olduğu gruplar sırasıyla; 3D gözlük kullanan, etkinlik uygulanan, geleneksel ders işlenen gruplardır. Yani 3D gözlük kullanılması hem başarıyı hem de kalıcılığı arttırmıştır. Nitel verilerde ise, 3D gözlük kullanan ve etkinlik gerçekleştirilen gruplar olumlu görüşler bildirmişlerdir.

Bu çalışmalardan bazıları geometri öğretiminde üç boyutlu nesnelere öğretime etkisi; öğretimde materyal kullanımının görsel-uzamsal becerilere etkisi; somut materyal ve portfolyo kullanımının başarıya olumlu etkisi; dinamik geometri yazılımı ve öğrenme materyallerinin kullanımının öğrencilerin matematiksel araştırma sürecini iyileştirmede olumlu etkisi; somut materyal ve geometrik yazılım kullanımının kavram imajlarına etkisi; geometrik yazılım kullanmanın uzamsal düşünme ve tutuma olumlu etkisi; geometrik yazılım ve 3D gözlük kullanımının başarı ve kalıcılığa olumlu etkisi olduğunu göstermektedir. Diğer bir çalışma, alan ve hacim konularındaki kavram yanılgılarının TS (Türkçe-Sosyal), TM (Türkçe-Matematik), MF (Matematik-Fen) alanları arasında farklılık gösterdiğini ifade etmektedir. Bir çalışma öğrencilerin şekil oluşturma ve parçalarına ayırma stratejilerini incelerken diğer bir çalışma ise, öğrencilerin geometri öğretiminde somut materyalleri inşa etmeleri veya parçalarına ayrılmaları noktalarında özellikle başarı ve geometri düşünme düzeylerinde farklılıklar olduğunu göstermektedir.

Buradan anlaşılmaktadır ki geometri öğretiminde çeşitli materyallerin kullanılması öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini, kalıcılığı, başarılarını, derse karşı tutumlarını olumlu yönde etkilemektedir.

2.3. Matematik Öğretiminde Çalışma Yapraklarının Kullanımının Önemi İle İlgili Araştırmalar

Bu bölümde matematik öğretiminde çalışma yapraklarının kullanıldığı bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Türkdoğan (2006) araştırmasını, sınıf öğretmenliği bölümü öğrencileri için birinci dereceden denklemler ve onların grafikleri konularındaki kavram yanlışları için bilgisayar destekli materyalle öğretim etkinlikleri tasarlamak amacıyla yürütmüştür. Çalışma araştırmacı öğretmen yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Veriler gözlemlerle elde edilmiş ve çalışma yapraklarıyla sınıf içi diyaloglar sayesinde desteklenmişlerdir. 44 kişilik örneklemin bulunduğu araştırmada, BDMÖ materyalinin kavram yanlışlarının giderilebilmesi için uygun ortam hazırladığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu esnada, doğrunun ikinci bölgede oluşturduğu üçgenin bir kenarı negatif uzunluk aldığından eğiminde negatiftir yanlışlığı ve kâr her zaman pozitifdir yanlışlıklarına rastlanmıştır. Ayrıca (x,y) nin (y,x) olarak işaretlenmesi, (x,y) 'nin $(x,0)$ ve $(0,y)$ gibi veya $(x,0)$ ve $(0,y)$ 'nin (x,y) gibi iki nokta olarak düşünülmesi kavram yanlışlığı olarak sayılabilir.

Gelibolu (2008) araştırmasını, 9.sınıf düzeyinde mantık konusu üzerine geliştirilen öğrenme materyallerinin, geleneksel öğrenmeyle karşılaştırılmasını incelemek amacıyla yürütmüştür. Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımıyla yapılan çalışma, deney ve kontrol grubuyla gerçekleştirilmiştir. Veri analizi t-testi ile yapılmıştır. Başarı testi, bilgisayar ve matematiğe yönelik tutum testi uygulanmıştır. Böylelikle öğretmen ve öğrenci görüşleri alınmıştır. Ayrıca öğrencilere çalışma yaprakları uygulanmıştır. Çalışmada, ön-test ile seçilen 59 öğrenci yer almaktadır. Ayrıca 9 matematik öğretmeninden görüş alınmıştır. Sonuç olarak öğrenci başarısında, gerçekçi matematik eğitimi ve bilgisayar destekli eğitimin, geleneksel eğitime daha etkili olduğu görülmüştür.

Subroto ve Si (2011) araştırmayı, 3 boyutlu öğrenim altında eğitim gören öğrencilerin uzamsal yeteneklerini bilmek amacıyla yürütmüşlerdir. Bunun için yarı deneysel yöneme başvurulmuştur. Verilerin elde edilmesi için gözlem, ön test-son test yöntemleri kullanılmıştır. Test verileri t-testine tabi tutulmuştur. Çalışma 25 kontrol grubu, 25 deney grubu olmak üzere toplam 50 ortaokul 8. sınıf öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada iki farklı işleyişe sahip kontrol grubu ve deney grubu kullanılmıştır. Gözlem ise, ön test olarak adlandırılan öğrenme sürecinden önce ve son test olarak adlandırılan öğrenme sürecinden sonra olmak üzere iki kez yapılmıştır. Çalışmadaki materyaller; uzamsal yetenek testi ve öğrencilerin çalışma yapraklarından oluşmaktadır. Sonuç olarak, Cabri 3D yazılımının 3 boyutlu geometri öğreniminde manipülatif araç olarak kullanılması, 3 boyutlu materyaller hakkındaki yanlış algılanma durumunu azaltabilmiştir. Çalışma sonucuna dayanarak, öğrencilerin Cabri 3D yazılımının kullanıldığı öğrenmede ortamında, geleneksel öğrenme ortamından daha fazla yetenek geliştirebildikleri görülmüştür. Maier' e (1996) dayanan beş uzamsal yetenek unsurundan, yalnızca önemli ölçüde iyileştirme yeteneğine sahip olmayan 2 uzamsal yetenek unsuru, yani algılama yeteneği bileşeni ve görselleştirme yeteneği, dönme yeteneği, ilişki yeteneği ve yönlendirme yeteneği önemli ölçüde iyileşmiştir.

Coşkun (2012) araştırmasını, matematik öğretmen adaylarının üst düzey matematiksel düşünme süreçlerinin ne düzeyde gerçekleştiğini incelemek amacıyla yürütmüştür. Karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Matematik öğretmen adaylarının görüşlerinin nitel incelenmesi için durum çalışması modelinden; görüşlerin nicel incelenmesi için ön test-son test modelinden yararlanılmıştır. Veriler ÇYA ve SPÇÖ modeline göre tasarlanmış çalışma yaprakları yardımıyla elde edilmiştir. Çalışma yapraklarından elde edilen nitel veriler araştırmacı tarafından oluşturulan dereceli puanlama anahtarına göre değerlendirilmiştir. Elde edilen tüm veriler SPSS programıyla analiz edilmiştir. 42 matematik öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının matematiksel düşünme süreçlerinde genelleme sürecinde en başarılı düzeylerinde oldukları görülmüştür. Sentezleme ve soyutlama süreçlerinde ise sorun yaşadıkları gözlenmiştir. Sonuç olarak SPÇÖ modelinin üst düzey matematiksel düşünmeyi destekler nitelikte olduğu bulunmuştur. SPÇÖ modeli, matematiksel bilgi oluşturma, problem çözme ve öğrenme süreçlerini ardışık beş kritik adımla açıklayan holistik ve heuristik bir modeldir.

Gökkurt (2012) araştırmasını, prizmaların alan konusunun öğretilmesinde Cabri 3D kullanılarak hazırlanan çalışma yapraklarının etkililiğini incelemek amacıyla yürütmüştür. Bunun için özel durum çalışması yöntemine başvurulmuştur. Örnekleme yer alan 25 öğrenciye, 2 ders saati uygulama yapılmıştır. Öğrencilerden görüşlerini elde etmek için 10 öğrenciyle mülakat gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, öğrenciler çalışma yapraklarını olumlu yönde değerlendirdikleri görülmüştür.

Bu çalışmalar matematik öğretiminde tasarlandıkları konuya göre çalışma yapraklarının BDMÖ materyalinin kavram yanlışlarının giderilebilmesi için uygun ortam hazırladığını; öğrenci başarısında gerçekçi matematik eğitimi ve bilgisayar destekli eğitimin geleneksel eğitime göre daha etkili olduğunu; Cabri 3D ile kullanılmasının geleneksel öğretime kıyasla öğrencilerin uzamsal yeteneklerini olumlu yönde etkiliyor olduğunu; SPÇÖ' nin üst düzey matematiksel düşünmeyi destekler nitelikte olduğunu; prizmaların alan konusunun öğretilmesinde Cabri 3D ile kullanılmasının öğrenci görüşleri bağlamında olumlu olduğunu göstermektedir.

Dolayısıyla matematik öğretiminde çalışma yaprakları pek çok konu için kullanılabilir ve öğretimde kullanılmasının da olumlu yönde etkileri mevcuttur.

2.4. Yapılandırmacı Öğretim ve 5E İle İlgili Araştırmalar

Bu bölümde matematik öğretiminde yapılandırmacı yaklaşım ve 5E kullanılmasıyla ilgili bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Mert (2009) araştırmasını, 6, 7 ve 8. Sınıf öğrencilerinin kesir kavramını öğrenme süreçlerini incelemek amacıyla yürütmüştür. Araştırmada nitel örnekleme yönteminden yararlanılmıştır. Bunun için ön ve son kavram haritaları kullanılmıştır. Öğrencilerin düşünce, kazanım ve yanlışları değerlendirilmiştir. Çalışma 21 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, öğrenciler kesir kavramıyla bölme kavramı arasındaki ilişkiyi anlayamamışlardır. Ayrıca konuyla ilgili ön bilgilerinin yetersiz olduğu ve kavramı sezgisel tipli yanlış anlamadan dolayı hatalar yaptıkları görülmüştür. Toplama, çıkarma, pay, payda kavramlarında da yanlışları mevcuttur. En çok 6.sınıfların kavram yanlışları olduğu anlaşılmıştır. Uygulama sonucunda ise, kavram yanlışlarından kurtuldukları görülmüştür.

Tuna (2011) araştırmasını, 5E modelinin 10.sınıf öğrencilerinin trigonometri öğretiminde matematiksel düşünme becerilerinin gelişimi, akademik başarıları ve trigonometri bilgilerinin kalıcılığı noktalarındaki etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Deney ve kontrol grubuyla veriler elde edilmiştir. Bu veriler için t-testi ve Anova programları kullanılmıştır. Örnekleme toplam 49 öğrenci yer almaktadır. Çalışmanın sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin matematiksel düşünme becerileri, akademik başarıları ve trigonometri bilgilerinin kalıcılığı kontrol grubundaki öğrencilerinkine göre anlamlı düzeyde farklılık göstermiştir.

Omotayo ve Adeleke (2017) çalışmayı, 5E öğretim modelinin matematikteki öğrenme çıktılarını artırma konusundaki etkinliğini ortaya koymak amacıyla yürütmüşlerdir. Çalışmada ön test-son test, yarı deneysel tasarım yöntemi benimsenmiştir. Veriler, betimsel analiz ve bağımsız t-testleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma için 172 katılımcıyı (96 erkek, 76 kadın, M = 15 yıl) seçmek için basit rastgele örnekleme tekniği mevcuttur. Dört araştırma aracı kullanılmıştır. Sonuç olarak, öğrencilerin uygulama öncesinde matematiğe başarıları ve ilgileri arasında fark yoktur. Uygulamanın ise, öğrencilerin matematik başarıları üzerinde son derece önemli bir etkisi mevcuttur. Başarı $t(170) = 4.45$, $p < 0.05$ ve ilgi $t(170) = 4.22$, $p < 0.05$. Öğretmenler, öğrencilerin ezber yapmasını engelleyen ve kendi anlayışlarını geliştirmeleri için öğrencileri yönlendiren yapılandırmacı öğretim yaklaşımlarını benimsemeleri noktasında teşvik edilmelidirler.

Althausen (2018) araştırmasını, ilköğretim öğretmen adaylarının ilköğretim öğrencilerine matematiği öğretmesiyle ilgili öz yeterlilik düzeylerinin değişikliklerini incelemek amacıyla yürütmüştür. Bu çalışmanın odağı, 5E öğretim modeli aracılığıyla uygulamalı matematik öğretimini manipülatiflerle vurgulayan bir yöntem kursu izleyerek öğretmen öz yeterliliklerindeki değişiklikleri karşılaştırmaktır. Çalışma bir semestr süresinde, karma araştırma yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Kullanılan araçlar Matematik Öğretmenliği Etkinlik İnançları Aracı, görüşme verileri ve klinik deney boyunca toplanan gözlem verileridir. Bu çalışmanın örnekleme, ilköğretim matematik yöntemleri dersini yeni tamamlamış olan 347 öğretmen adayını içermektedir. Veriler birkaç dönem grubundan toplanmıştır. Eşleştirilmiş örneklem t-testi sonuçları, ilköğretim öğretmen adaylarının ilköğretim yöntemleri dersine girdikten sonra matematik öğretme öz yeterliliklerinde anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir. Öğretmen adayları, çeşitli

öğretim uygulamalarına ilişkin anlayışlarının, "anlat, göster ve yap" modelinden etkileşimli ve ilgi çekici aktiviteler kullanan bir yaklaşıma önemli ölçüde değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, matematiğe yönelik tutumlarının önemli ölçüde arttığını ve ilköğretim matematik yöntemleri dersinin yapısı sonucunda matematik öğretme konusundaki güvenleri üzerinde doğrudan bir etki olduğunu ifade etmişlerdir.

Bu çalışmalar matematik öğretiminde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımıyla hazırlanmış kavram haritalarının öğrencilerin kavram yanılgılarından kurtulmalarını sağladığı; 5E modeliyle öğretimin öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini, akademik başarılarını, bilgilerinin kalıcılığını arttırdığını; 5E modeliyle öğretimin öğrencilerin başarı ve ilgilerini arttırdığını; 5E modeliyle öğretimin öğretmen adaylarının öz yeterliliklerini, öğretim uygulamalarına ilişkin görüşlerini, matematiğe karşı tutumlarını olumlu yönde arttırdığını ve matematik öğretme konusundaki güvenlerini doğrudan etkilendiğini göstermektedir.

Dolayısıyla anlaşılmaktadır ki yapılandırmacı yaklaşım ve 5E, matematik öğretimine olumlu katkılar sağlamaktadır.

2.5. 3D Yazıcı Kalem Teknolojisi ve Matematik Öğretimi İle İlgili Araştırmalar

Literatürümüzde 3D yazıcı kalem teknolojisinin eğitim-öğretimde kullanıldığı hiçbir çalışma mevcut değildir. Uluslararası literatürde de bu teknolojinin eğitim-öğretimde kullanıldığı hiçbir çalışmaya rastlanmamıştır.

3D yazıcı teknolojisinin matematikte kullanılmasıyla ilgili literatürümüzde gerçekleştirilen tek çalışma Gür' ün (2017) "3 Boyutlu Masaüstü Yazıcı İle Matematiksel Bir Modelden Gerçek Bir Nesnenin Dijital Üretimi" isimli araştırmasıdır. Bu araştırma 3D yazıcı kalemle değil, 3D masaüstü yazıcıyla gerçekleştirilmiştir.

Gür (2017) araştırmasını, matematiksel denklemlerden yola çıkarak onların 3 boyutlu matematiksel modellerini yazılımla oluşturmak ve masaüstü yazıcıyla bu materyali üretmek amacıyla yürütmüştür. Bunun için Diamond denklemi ele alınmıştır. Modellerin 3D olarak oluşturulabilmesi için, bilgisayar ortamında K3DSurf yazılımı

kullanılmıştır. Masaüstü 3D yazıcıyla denklemin dijitalden hayata geçirilmesi gerçekleştirilmiştir.

Bertol (2015) araştırmasını, parametrik temelli prosedürlerin geometrik şekilleri, farklı boyutlarda ve malzemelerde üretilecek dijital yapı modellerine nasıl geliştirdiğini araştırmak amacıyla yürütmüştür. Formların soyut geometrik yapılandırmalardan fiziksel nesnelere geçişi için hesaplamalı bir metodoloji açıklamaktadır: parametrik bir tasarım süreci, ilk baskıdan 3D baskı teknolojili son prototiplemeye kadar yardımcı olmuştur. Beş düzenli polihedra durum çalışması olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak; tasarım, form ve fonksiyon üzerine düşünüldükçe, malzeme parametrelerine bağlı geometrik konfigürasyonlar arasındaki ilişki, yapısal ve fonksiyonel verimlilik açısından optimal bir tasarım çözümü formu sunabilmiştir. Bu çalışma, geometrik özelliklere dayalı parametrelerin, kavramlardan ve eskizlerden üç boyutlu dijital ve fiziksel modellere kadar yapıcı formları anlama ve yapma araçlarından biri olduğunu göstermiştir. Beş düzgün katı maddeden geliştirilen karmaşık manifoldlar oluşturmak için 3D baskı kullanılabilmiştir.

Huleihil (2017) araştırmasını, okulların rolünü ve onların mümkün olan en hızlı şekilde davranma sorumluluklarını tartışmak amacıyla yürütmüştür. Ayrıca gelecek nesilleri bu yeni teknolojilerle uğraşmaya hazırlayacak bir eylem planı tasarlamaktır. Çalışmanın 1. Teknik çizim, 2. Bilgisayar destekli tasarım, 3. 3D baskı ve üretim yöntemleri olmak üzere 3 öğretim birimi içerdiği düşünülmüştür. Araştırma yöntemi, bir kontrol grubu ile bir test grubu arasındaki karşılaştırmaya dayanmaktadır. Veriler t-testine tabi tutulmuştur. Çalışma 6. Sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, 3D baskı veya katkı üretiminin, ortaokulda matematik öğretimi ve geometriyi geliştirmenin araçları olduğu belirtilmiştir. 3D baskı üretiminin, yani 3D nesne üretiminin, 3 öğretim biriminin de kullanılmasını sağladığı ifade edilmiştir. Matematikte 3D yazıcı ile somut materyal kullanımının, öğrencilerin derin düşünme yeteneklerini anlamlı derecede artırdığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmalardan anlaşılmaktadır ki 3D yazıcı teknolojisinin, matematik öğretiminde kullanılması öğrencilerin matematiksel düşünme becerisini arttırmaktadır. Ayrıca 3D yazıcı teknolojisi, matematik öğretimindeki zor veya imkânsız görülen oluşumları, düşünceleri hayata geçirebilmek noktasında etkili olabilmektedir.

BÖLÜM III

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, araştırmanın gerçekleştirilme aşamaları, çalışma grubu, veri toplama araçları ve veri analiz teknikleri yer almaktadır.

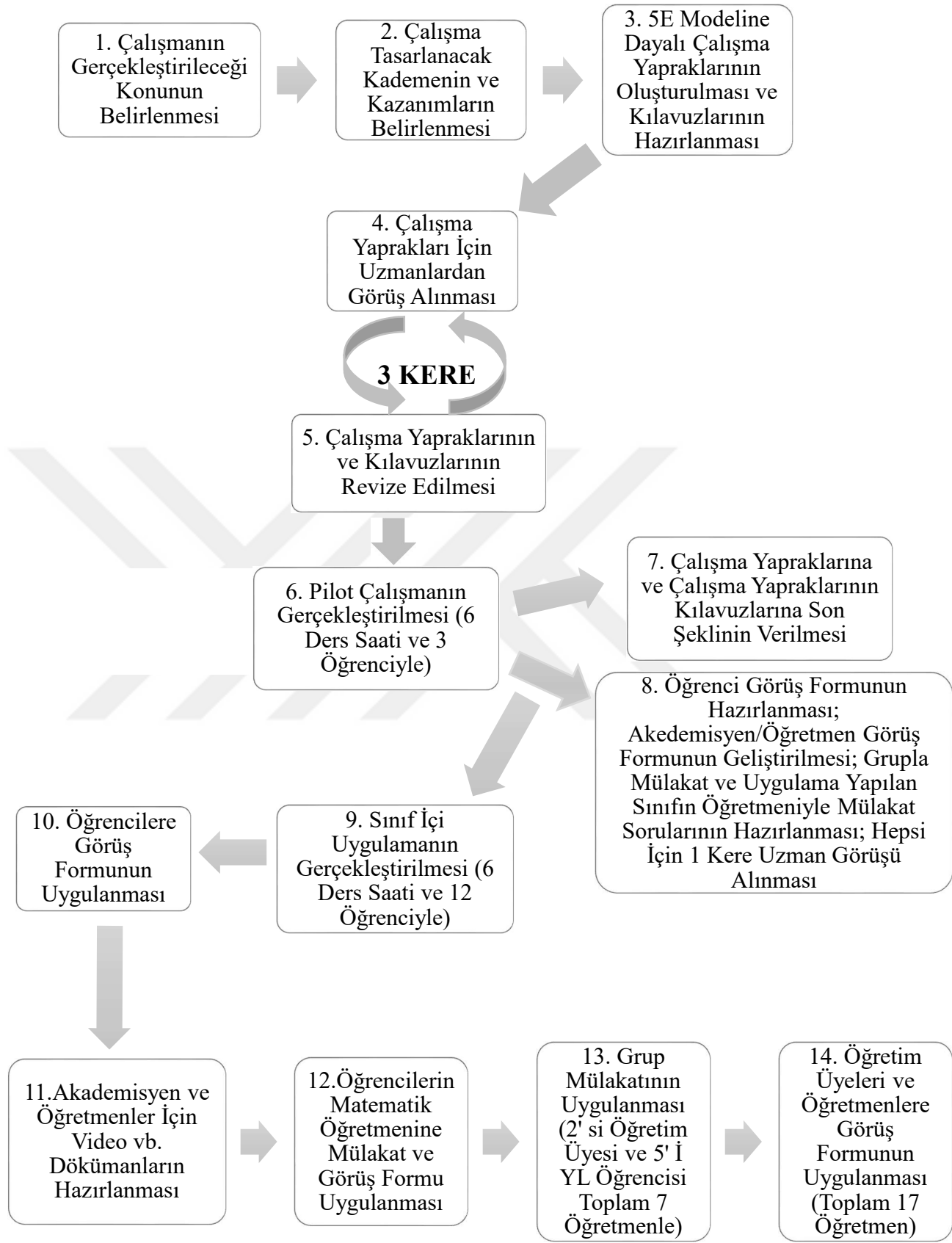
3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma, nitel araştırmalardan özel durum çalışması (case study) modeli ile gerçekleştirilmiştir.

Özel durum çalışması araştırmacının bir durumu, olayı, eylemi, süreci ya da bir veya daha fazla bireyi derinlemesine analiz ettiği araştırma desenidir (Creswell, 2016).

Çalışmanın metodunun doğasıyla veri toplama araçları ve veri analiz etme şekilleri uygun olmalıdır. Çalışma doğrunun yer, zaman ve mekâna bağlı olarak değişebileceğini; bu nedenle de olayın bağlamdan kopuk olarak değil, kendi bütünü içerisinde değerlendirilmesi gerektiği düşüncesiyle yürütülmüştür. Çalışmada nitel çalışmaların doğası gereği genellemeye ulaşmak amaçlanmamaktadır.

Bu bölümde öncelikli olarak, 3D yazıcı kalem kullanılmaya karar verildikten sonra oluşan çalışmanın akış şemasına yer verilmektedir. Daha sonra da her bir aşama ayrı ayrı açıklanmaktadır. Akış şemasındaki aşamalar iki başlıkta toplanabilir: 1. Uygulanacak materyallerin (3D kalem destekli çalışma yapraklarının) ve diğer veri toplama araçlarının geliştirilme süreci, 2. Veri toplama araçlarının uygulanma süreçleri.



Şekil 3. 1. Veri Toplama Araçlarının Geliştirilmesi ve Verilerin Elde Edilme Aşamaları

1. Aşama: Çalışmanın gerçekleştirileceği konunun belirlenmesi için, ilk önce 3D yazıcı kalemle uygulanabilecek konular araştırılmıştır. İlköğretim ve ortaöğretimde; 2 ve 3 boyutlu yapılarla, fonksiyonlarla, simetriyle, analitik geometriyle ve daha fazlasıyla ilişki pek çok konuda uygulama yapılabileceği görülmüştür.

2. Aşama: Çalışma tasarlanacak olan kademenin ortaöğretim olmasına karar verilmiştir. Çünkü o yaş düzeylerindeki öğrencilerin, bu teknolojiye daha kolay uyum sağlayabilecekleri varsayılmıştır. Daha sonra kademedeki kazanımlar incelenmiştir. 12.sınıfların üniversite giriş sınavı olması dolayısıyla uygun olamayabileceği, 11.sınıfların ise ilk defa kullanacakları bir cihazla geometri konularında yer alan küre, koni gibi cisimleri oluşturmakta zorlanabilecekleri düşünülmüştür. Bunun sonucunda 10.sınıf uzay geometrisi ünitesinin kazanımlarının istenilen düzeyde veri toplamayı sağlayabileceği anlaşılmıştır. Bir geometri ünitesinin seçilmesinin sebebi, öğrencilerin katı cisimler konusunu genelde, soyut olarak veya yazılım programlarıyla işlemeye çalışıyor olmalarıdır. Somut materyallerin eşlik ettiği çalışma yapraklarıyla, öğrencilerin aktif öğrenmelerinin sağlanacağı düşüncesi de geometri konularının seçilmesinde etkili olmuştur.

Konu, düzey ve MEB kazanımlarının belirlenmesinden sonrasında çalışma yaprakları hazırlanırken, öğrencilerin uygulama esnasında edinebilecekleri kazanımlar da her bir çalışma yaprağı için ayrıca düzenlemiştir. Bu kazanımlar MEB kazanımları değildir, çalışma yapraklarının uygulanması esnasında edinilebilecek kazanımlardır. Bunlar araştırmacı tarafından düşünülmüş ve yazılmışlardır. Sonraki aşamalarda çalışma yaprakları geliştirildikçe bu kazanımlardaki değişikliklerde gözetilmiş ve tekrar revize edilmişlerdir.

3. Aşama: Bilindiği gibi, 5E öğretim sistemimizin asıl uygulama modelidir (MEB, 2018). Bu nedenle yapısalcı kurama dayalı 5E modeline uygun olarak hazırlanmış çalışma yapraklarının oluşturulmasına karar verilmiştir.

4. ve 5. Aşama: 5E modeline uygun hazırlanan 10 çalışma yaprağı için uzmanlardan görüş alınmıştır. Çalışma yaprakları için 1' i akademisyen, 3' ü yüksek lisans yapmakta olan öğretmen olmak üzere, 4 öğretmenin görüşleri alınmıştır. Hazırlanan çalışma yapraklarının geliştirilebilmesi için görüşlerin alındığı ve düzenlemelerin yapıldığı bir süreç gerçekleşmiştir. Bu görüşler çalışma yapraklarının

niteliklerine göre çeşitlilik göstermiştir. Çalışma yapraklarına göre; anlamsal, kavramsal sorunlar veya soruların yerleri gibi farklı konularda uzmanlardan görüş alınmış ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu süreç için ilk önce 10 adet çalışma yaprağı ve 1 adet 3D yazıcı kalem kullanmayı öğrenme kağıdı oluşturulmuştur. Bunlar için 1 uzmanın görüşüne başvurulmuştur. Bu görüşler neticesinde, düzgün dörtyüzlünün özelliklerinin keşfedildiği 1 çalışma yaprağı uygun görülmediğinden dolayı çıkartılmış ve 9 çalışma yaprağıyla 1 öğrenme kağıdı düzeltilmiştir. Daha sonra tekrar 4 uzmanın görüşlerine başvurulmuştur. Bu görüşler neticesinde, katı cisimlerde trigonometrik değerlerin incelendiği 1 çalışma yaprağı daha çıkartılmış ve 8 çalışma yaprağıyla 1 öğrenme kâğıdı düzeltilmiştir. Bu çalışma yaprağının çıkarılma sebebi ise, istenilen şekilde düzenlenmesi için yeterli süre kalmamış olmasıdır. Son olarak tekrar 1 uzmanın görüşü alınmıştır ve 8 çalışma yaprağıyla 1 öğrenme kâğıdı tekrar düzeltilmiştir. Böylelikle çalışma yapraklarına, pilot çalışmadan önceki son halleri verilmiştir.

3., 4. ve 5. aşamanın gerçekleşme süreci, 4 ay kadar sürmüştür.

6. Aşama: Pilot çalışmanın gerçekleştirildiği aşamadır. Bu çalışma 10.sınıf Matematik-Fen (MF) alanında bulunan 3 kadın öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Sınıf ortamına benzer bir ortam olmasının daha uygun olacağı düşüncesinden dolayı uygulama sınıfta gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, öğrencilere izletilmek üzere, 3D yazıcı kalem ve kalemle yapılabilecekleri tanıtan 2 dakikalık bir video izletilmiştir. Kalem çalışması prensipleri anlatılmıştır. Öğrencilerden dersi video kaydı altına alabilmek için izin alınmıştır. Daha sonra 2' şer ders saati olmak üzere, ÇY-1 ve ÇY-2 uygulanmıştır. Bu uygulamalar video kaydıyla; görüntülü ve sesli kayıt altına alınmıştır. Ayrıca deftere notlar alınmıştır.

7. Aşama: Pilot çalışmadan elde edilen bilgiler; ders süresi, çalışma yapraklarının anlaşılabilirliği, 3D kalemle çalışmanın olası zorlukları gibi yönler araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. Böylece, 8 çalışma yaprağıyla 1 öğrenme kâğıdına ve kılavuzlarına son halleri verilmiştir. Öğrenme kağıdından bir soru, çok zaman alması sebebiyle, çıkarılmıştır. Ayrıca ders işleniş süreci ve düzenine dair de araştırmacı deneyim kazanmıştır.

8. Aşama: İlk önce tüm öğrenci ve öğretmenler için 5' li Likert tipi görüş formu ve mülakat soruları hazırlanmıştır. Bu formlar ve mülakat soruları için; Çekirdekçi

(2010), Kandemir (2011), Korkmaz (2010), Gökmen (2012), Gül (2011) ve Yıldırım (2011) araştırmacıların çalışmalarından faydalanılmıştır. İki veri toplama tekniğinde de soru hazırlanmış olmasının sebebi, süreçte hangisinin daha iyi olabileceğine net karar verebilmektir.

Sonuç olarak öğrencilerden ve akademisyenlerden\öğretmenlerden, istenilen yönlerden, görüşlerin alınabilmesi için yeterli sayıda soru içeren 5' li Likert tipi görüş formu ile verilerin toplanması gerektiği kanaatine varılmıştır. 5' li Likert tipi görüş formu, çok sayıda soru sorulabilmesi ve süre tasarrufu sağlama yönleriyle veri toplama aracı olarak tercih edilmesinde etkili olmuştur. Çok sayıda sorunun mülakat yoluyla elde edilmeye çalışılmasının hem kişinin cevap verme isteğine hem de yeterli süre sağlanabilmesine olumsuz etkileri olacağı düşünülmüştür. Hazırlanmış olan 5' li Likert tipi görüş formu, öğrenciler için olumlu 41 sorudan; akademisyenler\öğretmenler için ise, olumlu 35 sorudan oluşmaktadır.

Ancak öğretmen görüşlerinin derinleştirilebilmesi için, görüş formu dışında, grup mülakatı yapılmasına da ihtiyaç duyulmuştur. Dolayısıyla daha önce hazırlanmış mülakat soruları ışığında, grup mülakatı için sorular hazırlanmıştır. Aynı şekilde uygulama sınıfının matematik öğretmeninden de derinlemesine bilgi alınması gerektiği düşünülmüştür. Çünkü öğrencilerin uygulama esnasındaki isteklilik, katılım, aktif olma, ön bilgilerini kullanma, yeni bilgiyi keşfetme vs. gibi noktalardaki durumlarında görülen değişimleri değerlendirebilecek kişi öğretmenleridir. Ayrıca uygulama sonrasında öğrencilerden aldığı sevgi, istek gibi dönütleri iletebilecek kişi de kendisidir. Bu yüzden kendisiyle de ayrı bir mülakat gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Onun için de yine daha önce hazırlanmış mülakat soruları ışığında yeni sorular hazırlanmıştır.

Uygulama sınıfının matematik öğretmeni ve grup mülakatı gerçekleştirilen öğretmenlere, görüş formu dışında kalan veya görüş formunda bulunduğu halde detaylandırılmak istenilen konularda yarı yapılandırılmış mülakat uygulanmıştır. Böylelikle istenilen bilgilerin elde edilebileceği tasarlanmıştır.

Hazırlanmış olan görüş formları ve mülakat soruları için, son basamakta farklı bir algı olması amacıyla, bir uzmandan da görüş alınmıştır. Uzman görüş formlarını anlaşılabilirlik, soru uyumları, fazla kısımlar, eksiklikler vs. noktalarında değerlendirilmiştir. Gerekli görülen değişiklikler yapılmıştır. Bir kere görüş alınmasının

yeterli olmasının sebebi ise, bu görüşten sonra formların ve mülakat sorularının uygun görülen son şeklinin verilebilmiş olmasının düşünülmesidir.

9. Aşama: Sınıf içi uygulama gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere 3D yazıcı kalemi ve kalemle yapılabileceklerini tanıtan 2 dakikalık video izletilmiştir. Kalemın çalışma prensipleri anlatılmıştır. Video çekimi için-velilerden alınan izin (EK-24) dışında-öğrencilerden izin alınmıştır. Sonrasında öğrenme kağıdı (2 ders saati) ve ayrıca ÇY-1 ve ÇY-2 ile sınıf içerisinde (4 ders saati) 12 öğrenciyle uygulanmıştır. Bu 12 öğrenci, 3' er kişilik gruplar halinde 4 grup olarak derslere katılmışlardır. Öğrenciler grup arkadaşlarını kendileri belirlemişlerdir. Bu öğrenciler 10.sınıf MF alanı öğrencileridir ve matematik öğretmenleri tarafından seçilmişlerdir. Araştırmacı ÇY-1 ve ÇY-2' nin uygulanması ve 3D yazıcı kalemin kullanılması esnasında öğrencilere rehberlik yapmıştır. Dersler video kaydıyla, görüntülü ve sesli kayıt altına alınmıştır.

Bu aşamalarla birlikte 3D yazıcı kalem ve ona uyumlu olarak 5E modeline göre hazırlanmış çalışma yapraklarıyla etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Bu sayede öğrencilerin 3D yazıcı kalem ile uyumları, neler yapabildikleri, cihaz ve çalışma yaprakları sayesinde konuyu keşfetmekteki başarıları ortaya çıkarılabilmektedir.

Nitel araştırmalarda veri elde edilmesinde en yaygın olarak kullanılan üç yöntem bulunmaktadır. Önde gelen yöntem görüşme, ikinci yöntem gözlem ve son yöntem ise yazılı dokümanların incelenmesidir (Yıldırım, 1999). Görüldüğü gibi bu çalışmada bu yöntemlerin tamamına ilave olarak klinik mülakat tekniği de kullanılmıştır. Böylelikle çalışma geniş kapsamda ele alınabilmiş ve derinlemesine irdelenebilmiştir.

Nitel araştırmacı bizzat çalışma alanında bulunur, örnekleme doğrudan görüşür ve gerektiğinde örneklemin tecrübelerini yaşar. Nitel araştırmacı, alanda kazandığı bakış açısı ve tecrübeleriyle birlikte toplanan bilgileri veri analizinde kullanan kişidir. Nitel araştırmanın başlıca önemli noktaları; bilgi kaynaklarına yakın olabilmek, ilgili kişilerle irtibat halinde olabilmek, gözlemler yapabilmek, ilgili dokümanları analiz edebilmek ve araştırılan konuya hâkim düzeyde olabilmektir (Yıldırım, 1999). Yıldırım' a (1999) göre nitel araştırmacı, bu etkenler sayesinde, çalışma sürecinin doğal bir parçası haline gelir. Böylelikle gerektiğinde veri toplama aracı işlevi de görür.

Bu çalışmada da araştırmacı, araştırma sürecinin doğal bir parçası haline gelmiş ve zaman zaman bir veri toplama aracı işlevi görmeye başlamıştır. Özellikle de pilot çalışma ve sınıf içi uygulama esnasında bu durum ortaya çıkmaktadır. Çünkü öğrencilere rehberlik sürecinde onları gözlemlene ve gerektiğinde onlarla yapıları oluşturma ya da hatalarına dönüt verme gibi görevlerde bulunmuştur.

10. Aşama: Öğrencilere, 9. aşamada anlatılan, 6 dersin sonunda öğrenci görüş formu (EK-21) dağıtılmıştır. Bu görüş formları öğrencilerin matematik öğretmeni toplamış ve 1 hafta sonra araştırmacıya ulaştırmıştır.

11. Aşama: Sınıf içi uygulamadaki 6 ders saatinin video kayıtları, bütünlüğü yansıtabilecek şekilde 15 dakikalık bir video haline getirilmiştir. Bu 15 dakikalık videonun oluşturulma maksadı, mülakat ve görüş formu uygulamaları yapılacak akademisyen ve öğretmenlere sınıf içi uygulamayı resmedebilmektir. Bu sayede 3D yazıcı kalemin sınıf ortamında uygulanmasıyla ve çalışma yapraklarıyla birlikte etkili olabilmesiyle ilgili fikir edinebilmeleri amaçlanmıştır. Böylelikle görüş bildirebilecek bilgiye sahip olabilmeleri düşünölmüştür.

12. Aşama: Öğrencilerin matematik öğretmeniyle öğretmenler odasında 1 saate yakın sürede, yarı yapılandırılmış mülakat (EK-19) ve akademisyen\öğretmen görüş formu (EK-22) uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Sınıf içi uygulamanın 15 dakikalık hali öğretmene bilgisayardan izletilmiştir. Bu esnada, görüntülerle ve çalışma yapraklarıyla ilgili bilgiler öğretmene, araştırmacı tarafından aktarılmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin derste yapmış oldukları cisimlerden örnekler (3D ıktılar) gösterilmiştir. 3D yazıcı kalem ve cihazın çalışma prensipleri öğretmene gösterilmiş ve tecrübe etme fırsatı verilmiştir. Bu bilgiler üzerinden, öğrencilerin matematik öğretmenine ilk önce görüş formu uygulanmıştır. Daha sonra ise, yarı yapılandırılmış mülakat gerçekleştirilmiştir. Sınıfın matematik öğretmeniyle ayrı bir inceleme yapılmasının sebebi, öğrencileri ile ilgili en net görüşleri bildirebilecek kişinin kendisi olmasıdır. Böylelikle öğrencilerin uygulama esnasındaki isteklilik, katılım, aktif olma, ön bilgilerini kullanma, yeni bilgiyi keşfetme vs. gibi noktalardaki durumlarında görölen değişimleri inceleyebilmekteyiz.

13. Aşama: 7 kişilik bir akademisyen\öğretmen grubuyla sınıf içerisinde 1,5 saate yakın sürede, yarı yapılandırılmış grup mülakatı (EK-20) ve akademisyen\öğretmen görüş formu (EK-22) uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bunun için gruba, ilk önce sınıf

içi uygulamanın 15 dakikalık hali projektörle yansıtılarak izletilmiştir. Bu esnada, görüntülerle ve çalışma yapraklarıyla ilgili bilgiler öğretmenlere, araştırmacı tarafından aktarılmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin derste yapmış oldukları cisimlerden örnekler gösterilmiştir. 3D yazıcı kalem ve cihazın çalışma prensipleri akademisyenlere\öğretmenlere gösterilmiş ve izah edilmiştir. Daha sonra ise, yarı yapılandırılmış grup mülakatı ve görüş formuyla öğretmenlerden görüş alınmıştır. 2' si akademisyen, 5' i yüksek lisans yapmakta olan öğretmen olmak üzere, 7 kişiyle bu grup mülakatı gerçekleştirilmiştir.

14. Aşama: Grup mülakatına katılan 7 akademisyen\öğretmen ve öğrencilerin matematik öğretmeni de dâhil olmak üzere, 17 akademisyen\öğretmene de akademisyen\öğretmen görüş formu (EK-22) uygulanmıştır. Bu görüş formlarının her birinin gerçekleştirilmesi 30 dakikadan fazla sürmüştür. Bunun için öğretmenlere, ilk önce sınıf içi uygulamanın 15 dakikalık hali bilgisayardan izletilmiştir. Bu esnada, görüntülerle ve çalışma yapraklarıyla ilgili bilgiler öğretmenlere, araştırmacı tarafından aktarılmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin derste yapmış oldukları cisimlerden örnekler gösterilmiştir. Daha sonra ise, görüş formunu doldurmaları istenmiştir.

Video, çalışma yapraklarının anlatılması ve öğrenci materyallerinin gösterilmesi sayesinde kişilerin öğrenme ortamını anlamaları sağlanmaya çalışılmıştır.

Farklı tekniklerle farklı bakış açılarından faydalanılması ve farklı veri toplama araçlarının kullanılması verilerin güçlenmesini, geçerliliğinin ve anlaşılabilirliğinin artmasını sağlamaktadır (Denscombe, 1998; Türkdoğan, 2011).

Bu çalışmayla kişinin bizzat kendi elleriyle çizdiği ve çizerken tüm yönlerini keşfettiği, en ufak ayrıntısının bile farkına vararak elinde tuttuğu bir yapı elde etmesi mümkün olmaktadır. Bu deneyimin sağlanabilmesi ve sonuçların güvenilir olabilmesi için bu akışın uygun olduğu düşünülmektedir.

3.2. Çalışma Grubu

3.2.1. Pilot Çalışmanın Çalışma Grubu

Pilot çalışma, 10.sınıf MF alanı öğrencilerinden oluşan 3 kişilik bir kadın grubuna uygulanmıştır. Bu öğrencilerden birisi, ulaşılabilir ve zaman olarak çalışmaya katılmaya uygun olması dolayısıyla çalışmaya eklenmiştir. Diğer iki öğrenci ise, bu öğrencinin ulaştığı ve çalışmaya katılmaya uygun olan öğrencilerdir.

3.2.2. Sınıf İçi Uygulama Gerçekleştirilen ve Öğrenci Görüş Formu Uygulanan Çalışma Grubu

10.sınıf MF alanı öğrencisi olan 12 kişilik öğrenci topluluğuna 3' er kişilik gruplar oluşturularak-yani 4 grup oluşturularak-çalışma gerçekleştirilmiştir. Aynı sınıfta bulunan bu 12 öğrenciyi, sınıfın matematik öğretmeni olan M1 belirlemiştir. Araştırmacının uygulamanın gidişatına daha hâkim olabilmesi ve böylelikle süreci daha iyi gözlemleyebilmesi düşüncesiyle 12 öğrencinin katılması uygun görülmüştür. Bu 12 öğrencinin 9' u kadın, 3' ü erkektir. Öğrenciler grup arkadaşlarını kendileri kararlaştırmışlardır. Bu 4 gruba araştırmacı tarafından; A, B, C, D grup isimleri verilmiştir. Gruplardaki her bir öğrenci ise; A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2, D3 olarak gruplarına göre isimlendirilmişlerdir (Tablo 3.1). Ders sonrasında bu 12 öğrenciye 5' li Likert tipi öğrenci görüş formu (EK-21) uygulanmıştır.

Tablo 3. 1. Sınıf İçi Uygulamanın Gerçekleştirildiği Öğrencilerin Bilgileri

İsimlendirme	Cinsiyet
A1	Kadın
A2	Kadın
A3	Kadın
B1	Kadın
B2	Kadın
B3	Kadın
C1	Kadın
C2	Kadın
C3	Kadın
D1	Erkek
D2	Erkek
D3	Erkek

3.2.3. Mülakat - Grup Mülakatı ve Öğretmen Görüş Formu Uygulanan Çalışma Grubu

Sınıf içi uygulama yapılan öğrencilerin matematik öğretmeni, M1 olarak isimlendirilmiştir.

2' si akademisyen, 5' i yüksek lisans yapmakta olan matematik öğretmeni olmak üzere, 7 kişiyle (Tablo 3.2' deki ilk 7 kişiyle) grup mülakatı gerçekleştirilmiştir.

Grup mülakatı yapılan 7 öğretmen ve uygulama sınıfının matematik öğretmeni de dâhil olmak üzere, toplam 17 öğretmene 5' li Likert tipi akademisyen\öğretmen görüş formu (EK-22) uygulanmıştır. Akademisyenler Ak1 ve Ak2 olarak; öğretmenler ise Ö1, Ö2, Ö3, Ö4... olarak isimlendirilmişlerdir. M1, Tablo 3.2' de Ö6' dır (M1= Ö6).

Tablo 3. 2. Görüş Formu Uygulamasına Katılan Öğretmenlerin Bilgileri

İsimlendirme	Cinsiyet	Yaş	Kariyer Yılı	Mezun Olduğu Fakülte	Tezli Yüksek Lisans veya Doktora Durumu	Öğretmenlik Yapmakta Olduğu Kademe
Ak1	Erkek	40	20	Eğitim-Ortaöğretim	Doktora Yaptı	Yüksek Öğretim
Ak2	Erkek	40	21	Fen	Doktora Yaptı	Yüksek Öğretim
Ö1	Erkek	36	13	Eğitim-Ortaöğretim	Eğitim Fakültesinde Tezli Yüksek Lisans Yapmakta	Ortaöğretim
Ö2	Erkek	36	13	Eğitim-İlköğretim	Eğitim Fakültesinde Tezli Yüksek Lisans Yapmakta	İlköğretim
Ö3	Erkek	28	4	Eğitim-İlköğretim	Eğitim Fakültesinde Tezli Yüksek Lisans Yapmakta	İlköğretim
Ö4	Erkek	32	11	Eğitim-İlköğretim	Eğitim Fakültesinde Tezli Yüksek	İlköğretim

					Lisans Yapmakta	
Ö5	Kadın	24	2	Eğitim- İlköğretim	Eğitim Fakültesinde Tezli Yüksek Lisans Yapmakta	İlköğretim
Ö6	Erkek	35	10	Eğitim- Ortaöğretim	Eğitim Fakültesinde Tezli Yüksek Lisans Yapmakta	Ortaöğretim
Ö7	Kadın	32	9	Eğitim- Ortaöğretim	Eğitim Fakültesinde Tezli Yüksek Lisans Yapmakta ve Fen Fakültesi Tezli Yüksek Lisans Mezunu	Ortaöğretim
Ö8	Kadın	29	6	Eğitim- Ortaöğretim	Eğitim Fakültesinde Tezli Yüksek Lisans Yaptı	Ortaöğretim
Ö9	Erkek	30	7	Eğitim- İlköğretim	Eğitim Fakültesinde	İlköğretim

					Doktora Yapmakta	
Ö10	Kadın	37	10	Fen	Yüksek Lisans Yapmadı	Ortaöğretim
Ö11	Kadın	46	21	Fen	Yüksek Lisans Yapmadı	Ortaöğretim
Ö12	Erkek	29	6	Fen	Yüksek Lisans Yapmadı	Ortaöğretim
Ö13	Kadın	27	3	Fen	Yüksek Lisans Yapmadı	Ortaöğretim
Ö14	Erkek	34	5	Fen	Yüksek Lisans Yapmadı	Ortaöğretim
Ö15	Erkek	39	11	Eğitim- Ortaöğretim	Yüksek Lisans Yapmadı	Ortaöğretim

3.3. Verileri Toplama Teknikleri

Araştırmacı, alt problemlere cevap ararken sırasıyla şu tekniklere başvurmuştur:

- Gözlem
- Klinik Mülakat
- Video ve Ses Kayıtları
- Çalışma Yaprakları
- 3D Yazıcı Kalemle Elde Edilen Materyaller (3D Çıktılar)
- 3D Yazıcı Kaleme Yardımcı Olarak Kullanılan Araç ve Gereçler

- Görüş Formu
- Yarı Yapılandırılmış Mülakat

3.3.1. Gözlem

Gözlem metodu nitel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan bir veri toplama tekniğidir. En önemli özelliklerinden bir tanesi veriye ilk elden ulaşma olanağı sağlamasıdır. Ayrıca gözlemlerle desteklenmiş araştırma, daha güvenilir bir araştırmadır (Çepni, 2007).

Gözlem belirli bir birey veya kitle, yer, olay, nesne, durum ve şarta ait bilgi toplamak için belirli hedefler çerçevesinde bir bakış ve dinleyiştir (Karasar, 2005). Gözlem yöntemi, herhangi bir ortamda oluşan davranışı, nedenleriyle beraber, ayrıntılı olarak tanımlamak amacıyla kullanılabilen bir yöntemdir (Türkdoğan, 2011). Gözlemde, gözlenen veriler olduğu gibi ve yorumlanmadan kaydedilir. Yorum, bütün veriler toplandıktan sonra yapılır (Karasar, 2005). Gözlemci veriyi mümkün olduğunca objektif bir şekilde kayıt etmeli ve onu mümkün olduğunca objektif olarak yorumlamalıdır.

Birçok gözlemde, sadece gözlemcinin duyu organlarının yeterli olabileceği düşünülmemelidir. Yani sadece gözle yapılan gözlem yetersiz kalabilmektedir. Araştırmalarda, duyu organlarıyla birlikte yardımcı araçlara, her zaman gerek vardır (Karasar, 2005). Örneğin, bu çalışmada da olduğu gibi, görüntü ve ses kaydı gerçekleştirilmesi gözlem esnasında fark edilmeyen verilerin görülebilmesi için destek sağlayabilmektedir. Çünkü araştırmacı zaman zaman önemli gördüğü durum ve materyalleri direkt görüntülü olarak kayıt altına alabilmiştir. Daha sonra bu görüntü ve sesleri tekrar tekrar detaylı inceleyebilme fırsatı yakalayabilmiştir.

Literatürde 3D yazıcı kalem ile eğitim-öğretime ilişkin bir çalışmaya ulaşılammıştır. Bu anlamda çalışmada yarı yapılandırılmış ve katılımcı olmayan gözlem tekniğinin kullanılması uygun görülmüştür. Yarı yapılandırılmış gözlem, önceden planlanmış ancak süreç, uygulama içerisindeki değişimlere de açık olan bir tekniktir. Katılımcı olmayan gözlem ise, araştırmacının kimliğini belli ettiği ve belirli bir konu üzerinden açıkça çalışmayı yürüttüğü bir tekniktir. Sistemli ve kesindir. Önceden hazırlanmış ve planlanmıştır. Bu yönleriyle yarı yapılandırılmış ve katılımcı olmayan

gözlem tekniğiyle araştırmacı, 3D yazıcı kalemle katı cisimler konusunun işlendiği derslerdeki etkililiği daha iyi inceleyebilmiştir.

Araştırma sürecinin okulun matematik sınıfında gerçekleştirilmiş olması, gözlemin 12 öğrenci ile sınırlandırılması ve araştırmacının rehberlik etmiş olması gözlem tekniğinin etkili bir şekilde uygulanmasına olanak sağlamıştır. Öğrenciler bildikleri bir ortamda ve önceden planlanmış derslerle uygulamaya katılırken, araştırmacı bu sayede rahatça gözlem yapabilmiştir.

3.3.2. Klinik Mülakat

Klinik mülakat, ilk olarak Piaget tarafından ortaya çıkarılmış ve kullanılmıştır. Mevcut metotlar, bilişsel gelişim araştırmaları için yetersiz kaldığından dolayı Piaget bu tekniği geliştirmeyi gerekli görmüştür. Piaget' in amacı, bireylerin standart testlerle sıralanmamasıdır. Önemli olan, bireylerin temel düşünce yapısının keşfedilmesidir. Piaget bu yapıları ortaya çıkarabilme düşünceyiyle klinik mülakatı geliştirmiştir. Klinik mülakat; bireylerin düşüncelerindeki zenginliği keşfedebilmek, temel aktivitelerini gözlemleyebilmek ve bilişsel becerilerini değerlendirebilmek için esnek soru sorma metodudur. Dolayısıyla bu metot her bir öğrenciye esnek davranılmasını ister. O halde klinik mülakat standart metotlarla ortaya konulamayacak düşünce ve becerileri ortaya çıkarmaya elverişli olabilmektedir (Ginsburg, 1981).

Öğrencilerin etkileşimde bulunmalarına ve bunun gözlemlenebilmesine, gerektiğinde müdahale edilebilmesine de olanak vermektedir. İstenilen bilgilere erişilebilmesinde esneklik sunmaktadır. Klinik mülakat yöntemiyle, öğrencilerin hataları ve düşünceleri derinlemesine incelenebilir. Ayrıca saklı matematiksel düşünceler ortaya çıkarılabileceği gibi, olağan dışı bir durumu da inceleme fırsatı sağlayabilir.

Klinik mülakatla elde edilen verilerin daha güvenilir olması için uygulama, teybe kaydedilmelidir. Eğer imkân varsa kamera kaydı gerçekleştirilmelidir. Böylelikle veriler analiz edilirken öğrencilerin davranışları ayrıca yorumlanabilir (Baki, Karataş ve Güven, 1999). Bu sebeple çalışmamızda gerçekleştirilen klinik mülakatlarda video kaydı tercih edilmiştir.

Klinik mülakat sayesinde uygulama esnasındaki; diyaloglar, olaylar, çalışma yapılarıyla ilgili ifadeler veya geri bildirimler, materyallerin oluşturulması gibi pek çok unsur ve süreç yakinen takip edilebilmiştir. Gerekli görülen durumlarda öğrencilerle birebir diyaloglar sağlanmıştır. Hatta uygulama sürecinde anlayamadıklarını ifade ettikleri noktalar dikkate alınıp, dönüt verilebilmiştir. Uygulamadan sonra ise bu noktaların değerlendirmeleri gerçekleştirilebilmiştir. Ön görülemeyen noktalarla karşılaşmış ve bu durum için o anda çözüm üretilme imkânı bulunabilmiştir. Yani klinik mülakat yöntemiyle hem uygulama esnasında birebir iletişim ve anında dönüt sağlanabilmiş hem de uygulama sonrasında bu durumlar ve daha fazlası bulgularda detaylandırılabilmiştir. Ayrıca 3D kalemle elde edilen çıktılarda klinik mülakatların yapılmasına olanak sağlamıştır.

3.3.3. Video ve Ses Kaydı

Video, verilerin görüntülü ve sesli olarak belgelenmesini sağlamaktadır. Bu ise, verilerin uygulamadan sonra değerlendirilebilmesinde ve davranışların yorumlanabilmesinde kolaylık sunmaktadır. Uygulama esnasında gözden kaçabilen verileri fark edebilme imkânı da sağlamaktadır. Ayrıca video kaydı, görüntü ve seslerin eksiksiz olarak yazılı doküman haline getirilebilmesini de kolaylaştırmaktadır. Kısacası verilerin eksik olmasını, kaybolmasını, gözden kaçmasını engelleyebilmektedir.

3.3.1' de ve 3.3.2' de bahsettiğimiz gibi gözlemde ve klinik mülakatta video kaydının kullanılması, verilerin mümkün olduğunca eksiksiz sağlanabilmesi için önemlidir. Bu yüzden çalışmamızda, pilot çalışma ve sınıf içi uygulama esnasında, video kaydı alınması uygun görülmüştür. Bu şekilde elde edilen verilerin daha net olacağı ve araştırmacıya kolaylık sağlayacağı düşünülmüştür. Ayrıca öğrencilerin rahatsızlık hissetmemeleri için, bu görüntülerin sadece araştırma amaçlı olarak kullanılacağı belirtilmiştir. Böylelikle öğrencilerin daha doğal davranmasını sağlamak hedeflenmiştir.

Ses kaydı ise, sadece sesli verinin elde edilmesidir. Bu özellikle mülakatlarda kolaylık sağlamaktadır. Görüntülenmekten rahatsızlık duyabilecekken bu metot bunun önüne geçmektedir. Buna karşın davranışların değerlendirilmesi imkânını sağlayamamaktadır. Bunun için sadece araştırmacının aklında kalabilenler veri olarak

kullanılabilmektedir. Uygulama esnasında gözden kaçabilen sözlü verileri fark edebilme imkânı sağlamaktadır. Ayrıca seslerin tam olarak, yazılı doküman haline getirilebilmesini de kolaylaştırmaktadır. Kısacası verilerin eksik olmasını, kaybolmasını ya da dikkatten kaçmasını engelleyebilmektedir.

Akademisyen ve öğretmenlerin mülakatları esnasında, görüntülenmekten rahatsızlık duyabilecekleri düşüncesiyle, ses kaydı teknolojisi kullanılmıştır. Böylelikle hem akademisyenlerin ve öğretmenlerin daha rahat etmesi sağlanmış hem de veri kaybının önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

3.3.4. Çalışma Yaprağı

Öğretim materyali, öğretimi etkinleştirmek, verimliliği arttırmak amacına yönelik her türlü destekleyici nesne olarak adlandırılabilir (Tutak ve diğerleri, 2014). Öğrenme ortamında öğrenciyi aktif kılacak materyallerden birisi de çalışma yaprağıdır. Kavramın öğrenilmesi için kavramın tanımlanması, özelliklerinin belirlenmesi uygun örneklerin verilmesi ve kavramsal öğrenmenin gerçekleşip gerçekleşmediğinin incelenmesi gerekmektedir (Türkdoğan, 2006). Bu bağlamda çalışma yaprakları kavramın keşfedilmesini sağlaması, bilgilerin pekiştirilmesini sağlaması, ön bilgilerin ve kavram yanılgılarının tespit edilmesini kolaylaştırması, değerlendirme gibi birçok amaçla kullanılabilmesi kavramın doğru öğrenilmesini sağlamaktadır (Ormancı ve Şaşmaz Ören, 2010). Sürecin başarıyla yürütülebilmesi için çalışma yapraklarının işlenişte nasıl, ne zaman ve ne amaçla kullanılacağı iyi düşünülmelidir (Türkdoğan, 2006).

Araştırmada yer alan çalışma yaprakları, öğretim materyali olmanın yanında, açık uçlu soruların bulunduğu bir veri toplama aracı görevi de görmektedir. Açık uçlu soruların en büyük avantajı öğrenciye kendi yöntemleriyle dilediği gibi cevap verme fırsatı tanınmasıdır. Böylece öğrenci sadece doğru cevaba ulaşmaya çalışmak yerine cevabını en iyi şekilde açıklamaya çalışacaktır. Bu sayede sonuçtan çok çözüm yolu, düşünme biçimi ve açıklamalar önem kazanacak ve değerlendirmenin kapsamı genişleyecektir (Tuna, 2011). Bu çalışmada da bu imkânların sağlanabilmiş olması verilerin daha açık ve detaylı elde edilmesini ve değerlendirilebilmesini sağlamıştır.

Çalışmamızda 5E modeline uygun hazırlanan çalışma yaprağı kullanımının, 3D yazıcı kalem ile gerçekleştirilecek etkinlikleri doğru ve akıcı bir şekilde gerçekleştirmeye olumlu etkisi olduğu açıktır. Bu nedenle araştırmada, ÇY-1 ve ÇY-2, kavramın keşfedilmesi ve tanımlanması amacıyla katı cisimler konusunun başında öğrencilere verilmiştir. Devamında ise derinleştirme ve değerlendirme imkânı da sağlanmıştır.

Tablo 3. 3. Araştırma İçin Hazırlanan, 3D Yazıcı Kalemle Uyumlu Çalışma Yapraklarının Ana Amaçları

Çalışma Yapraklarının Ana Amaçları	
Çalışma Yaprağı-1	Üçgen Prizmanın Yüzey Alanı Formülünü Keşfeder
Çalışma Yaprağı-2	Dikdörtgen Prizmanın Hacim Formülünü Keşfeder
Çalışma Yaprağı-3	Üçgen Prizmanın Hacim Formülünü Keşfeder
Çalışma Yaprağı-4	Piramidin Yüzey Alanı Formülünü Keşfeder
Çalışma Yaprağı-5	Piramidin Hacim Formülünü Keşfeder
Çalışma Yaprağı-6	Piramidin Hacim Formülünü Keşfeder
Çalışma Yaprağı-7	Dikdörtgen Prizmanın Yüzeylerine Çizilen Doğru Parçasının Uzunluğunu Bulur
Çalışma Yaprağı-8	Farklı Bir Cisimde Köşeden Köşeye Çizilen Doğru Parçasının Uzunluğunu Bulur

Çalışma yapraklarında MEB kazanımının yer almasının yanı sıra, her bir çalışma yaprağı için çalışma yaprağının yapısına uygun görülen yeni kazanımlar, araştırmacı tarafından yazılmıştır (Tablo 3.3, EK-4, EK-6, EK-8, EK-10, EK-12, EK-14, EK-16, EK-18). Tablo 3.3’ de görüldüğü gibi, ÇY-2 ve ÇY-3 benzer; ÇY-5 ve ÇY-6 ise aynı amaç sahiptirler. Bu ÇY’ lerde ÇY-3, ÇY2’ nin; ÇY-6 ise ÇY-5’ in opsiyonelidir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta, öğrencinin prizma hacimi için *taban alanı x yükseklik*

yapısını iyi bilmesidir. Aksi takdirde ÇY-2 uygulanmadan ÇY-3 uygulanamaz ya da tek başına verilemez. Öğretmen, öğrenci seviyesine veya kendi isteğine göre bir tercihte bulunabilir ya da ÇY-2, ÇY-3, ÇY-5 ve ÇY-6' nın hepsini uygulayabilir. ÇY-7 ve ÇY-8 ise, görüldüğü gibi, keşif değil, problem çözümü yapmak amaçlıdır. Bu ÇY' leri uygulayıp uygulamamak öğretmenin kendi tercihidir. Ayrıca burada bütün ÇY' lerin derinleştirme ve değerlendirme sorularının, MEB' in iki 10.Sınıf Matematik Ders Kitabı' ndan alındığını veya uyarlandığını belirtme ihtiyacı hissedilmektedir. Çalışma yaprakları ve kılavuzları, EK-3' den EK-18' e kadar olmak üzere ekler bölümünde yer almaktadır.

3.3.5. 3D Yazıcı Kalemle Elde Edilen Materyaller (3D Çıktılar)

3D yazıcı kalem, kalemin ucundan çıkan, plastik katmanları yığma mantığıyla nesneyi oluşturan ancak bunu makinenin değil, bireyin bizzat kalemi eline alıp kendisinin yapabildiği bir cihazdır. Bu cihaz sayesinde istenilen materyaller pratik bir şekilde oluşturulabilmektedir.

Materyaller bazı kavramların, teoremlerin ve işlemlerin somut olarak ifade edilmesini sağlayarak, matematiğin öğrenciler için anlaşılabilir hale gelmesine yardımcı olmaktadır (Güngör, 2005). Yeni konular işlenirken somut materyallerin kullanımı, anlayışlarını sembolik olarak göstermeye çalışmadan önce öğrencilerin gerekli temel deneyimleri kazanmasına izin verir (Kuruş, 2011).

Çalışmamızda da 3D yazıcı kalem teknolojisi ve ona yardımcı olan araç gereçlerle (3.3.6) birlikte öğrenciler 2 ve 3 boyutlu somut materyaller oluşturabilmişlerdir ve bu sayede matematiksel deneyim de edinebilmişlerdir. Üstelik bu materyalleri çok pratik bir şekilde hayata geçirebilmişlerdir. Kendilerinden istendiği zaman veya kendileri istedikleri zaman cisim üzerinde ekleme ya da eksiltme-parçalarına ayırma işlemlerini gerçekleştirebilmişlerdir. Oluşturdukları bir cisim pratik bir şekilde keserek yine pratik bir şekilde farklı bir cisim haline getirebilmişlerdir. Bu şekilde kavramları daha rahat düşünebilmiş ve kavramla ilgili gerekli temel deneyimleri kazanabilmişlerdir. Öğrencilerin materyali oluşturması esnasında; öğrencilerin arasında fikir alışverişinin gerçekleşmesi, kavramla ilgili ön bilgileri ve yeni fikirleri, kavram yanlışları, uzamsal düşünme becerileri, matematiksel deneyim ediniyor olmalarının etkisi, farklı yapılar

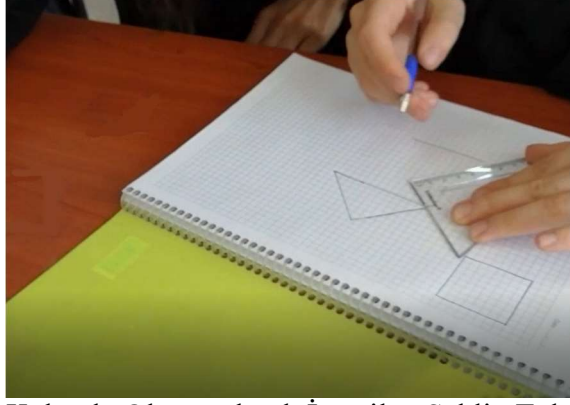
oluşturma isteği ve becerisi gibi pek çok noktayı gözlemlene imkânı, 3D yazıcı kalem ve 3D çıktılar sayesinde, oluşabilmiştir.

Sınıf içi uygulama esnasında öğrencilerin oluşturduğu materyallerin bazılarının fotoğraflarına bulgular kısmında ve ekler bölümünde bulunan EK-25’ de yer verilmiştir. Bulgular kısmında yer verilmesinin sebebi; uygulama esnasında oluşturulan materyallerin bazıları, öğrencilerin yanlış oluşturdukları materyaller ve üzerinde farklı düşünceler geliştirdikleri materyaller, araştırmacı tarafından, değerlendirilmiştir. Bu sayede sınıf içi uygulama daha anlaşılır kılınmıştır. Bulgulardaki bu değerlendirmede öğrencilerin yaptıkları materyale ve materyalle ilgili düşüncelerine de yer verilmiştir ve bunlar da açıklanmışlardır. Böylelikle 3D çıktılar öğrencilerin oluşturabilme becerisi ve hakkında yorum yapabilme ve hatta materyali değerlendirebilme becerisi de gösterilebilmiştir. Ayrıca öğrencilerin oluşturdukları 3D çıktılar aracılığıyla akademisyen ve öğretmenlerden, uygulamanın etkililiği, öğrencilerin materyal oluşturabilme becerisi ve kavramla ilgili deneyim kazanabilmelerinin sağlanmasıyla ilgili görüşleri alınabilmiştir. Ekler bölümünde (EK-25’ de) ise, derste oluşturulan materyallerin bir kısmına ve oluşturulma aşamalarının gerekli görülen kısımlarına yer verilmiştir. Bundaki amaç, uygulama esnasında oluşturulan yapıların hepsinin bir arada görülebilmesini sağlamaktır. Bu kısımda öğrencilerin 3D yazıcı kalem kullanımına alışabilmeleri için tasarlanan, “10.Sınıf Uzay Geometrisi Ünitesinde 3D Yazıcı Kalemin Kullanımını Öğrenme Kağıdı” (EK-1) aracılığıyla oluşturdukları materyallere de yer verilmiştir.

Ayrıca 3D yazıcı kalem araştırmacıya da kolaylıklar sağlamıştır. Örneğin, hazır vermek istediği bir cisim (ÇY-2, 5.Soru) önceden 3D kalemle oluşturup, verebilme imkânı olmuştur. Böylelikle zaman tasarrufu da sağlanabilmiştir.

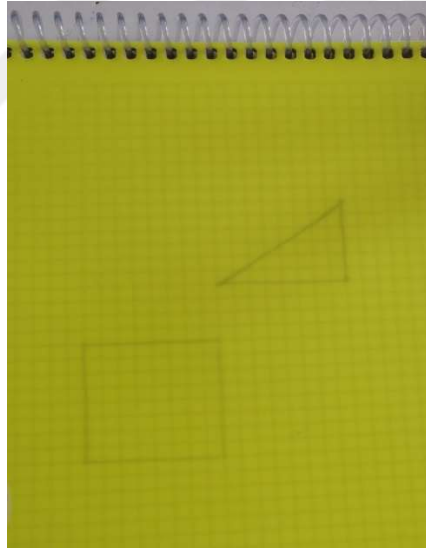
3.3.6. 3D Yazıcı Kaleme Yardımcı Olarak Kullanılan Araç ve Gereçler

Çalışmada 3D yazıcı kalemle materyal oluşturma, bu materyalle ilgili bilgi edinme veya oluşturulan materyali başka bir materyale dönüştürme süreçleri gerçekleşmiştir. Bu süreçler için kalem, makas, cetvel ve plastik kapaklı kareli defter; 3D yazıcı kaleme yardımcı araç gereçler olarak kullanılmıştır. İlk önce şekiller birim kareli defterlere tükenmez kalem ve/veya cetvel yardımıyla çizilmiştir (Şekil 3.2).



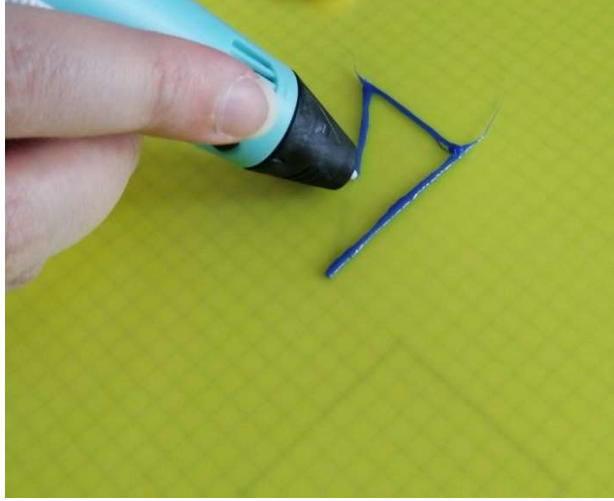
Şekil 3. 2. 3D Yazıcı Kalemle Oluşturulmak İstenilen Şeklin Tükenmez Kalemle Birim Kareli Deftere Çizilmesi

Aşağıda görüldüğü gibi (Şekil 3.3) bu defterlerin plastik yüzleri, *mat* olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3. 3. Deftere Tükenmez Kalemle Çizilen Şeklin Plastik Kapak Kapatıldıktan Sonra Kapağın Üstünden Görünümü

Aşağıda görüldüğü gibi (Şekil 3.4) bu plastik mat olarak kullanılan defter üzerinden görülebilen, kare çiziminin üstünden 3D yazıcı kalemle geçilmiştir.



Şekil 3. 4. Deftere Tükenmez Kalemle Çizilen Şeklin Plastik Kapak Üzerinden Görülen Kenar Çizgilerinden Geçilerek 3D Kalemle Oluşturulması

Oluşturulan şekil veya cisimlerin düzgün olabilmesi için veya bu cisimlerin kesilip farklı bir cisim haline getirilebilmesi için ise, makas kullanılmıştır. Ayrıca çalışma yapraklarındaki bazı sorularda görüldüğü üzere, cisimler oluşturulduktan sonra ölçülmesi istenirse de cetvel kullanılmıştır.

Mat olarak kullanılan bu plastik defterlerin bir avantajı daha bulunmaktadır. Birim kareli sayfasına tükenmez kalemle şekil oluşturulduktan sonra, eğer temiz bir sayfaya geçilmek istenirse sayfanın kopartılması yeterli gelmektedir. Sayfa koparılarak alttaki temiz sayfaya yeni çizimler yapılabilir. Ayrıca defterin yüzeyinin plastik olması, 3D yazıcı kalemle rahatça şekil oluşturulabilmesine olanak sağlamaktadır. Üstelik bu şeklin defterden kolayca ayrılabilmesi gibi bir yönü de mevcuttur.

3.3.7. Görüş Formu

Görüş formu, bireylerin herhangi bir konuda, olguda, olayda, kavramda vs. görüşlerinin alınabilmesi için hazırlanan veri toplama aracıdır. Bir veya birden çok açık veya kapalı uçlu soruların kullanıldığı ölçeklerdir. Araştırmamızda 5' li Likert tipi yani, kapalı uçlu sorulardan oluşan ve 'Kesinlikle Katılıyorum', 'Katılıyorum', 'Kararsızım', 'Katılmıyorum' ve 'Kesinlikle Katılmıyorum' şeklinde 5 cevap seçeneği bulunan görüş formu kullanılmıştır (Turan, Şimşek ve Aslan, 2015).

Likert tipi sorular, ifadeye katılım düzeyini belirlemeyi sağlayan ve böylelikle ifadeyle ilgili tutum ve\veya görüş alınabilmesi amacıyla eğitim araştırmalarında sıklıkla kullanılabilen araçlardır. Sıklıkla kullanılmasının sebepleri bu soru tiplerinin geliştirilmesinin, uygulanmasının ve değerlendirilmesinin kolay olmasıdır. Ayrıca Likert tipi sorularda genel bir çıkarımda bulunma amaçlanmamaktadır (Turan, Şimşek ve Aslan, 2015).

Çalışmamızda da hem öğrencilere hem akademisyen ve öğretmenlere 5' li Likert tipi görüş formu uygulanmıştır. Öğrencilere uygulanan görüş formu olumlu 41 sorudan, akademisyen ve öğretmenlere uygulanan görüş formu ise olumlu 35 sorudan oluşmaktadır. Görüş formuyla veri toplanmasındaki temel amaç kısa sürede, hızlı veri elde edilebilmesi ve çok sayıda soruya cevap alınabilmesidir. Görüş formunda ğrenci, akademisyen ve ğretmenlerin, 3D yazıcı kalemle matematik derslerinin işlenmesi, sınıf içi uygulama, çalışma yaprakları ve materyal tasarımıyla ilgili görüşleri belirlenmiştir. Öğrencilerden olgusal, tutum ve inanç yönleriyle ilgili veriler elde edilmiştir. Akademisyenlerden ve öğretmenlerden olgusal, bilgi, tutum ve inanç yönleriyle ilgili veriler elde edilmiştir. Akademisyenlerden ve öğretmenlerden veri alınabilmesi 5E, kavramsal ya da işlemsel öğrenme gibi noktalarda bilgi sahibi olmalarından dolayı gerekmektedir ve önemli görülmektedir. Bu hususlardaki değerlendirmeler öğrencilerden sağlanamayacağı için akademisyenlerden ve öğretmenlerden veri elde edilmesi uygun görülmüştür.

3.3.8. Yarı Yapılandırılmış Mülakat

Mülakat, belirli bir amaç doğrultusunda insanların görüşlerini almak olarak tanımlanabilir. Mülakatların amacı genellikle; iletişim kurulan bireyin araştırılan konu hakkındaki duygu, düşünce ve inançlarını ve bunları etkileyen etmenlerin neler olduğunu ortaya çıkarmaktır (Türkdoğan, 2006).

Grup mülakatı, mülakatın birden fazla kişiyi bir araya getirerek gerçekleştirilmesidir. Kişilerin mülakat esnasında konuyla ilgili bireysel fikirlerini belirtmelerinin dışında bir etken daha vardır. Bu da mülakata katılan kişilerin arasında etkileşim gerçekleşmesi ve bunun neticesinden birbirlerinin fikirlerini de ortaya

çıkarmalarıdır. Ayrıca bu sırada birbirlerinin fikirlerine etki edebilir ve değiştirebilirler. Tüm bunlar verilerin elde edilmesinde destekleyici rol oynamaktadır.

Yarı yapılandırılmış mülakat, daha önceden hazırlanmış sorular olsa da görüşme esnasında duruma-akışa bağlı olarak başka sorularda sorulabilmesi olarak tanımlanabilir (Kuruş, 2011). Görüşmede sorulan soruların, araştırma problemlerine yanıt arayabilecek sorulardan oluşması gerekmektedir.

Çalışmamızda yarı yapılandırılmış mülakat ve yarı yapılandırılmış grup mülakatı teknikleri kullanılmıştır. Bu teknikler sayesinde hem çalışma yaprakları hem 3D yazıcı kalem hem de 3D kalemle katı cisimlerin oluşturulmasıyla ilgili düşüncelerin derinlemesine elde edilebileceği düşünülmüştür. Bu sebeple sınıf içi uygulamanın gerçekleştirildiği sınıfın matematik öğretmeniyle yarı yapılandırılmış mülakat gerçekleştirilmiştir. Bu mülakatın soruları EK-19' da yer almaktadır. Akademisyen ve öğretmenlerle ise, yarı yapılandırılmış grup mülakatı gerçekleştirilmiştir. Bu mülakatın soruları ise, EK-21' de yer almaktadır. Matematik öğretmeniyle mülakat gerçekleştirilmesinin altında, öğrencileriyle ilgili araştırmacının fark edemeyeceği (örneğin daha aktif olmaları, daha girişken olmaları gibi) noktaları açığa çıkarabilme düşüncesi vardır. Akademisyen ve öğretmenlerle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış grup mülakatı ise, az önce bahsedildiği gibi, ÇY, 3D kalemle ve sınıf içi uygulamayla ilgili görüşlerini almak içindir.

Çalışmamızda mülakatlarda, ses kayıt programı kullanılmıştır. Bunun sebepleri 3.3.3' de de açıklandığı gibi, akademisyen ve öğretmenlerin mülakatları esnasında, görüntülenmekten rahatsızlık duyabilecekleri düşüncesidir. Böylelikle hem daha rahat etmeleri sağlanmış hem de veri kaybının önüne geçilmiştir.

3.4. Verilerin Analizi

Özel durum çalışması araştırma yaklaşımı gereğince veri toplama ve analizi eş zamanlı gerçekleştirilmiştir.

Sınıf içi uygulamanın verileri, öğrencilerin çalışma yapraklarının verileri ve mülakatların verilerinin analizlerinde betimsel analize başvurulmuştur. Betimsel analizde

temel amaç, toplanan verilerin temalarla özetlenmesi ve yorumlanmasıdır. Toplanan veriler temalarla organize edilebileceği gibi, görüşme ve gözlem süreçlerinde yer verilen sorular ya da boyutlar dikkate alınarak da sunulabilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

Sınıf içi uygulamanın değerlendirilmesinde; klinik mülakat, gözlem, çalışma yapraklarının incelenmesi, materyal tasarımının değerlendirilmesi ve görüş formlarından yararlanılmıştır.

Sınıf içi uygulamada video ile toplanan klinik mülakat ve gözlem verileri, mümkün olan en kısa sürede, Microsoft Word programıyla araştırmacı tarafından yazılı doküman haline getirilmiştir. Bu video kayıtları, detayların yakalanabilmesi açısından kolaylık sağlayacağı düşüncesiyle, yazılı doküman haline getirilmiştir. Çalışmada yer alması gerektiği düşünülen kısımlar incelenmiştir. Ayrıca derste uygulanan ÇY-1 ve ÇY-2’ de öğrencilerin verdiği yazılı cevaplar da değerlendirilmiştir. Videonun yazılı dökümünden alınan kısımlar ve bu iki çalışma yaprağına öğrencilerin verdiği yazılı cevapların tamamı, betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Ayrıca videonun yazılı dokümanından elde edilen veriler, ÇY-1 ve ÇY-2’ den elde edilen öğrenci bulgularıyla karşılaştırılmıştır. Yani, ders işlenişinde elde edilen öğrenci verilerinin tamamı kendi içlerinde kıyaslanmıştır.

5E modeline uygun hazırlanmış çalışma yaprakları ÇY-1 ve ÇY-2, 3D yazıcı kalemle uygulandığında, uygulama esnasında öğrenciler gözlemlenmiştir. Öğrencilerin oluşturdukları materyallerin (3D çıktılarının) fotoğraflarına gerekli görülen kısımlarda ve ekler bölümünden yer verilmiştir.

Yarı yapılandırılmış bireysel veya grup mülakatlarında, ses kaydı ile toplanan veriler, mümkün olan en kısa sürede, Microsoft Word programıyla araştırmacı tarafından yazılı doküman haline getirilmiştir. Bu ses kayıtları, detayların yakalanabilmesi açısından kolaylık sağlayacağı düşüncesiyle, yazılı doküman haline getirilmiştir. Araştırmaya katılanlar tarafından verilen yanıtlar her bir soru için ayrı ayrı incelenmiş ve yorumlanmıştır. Bunun için betimsel analize başvurulmuştur.

Üstelik çalışma grubunda yer alan öğrencilerin matematik öğretmenine uygulanmış olan yarı yapılandırılmış mülakat ve görüş formu verileri, ders işlenişinde elde edilen öğrenci verileriyle karşılaştırılmıştır.

M1' in verileri ise, grup mülakatı verileriyle karşılaştırılmıştır.

Bu şekilde veriler incelendikçe elde edilenler, yığılan bir yapıyla bütünü oluşturmuştur. Böylelikle tüm veriler birbiriyle karşılaştırılarak ve\veya ilişkilendirilerek değerlendirilmiş olmaktadır.

5' li Likert tipi iki görüş formuyla veri toplanmıştır. Görüş formlarından elde edilen veriler öncelikle Microsoft Excell programına girilip daha sonra ortalamaları alınmıştır. Görüş formunun ortalamaları; 1= çok kötü, 2 = kötü, 3 = orta, 4 = iyi, 5 = mükemmel olarak değerlendirmeye alınmıştır.

Burada belirtilmesi gereken bir nokta, doktora yapmakta olan tek bir kişi olduğu ve bir kişiyle ortalama puan verisi sağlanamayacağıdır. Bu yüzden Ö9 kişisi ortalama puan hesaplanırken 'yüksek lisans yaptı' olarak kodlanmıştır.

BÖLÜM IV

4. BULGULAR

Bu bölümde, verilerin analizleri sonucunda ulaşılan bulgulara ve bu bulgulara ilişkin yorumlara yer verilmiştir. İlk olarak, 3D yazıcı kalemin katı cisimler konusundaki etkililiğini tespit için gerçekleştirilen, sınıf içi uygulama verilerinin analizleri, alıntılarla ve öğrencilerin ÇY' leriyle desteklenerek sunulmuştur. Daha sonra, uygulamanın gerçekleştirildiği öğrencilerin, matematik öğretmeniyle yapılan mülakat ve görüş formu çalışmasının incelemesine yer verilmiştir. Sonrasında ise, öğretim üyeleri ve yüksek lisans öğrencileri ile gerçekleştirilen grup mülakatının incelemesi yer almaktadır. Katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntılar yapılarak deliller sağlanacak ve bulgular desteklenecektir. Tüm bunlardan sonra; öğrencilere ders sonunda uygulanan görüş formu verileri ve çalışmaya katılan bütün akademisyenlerin\öğretmenlerin görüş formu verileri irdelenmiştir.

4.1. SINIF İÇİ UYGULAMAYA İLİŞKİN BULGULAR VE İNCELENMESİ

Uygulamaya katılan öğrencilerin uygulamaları ve çalışma yapraklarındaki sorulara verdikleri cevaplar, aşağıda belirtilen 10 ana düşünce altında toplanabilmektedir:

- a) Yönergeler aracılığıyla ve öğretmen rehberliğinde somut materyal oluşturabilme
- b) Oluşturdukları somut materyali doğru yorumlayabilme
- c) Oluşturdukları somut materyal ve ön bilgileri aracılığıyla istenilen formülü keşfetme ve yorumlayabilme
- d) Akran etkisi

- e) Çalışma yaprağının giriş kısmında oluşan problemin irdelenmesi
- f) Somuttan soyuta geçişi gerçekleştirebilme
- g) Soyut düşünerek, uzamsal akıl yürüterek problem çözebilme
- h) Yönergelerin anlaşılabilirliği
- i) Grup içi ve gruplar arası etkileşimin oluşması
- j) Derse ilgi ve sevginin gözlemlenmesi

Aşağıda bu 10 ana düşünce, her bir çalışma yaprağı için ayrı ayrı ele alınmıştır. Ayrıca hangi sorunun hangi düşünceye hizmet ettiği de, her bir başlık altında, soruyla ilgili bilgilerin verildiği kısımda yer almaktadır. Üstelik yukarıdaki düşünceler, soruların amacına göre sıralı olarak verilmiştir. Ancak birden fazla düşünceye hitap eden öğrenci söylemleri de, o yapıya göre değerlendirilmiştir. h, ı ve j düşünceleri her soru için incelenmiştir. Bu 10 düşünce yapısı, alıntılar ve öğrencilerin ÇY' leriyle örneklendirilmiştir. Ve yorumlarla irdelenmiştir. Ayrıca ÇY-1 ve ÇY-2' ye verilen öğrenci cevapları (ÇY-1, ÇY-2' nin 7.soruları ve cevaplanmamış olan sorular hariç olmak üzere), bilişsel öğrenme alanlarına göre de değerlendirilmiştir. ÇY-1 ve ÇY-2' deki 7.sorulara verilen cevaplar, öğrencilerin 5. ve 6.sorulara verdikleri cevapları tahtada açıkladıkları kısımlar olduğu için bilişsel öğrenme alanlarına göre incelemeye alınmamışlardır.

Bu bölümde sınıf içinde gerçekleşen tüm eylem ve söylemler akış sürecinde gerçekleştiği sıraya göre verilmiş ve *italik* olarak, sayfada sağa girintili olarak gösterilmişlerdir. Diyaloglar esnasında aynı anda gerçekleşen eylemler veya kastedilen durumlar, söylem sırasında parantez içinde belirtilmişlerdir. Kişiler, kişilerin hitap ettikleri kişiler ve söylem esnasında vurgulanmak istenilen kısımlar ***kalin*** olarak gösterilmişlerdir. Ayrıca söylemler numaralandırılarak değerlendirilmenin kolay ve anlaşılır olması sağlanmaya çalışılmıştır. Yorumlar esnasında önemli görülen, vurgulanmak istenen yazılar da *italik* olarak gösterilmişlerdir.

4.1.1. ÇALIŞMA YAPRAĞI-1' İN SINIF İÇİ UYGULAMASINA İLİŞKİN BULGULAR VE BUNLARIN İNCELENMESİ

Bu kısımda Çalışma Yaprağı-1' de bulunan her bir soru ayrı ayrı ele alınarak, sınıf içi uygulama ve diyaloglar, 3D çıktılar, çalışma yaprağındaki soruya verilen cevaplar doğrultusunda araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir.


4.1.1.1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Beşinci Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi

Bu kısımda, Çalışma Yaprağı-1' de bulunan 5.sorunun sınıf içi uygulamayla elde edilen bulgular ve bunların yorumu, alıntılarla ve öğrencilerin ÇY' leriyle desteklenerek sunulmuştur. Bu esnada, 4.1' de bahsi geçen 10 ana düşünceden a, b, d, f, g, h, ı ve j şıklarına dikkat edilmiştir. Çünkü 5.sorunun mantığında ve işleniş sırasında bu düşünceler yer almaktadır. Bilindiği gibi, 5.soru, ÇY-1' in keşfetme aşamalarından biridir.

5) i) Deftere 6-8-10 birim kenar uzunlukları olan bir dik üçgen çizin. Deftere çizdiğiniz dik üçgenin kenarlarının üzerinden 3D yazıcı kalemle geçerek oluşturun ve defterden ayırın. Aynı işlemi tekrar yapın.

ii) Şimdi elinizde iki adet 6-8-10 dik üçgeni var. Bu iki üçgeni, tablodaki şekli oluşturacak biçimde 3D yazıcı kalemle birleştirin.

Oluşan cismi çevirerek her açıdan inceleyin ve tablodaki soruları cevaplayın.

GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	
Yanal Yüzeylerinin Alanları	
Hangi Yüzeyden Kaç Tane Var	
Cismin Tüm Yüzey Alanı	

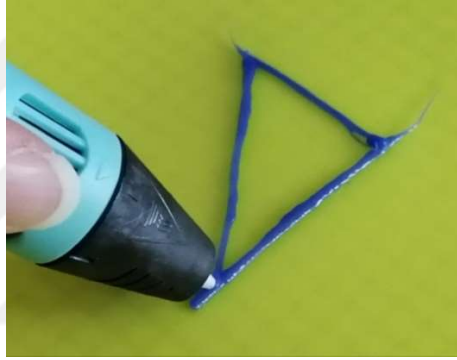
Şekil 4. 1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan 5.Soru

4.1.1.1.1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Beşinci Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin uygulama esnasındaki diyalogları yer almaktadır. Ayrıca araştırmacı, bu diyalogları yorumlarıyla detaylandırmaktadır.

Araştırmacı, bir öğrenciden ÇY-1' in giriş aşaması olan 1., 2., 3. ve 4.kısımları okumasını rica etmiştir ve öğrenci yüksek sesle giriş aşamasını okumuştur. Bu esnada herhangi bir soru ve sorunla karşılaşılmamıştır. Daha sonra öğrenciler ÇY-1' de bulunan 5.soruyu incelemeye başlamışlardır.

Çalışma yaprağı-1' in 5.sorusunda bulunan i şikkında 6-8-10 dik üçgenini 3D kalemle oluştururken, öğrencilerin zorlanmadıkları görülmüştür (Şekil 4.2).



Şekil 4. 2. ÇY-1, 5.Soru İçin Oluşturulan 6-8-10 Birim Kenar Uzunluklarına Sahip Üçgenin Örneği

Bu soruda, 6-8-10 kenar uzunluklarına sahip, iki dik üçgeni oluşturmakta zorlanmamalarının sebebinin; '10.Sınıf Uzay Geometrisi Ünitesinde 3D Yazıcı Kalem Kullanımını Öğrenme Kağıdı' nda (EK-1) yaptıkları alıştırmalar olduğu düşünülmektedir. Çünkü öğrenciler kalemin çalışma yapısını öğrenmiş ve pratikleşmişlerdir.

Çalışma yaprağı-1, 5.soru, i şikkı için dersten alıntı:

1. *A2(araştırmacıya hitaben): Hocam biz diğer ders üçgen doldürmüştük.*

A2 öğrencisi 1.söyleminde, öğrenme kağıdındaki 5.soruda, oluşturmuş oldukları üçgenleri kastetmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4. 3. A2' nin (1.Söylemde) Bahsettiği İçi Dolu Üçgen-Üçgensel Bölge

Bu gibi uygulamalarla, dersten önce, cihaz kullanımında pratikleşmeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Bunun olumlu etkileri de, A2' nin yukarıdaki söyleminden anlaşılmaktadır.

Üçgenleri oluşturma aşamasında:

2. **D1(arştırmacı ve grup arkadaşlarına hitaben):** Ben bilim adamı olacağım.
3. **A3(arştırmacı ve grup arkadaşlarına hitaben):** Elektrik elektronik mühendisi olacağım. ...Mekatronik mühendisliğine de bir bakayım.

2 ve 3' deki söylemleriyle D1 ve A3, bu gibi ileri teknolojiye sahip cihazlarla işlenen derslerin öğrencilere kattığı güven ve isteği gözler önüne sermektedir.

5.soruda bazı öğrencilerin yönergeleri okumayı tercih etmediği görülmüştür:

A1, A2' ye tükenmez kalem uzatarak,

4. **A1(A2' ye hitaben):** Altı, sekiz, on üçgeni çizeceksin.

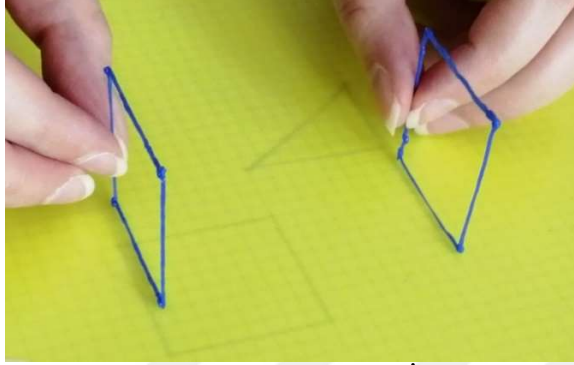
A1' in söyleminden (4' deki), A2' nin yönergeyi okumadığı ve A1' in okuyup ona ne yapacağını söylediği görülmektedir. Bu şekilde yönergeleri bir okuyup bir okumama durumlarında soruyu anlamaları noktasında kopukluk oluşacağı, soruyu tam olarak anlayamayacakları düşünülmektedir. Böyle bir durumda çözüme ulaşmakta zorluk yaşayacaklardır.

5. **B2(arştırmacıya hitaben):** Hocam, anlamadık biz şimdi nasıl bu iki üçgeni birleştireceğiz?

Aynı anda B3, 3D kalem eline almış ve prizmanın yüksekliğini çizmeye hazırlanırken,

6. **B3(B2' ye hitaben):** Hani birleştirmiştik ya kareleri.

B2' nin (5' deki) söyleminden yönergeyi anlamadığını söylediği görülmektedir. Ancak B3 6.söylemde, önceki ders öğrenme kağıdıyla oluşturdukları dikdörtgen prizmayı (Şekil 4.4) B2' ye hatırlatıyor. Öğrenme kağıdının olumlu etkileri, 1.söylemde olduğu gibi, 6.söylemde de görülmektedir.



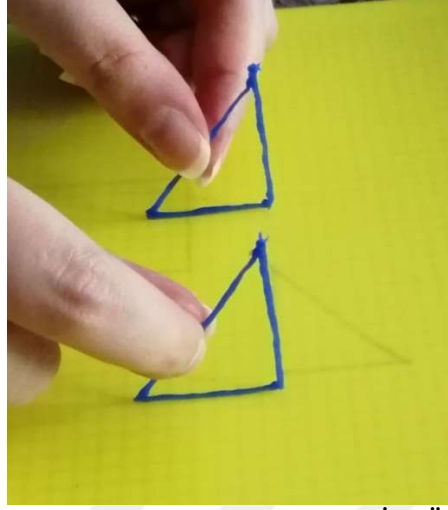
Şekil 4. 4. B3' ün Söyleminde (6.Söylem) Geçen İki Karenin, Dikdörtgen Prizma Oluşturmak İçin Karşılıklı Hizalanması

Ancak, araştırmacıdan yardım talep etmeden, yönergeleri okuyup, uygulayarak üçgen prizmayı oluşturan gruplar mevcuttur. D grubu yönergeleri kendi içlerinde tartışarak, düzgün dik üçgen prizmayı kendileri oluşturmuşlardır:

7. **D2(grup arkadaşlarına hitaben):** Kaç tane üçgen yapacağız?
8. **D1(D2' ye hitaben):** İki tane.
9. **D2(D1' e hitaben):** Ondan sonra? (Üç tane dikdörtgen oluşturulacağını kastederek) üç tane de dikdörtgen?
10. **D1(D2' ye hitaben):** Yok. Birleştireceksin köşe noktaları. (İki üçgeni kastederek) İki tane karşılıklı koyup, bunları birleştireceksin.

7-8-9-10 diyaloglarından anlaşıldığı üzere D1, okuduğu yönergeleri doğru yorumlamıştır ve grup olarak düzgün üçgen prizmayı oluşturmuşlardır. Daha önce de bahsettiğimiz gibi (4' deki), gruptaki her öğrenci yönergeleri okumayı tercih etmemiştir. Burada D2 yönergeleri okuyup grup arkadaşlarını yönlendirmiştir. Ayrıca D2' nin 9.söyleminde görüldüğü gibi cismi kendileri oluştururken uzamsal akıl yürütmede bulunabilme fırsatı olmuştur. D2, taban ve tavan olmak üzere iki üçgen yüzeyini oluşturdukları üçgen prizmayı tamamlayabilmek için, 3 dikdörtgen oluşturması gerektiğini fark ettiği

görülmektedir. D1' in bahsettiği karşılıklı iki üçgenin hizalandırılması Şekil 4.5' de gösterilmiştir.



Şekil 4. 5. D1' in Söyleminde (10.Söylem) Geçen İki Üçgenin, Üçgen Prizma Oluşturmak İçin Karşılıklı Hizalanması

Ayrıca 5.sorunun ışığında 6-8-10 dik üçgeni oluşturulurken:

11. **D1(araştırmacıya hitaben):** *Üçgende neresi altı, neresi sekiz, neresi on hocam?*

12. **D2(D1' e hitaben):** *Fark eder mi?*

C1, D grubuna yönelip, üçgenin her bir uzunluğunu havada elini hareket ettirerek göstermeye çalışıyor. Bu şekilde eliyle bir dik üçgen biçimi oluşturuyor. Bunu yaparken;

13. **C1(D grubuna hitaben):** *(Üçgenin tabanı eliyle havada gösterirken) altı, (üçgenin tabana dik kenarını eliyle havada gösterirken) sekiz, (ve son olarak eliyle havada hipotenüsü gösterirken) on.*

Bu (13.söylem) söylemiyle C1' in, hem D1' e hem de D2' ye yardımcı olmuş olduğunu görmekteyiz. D1' in ve D2' nin, 6-8-10 dik üçgenini düzgün bir biçimde oluşturabilmesinde gruplar arası etkileşimin ve akran etkisinin bulunduğu burada fark edilmektedir.

14. **D2(grup arkadaşlarına hitaben):** *Nasıl oldu var ya; üçgen mükemmel oldu. Bu seferki hoş oldu.*

C1' in 13.söylemiyle D2 oluşturduğu üçgene olan beğenisini 14.söylemde belirtiyor. D2' nin (14) söylemi ve ayrıca ders esnasında gözlemlenen A3 ve B3' ün prizmayı daha düzgün oluşturabilmek amacıyla masanın diğer tarafına geçmeleri gibi durumlar, derse olan ilgilerinin bir göstergesidir.

15. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** *Cismin bir kenarını, uzunluğunu oluşturduktan sonra cismi havaya kaldırıp diğer kenarlarını oluşturabilirsiniz.*

16. **C1(arştırmacıya hitaben):** *Havada gidebilir miyiz hocam?*

17. **Araştırmacı:** *Evet.*

Prizmanın yüksekliklerinin bazılarını, havada oluştururken öğrencilerin eğlendikleri araştırmacı tarafından gözlemlenmiştir.

5.sorunun ii şikkında yönergelerin anlaşılmasıyla ilgili sorunlarla karşılaşmıştır:

18. **C3(arştırmacıya hitaben):** *Bunları (üçgenleri) birleştireceğiz değil mi?*

...

19. **B2(arştırmacıya hitaben):** *Hocam, anlamadık biz şimdi nasıl (bu iki üçgeni birleştireceğiz)?*

20. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** *Geçen derste iki tane kareyi, dikdörtgen prizma oluşturmak için karşılıklı hizalamıştık. Şimdi bunları (üçgenleri) karşılıklı hizalayarak, tabloda görmüş olduğunuz şekli oluşturmanız lazım. Ancak (üçgenin) karşılıklı eş olan kenarlarını karşı karşıya getirmeniz lazım değil mi, düzgün bir şekil elde etmek için.*

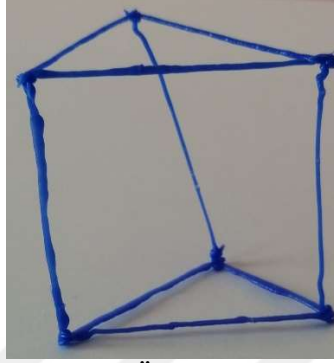
18.söylemden anlaşıldığı üzere öğrencilerin bazıları, C3 gibi, çalışma yaprağını okumak yerine araştırmacıdan bilgi almaya çalışmıştır. Bazıları ise, B2 (19.söylem) gibi, daha önceki derste benzer bir uygulama yapmış olmalarına rağmen, bu uygulamayı nasıl yapacaklarını yönergelerden anlamadıklarını belirtmişlerdir. Araştırmacının bahsettiği (20.söylem) iki karenin karşılıklı hizalanması Şekil 4.4' de, iki üçgenin karşılıklı eş olan kenarlarının hizalanması Şekil 4.5' de, tablodaki üçgen prizma şekli ise Şekil 4.1' de gösterilmektedir.

Ayrıca araştırmacının yukarıdaki 20.söylemde geçen; '*Ancak (üçgenin) karşılıklı eş olan kenarlarını karşı karşıya getirmeniz lazım değil mi, düzgün bir şekil elde etmek için.*' söylemine rağmen bazı öğrenciler:

A grubu oluşturdıkları cismi inceliyorlar ve gülümsüyorlar.

21. A2(araştırmacıya hitaben): Üçgenleri yanlış yerleştirmişiz.

Araştırmacı, A grubunun oluşturdıkları cisme bakıyor. Üçgenlerin eş kenarlarını karşılıklı getirmediğini fark ediyor.



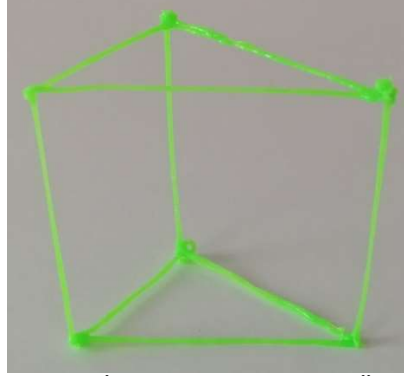
Şekil 4. 6. A Grubunun Tavan ve Taban Üçgenlerini Yanlış Hizalayarak Oluşturdıkları Düzgün Olmayan Üçgen Prizmanın Örneği

Araştırmacı bu tavan ve taban üçgenleri yanlış hizalanan üçgen prizmanın yüksekliklerini makasla kesiyor. Bunun sonucunda grubun dersin başında oluşturdıkları iki tane 6-8-10 üçgeni kalıyor. Üçgenlerin karşılıklı gelmesi gereken kenarlarını düzgün hizalayarak prizmanın yüksekliklerini yeniden oluşturmaya başlıyorlar.

21.söylem ve devamında gerçekleştirenleri değerlendirdiğimizde, dik üçgen prizmanın karşılıklı\paralel gelmesi gereken kenarlarını, araştırmacı tarafından sık sık tembihlenmesine rağmen, A grubu yanlış hizalamıştır (Şekil 4.6). Dolayısıyla üçgen prizma düzgün oluşturulamamıştır. Ancak sonrasında prizmanın üçgenlerini doğru hizalayarak, yükseklikleri tekrar oluşturdıklarında cisim düzgün olarak oluşturabilmişlerdir. Burada öğrencilerin kendi oluşturdıkları cisimde bir yanlışlık yaptıklarında, bunu değerlendirip yanlışlık yaptıkları noktaları fark ettikleri görülmüştür. Bunun sonucunda kesilmesi gereken noktaları görmüş ve hatalarını 3D yazıcı kalemlerle kolayca giderebilmişlerdir.

Üçgen prizma çıktısını ilk önce oluşturanlar C grubu olmuştur. Hemen ardından B grubu cismini tamamlamıştır. Bir süre sonra, D grubu prizmasını bitirdiğinde; A grubu (cisimlerinin yüksekliklerini tekrar oluşturdıkları için) sadece bir yüksekliği tamamlamış

durumdardır. Diğer gruplar 5.soruda bulunan tablodaki bilgileri doldururken, A grubu prizmasını tamamlayabilmiştir.



Şekil 4. 7. Grupların ÇY-1, 5.Soru İçin Oluşturdukları Üçgen Prizmanın Örneği

Üçgen prizmalarını tamamlamış olan gruplar, oluşturdukları somut materyali, 5.sorudaki tablo aracılığıyla yorumlamaya başlıyorlar:

22. **D1(grup arkadaşlarına hitaben):** Taban dikdörtgen.

23. **D2(D1' e hitaben):** Taban? Taban üçgen.

D1' in (22' deki), 'Taban dikdörtgen.' söyleminden de anlaşıldığı üzere, öğrenciler prizmayı dikdörtgen yüzeyi taban olacak şekilde zemin üzerine yatırarak, üçgen prizmanın tabanının dikdörtgen olduğunu düşünebilirler. Ancak bu düşünceyle hareket ederek tüm yüzey alanını bulmak isteselerdi bile, doğru sonuca ulaşırlardı. Çünkü, aşağıda da gerçekleştirmiş oldukları gibi, her durumda bütün yüzeylerin alanlarının toplamını almış olurlardı. D2' nin (23' deki) söyleminden tabanın üçgen olduğunu fark ettiği anlaşılmaktadır.

D grubu, oluşturdukları üçgen prizmayı yorumlamaya devam ediyor:

24. **D1(D2' ye hitaben):** Orada (prizmada); iki tane üçgen, üç tane dikdörtgen mi var?

25. **D2(D1' e hitaben):** Evet.

D1 ve D2' nin (24 ve 25' deki) söylemlerinden cisim ellerinde görebildikleri için kolayca yorumlayabildikleri görülmektedir.

26. **D2(grup arkadaşlarına hitaben):** (Uzunlukları) birim. Sekiz çarpı altı, taban yüzeyi; işte üçgenin alanı.
27. **D1(D2' ye hitaben):** Kırk iki.
28. **D2(grup arkadaşlarına hitaben):** Üçgenin alanı kırk iki birim miydi! Kırk sekiz bölü iki, yirmi dört birim yaz.

D1' in (27' deki) söyleminden üçgenin alanıyla ilgili ön bilgisinde sorun olduğu görülmektedir. Ancak D2' nin (26-28' deki) söylemlerinden grup arkadaşlarını yönlendirdiği, doğru sonuca ulaştırdığı görülmektedir.

29. **D2(grup arkadaşlarına hitaben):** Yanal yüzeyinin alanı?
30. **D1(D2' e hitaben):** (D2' nin elindeki prizmayı kastederek) Masaya koy, bakalım (inceleyelim).
- ...
31. **D1(D2' ye hitaben):** Dikdörtgenin 'Alanlarını' diyor. Birinin ki yüz, birinin ki seksen...
- D2, D1' in söylemini keserek,
32. **D2(D1' e hitaben):** Hayır. Birinin ki yüz değil.
33. **D1(grup arkadaşlarına hitaben):** (Üçgen prizmanın her bir dikdörtgen yüzeyinin alanlarını kastederek) Yüz, seksen, altmış.
34. **D2(elindeki cisimde dikdörtgen yüzeyleri göstererek):** Yüz, seksen, altmış. Doğru.

D1' in (30' daki) söyleminden üçgen prizmanın dikdörtgen yüzey alanlarını belirleyebilmek için cisimi görerek yorumlama, değerlendirme ihtiyacı duydukları görülmektedir. Ancak bu sayede 31-32-33-34 diyaloglarından cisimi inceleyerek doğru sonuçlara ulaştıkları görülmektedir. D1' in (30' daki) söyleminde 'Masaya koy, bakalım (inceleyelim).' diyerek yorumladıkları üçgen prizmanın örneği Şekil 4.7' de gösterilmektedir. Bu üçgen prizmaya bakarak aşağıdaki değerlendirmelerde de bulunmuşlardır:


35. **D2(çalışma yaprağı-1' e bakarak):** Ne diğer soru? 'Cismin tüm yüzey alanı'.
- Topla (iki üçgen ve üç dikdörtgenin) hepsini.

...

36. **D1(D2' ye hitaben):** İki tane üçgen var. Biri yirmi dört, diğeri de yirmi dört; (iki üçgenin yüzey alanları toplamı) kırk sekiz.

37. **D2(D1' e hitaben):** Ha, tamam; doğru kırk sekiz. (Dikdörtgenlerin ve bir üçgenin yüzey alanı toplamalarını kastederek) İki yüz altmış dört, (kalan bir üçgenin yüzey alanını kastederek) yirmi dört daha ekle. (Üçgen prizmanın tüm yüzey alanını kastederek) İki yüz seksen sekiz.

35-36-37 öğrenciler tüm yüzeylerin alanları toplamını düşünerek işlem yapmış ve sonuca ulaşmışlardır. Burada '2 üçgen + 3 dikdörtgen' yazmaları yeterliyken, D grubundaki D1 ve D2, işlemi gerçekleştirmişlerdir. Üçgen prizmanın tüm yüzey alanı olarak, '288' e ulaşmışlardır (Şekil 4.8).

GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	Üçgen
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	Dikdörtgen
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	24 br
Yanal Yüzeylerinin Alanları	100, 80, 60 br
Hangi Yüzeyden Kaç Tane Var	2 tane üçgen, 3 tane dikdörtgen
Cismin Tüm Yüzey Alanı	288 br

Şekil 4. 8. D Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları

Bu tabloyu (Şekil 4.8) cevaplarırken, kendi oluşturdukları üçgen prizma çıktısından ve birbirlerinin ön bilgilerinden faydalanmışlardır. 5.sorudaki tablonun, aşama aşama bu düşünceye ulaştırmasının da bu durumda etkisi mevcuttur. Öğrenciler, küpün yüzey alanı dışında herhangi bir prizmanın yüzey alanını bilmemelerine rağmen, bu etkenlerin sayesinde sonuca ulaşabilmişlerdir.

Anlaşılacağı üzere, bir cismin özelliklerini belirlerken, cisim kendilerinin oluşturmuş olmalarının etkisinin yüksek olduğu 22' den 37' ye kadar geçen diyaloglarda görülmektedir. Böylelikle cismin her detayına hâkim olabilmektedirler.

Bazı grupların bilgilere ulaşmakta zorlandıklarını gören araştırmacı, öğrencilere rehberlik yapmaya çalışmıştır:

38. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Elinizdeki cisminizde kaç tane üçgen var?
39. **A3(araştırmacıya hitaben):** İki tane.
40. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Herkes iki tane mi üçgen olduğunu düşünüyor elindeki cisimde?
41. **A3(araştırmacıya hitaben):** İki tane; bir altta bir üstte.
42. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Kaç tane dikdörtgen var?
43. **B3, C3, A1, A2, A3, D1, D2(araştırmacıya hitaben):** Üç.
44. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Herkes üç tane mi olduğunu düşünüyor? O zaman elinizdeki cisim iki üçgen ve üç dikdörtgenden oluşuyor.
45. **A1(araştırmacıya hitaben):** Haaa... (Doğru, evet).

Ancak bu gibi rehberliklere rağmen sonuca ulaşamayan gruplar, tablodaki bilgileri doldurmak için araştırmacıdan yardım istemişlerdir:

46. **A1(araştırmacıya hitaben):** Cismin tüm yüzey alanı?
47. **Araştırmacı(A grubuna hitaben):** Burada 'yanal yüzeylerinin alanları' diyor.
48. **A2(araştırmacıya hitaben):** Dikdörtgenler.
49. **Araştırmacı (A grubuna hitaben):** (A grubunun cismi üzerinde her bir dikdörtgeni göstererek) Burada altı, on dikdörtgeni; sekiz, on; on, on dikdörtgenleri var.
50. **A1(araştırmacıya hitaben):** Evet.
51. **A2(araştırmacıya hitaben):** Hocam yanal yüzeylerinin alanı dikdörtgen değil ya.
52. **Araştırmacı(prizma üzerinden göstererek):** Üç tane dikdörtgen var burada.
53. **A2(araştırmacıya hitaben):** Yanal yüzeylerini dikdörtgen yazdık ama aslında; iki dikdörtgen bir kare değil mi? (Cismin üzerinde bir yüzeyi göstererek) ona on (10-10).
54. **Araştırmacı(A2' ye hitaben):** Evet öyle oluyor. Karede aynı zamanda bir dikdörtgen; çünkü o da dörtgen.
55. **A1(araştırmacıya ve grup arkadaşlarına hitaben):** Şunları (5.sorudaki tabloda 'iki üçgen' ve 'üç dikdörtgen' yazdıkları satırları göstererek) topluyorum.

Yukarıdaki bu iki örnekten (38' den 55' e kadar olan diyaloglardan) anlaşıldığı üzere, grupların 5.sorudaki tabloyu tamamlayabilmeleri için, araştırmacının yönlendirmesi ve bilgi vermesi gereken durumlar olmuştur. Ancak araştırmacının sorduğu her soruya cismi kendilerinin oluşturmuş olması ve 3 boyutlu olarak görüyor olmaları sayesinde hızlıca ve doğru cevapları verebilmişlerdir. Burada araştırmacının sadece bilgiyi istemesi ya da hatırlatması yeterli olmuştur. Yani kendi oluşturdukları bir cisim hakkında bilgi edinme ve verebilmelerinin yüksek olduğunu bu diyaloglardan görmekteyiz.

Burada 48, 53 ve 54.söylemlere ayrıca değinmek gerekmektedir. Çünkü A2' nin kendi oluşturduğu cisme olan hâkimiyetini görmekteyiz. 48.söyleminde yanal yüzeylerin dikdörtgenlerden oluştuğunu belirtmiştir. Şunu vurgulamalıyız ki üçgen prizma oluşturulurken öğrencilere tek tek dikdörtgenler oluşturulmamıştır. Sadece taban ve tavanı oluşturup yükseklikleri oluşturmuşlardır. Yani ellerinde bulunan cisimde 3 tane dikdörtgen yanal yüzey olduğunu oluştururken ve sonrasında görmüşlerdir. 53' deki söyleminde ise bir yüzeyin kare olduğunu cismi arkadaşlarıyla kendisinin oluşturması sayesinde görebilmiştir. Bu konuda A2' nin (53' deki) söylemi, araştırmacının (54' deki) '*Karede aynı zamanda bir dikdörtgen; çünkü o da dörtgen.*' söylemiyle bu bilginin de hatırlatabilmesine zemin hazırlamıştır. Yani çalışma yapraklarının, çalışma yapraklarında yer almasa dahi, ön bilgileri hatırlama ve hatırlatmaya zemin hazırladığı görülmektedir.

5.sorunun tablosunu; D grubu hiçbir yönlendirmeye gerek kalmadan kendileri tamamlamışlardır. B grubu ise, (yukarıda da yer alan 34' den 45' e diyaloglarında) araştırmacının "*Elinizdeki cisim iki üçgen ve üç dikdörtgenden oluşuyor.*" söyleminden sonra tabloyu tamamlamışlardır. Ancak A ve C grupları, araştırmacının (46' dan 55' e kadar olan diyaloglar gibi) özel yardımından sonra tabloyu tamamlayabilmişlerdir. Burada değinilmesi gereken nokta, araştırmacının rehber konumunu koruduğudur. Araştırmacı sadece, öğrencilerin farkında oldukları noktalara dikkat çekmiş ve onları sonuca yönlendirmiştir.

Cisim oluştururken eğlenen ve araştırmacıya cisimlerini anlatmakta istekli davranan öğrencilerin *bazılarının*, soru çözümlerini yazmaya başladıkları esnada bu durumdan, yani soru çözmekten, pek hoşlanmadıkları görülmüştür:

56. D1(grup arkadaşlarına hitaben): Üçgen prizmanın taban alanı mı? Orada (çalışma yaprağında) alanı mı soruyor? İşim gücüm yok alanı hesaplayacağım.

D1, bu (56' daki) söylemi 5.sorudaki tabloyu doldururken söylemiştir. Ancak D grubu, tabloyu bitirdikten sonra ve 6.soruyla uğraşırken; D2, tam tersi bir söylemde bulunmuştur:

57. D2(grup arkadaşlarına hitaben): (3D kalem kullanımını öğrenme kağıdını kastederek) İlk ders alıştırma dersiydi; bu ders iyice oldu.

Buradan anlaşılıyor ki D2 (57' de), oluşturdukları prizma üzerine düşünerek yeni bilgiler keşfetmekten oldukça memnundur. Bunları belirttiği esnada araştırmacı yakınında bile değildir. Yani bu söylemi içtenlikle söylediği kayıtlardan gözlemlenmiştir.

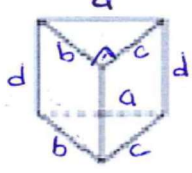
58. A1 (araştırmacıya ve grup arkadaşlarına hitaben): Ben çok beğendim. Her zaman yapabilirim (3D kalemi kullanabilirim).

söyleminden ise, öğrencilerin derse olan sevgi ve ilgisini tekrar fark etmekteyiz.

4.1.1.1.2. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Beşinci Sorunun Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin çalışma yaprağındaki soruya verdikleri cevaplar yer almaktadır. Araştırmacı, bu cevapları yorumlarıyla detaylandırmaktadır. Ayrıca öğrenci cevapları, bilişsel öğrenme alanlarına göre değerlendirilmiştir.

A grubunun 5.soru için cevabı:

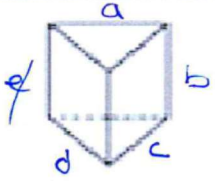
GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	Üçgen
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	Dikdörtgen
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	24
Yanal Yüzeylerinin Alanları	60, 80, 100
Hangi Yüzeyden Kaç Tane Var	2 üçgen 3 dikdörtgen
Cismın Tüm Yüzey Alanı	240

Şekil 4. 9. A Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları

A grubu tablodaki soruları cevaplarırken tek bir yanlış yapmışlardır. Bu yaptıkları tek yanlış *cismın tüm yüzey alanını* hesaplarırken *sadece dikdörtgenlerin alanlarını toplamış* olmalarıdır. Burada üçgenlerin alanını hesaba katmamışlardır.

Tablodaki üçgen prizma şeklinin kenarlarından isimlendirme olmasının sebebi, ÇY-1, 6.soruda istenen formülleştirme içindir. Buradaki tabloyla ilgisi bulunmamaktadır.

B grubunun 5.soru için cevabı:

GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	Dikdört üçgen
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	Dikdörtgen
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	24
Yanal Yüzeylerinin Alanları	60
Hangi Yüzeyden Kaç Tane Var	3 tane yanal yüzey, 2 tane taban
Cismın Tüm Yüzey Alanı	288

Şekil 4. 10. B Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları

B grubu tablodaki soruları cevaplarırken iki noktada yanlış yapmışlardır. Bu yanlışlardan biri *hangi yüzeyden kaç tane var* kısmına *3 dikdörtgen, 2 üçgen* yazmamış olmalarıdır. Diğer bir yanlış ise, *yanal yüzeylerinin alanları* kısmına sadece bir dikdörtgenin alanı olan *60* yazmalarıdır. Dikkat edilmesi gereken nokta; çoğul bir ifade kullanılmış olmasına ve ellerinde cisim bulunmasına rağmen bu yanlışı yapmış olmalarıdır. Burada, *taban şeklinin adı* kısmına *dikdörtgen* yazmak üzereyken *üçgen* yazdıkları da görülmektedir. Yani öğrencilerin cismi farklı konumlarda değerlendirebildikleri burada da fark edilmektedir.

Tablodaki üçgen prizma şeklinin kenarlarından isimlendirme olmasının sebebi, ÇY-1, 6.soruda istenen formülleştirme içindir. Buradaki tabloyla ilgisi bulunmamaktadır.

C grubunun 5.soru için cevabı:

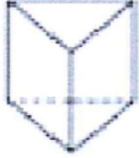
GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	Dikdörtgen Üçgen
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	Dikdörtgen
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	24
Yanal Yüzeylerinin Alanları	36, 36, 36 36, 36, 36
Hangi Yüzeyden Kaç Tane Var	2 tane üçgen, 3 tane dikdörtgen
Cismin Tüm Yüzey Alanı	120 288

Şekil 4. 11. C Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları

C grubu tablodaki soruları cevaplarırken tek yanlış yapmışlardır. Bu tek yanlış, *yanal yüzeylerinin alanları* sadece *eş üç dikdörtgen* varmış gibi yazmalarıdır. Dikkat edilmesi gereken nokta; ellerinde cisim bulunmasına rağmen bu yanlışı yapmış olmalarıdır. Ayrıca cismin tüm yüzey alanını 120 olarak yazıp sonra üzerini karalayıp 288 yazmışlardır. Burada, *taban şeklinin adı* kısmına *üçgen* yazmak üzereyken *dikdörtgen* yazdıkları da görülmektedir. Dikdörtgen yazısının üzerini karalayıp üçgen yazmışlardır. Yani öğrencilerin cismi farklı konumlarda değerlendirebildikleri burada da fark edilmektedir. Bu üç satırı karalayarak yapılan değişikliklerin hangi süreçte yapıldığı

bilinmemektedir. Dolayısıyla fikirlerini değiştirip mi karalama yaptıkları yoksa sonraki sorularda verilen cevaplara göre mi karalama yaptıkları fark edilememiştir.

D grubunun 5.soru için cevabı:

GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	Üçgen
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	Dikdörtgen
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	24 br
Yanal Yüzeylerinin Alanları	100, 80, 60 br
Hangi Yüzeyden Kaç Tane Var	2 üçgen, 3 tane dikdörtgen
Cismın Tüm Yüzey Alanı	288 br

Şekil 4. 12. D Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları

D grubu tablodaki soruları cevaplarırken *birimkare* yazmaları gereken değerlere *birim* yazmışlardır. Bunun dışında tabloda istenen bilgileri doğru cevaplamışlardır.

ÇY-1, 5.soruya yazılan cevaplar için genel bir değerlendirme yapılırsa, burada dikkat çeken nokta; grupların tamamı, *cismın tüm yüzey alanı* kısmına beklenildiği gibi '2 üçgen + 3 dikdörtgen' yazmamışlardır. Bunun yerine direkt olarak sayısal sonuca ulaşmaya çalışmışlardır. Ayrıca tüm grupların cisim yüksekliğini 10 birim olarak oluşturmuş oldukları da fark edilmiştir. Bu durum araştırmacı tarafından, cetvelle cisimlerin hepsinin yükseklikleri ölçülerek teyit edilmiştir.

Ayrıca yukarıdaki bilgilere göre, ÇY-1' in 5.sorusunun ve somut materyallerin, öğrencilerin bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *sentez* düzeyine çıkabilmelerini sağladıkları ortaya çıkmaktadır.

4.1.1.2. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Altıncı Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi

Bu kısımda, Çalışma Yaprağı-1' de bulunan 6.sorunun sınıf içi uygulamayla elde edilen bulgular ve bunların yorumu, alıntılarla ve öğrencilerin ÇY' leriyle desteklenerek sunulmuştur. Bu esnada, 4.1' de bahsi geçen 10 ana düşünceden b, c, d, f, g, h, ı ve j şıklarına dikkat edilmiştir. Çünkü 6.sorunun mantığında ve işlenişi sırasında bu düşünceler yer almaktadır. Bilindiği gibi, 6.soru, ÇY-1' in keşfetme aşamalarından biridir.

6) Elinizde bulunan prizmanın yüzey alanını bulmak için gerekli olan yükseklikleri grup arkadaşlarınızla belirleyin. Sizce elinizdeki prizmanın alanı nasıl bulunabilir? Düşündüğünüz bir yöntemle prizmanın yüzey alanını aşağıya yazın. Lütfen dikkat edin; sizlerden işlem değil, yöntem ve formül istiyoruz.

Şekil 4. 13. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan 6.Soru

4.1.1.2.1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Altıncı Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin uygulama esnasındaki diyalogları yer almaktadır. Ayrıca araştırmacı, bu diyalogları yorumlarıyla detaylandırmaktadır.

Aşağıdaki alıntıda da örneklendirildiği gibi, öğrencilerin bazıları yönergeleri okuyup, anlamışken; bazı öğrenciler ise yönergeleri okumadıkları için istenileni yanlış yorumlamışlardır:

59. **B1(C grubuna hitaben):** (ÇY-1' deki 6.soruyu göstererek) Oraya işlem yazmıyoruz. İşlem değil o.

60. **C2(B1' e hitaben):** İşlem değil yani?

B ve C grubu üyeleri aralarında (59 ve 60 diyaloglarında olduğu gibi) konuşuyorlar. Bunları duyan araştırmacı, tüm sınıfa hitaben, aşağıdaki konuşmayı gerçekleştiriyor:

61. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Altıncı soruda işlem yapmayacaksınız, formül çıkartmaya (oluşturmaya) çalışacaksınız.
62. **A1(arştırmacıya hitaben ve tedirgin bir ifadeyle):** Nasıl çıkaralım hocam onu (formülü)?
63. **D1(yüksek sesle):** Ben yaptım.

A1' in (62' deki) söyleminden, tedirginliğinden ve diğer öğrencilerin de şaşırduklarının gözlemlenmesinden dolayı daha önce öğrencilerden formül oluşturmalarının hiç istenmediği anlaşılmaktadır. Ancak D1' in (63' deki) 'Ben yaptım.' Söyleminden de anlaşılan öğrencilerin kendi oluşturdukları ve ellerinde bulunan bir cismi yorumlayarak ve çalışma yapraklarındaki aşamaları göz önüne alarak formüle ulaşabilme ya da en azından doğru yordayabilme durumları oluşmaktadır. Bunu Şekil 4.14' de D grubunun cevaplarından görmekteyiz.

$$\frac{\text{İsagenin alanı}}{\text{taban} \cdot \text{yükseklik}} \quad \frac{\text{Dikdörtgen alanı}}{\text{Kısa kenar} \cdot \text{uzun kenar}}$$

$$2 \text{ isagen} = 2 \cdot \frac{\text{taban} \cdot \text{yükseklik}}{2} \quad 3 \text{ dikdörtgen}$$

$$6 \cdot 10 + 8 \cdot 10 + 10 \cdot 10$$

$$2 \text{ isagen} + 3 \text{ dikdörtgen} = \text{tam yüzey alanı}$$


Şekil 4. 14. D Grubu, ÇY-1, 6.Soru İçin Cevapları

Araştırmacı 61' deki söyleminden sonra yönlendirmeye devam etmektedir:

64. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Az önce iki üçgen ve üç dikdörtgenin alanları toplamının (prizmanın) tüm yüzey alanı olduğunu gördünüz değil mi?
65. **A1(arştırmacıya hitaben):** Evet.

66. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Biz bir formül yazarken ne yapıyoruz?
Kenarları isimlendiriyoruz değil mi?
67. **A2(araştırmacıya hitaben):** Evet.
68. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** İki tane üçgen, üç dikdörtgenin alanları prizmanın tüm yüzey alanlarının toplamıysa; o zaman (kenarları) isimlendirerek bunu nasıl formülleştirebiliriz? Bunu yapabilirsiniz. Çünkü yukarıdaki tabloda (5.sorudaki tabloda) yaptınız biraz değil mi?
69. **A1(kendi kendine):** Bence de yapabiliriz.

64' den 69' a kadar gerçekleşen diyaloglarda araştırmacının tüm sorularına öğrencileri 'Evet. Biliyoruz.' şeklinde cevaplar verdikleri görülmüştür. Çünkü bu bilgileri ÇY-1' deki 5.soruda bulunan tablodan (Şekil 4.15) ve daha önce gördükleri formüllerde şekillerin ve cisimlerin kenarlarının isimlendirilmiş olması ön bilgilerinden bilmektedirler. Araştırmacının sadece bunları hatırlatması yeterli olmuştur.

GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	Üçgen
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	Dikdörtgen
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	24 br
Yanal Yüzeylerinin Alanları	100, 80, 60 br
Hangi Yüzeyden Kaç Tane Var	2 tane üçgen, 3 tane dikdörtgen
Cismin Tüm Yüzey Alanı	288 br

Şekil 4. 15. D Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları

Öğrenciler, 61' den 69' a kadar gerçekleşen diyaloglar üzerine *üçgen prizmanın yüzey alanı formülünü* yazmaya başlamışlardır.

Ayrıca zaman zaman, B ve C gruplarının arasında bilgi paylaşımları gerçekleştiği gözlemleniyor. Bu esnada grupların birbirlerine akran etkisinde buldukları düşünülmektedir.

Formülü keşfetme süreçleri için genel bir değerlendirme yapılırsa, formülü ilk keşfetmeleri istendiğinde öğrencilerin çoğu tedirgin olmuşlardır. Bunun sebebinin öğrencilerden daha önce böyle bir şey istenmemiş olması olabileceği düşünülmektedir. Ancak araştırmacının hatırlatma ve yönlendirmeleriyle B grubunun formülü keşfettiği görülmektedir. D grubunun ise, düşünce yapısının doğru olduğu ancak istenileni tam manasıyla sağlayamamış oldukları anlaşılmaktadır. A grubunun ise akran etkisiyle fikirlerini değiştirmiş oldukları çalışma yaprağına yazdıkları cevapta yani 4.1.1.2.2' de Şekil 4.18' de görülmektedir. C grubu ise doğru formüle ulaşamamıştır.

4.1.1.2.2. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Altıncı Sorunun Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları

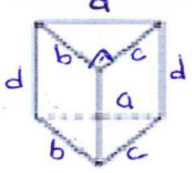
Bu kısımda, öğrencilerin çalışma yaprağındaki soruya verdikleri cevaplar yer almaktadır. Araştırmacı, bu cevapları yorumlarıyla detaylandırmaktadır. Ayrıca öğrenci cevapları, bilişsel öğrenme alanlarına göre değerlendirilmiştir.

A grubunun 6.soru için cevabı:

$$\frac{2 \cdot b \cdot c}{2} + (d \cdot c)$$

Şekil 4. 16. A Grubu, ÇY-1, 6.Soru İçin İlk Yazdıkları Cevapları

A grubu, formülü Şekil 4.16' daki gibi yazmış bulunmaktadırlar. Şekil 4.16' da görüldüğü gibi, A grubu tüm yüzey alanını; 2 üçgenin alanı ve 1 dikdörtgenin alanı toplamları olarak almışlardır. Fakat Şekil 4.17' de görüldüğü gibi ÇY-1' deki 5.soruda, tüm yan yüzeylerin alanlarını ayrı ayrı yazmışlardır.

GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	Üçgen
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	Dikdörtgen
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	24
Yanal Yüzeylerinin Alanları	60, 80, 100
Hangi Yüzeyden Kaç Tane Var	2 Üçgen 3 dikdörtgen
Cismnin Tüm Yüzey Alanı	240

Şekil 4. 17. A Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları

Üstelik tahtada da tüm yüzey alanı için, 2 üçgen ve 3 dikdörtgenin alanlarının toplamını aldıklarını temsilcileri belirtmiştir. Bunlara rağmen, formülde tek bir dikdörtgenin alanını hesaba katmışlardır. Ancak formülde eksik yazdıkları kısımları, 7.soruda arkadaşlarının da etkisiyle fark etmişlerdir. Sonrasında formülün eksik kısmını da yazarak Şekil 4.18' deki gibi formülü tamamlamışlardır. Ancak Şekil 4.18' de görüldüğü gibi, değerleri yerine yazdıklarında '6.8/2' olmak üzere, formülün üçgenlerin alan toplamı kısmını 2 ye bölmüşler gibi yazmışlardır. Sonucu ise, 288 birimkare olmak üzere doğru bir şekilde yazmışlardır.

$$\begin{aligned} & \frac{2 \cdot b \cdot c}{2} + (d \cdot c) + (a \cdot d) + (b \cdot d) \\ & = d(a+b+c) + b \cdot c \\ & = h(a+b+c) + b \cdot c, \quad h = \text{Yükseklik} \\ & = 10 \cdot (8+6+10) + \frac{6 \cdot 8}{2} = 288 \text{ br}^2 \end{aligned}$$

Şekil 4. 18. A Grubu, ÇY-1, 7.Soruda Sınıf Arkadaşlarının Etkisiyle 6.Sorudaki Cevaplarını Değiştirdikleri Hali

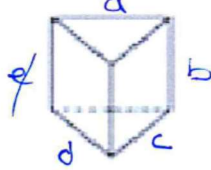
B grubunun 6.soru için cevabı:

ilk taban alanlarını bulduk 2 ile çarptık
sonra yanıl alanlarını bulduk 3 ile çarptık
sonra bulduğumuz sonuçları topladık.

$$\begin{aligned} & 2 \cdot \left(\frac{c \cdot d}{2} \right) + (a \cdot b) + (c \cdot b) + (d \cdot b) \\ & = d(a+b+c) + b \cdot c \\ & = h(a+b+c) + b \cdot c \\ & = 10 \cdot (8+b+10) + b \cdot 8 = \underline{288} b^2 \end{aligned}$$

Şekil 4. 19. B Grubu, ÇY-1, 6.Soru İçin Cevapları

Şekil 4.19' da görüldüğü gibi, B grubu formülü doğru yazmışlardır ve işlemi gerçekleştirip sonuca dahi ulaşmışlardır. Ayrıca tahtada da tüm yüzey alanı için, 2 üçgen ve 3 dikdörtgenin alanlarının toplamını aldıklarını temsilcileri belirtmiştir. Ancak kağıda yazdıkları açıklamada yanlışlar bulunmaktadır. Yanal alanları bulup, 3 ile çarptıklarını belirtmeleri düşünce yapılarıyla uyuşmamaktadır. Formüle ulaşırken yararlandıkları 5.sorudaki cevaplarına Şekil 4.20' de tekrar yer verilmiştir.

GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	Dikdört üçgen
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	Dikdörtgen
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	24
Yanal Yüzeylerinin Alanları	60
Hangi Yüzeyden Kaç Tane Var	3 tane yanıl yüzey, 2 tane de taban
Cismın Tüm Yüzey Alanı	288

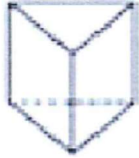
Şekil 4. 20. B Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları

C grubunun 6.soru için cevabı:

$$\frac{3b+3b+3b+2d+2d}{5}$$
$$\frac{d_{Abn} + d_{Abn} + d_{Abn} + d_{Abn} + d_{Abn}}{\text{Çokgen sayısı}}$$
$$\Rightarrow \frac{(a+b+c) \cdot d}{2}$$

Şekil 4. 21. C Grubu, ÇY-1, 6.soru İçin Cevapları

C grubu Şekil 4.21' de, formülü yanlış yazmışlardır. Üçgen prizmanın tüm yüzey alanını için ilk önce, 3 dikdörtgen ve 2 üçgenin alanlarını prizmadaki çokgen sayısı olan 5'e (3 dikdörtgen + 2 üçgen = 5 çokgen) bölme düşüncesiyle yazmışlardır. Ancak daha sonra üçgenin alan formülüne, yani $(a \times b)/2$ formülüne, benzeterek formülü yazmışlardır. Görüldüğü gibi, üçgen kenarların uzunluklarının toplamını alıp yükseklikle çarpıp, üçgenin alan formülünde olduğu gibi 2' ye böldükleri düşünülmektedir. Ancak hangi formülü tercih ettikleri ya da aralarında-kendi düşüncelerine göre varsa-nasıl bir bağlantı kurdukları anlaşılamamaktadır. Burada belirtilmesi gereken bir nokta 5.sorudaki tabloda (Şekil 4.22) cismin 2 üçgen ve 3 dikdörtgenden oluştuğunu belirtmiş olduklarıdır. Ayrıca tüm yüzey alanını da doğru yazmış olmalarına rağmen üçgen prizmanın yüzey alanı formülünü yanlış yazmışlardır. Üstelik Şekil 4.22' deki tabloda yazmış oldukları değerleri Şekil 4 .21' de de dikdörtgen ve üçgenin alanları olarak yazmışlardır.

GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	Dikdörtgen Üçgen
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	Dikdörtgen
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	24
Yanal Yüzeylerinin Alanları	36, 36, 36 36, 36, 36
Hangi Yüzeyden Kaç Tane Var	2 tane üçgen, 3 tane dikdörtgen
Cismnin Tüm Yüzey Alanı	120 288

Şekil 4. 22. C Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları

D grubunun 6.soru için cevabı:

$$\frac{\text{Üçgenin alanı}}{\text{taban} \cdot \text{yükseklik}} = \frac{\text{Dikdörtgen alanı}}{\text{Kısa kenar} \cdot \text{uzun kenar}}$$


$$2 \text{ üçgen} = 2 \cdot \frac{\text{taban} \cdot \text{yükseklik}}{2} \quad 3 \text{ dikdörtgen}$$

$$2 \text{ üçgen} + 3 \text{ dikdörtgen} = \text{tüm yüzey alanı}$$

$$6 \cdot 10 + 8 \cdot 10 + 10 \cdot 10$$

Şekil 4. 23. D Grubu, ÇY-1, 6.Soru İçin Cevapları

D grubu Şekil 4.23' de anlaşıldığı üzere, düşünce yapısı olarak doğru ilerlemektedirler. Ancak formülü istenildiği gibi, kenarları isimlendirerek yazamamışlardır. Şekil 4.24' deki tabloda da tüm yüzey alanını doğru hesaplamış oldukları görülmektedir.

GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	Üçgen
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	Dikdörtgen
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	24 br
Yanal Yüzeylerinin Alanları	100, 80, 60 br
Hangi Yüzeyden Kaç Tane Var	2 tane üçgen, 3 tane dikdörtgen
Cismın Tüm Yüzey Alanı	288 br

Şekil 4. 24. D Grubu, ÇY-1, 5.Soru İçin Cevapları

ÇY-1, 6.soruya yazılan cevaplar için genel bir değerlendirme yapılırsa, anlaşıldığı gibi, A, B ve D grupları 'iki üçgen alanı + üç dikdörtgen alanı' yapısının onları tüm yüzey alanına ulaştıracağını görmüşlerdir. B grubu formülü tam olarak yazmışlar ve hatta hesaplamayı gerçekleştirip üçgen prizmanın yüzey alanına ulaşmışlardır. D grubu ise tamamen doğru bir düşünce yapısıyla formülün açıklamasını yazmışlardır. Ancak cismin kenar isimlendirmelerini yaparak formülü o haliyle yazmamışlardır. A grubu ilk önce iki üçgenin alanı ile bir dikdörtgenin alanını toplayarak formülü yazmış olsalar da Şekil 4.8' de gösterildiği gibi 7.soruda formülü tam olarak yazmışlardır. Yani eksik kalan düşünceyi fark edebildikleri ve bu şekilde tamamlamayı gerçekleştirdikleri düşünülmektedir. C grubu ise, 'iki üçgen alanı + üç dikdörtgen alanı' yapısının onları tüm yüzey alanına ulaştıracağını ve üçgen ile dikdörtgenin alan formüllerini bilmelerine rağmen, bu yapıyı formülleştirmekte zorlanmışlardır ve gerçekleştirememişlerdir. Bunun sebeplerinden birinin yapıyı doğru yordayamamaları olabileceği düşünülebilir. Ancak öğrencilerin öğretim hayatlarında, ön bilgilerinden faydalanarak, formül bulmak gibi bir eylemde bulundurulmamaları ve dolayısıyla bu istekten tedirgin olmuş olmalarının temel sebep olduğu düşünülmektedir. Bazı öğrencilerin tedirgin bir ifadeyle, 'Nasıl çıkaralım hocam onu (formülü)?' gibi tepkiler göstermesi de bu endişenin göze çarptığı noktalardan biri olmaktadır.

Ayrıca yukarıdaki bilgilere göre, ÇY-1' in 6.sorusunun ve somut materyallerin, öğrencilerin bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *sentez* düzeyine çıkabilmelerini sağladıkları ortaya çıkmaktadır.

4.1.1.3. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Yedinci Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi

Bu kısımda, Çalışma Yaprağı-1' de bulunan 7.sorunun sınıf içi uygulamayla elde edilen bulgular ve bunların yorumu, alıntılarla ve öğrencilerin ÇY' leriyle desteklenerek sunulmuştur. Bu esnada, 4.1' de bahsi geçen 10 ana düşünceden b, c, d, e, h, ı ve j şıklarına dikkat edilmiştir. Çünkü 7.sorunun mantığında ve işlenişi sırasında bu düşünceler yer almaktadır. Bilindiği gibi, 7.soru, ÇY-1' in açıklama aşamasıdır.

7) Oluşturduğunuz cisim doğrultusunda, aşağıdaki tabloda istenen bilgileri yazın.

	GRUP ADI	YÜKSEKLİK	TABAN ALANI	TÜM YÜZEY ALANI

Şekil 4. 25. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan 7.Soru

4.1.1.3.1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Yedinci Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin uygulama esnasındaki diyalogları yer almaktadır. Ayrıca araştırmacı, bu diyalogları yorumlarıyla detaylandırmaktadır.

7.soru için araştırmacı, öğrencilere aşağıdaki bilgileri veriyor:

70. Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben): Her grubun kendi grup adını bu (7.sorudaki) tabloya yazıp, az önceki bulunduğu bilgiler (5 ve 6.sorudaki bilgiler kastediliyor) doğrultusunda doldurmasını rica ediyorum. Ve aranızdan birer tane temsilci seçin. Bu temsilci sizin fikirlerinizi (tahtada) açıklayacak arkadaşlarınıza.

Bunun (70' deki söylemin) tahtada gerçekleştirilmesinin sebebi, öğrencilerin kavramla ilgili yanlışlıkları varsa bunları görebilmektir. Ayrıca öğrencilerin akran etkisiyle fikirlerini değiştirebileceği ihtimali de göz önüne alınmıştır.

70' deki söylemin hemen ardından:

71. **D1(kendi kendine):** *Ben tabi ki hocam.*

72. **D2(D1' e hitaben):** *Kalk açıkla.*

D1 ayağa kalkıyor.

73. **Araştırmacı(D1' e hitaben):** *Önce tabloyu doldurun. Fikirlerinizi yazın lütfen.*

71' den 73' e kadar olan diyaloglardan anlaşılıyor ki D grubunun derse ilgisi ve hevesi mevcuttur. Daha istenilen bilgileri yazmadan, ilk tahtaya çıkan ve yaptıklarını anlatan grup olmak istemektedirler.

Araştırmacının 70' deki söylemine ve ellerindeki çalışma yaprağında yönergeler olmasına rağmen bazı öğrenciler:

74. **A3(araştırmacıya hitaben):** *Nereyi dolduracağız hocam?*

75. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** *Yüksekliğin neresi olduğunu vesaire tahtada göstereceksiniz. Diğer bilgileri de (ÇY-1' deki 7.soruda bulunan tabloyu işaret ederek) buraya yazacaksınız. Formüller yazabilirsiniz, direk işlem sonuçlarını yazabilirsiniz. Nasıl isterseniz.*

74' deki söylemde, diğer sorularda da fark edildiği gibi, bazı öğrenciler yönergeleri okumak yerine-araştırmacı açıklamada bulunmuş olmasına rağmen-araştırmacıya sormayı tercih etmişlerdir.

76. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** *Teneffüs mü oldu çocuklar?*

77. **A1 ve A3(araştırmacıya hitaben):** *Çıkmayalım hocam.*

78. **A2(araştırmacıya hitaben):** *Aynen çıkmayalım, yapalım hocam.*

76' dan 78' e kadar olan diyaloglardan anlaşıldığı üzere çoğu öğrenci teneffüse dahi çıkmak istememiştir. Derse devam etmek istemişlerdir. Ancak yine de öğrencilerin teneffüse çıkmaları için beş dakika izin verilmiştir. Bu esnada sınıftan çıkmayarak 3D kalemle isim, harf vs. yapan öğrenciler de olmuştur.

79. **A1(A3' e hitaben):** *Sekize (sekizinci soruya) geçtik.*

A1' in 79' daki söyleminde de olduğu gibi bazı gruplar, araştırmacı geçmelerini söylemediği halde, sorudan soruya geçmişlerdir. Bu durum soruları çözmek için hevesli olduklarını göstermektedir. Dersi ve soruları ilgi çekici buldukları düşünülebilir.

80. **D2(araştırmacıya hitaben):** *Hocam şimdi sekizinci soruda bir tane daha mı (prizma) yapıyoruz?*

D2' nin (80' deki) söylemi öğrencilerin 3D kalemle cisim yapmaya ne kadar hevesli olduğunu göstermektedir. Yönergelerde cisim yapmaları istenmediği, ellerindeki cismi kullanmaları yazdığı halde tekrar tekrar cisim oluşturmak istemişlerdir. Bu durumun yönergeleri anlamadıklarından değil, cisim oluşturmak için hevesli olmalarından kaynaklandığı gözlemlenmiştir.

Araştırmacı tabloyu tahtaya çizmiştir. Tahtaya gelen temsilcilerden birisinin söylemleri ve yaptıkları aşağıda, örnek olarak, verilmiştir:

B3, tahtaya grup adlarını ... olarak yazıyor.

...

81. **B3(tüm sınıfa hitaben):** *(Prizmalarının üzerinde göstererek) Yükseklik burası on santim.*

B3, prizmanın yüksekliğinin sorulduğu tahtadaki kutucuğa '10' yazıyor.

82. **B3(tüm sınıfa hitaben):** *Taban alanı şu şekilde (prizmanın üçgen şeklindeki tabanını göstererek), üçgenin alt bölümü. Orası da yirmi dört yapıyor. Sekiz çarpı altı bölü ikiden.*

B3, prizmanın taban alanının sorulduğu tahtadaki kutucuğa '(8 x 6)/2' yazıyor.

83. **B3(tüm sınıfa hitaben):** *Bütün yüzey alanını (elindeki prizmasından üç dikdörtgeni göstererek); şurayı şurayı ve şurayı toplayarak bulduk. Bir de (taban ve tavandaki iki üçgeni göstererek) alt alanları toplayarak.*

B3, prizmanın tüm yüzey alanının sorulduğu tahtadaki kutucuğa '288' yazıyor.

84. **B3(tüm sınıfa hitaben):** *Burası iki yüz seksen sekiz.*

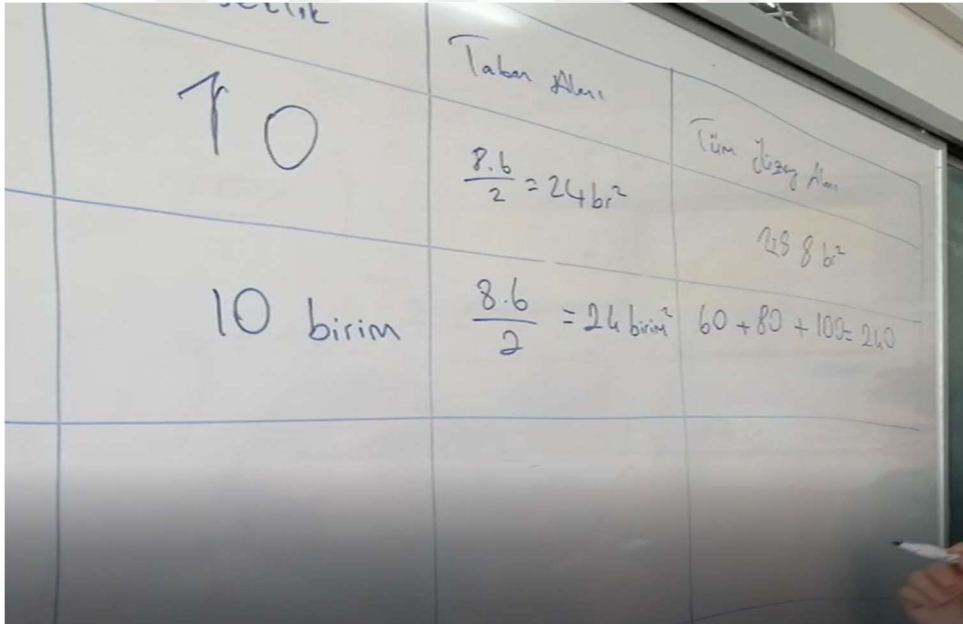
Diğer gruplar da hemen hemen aynı ifadeleri (81' den 84' e kadar olan söylemleri) kullanmışlardır. Şekil 4.26 ve Şekil 4.27' de grup temsilcileri gruplarının belirlediği bilgileri tahtaya açıklarken dersten kesitlere yer verilmiştir. Şekil 4.28' de grup temsilcileri gruplarının belirlediği bilgileri tahtaya yazarken dersten bir kesit olarak verilmiştir.



Şekil 4. 26. B Grubunun Temsilcisi B3 Prizmalarının Yüksekliklerini Gösterirken



Şekil 4. 27. B Grubunun Temsilcisi B3 Prizmalarının Taban Üçgenini Gösterirken



Şekil 4. 28. Grup Temsilcileri Tahtaya Bilgileri Yazarken Dersten Bir Kesit

B grubu 6.soruda sorulan formülü, çalışma yapraklarındaki 6.soruya, istenildiği gibi yazabilen tek grup olmuştur. Ancak tahtaya çıkan A, C ve D grubunun temsilcileri de hemen hemen aynı söylemlerle, aynı sonuçları yazmışlardır. Öğrenciler, ÇY-1, 6.soruda farklı formüller yazmış olsalar dahi tahtada açıkladıkları düşüncelerinin *doğru*

yapıda olduğu fark edilmiştir. Yani, *üçgen prizmalarının yüzey alanı formülüne, prizmalarında bulunan; iki üçgen ve üç dikdörtgenin alanlarını toplayarak ulaştıklarını* belirtmişlerdir. Bu durum 4.1.2.1’ de bahsedildiği gibi, *‘iki üçgen alanı + üç dikdörtgen alanı’* yapısının onları tüm yüzey alanına ulaştıracağını ve üçgen ile dikdörtgenin alan formüllerini bilmelerine rağmen, bu yapıyı tam olarak formülleştirmekte zorlanabildiklerini tekrar hatırlatmaktadır.

A grubunun temsilcisi A1, tahtaya çizilen tablodaki bilgileri yazarken *tüm yüzey alanı* kısmına ‘240’ olarak yazıyor (Şekil 4.28). Yani, tüm yüzey alanı olarak sadece *dikdörtgenlerin alanları toplamını* yazıyor. Bunun üzerine:

85. **B3(arştırmacıya hitaben):** *Tüm yüzey alanında üçgenleri de alması gerekmiyor mu?*

86. **A1(arştırmacıya hitaben):** *Biz (üçgenleri işleme) almadık.*

87. **Arştırmacı(A1’ e hitaben):** *(Üçgenleri) almalı mıydınız peki? Kendi aranızda konuşun, grup arkadaşlarınızla.*

A1 elindeki üçgen prizma cismiyle grup arkadaşlarına yöneliyor. Cisme bakarak kısa bir süre konuşuyorlar ve

88. **A2(arştırmacıya hitaben):** *Almalıydık hocam.*

89. **A3(arştırmacıya hitaben):** *Hepsini soruyor çünkü.*

90. **A1(arştırmacıya hitaben):** *Tüm yüzey alanında evet, almalıydık.*

sonrasında tahtaya ‘ $240 + 48 = 288$ ’ yazıyor. Buradan (85’den 90’ a kadar olan diyaloglardan) da akran etkisini ve gruplar arası iletişimi görmekteyiz. Ayrıca A1 yerine geçtiğinde, 4.1.1.2.2’ de bahsettiğimiz gibi, çalışma yapraklarındaki ‘ $[2(b.c)/2] + (d.c)$ ’ olarak eksik yazdıkları formülü; ‘ $[2(b.c)/2] + (d.c) + (a.d) + (b.d)$ ’ olarak tamamladıkları görülmektedir.

A1’ yerine geçtikten bir süre sonra C1’ in kendisine bir şeyler sorduğu görülmüştür. Bunun neticesinde grup kağıtlarının üzerinde yazdıklarına ekleme yaptığı dikkate değerdir. C grubu, temsilcisi en son tahtaya çıkan gruptur.

Grup temsilcileri tahtadaki tabloya istenilen bilgileri yazmışlardır. Aynı esnada, tahtadaki bilgileri, öğrenciler ÇY' lerindeki 7.soruda bulunan tabloya geçirmişlerdir. Sonrasında öğrencilere:

91. Araştırmacı (tüm sınıfa hitaben): *Siz önce fikrini benimsediğiniz grubun yanına işaret koyun. Bu kendi grubunuzda olabilir. Tek bir işaret koyun.*

demmiştir. Burada ki etken, öğrencilerin akran etkisiyle fikir değiştirebilecekleridir. Maksat; öğrencilere doğru düşünceyi fark edebilmeleri için son bir fırsat tanınmasıdır.

Daha sonra konuyla ilgili-Çalışma Yaprağı-1' in Kılavuzu, açıklama kısmında da bulunan-açıklamalarını tahtaya yazarak izah etmiştir. Burada ilginç olan nokta; prizma yüksekliğinin bütün gruplarda farklı oluşturulması beklenmekteyken, hepsinin prizma yüksekliğini 10 birim olarak oluşturmalarıdır. Çünkü yükseklik belirtilmemiş ve öğrencilerin tasavvuruna bırakılmıştı. Ancak tüm gruplar aynı yükseklikte üçgen prizmalarını oluşturmuşlardır. Bunun üzerine araştırmacı şu açıklamada bulunmuştur:

92. Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben): *(Tabloda) Farklı sonuçlar çıkacaktı. Bu durumunda her prizmanın ebatlarının farklı olduğunu bu yüzden de hepsinin yüzey alanlarının farklı olduğunu söyleyecektik. En azından bunu söylemiş olalım. Söylemeden geçmeyelim.*

93. C1(araştırmacıya hitaben): *Birleştirirken zor oluyor diye yakınlaştırdık azıcık. Uzatınca da yamuluyor ya hocam.*

93' deki söylemden anlaşıldığı üzere, öğrencilerin bazıları yüksekliği oluştururken yamuk yapabilecekleri endişesiyle 10 birim yapmayı tercih etmiş olabilirler. Ancak bu şekilde düşünmelerini gerektirecek bir durum gözlemlenmemiştir.

Ayrıca,

94. Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben): *Bir prizmanın yüzey alanını bulabilmek için her bir yüzeyinin alanlarının toplamını almamız gerekiyor. Bu bütün prizmalar için geçerli.*

söylemiyle (94' deki) bir prizmanın tüm yüzey alanını bulabilmek için bütün yüzeylerinin alanlarının alınması gerektiğini vurgulamıştır. Yani herhangi bir prizmanın tüm yüzey alanının bulunabilmesini genelleştirmiştir.

Bu açıklamalardan sonra araştırmacı, çalışma yaprağının giriş kısmında oluşan problemin irdelenmesi için:

95. *Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben): Kalemliklerin tüm yüzeylerini boyarken Makbule' nin atladığı Şey neydi o zaman? Eksik kalmasının sebebi boyanın neydi?*

B3 elini kaldırıyor.

96. *B3(araştırmacıya hitaben): Kalemliklerin hepsinin yüzey alanlarının eşit olmaması mı?*

97. *Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben): Evet. Tüm prizmaların ebatları birbirinden farklıydı. Kenar uzunlukları birbirinden farklıydı. O yüzden boya yetmedi. Makbule' nin yaptığı hata buydu. Kalemliklerin yüzey alanlarını hesaplamış olsaydı, ona göre boya miktarını hesaplayabilirdi.*

izahıyla da açıklama kısmını sonlandırmış bulunmaktadır. Burada B3' ün giriş kısmındaki problemi doğru değerlendirdiği görülmektedir.

4.1.1.3.2. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Yedinci Sorunun Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin çalışma yaprağındaki soruya verdikleri cevaplardan biri örnek olarak yer almaktadır. Ayrıca araştırmacı, cevapları yorumlarıyla detaylandırmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, tablodaki ilk satır grubun kendisine aittir. Diğer satırlar ise, diğer grupların tahtaya yazdıkları cevaplardır.

A grubunun 7.soru için cevabı:

GRUP ADI	YÜKSEKLİK	TABAN ALANI	TÜM YÜZEY ALANI
	10 br	24 br ²	240 + 48 = 288 ✓
	10 br	24 br ²	288
	10 br	24 br ²	288
	10 br	24 br ²	288

Şekil 4. 29. A Grubu, Y-1, 7.Soru

ÇY-1, 7.soruya yazılan cevaplar için genel bir değerlendirme yapılırsa, tüm gruplar formül yazmak yerine, Şekil 4.29' da da örneği görüldüğü gibi, sayısal değerleri yazmayı tercih etmişlerdir. Tüm gruplar 7.soruda bulunan tabloyu aynı şekilde doldurmuşlardır. Sadece birimlerle ilgili sorunlar göze çarpmaktadır. Temsilciler tahtada açıklama yaparken; yükseklik olarak doğru uzunluğu, taban ve tavan olarak ise iki üçgeni göstermişlerdir. Ayrıca tabloya sadece sayısal değerleri yazmış olsalar da tahtada anlatırken; tüm yüzey alanı olarak 2 üçgen ve 3 dikdörtgenin alanlarının toplamalarını aldıklarını belirtmişlerdir.

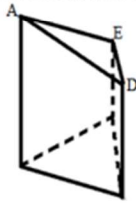
4.1.1.4. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Sekizinci Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi

Bu kısımda, Çalışma Yaprağı-1' de bulunan 8.sorunun sınıf içi uygulamayla elde edilen bulgular ve bunların yorumu, alıntılarla ve öğrencilerin ÇY' leriyle desteklenerek sunulmuştur. Bu esnada, 4.1' de bahsi geçen 10 ana düşünceden a, b, d, f, g, h, ı ve j şıklarına dikkat edilmiştir. Çünkü 8.sorunun mantığında ve işlenişi sırasında bu düşünceler yer almaktadır. Bilindiği gibi, 8.soru, ÇY-1' in derinleştirme aşamasıdır.



Yandaki fotoğrafta 1902 yılında inşa edilmeye başlanan ve New York şehrinin ilk gökdeleni olan Flatiron (*Fletayn*) binası görülmektedir. Bina, ilk gökdelen olmasının yanında üçgen dik prizma şekliyle de ilgi çekmektedir. Bina tadilata alınacak olmasından dolayı yanal yüzleri çevreye rahatsızlık vermemek için bezlerle çevrelenecektir.

Aşağıdaki tabloyu doldurun. Cevapları, cetvelle ölçerek santimetre cinsinden yazın.

KENAR UZUNLUKLARI	CİSMİNİZ BU BİNA OLSAYDI ÇEVRELENMESİ İÇİN GEREKLİ OLAN BEZİN ALANI	<p>ABCDE PRİZMASINI CİSMİNİZDEN KESİN (BE, $CD = 1$ cm). AŞAĞIDAKİ DURUMA GETİRDİĞİNİZ CİSMİNİZİN TÜM YÜZEY ALANI</p> 

Şekil 4. 30. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan 8.Soru

4.1.1.4.1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Sekizinci Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin uygulama esnasındaki diyalogları yer almaktadır. Ayrıca araştırmacı, bu diyalogları yorumlarıyla detaylandırmaktadır.

8.soruda bulunan, prizmanın bezle çevrelenmesi ile ilgili soruda araştırmacı, öğrencilere rehberlik ediyor:

98. *A3(araştırmacıya hitaben): Prizma bezle çevrilecek. Hocam o zaman bunların yanal yüzeylerini de mi dolduracağız?*

99. *Araştırmacı(A grubuna hitaben): Şu an doldurmamıza gerek yok değil mi?*

A3' ün (98' deki) söyleminde yönergeyi yanlış anlamış olduğu görülmektedir. Öğrencilerin, soruları 3D kalemle oluşturarak çözüyor olmaları, cisimi doldurmaları gerektiğini düşünmelerine sebep olmuş olabilir. Diyaloglar kaldığı yerden devam ediyor:

100. **A1(araştırmacıya hitaben):** *Ama 'bezlerle çevrilecek' diyor.*

101. **A3(araştırmacıya hitaben):** *Hocam bunu yaptık biz zaten. Ölçün diyor(çalışma yaprağına bakıp bir kısmını içinden okuyor).*

102. **Araştırmacı(A grubuna hitaben):** *(Eline masada duran peçeteyi alıyor ve A grubunun prizmasını peçeteyle sararak) Çevrildiğini hayal edin. Bezle çevriliyor şöyle. Zaten bir yerden sonra artık matematik nedir arkadaşlar; soyuttur. Yani zihnimize düşünmemiz lazım. Bir binanın bezle çevrildiğini görmüşsünüzdür.*

103. **A2(araştırmacıya hitaben ancak yüksek sesle):** *Yanal alanı hesaplarız.*

Öğrencilere, 102' deki söylemde de görüldüğü gibi, artık somuttan soyut düşünceye geçmeleri gerektiği vurgulanmıştır. A3' ün (101' deki), “*Hocam bunu yaptık biz zaten.*” söyleminin ardından soruyu okumaya başlaması, soruları yeterince okumuyor olduklarını tekrar göstermektedir. Araştırmacı (102' deki söyleminde) günlük hayattan örnek olarak, “*Bir binanın bezle çevrildiğini görmüşsünüzdür.*” diyor. Bu sayede A2, sadece yanal yüzeylerin toplam alanını hesaplaması gerektiğini fark edebiliyor. Son söylemde (103' de) de görüldüğü gibi A2, bu bilgiyi tüm sınıfla paylaşarak herkesin düşünceyi fark edebilmesini sağlamıştır.

Öğrenciler, üçgen prizmalarını keserek, kesik üçgen prizma oluştururlarken araştırmacı onlara aşağıdaki gibi rehberlik etmiştir:

104. **Araştırmacı(A grubuna hitaben):** *(ÇY-1' de bulunan 8.sorudaki tabloyu göstererek) Şimdi bu cismin (kesik üçgen prizmanın) yan görünüşü değil mi?*

Araştırmacı, A grubunun üçgen prizmasını önüne alıyor ve iki parmağıyla bir kısmını kapatarak, yandan kesik üçgen prizma görüntüsünü göstermeye çalışıyor.

105. **Araştırmacı(A grubuna hitaben):** *Eğer bu şekilde görünecekse, (prizmayı) nasıl kesersiniz? A noktasına (prizma üzerinden göstererek) zarar gelmeyecek.*

Bu esnada B ve C grupları da araştırmacının yaptıklarına bakmakta ve söylediklerini dinlemektedirler.

106. **A1(araştırmacıya hitaben):** (Üçgen prizmanın bir yüksekliğinin tamamını göstererek) Şurayı keserim.

107. **A3 (araştırmacıya hitaben):** Bence de önleri (iki yüksekliği) keserdik.

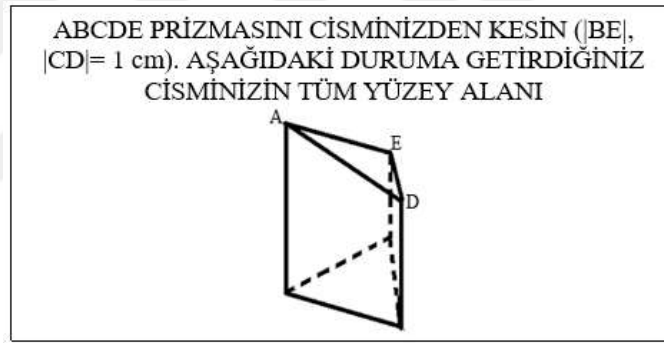
108. **C1 (araştırmacıya hitaben):** Yüksekliğin ortasından olmaz mı?

109. **Araştırmaçı (C1 ve A grubuna hitaben):** O zaman ne olacak?

A3, prizma üzerinden kesilmesi gereken noktaları gösteriyor ve

110. **A3 (araştırmacıya hitaben):** O zaman şuralardan keseceğiz. Aynen.

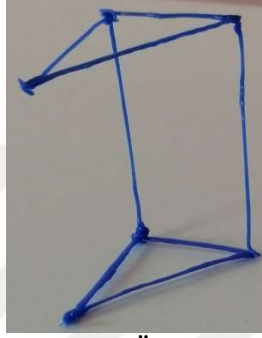
Diyalog sırasına göre değerlendirmede bulunursak araştırmaçı 104' deki söyleminde kesik üçgen prizmanın ÇY' deki 2 boyutlu haline dikkat çekmeye çalışmıştır (Şekil 4.31).



Şekil 4. 31. ÇY-1, 8.Sorudaki Tabloda Bulunan Kesik Üçgen Prizma Sorusu

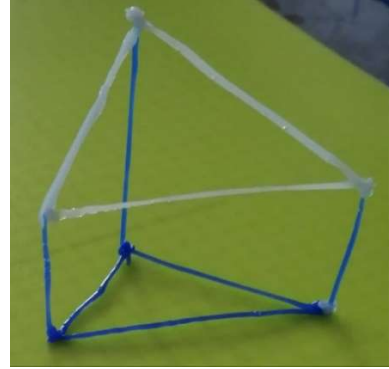
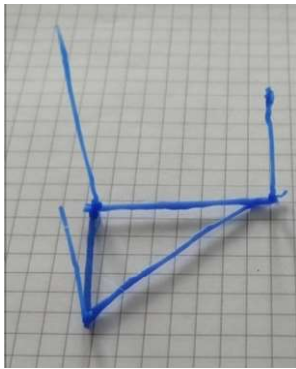
105' deki söylemde araştırmaçı cisim üzerinde göstererek kesik üçgen prizma cismini nasıl oluşturacaklarını izah etmeye çalışıyor. Ancak 106' da A1, *üçgen prizmanın bir yüksekliğinin tamamını göstererek*, 'Şurayı keserim.' demiştir. Yani cisim üzerinde gösteriliyor olmasına rağmen kesmesi gereken kısımları görememiştir. A1' in bu söyleminden hemen arkasından A3' ün (107' deki) söyleminde, iki öğrencinin yüksekliğin tamamını mı yoksa yükseklikte bir noktayı mı kastettikleri net anlaşılamamaktadır. Yani, öğrenciler net bilgi verecek kadar emin olamamaktadırlar. Ancak yukarıda da geçtiği gibi, A grubuna yapılan bu rehberliği, B ve C grupları da izleyip dinlemektedirler. Bu esnada C1' in (108' deki) söylemi, kesik prizma görünümünü sağlayabilecek; "Yüksekliğin ortasından olmaz mı?" önerisi cismin

görünümünü anladığını göstermektedir. Üstelik C1' in bu etkisiyle, A3' te, kesik prizma elde edebilmek için, cisim nerelerden kesmesi gerektiğini fark etmiştir (110' daki söylem) ve kesilmesi gereken doğru noktaları göstermiştir. Ancak A grubu daha sonra cismin bir yüksekliğinin tamamını keserek, yanlış kesmiş olmuşlardır (Şekil 4.32). Burada A3' ün C1' in söylediğini doğru anlamış ve doğru noktaları göstermiş olmasına rağmen cisim grubun yanlış kesmesi, diğer arkadaşlarının yanlış anlamış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4. 32. ÇY-1, 8.Sorudaki İstenen Kesik Üçgen Prizma İçin A Grubunun Üçgen Prizmanın Yanlış Kısmını Kesmeleri

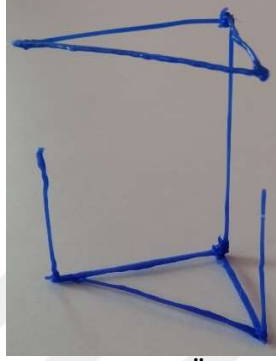
Araştırmacının 105' den 110' a kadar olan yukarıdaki rehberliğine rağmen, öğrencilerin kesik prizmayı oluşturamadıklarını görünce; C grubunun cismini alıyor ve kesilmesi gereken kısımları kesiyor. Öğrencilere gösteriyor ve cisim 3D yazıcı kalemle tamamlıyor. Son halini de öğrencilere gösteriyor. Böylece öğrenciler 3 boyutlu halini gördükleri cisim hemen yapabiliyorlar (Şekil 4.33).



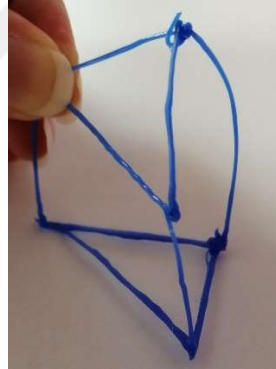
Şekil 4. 33. ÇY-1, 8.Soru İçin Üçgen Prizmayı Keserek Oluşturdukları Kesik Üçgen Prizma Örneği

Kesik üçgen prizma oluşturulmasının araştırmacı tarafından anlatımından sonra:

D2, iki kenarını kısalttığı ancak A noktasından kesmesi gereken kısmı kesmemiş olduğu cismi araştırmacıya gösteriyor (şekil 4.34). Kestiği iki kenarı kalan kısma doğru çekerek (şekil 4.35),



şekil 4. 34. D Grubu, ÇY-1, 8.Soruda Kesik Üçgen Prizma Oluşturmak İçin Üçgen Prizmayı Keserken A Noktasını Kesmedikleri Halinin Örneği



şekil 4. 35. D Grubu, Çy-1, 8.Soruda Kesik Üçgen Prizma Oluşturmak İçin Üçgen Prizmayı Keserken A Noktasını Kesmedikleri Halinde Cismin Kalan İki Yüksekliğine Tavanı Sabitlemek İçin Öne Doğru Eğmelerinin Örneği

111. **D2(araştırmacıya hitaben):** *şuradan birleştirsek hocam, A noktasını kesmesek olmaz mı?*

112. **Araştırmacı(D2' ye hitaben):** *3D kalemle yapıştır, bir dene bakalım.*

Araştırmacı, D2' nin cismi yaptığında oluşacak biçimin yanlışlığını görmesi düşüncesiyle bunu istiyor.

113. **D2(araştırmacıya hitaben ve cisme bakarak):** Olmaz. Cisim yamuk olur hocam.

114. **Araştırmacı(D2' ye hitaben):** Evet. Ayrıca da ne olmuş oluyor; üstteki oluşması gereken (sizin oluşturacağınız) üçgen düzgün oluşmamış oluyor değil mi?

115. **D2(araştırmacıya hitaben):** Evet.

111' den 115' e kadar olan diyaloglardan öğrencilerin ellerinde bulunan cismi rahatlıkla yorumlayabildikleri görülmektedir. İstedikleri gibi kenarları hareket ettirerek; doğru ve yanlış düşünceleri değerlendirebilme imkânlarının bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu da yine bize 3D kalemle öğrenciler tarafından oluşturulan cismin yorumlamasında ve değerlendirilmesindeki etkililiğini göstermektedir. Üstelik cismin kesilip farklı cisimlere dönüştürülebiliyor ve yorumlanabiliyor olması, 3D kalemin ve çalışma yapraklarının etkili kullanım yönlerini de ortaya koymaktadır. Şunu vurgulamak gerekir ki bu gibi durumların öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerilerini olumlu yönde etkilediği görülmektedir.

Kesik üçgen prizmanın alanının C grubu tarafından yorumlanması:

116. **C3(C1 ve C2' ye hitaben):** (Kesik üçgen prizmanın, dik iki yamuk olan yan yüzeylerini birer üçgen ve birer dikdörtgen olacak biçimde iki parmağını tutarak) şuradan yukarısı hangi şekil oluyor? Üçgen prizma mı?

117. **C2(C3' e hitaben):** Piramit oluyor.

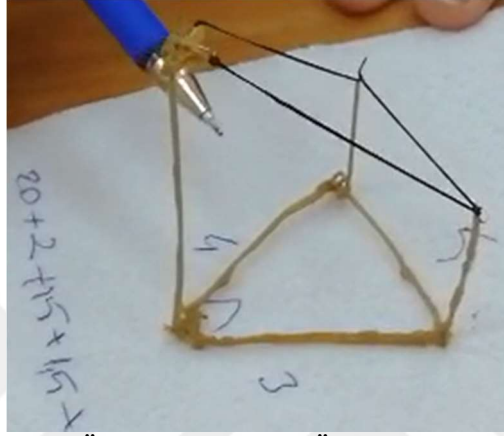
118. **Araştırmacı(C grubuna hitaben):** Az önce şu yan tarafına yamuk demiştiniz değil mi?

119. **C2(grup arkadaşlarına hitaben):** Hui.... Yamuğun alanından bulacağız.

120. **C3(grup arkadaşlarına hitaben):** Önce şurayı düşünerek hesaplayacağız (yan yatırdığı prizmanın dik yamuk yüzeyine parmağını tutarak altta kalan dikdörtgeni gösteriyor). Sonra burayı hesaplayacağız (aynı haldeki prizmanın dik yamuk yüzeyine parmağını tutarak üstte kalan üçgeni gösteriyor).

116' dan 120' ye kadar olan diyaloglarda görüldüğü gibi öğrenciler cismi istedikleri açıdan inceleyerek farklı yorumlar ve çözüm yolları belirleyebilirler. Örneğin, üçgen prizmanın yüzey alanından piramidin yüzey alanını çıkartarak istenilen alanı bulmayı düşünmüşlerdir. Ancak piramidin tüm yüzey alanı formülünü bilmedikleri için

bu yöntemden vazgeçmişlerdir. Daha sonra, yukarıda da görüldüğü gibi (120' deki söylem), ikinci bir yöntemle geçmişlerdir. Bu yöntem; prizmanın tüm yüzeylerinin alanları toplamını bulmaktır. Bunun için öncelikle, dik yamuk olan iki yüzeyini hayali olarak iki parçaya bölmektir. Bu parçalardan üstte kalan dik üçgen, altta kalan ise dikdörtgen şeklindedir. Aşağıda da görüldüğü gibi bu düşünceyle hesaplamalara geçmişlerdir. C2, hesaplamaları gerçekleştirirken grup arkadaşları da onu izlemektedirler:



Şekil 4. 36. C Grubu Kesik Üçgen Prizmaları Üzerinden Hesaplama Yapıyorlar; C2 Yamuk Yüzeyin Birini Kalemle İki Parçaya Bölüyormuş Gibi Gösterirken

121. **C2(kendi kendine):** (Kesik üçgen prizmayı peçetenin üzerine koyuyor ve peçeteye kenar uzunluklarını yazarak) burası (taban üçgeninin dik açısını çizerek) dik. (Taban üçgeninin kenarlar uzunluklarını yazarak) burası üç, dört, beş. (Kesilip kısaltılan yüksekliğin birini göstererek) burası dört santim, (taban üçgeninin bu yüksekliğe dik olan kenarını göstererek) şurası dört santim. Dört kere dörtten on altı (peçetenin bir kenarına bulduğu dörtgenin alanını **16+** olarak yazıyor). (Yamuğu hayali olarak bölüyor ve üstte kalan üçgenin dik kenarlarını göstererek) şurası dört, şurası bir; o halde (formülden üçgenin alanı) iki (peçetede **16+ nin yanına 2+** yazıyor). (Peçeteyi çevirip diğer dik yamuk yüzeyi hesaplamaya geçiyor) bunu da şuradan bölersek (yamuğu hayali olarak bölüp, bir üçgen bir dikdörtgen haline getiriyor). Üç (kere) dört, on iki (peçetede **16+2+ nin yanına** bulunduğu dikdörtgenin alanını **12+** olarak yazıyor). Yukarısı (yamuk hayali olarak bölündüğünde üstte kalan üçgenin kenarlarını göstererek) üç çarpı bir bölü ikiden bir buçuk (peçetede **16+2+12 nin yanına 1,5+** yazıyor). (Peçeteyi çevirip dikdörtgen olan yüzeyi

hesaplamaya geçiyor) şurası dört, şurası beş (çarpımları) yirmi (peçetede $16+2+12+1,5$ un yanına $20+$ yazıyor). (Tekrar peçeteyi çeviriyor) bunu (bu yüzeyi) yapmıştık. Tamam bitti (tüm yan yüzeyleri hesapladık). Şurası (tavan üçgeni) kaldı. ...Şimdi. Şurası (taban üçgenini göstererek) üç çarpı dört bölü ikiden altı (peçetede $16+2+12+1,5+20$ nin yanına $6+$ yazıyor). Üst yüzeyde (tavan üçgeninin tabanını göstererek) biz beş kök üç bulduk. ... (Cismin yamuk yüzeyini kalemin ucuyla kenar çiziyormuş gibi göstererek) şurası üç, şurası bir, burası (tavan üçgeninin bir kenarı) kaç? Pisagordan (hipotenüsü-tavan üçgeninin bir kenarını) buluruz.

122. **C3(C2' ye hitaben):** Kök on ($\sqrt{10}$).

123. **C2:** Kök on ($\sqrt{10}$).

Peçetede $16+2+12+1,5+20+6+$ nin yanına $\sqrt{10}$ yazıyor. B2, tüm bu toplamı hesaplamaya çalışıyor.

124. **C2:** Altmış dokuz buçuk artı kök on (peçeteye sonuç olarak $69,5+\sqrt{10}$ yazıyor). Böyle bir alan yok ya.

Araştırmacı, C grubunun 121' den 124' e kadar süren hesaplamalarının sonunda, tüm yüzeyleri tek tek göstererek hepsini hesaba kattıklarından emin olmak istiyor. Böylelikle tek tek tüm yüzeyleri gösterip soruyor ve tüm yüzeyleri hesaba kattıklarını teyit ediyor.

Fakat 121' den 124' e kadar olan diyaloglarda C2' nin düşünce yapısının tamamen doğru olduğu ancak işlemde hata yaptığı görülmektedir. Bu hesaplamalarda, tavan üçgeninin alanı hariç tüm yüzeylerin alanını doğru hesaplamışlardır. Tavan üçgeninin alanını hesaplariken; $\sqrt{10}-\sqrt{17}-5$ üçgenin alanını hesaplamaları gerekirdi. Oysa grup, tavan üçgeninin bir kenarını, üçgenin yüzey alanı olarak toplama eklemişlerdir. Bu yüzden sonuç yanlış olmuştur.

Hesaplamalar esnasında, araştırmacı 'İsterseniz (3D kalemle) çizin.' önerisinde bulunmuştur. Yani, dik yamuk olan yan yüzeylerin ortasına; bir üçgen bir dikdörtgen olacak biçimde 3D kalemle bir uzunluk çizmelerini önermiştir. Bunun sebebi, hesaplamaları yaparken daha rahat şekilleri görmeleridir. Ancak öğrenciler, "Gerek yok hocam." diyerek hesaplamaya devam etmişlerdir. Yani uzamsal akıl yürütmeyi tercih etmişlerdir.

Tüm bunlardan anlaşılmaktadır ki, öğrenciler 3D kalemle oluşturdukları cisimi istedikleri zemin üzerinde ve istedikleri açıdan inceleyebilmektedirler. Ve hatta isterlerse üstüne ekleme yapabilirler. Bu gibi metotlarla, cisimi yorumlayabilmekte ve cisimle ilgili hesaplamalar yapabilmektedirler. 3D kalemle uygulamanın ve çalışma yapraklarının yapısının, buna elverişli olduğu görülmektedir.

Soruyu çözerken bazı grupların yanlış bir düşünceyle hareket edebildikleri de görülmüştür:

125. **A1(araştırmacıya hitaben):** *(Kesik üçgen prizmalarını göstererek) Şimdi altı, sekiz, on üçgeniydi ya, altıdan bir santim indirdik beş. Sekizden bir santim indirdik yedi.*

126. **A2(grup arkadaşlarına hitaben):** *Ama bir santim indirmedik ya.*

127. **A3(A2' ye hitaben):** *(Yüksekliği kastederek) Bir santim kısalttığımız için şimdi dokuz olacak.*

A1' in (125' deki) söyleminden anlaşılmaktadır ki, prizmanın iki yüksekliği kısaltılınca, tavan üçgeninin kenarlarının da birer santim küçüldüğünü düşünmektedir. Ancak A2 (126' da), buna itiraz etmektedir. A3 (127' de) ise, yüksekliği birimden santim cinsine dönüştürmesi gerektiği halde bunu düşünmemiştir. Yüksekliğin 1 santim kısaltılmasıyla 9 olacağını söylemiştir.

4.1.1.4.2. Çalışma Yapağı-1' de Bulunan Sekizinci Sorunun Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin çalışma yapağındaki soruya verdikleri cevaplar yer almaktadır. Araştırmacı, bu cevapları yorumlarıyla detaylandırmaktadır. Ayrıca öğrenci cevapları, bilişsel öğrenme alanlarına göre değerlendirilmiştir.

A grubunun 8.soru için cevapları:

KENAR UZUNLUKLARI	CİSMİNİZ BU BİNA OLSAYDI ÇEVRELENMESİ İÇİN GEREKLİ OLAN BEZİN ALANI	ABCDE PRİZMASINI CİSMİNİZDEN KESİN ($ BE $, $ CD =1\text{ cm}$). AŞAĞIDAKİ DURUMA GETİRDİĞİNİZ CİSMİNİZİN TÜM YÜZEY ALANI
10 birim = h 5 cm	240 birim 120 cm	BE = 4cm CD = 4cm 40 + 60 + 100 = 200 100cm

Şekil 4. 37. A Grubu, ÇY-1, 8.Soru İçin Cevapları

A grubu (Şekil 4.37' de), üçgen prizmalarının kenar uzunluklarına sadece yüksekliği yazmışlardır. Aslında diğer uzunlukları yazmaları da beklenmektedir. Prizmanın çevrelenmesi için gerekli bezin alanı için ise, istenildiği gibi, yan yüzeylerin toplamını yazmışlardır. Ancak kesik üçgen prizmanın alanı için yanlış bir hesaplama yapmışlardır.

B grubunun 8.soru için cevapları:

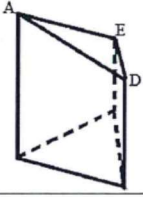
KENAR UZUNLUKLARI	CİSMİNİZ BU BİNA OLSAYDI ÇEVRELENMESİ İÇİN GEREKLİ OLAN BEZİN ALANI	ABCDE PRİZMASINI CİSMİNİZDEN KESİN ($ BE $, $ CD =1\text{ cm}$). AŞAĞIDAKİ DURUMA GETİRDİĞİNİZ CİSMİNİZİN TÜM YÜZEY ALANI
10 br	288 br - 48br = 240 br ²	288 274 br ²

Şekil 4. 38. B Grubu, ÇY-1, 8.Soru İçin Cevapları

B grubu (Şekil 4.38' de), üçgen prizmalarının kenar uzunluklarına sadece yüksekliği yazmışlardır. Aslında diğer uzunlukları yazmaları da beklenmektedir. Prizmanın çevrelenmesi için gerekli bezin alanı için ise, istenildiği gibi, yan yüzeylerin toplamını yazmışlardır. Ancak kesik üçgen prizmanın alanı için yanlış bir hesaplama

yapmışlardır. Yan yüzeylerin toplam alanı 240 birimkaredir. 240 birimkareye, taban üçgeninin alanı olan 24 birimkareyi eklemiş oldukları düşünülürse; tavan üçgeninin alanını 10 birimkare olarak hesaplamış olabilirler. Tavan üçgeninin $\sqrt{10-5-\sqrt{17}}$ çeşitkenar üçgeni olduğuna dikkat edilmelidir. Bu durumda, yaklaşık değer olarak bile, alanın 10 birimkare olması mümkün değildir. Üstelik değerler santimetre cinsinden istenmesine rağmen birim cinsinden yazmışlardır.

C grubunun 8.soru için cevapları:

KENAR UZUNLUKLARI	CİSMİNİZ BU BİNA OLSAYDI ÇEVRELENMESİ İÇİN GEREKLİ OLAN BEZİN ALANI	ABCDE PRİZMASINI CİSMİNİZDEN KESİN (BE , CD = 1 cm). AŞAĞIDAKİ DURUMA GETİRDİĞİNİZ CİSMİNİZİN TÜM YÜZEY ALANI 
6, 8, 10 yükseklik=10	96,5 $\frac{240}{2} = 120$	5, 7, 9 yükseklik=9 5+7+9 21,9 = $\frac{189}{2}$ = 94,5

Şekil 4. 39. C Grubu, ÇY-1, 8.Soru İçin Cevapları

C grubu (Şekil 4.39' da), üçgen prizmalarının kenar uzunluklarını eksiksiz yazmışlardır. Ancak birim cinsinden yazmışlardır. Prizmanın çevrelenmesi için gerekli bezin alanı için ise, istenildiği gibi, yan yüzeylerin toplamını yazmışlardır. Burada alanın değerini santimetre cinsinden yazmışlardır. Ancak kesik üçgen prizmanın alanı için yanlış bir hesaplama yapmışlardır. 4.1.1.4.1' de de (121' den 124' kadar olan diyaloglarda) geçtiği gibi aslında alanını tek tek hesaplayıp, '69,5+ $\sqrt{10}$ ' bulmuşlardır. Ancak bu alan onlara ilginç gelmiştir. Bu yüzden farklı bir hesaplama yaptıkları düşünülmektedir. O hesaplamada da birim cinsinden düşünmüşlerdir. Üçgen prizmanın sadece iki yüksekliğinden 1' er santimetre kısaltılmasına rağmen, prizmanın tüm kenar uzunluklarını 1' er birim azaltmışlardır (Şekil 4.39). Üstelik alan formülü izah edilmesine rağmen, 6.soruda belirledikleri yanlış formülde (Şekil 4.40) değerleri yazmışlardır. Yani taban kenar uzunluklarını yükseklikle çarpıp ikiye bölmüşlerdir. Görüldüğü gibi hem kenar uzunluklarını hem de sonucu yanlış belirlemişlerdir.

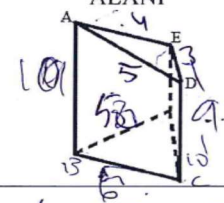
$$\frac{3b+3b+3b+2a+2a}{5}$$

$$\frac{d_{Abc} + d_{Acb} + d_{Aca} + C_{Abc} + C_{Acb}}{\text{SAYISI SAYISI}}$$

$$\Rightarrow \frac{(a+b+c) \cdot d}{2}$$

Şekil 4. 40. C Grubu, ÇY-1, 6.soru İçin Cevapları

D grubunun 8.soru için cevapları:

KENAR UZUNLUKLARI	CİSMİNİZ BU BİNA OLSAYDI ÇEVRELENMESİ İÇİN GEREKLİ OLAN BEZİN ALANI	ABCDE PRİZMASINI CİSMİNİZDEN KESİN (BE , CD = 1 cm). AŞAĞIDAKİ DURUMA GETİRDİĞİNİZ CİSMİNİZİN TÜM YÜZEY ALANI
6,8,10	240	 $50 + 6 + 6 + 50 + 20 = 162$

Şekil 4. 41. D Grubu, ÇY-1, 8.Soru İçin Cevapları

D grubu (Şekil 4.41' de), üçgen prizmalarının kenar uzunluklarına sadece taban üçgeninin uzunluklarını yazmışlardır. Aslında yüksekliği de yazmaları beklenmektedir. Prizmanın çevrelenmesi için gerekli bezin alanı için ise, istenildiği gibi, yan yüzeylerin toplamını yazmışlardır. Ancak tablodaki tüm değerleri santimetre cinsinden değil, birim cinsinden yazmışlardır. Kesik üçgen prizmanın alanı için yanlış bir hesaplama yapmışlardır. Nasıl bir hesaplama yaptıkları belirlenememiştir.

ÇY-1, 8.soruya yazılan cevaplar için genel bir değerlendirme yapılırsa, görüldüğü gibi, soruda değerler santimetre cinsinden istenmesine rağmen, bazılarını birim, bazılarını ise santimetre cinsinden yazmışlardır. Üstelik A, B ve D grupları kenar uzunluklarında bazı istenilen değerleri yazmamışlardır. C grubu ise değerleri birim cinsinden yazmıştır.

Tüm gruplar *prizmanın çevrelenmesi için gerekli bezin alanını* doğru hesaplamışlardır. Ancak tüm gruplar kesik üçgen prizmanın yüzey alanını yanlış hesaplamışlardır.

Ayrıca yukarıdaki bilgilere göre, ÇY-1' in 8.sorusunun ve somut materyallerin, öğrencilerin bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *analiz* düzeyine çıkabilmelerini sağladıkları ortaya çıkmaktadır.

4.1.1.5. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi

Bu kısımda, Çalışma Yaprağı-1' de bulunan 9.sorunun sınıf içi uygulamayla elde edilen bulgular ve bunların yorumu, alıntılarla ve öğrencilerin ÇY' leriyle desteklenerek sunulmuştur. Bu esnada, 4.1' de bahsi geçen 10 ana düşünceden d, g, h, ı ve j şıklarına dikkat edilmiştir. Çünkü 9.sorunun mantığında ve işlenişi sırasında bu düşünceler yer almaktadır. Bilindiği gibi, 9.soru, ÇY-1' in değerlendirme aşamasıdır.

9) a) Bir üçgen prizmasının farklı uzunluktaki ayrıtları 7, 12 ve 13 sayıları ile orantılıdır. Yüksekliği 48 cm dir. Prizmanın tüm alanı 4.860 cm^2 olduğuna göre en uzak iki köşesi arasındaki uzaklık kaç cm dir?

Şekil 4. 42. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan 9.Sorunun a Şıkkı

b)



Yandaki şekilde yan yüzeyleri beşgen diğer yüzeyleri dikdörtgen olan bir çöp kutusu verilmiştir. Buna göre boyutları yandaki şekilde verilen çöp kutusunun *tamamının* yüzey alanı kaç cm^2 dir?

Şekil 4. 43. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan 9.Sorunun b Şıkkı

4.1.1.5.1. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin uygulama esnasındaki diyalogları yer almaktadır. Ayrıca araştırmacı, bu diyalogları yorumlarıyla detaylandırmaktadır.

Bu soruda da *a şıkkı* için, bazı grupların soruyu anlamadıklarını söylediklerini görmekteyiz:

128. *A1(araştırmacıya hitaben):* Anlamadık biz soruyu.

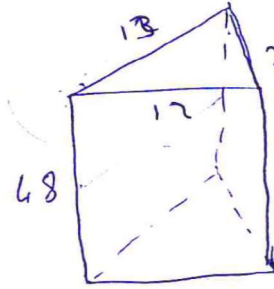
129. *A3(araştırmacıya hitaben):* Yüzey alanı formülünde yerine koyarız. Burada (soruda) vermişti yüksekliği falan.

130. *A2(araştırmacıya hitaben):* Hocam yedi, on iki, on üçün başına x (çarpma işareti) getirmemiz gerekmiyor mu, kaç katı olduğunu bulmamız için?

söylemleriyle (128' den 130' a kadar) çözüme doğru adım atmış olmaktadırlar.

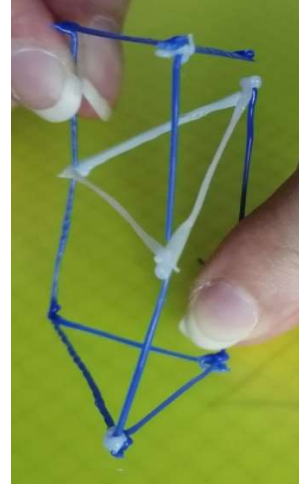
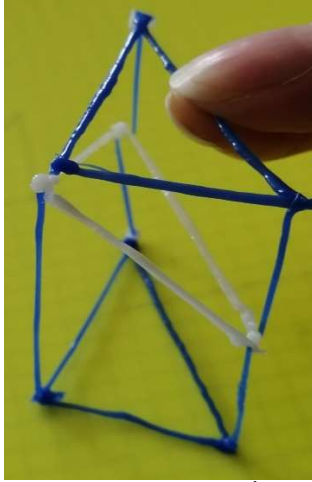
Ancak doğru düşünceye ulaşamayan gruplar da olmuştur:

131. *D2(araştırmacıya hitaben):* (ÇY-2' deki 9.soruda-Şekil 4.44' deki-çizdikleri cismin yüksekliğini gösteriyor) Burayı mı soruyor hocam?



Şekil 4. 44. D Grubunun ÇY-2, 9.Sorunun a Şıkkında Çizdikleri Cisim

132. *Araştırmacı(D2' ye hitaben):* Cismin yüksekliği mi olur 'cismin içindeki' en uzak mesafe? (D grubunun kesik üçgen prizmasının, kesilen parçasını da üzerine yerleştirip tam bir üçgen prizma olarak-Şekil 4.45-gösteriyor) şöyle bir cisim olduğu zaman elinde en uzak mesafe neresi olur? İki köşe arasındaki en uzak mesafe?



Şekil 4. 45. ÇY-1, 8.Soru İçin Kesilip Kesik Üçgen Prizma Haline Getirilen Üçgen Prizmanın Kesilen Parçası Kesik Üçgen Prizmanın Üstüne Yerleştiriliyor ve Tam Bir Üçgen Prizma Görüntüsü Veriliyor. Solda Cismin Üstten Görünümü, Sağda Cismin Yan Taraftan Görünümü

Araştırmacı ve D grubu aralarındaki diyaloglara Şekil 4.45 üzerinden devam ediyorlar:

133. **D2(araştırmacıya hitaben):** *(Cismin yüksekliğini göstererek) Şurası. En yüksek diyor. Yükseklik cismin en uzak yeridir.*
134. **Araştırmacı(D2' ye hitaben):** *Şu cisimde (Şekil 4.45' deki cisimde) yükseklik dışında daha uzun olabilecek bir uzunluk görmüyor musun (cismin içinde rastgele parmağını dolaştırıyor)?*
135. **D2(araştırmacıya hitaben):** *Var hocam. (Taban üçgenini göstererek) burası dik üçgen ya hocam, bu dik üçgenin karşındaki uzaklık (hipotenüsü gösteriyor) daha uzun. Yani o zaman on santim mi?*
136. **D2(araştırmacıya hitaben):** *Hesap ettik kırk sekiz. Yükseklik daha uzak (uzun).*

131' den 136' ya kadar olan diyaloglardan anlaşılmaktadır ki, araştırmacının tüm çabalarına rağmen, D2 cismin kenar uzunlukları dışında köşeden köşeye bir uzunluk tasavvur edememiştir. 134' deki söylemde, araştırmacı tarafından, cismin iç kısımları vurgulanmaya çalışıldığı halde, sadece kenar uzunluklarını dikkate almıştır. D2, uzamsal akıl yürütmeyi bu soruda sağlayamamıştır.

b şıkkı içinse, öğrenciler grupları içerisinde konuşarak çözüme ulaşmaya çalışmışlardır. Soruyu anlayıp anlamadıklarına dair bir geri bildirimde bulunmamışlardır. Bu durum ancak 4.1.1.5.3’deki çalışma yapraklarından anlaşılabilir.

4.1.1.5.2. Çalışma Yaprağı-1’de Bulunan Dokuzuncu Sorunun a Şıkkının Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin çalışma yaprağındaki soruya verdikleri cevaplar yer almaktadır. Araştırmacı, bu cevapları yorumlarıyla detaylandırmaktadır. Ayrıca öğrenci cevapları, bilişsel öğrenme alanlarına göre değerlendirilmiştir.

A grubunun 9.sorunun a şıkkı için cevapları:

$$\begin{aligned} h(a+b+c) + b \cdot c &= \cdot \\ 48(a+b+c) + \frac{b \cdot c}{2} &= 4860 \\ 21 + 36 + 39 & \qquad \qquad \qquad 39 - 21 = 18 \end{aligned}$$

Şekil 4. 46. A Grubu, ÇY-1, 9.Soru, a Şıkkı

Kenar uzunlukları 7-12-13 üçgeniyle orantılı olmasına rağmen, A grubu (Şekil 4.46’deki), formülde bu değerleri yazmamıştır. Sadece, soruda verilen yükseklik ve yüzey alanı değerlerini formülde yazmışlardır. Fakat formülde $b \cdot c / 2$ yazmış olmaları yanlışlığı da dikkat çekmektedir. Kenar uzunluklarının 7-12-13 üçgeninin 3 katı olduğu bilgisini formül üzerinde düşünerek bulmuşlardır. Ancak formülde yazmamışlardır. Üçgen prizmanın iki köşesi arasındaki en uzak mesafeyi ise taban üçgeninin, en uzun ve en kısa kenarlarını çıkartarak elde etmeye çalışmışlardır. Fakat bu yazdıkları ‘18’ değerinin doğru olmadığı aşikârdır. Burada öğrencilerin sadece kenar uzunluklarını dikkate aldığı ve köşegenleri hesaba katmadıkları fark edilmiştir. Ayrıca cisimdeki en uzak mesafeyi, iki taban kenarını çıkartarak bulma düşüncelerine bir anlam verilememektedir. Sadece kenar uzunluklarını düşünmüş olsalar dahi, yükseklik değerinin 48 olduğunu da göz ardı etmiş olduklarına dikkat edilmelidir.

B grubunun 9.sorunun a şıkkı için cevapları:

$$48(7+12+13) + 12 \cdot 7 = 1620$$
$$\frac{4860}{1620} = 3$$
$$7 \cdot 3 = 21$$
$$12 \cdot 3 = 36$$
$$13 \cdot 3 = 39$$

en uzak iki köşesi arasındaki uzaklık 39 cm

Şekil 4. 47. B Grubu, ÇY-1, 9.Soru, a Şıkkı

B grubu (Şekil 4.47' de), soruda verilen değerleri formülde yerine yazmışlardır. Tek eksik; kenar uzunlukları 7-12-13 üçgeniyle orantılı olmasına rağmen formülde bu değeri k gibi bir ifadeyle yazmamışlardır. Görüldüğü gibi, bu orantıyı ayrıca hesaplayarak $k = 3$ olduğunu bulmuşlardır. Üçgen prizmanın iki köşesi arasındaki en uzak mesafeyi ise taban üçgeninin, en uzun kenarları olan '39 cm' olarak yazmışlardır. Burada öğrencilerin sadece kenar uzunluklarını dikkate aldığı ve köşegenleri hesaba katmadıkları fark edilmiştir. Böyle düşünmüş dahi olsalar, yükseklik değerinin 48 olduğunu da göz ardı etmişlerdir.

C grubunun 9.sorunun a şıkkı için cevapları:

$$d \cdot (a+b+c) + b \cdot c$$
$$= 48(7+12+13) + 13 \cdot 12$$
$$= 48 \cdot 32 = 1536$$
$$13 \cdot 12 = 156$$
$$\begin{array}{r} 1536 \\ + 156 \\ \hline 1692 \end{array}$$

Şekil 4. 48. C Grubu, ÇY-1, 9.Soru, a Şıkkı

C grubu (Şekil 4.48' de), soruda verilen değerleri formülde yerine yazmışlardır. Ancak iki eksik ve bir yanlış mevcuttur. Kenar uzunlukları 7-12-13 üçgeniyle orantılı olmasına rağmen formülde bu değeri k gibi bir ifadeyle yazmamışlardır. Ayrıca soruda verilen yüzey alanı değerini (4860 cm^2) de formülde yazmamışlardır. Yanlışlık ise, taban üçgeninin dik kenarlarının çarpımını yazmaları gerekirken sadece en uzun kenarların çarpımını yazmışlardır ki bunlardan biri hipotenüstür. Görüldüğü gibi, kenar uzunlukları

oranının $k = 3$ olduğunu bulamamışlardır. Değerlerin bazılarını formülde yazıp yüzey alanını 1536 cm^2 olarak hesaplamışlardır. Sonrasında taban kenarların en uzun ikisini çarpıp, çıkan değeri tüm yüzey alanından çıkartmışlardır. Bu değer cisimdeki iki köşe arasındaki en uzak mesafe olduğunu düşünmüşlerdir. Burada dikkat çeken bir nokta da; bir yüzeyden bir uzunluk çıkartmaları yanlışlığıdır. Santimetrekare cinsinden bir değerden, santimetre cinsinden bir değeri çıkartmışlardır. Burada öğrencilerin sadece yüzey alanı ve kenar uzunluklarını dikkate aldığı; köşegenleri hesaba katmadıkları fark edilmiştir.

D grubunun 9.sorunun a şıkkı için cevapları:



Şekil 4. 49. D Grubu, ÇY-1, 9.Soru, a Şıkkı

D grubu, 4.1.1.5.1' de yer aldığı gibi ders esnasında sadece kenar uzunluklarını dikkate almışlardır. Yani, köşegenleri hesaba katmadıkları görülmektedir. Dolayısıyla en uzak mesafe olarak, yüksekliği dikkate almışlar ve Şekil 4.49' da görüldüğü gibi cevabı '48' olarak yazmışlardır.

ÇY-1, 9.soru a şıkkına yazılan cevaplar için genel bir değerlendirme yapılırsa, burada fark edildiği üzere, tüm gruplar istenilen değeri yanlış bulmuşlardır. Bütün öğrencilerin, sadece kenar uzunluklarını dikkate aldığı ve köşegenleri hesaba katmadıkları fark edilmiştir. Ellerinde cisim olmasına rağmen, iki köşe arasındaki uzaklık denilince, cisim içinde oluşturabilecekleri uzunlukları görememişlerdir.

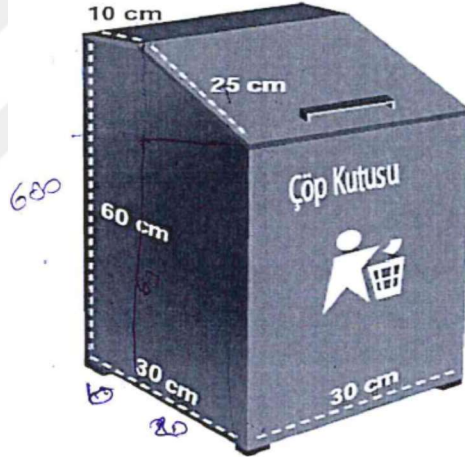
Ancak dikkat çeken bir nokta, B grubunun bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *uygulama* düzeyini sağladığının görülmesidir. Değerleri formülde olması gereken yerlere yazabilmişlerdir. Sorudaki taban üçgeninin 21-36-39 üçgeni olduğunu da bulmuşlardır. Fakat onlarda en uzak mesafeyi bulamamışlardır.

A grubu da formül üzerinde düşünerek, taban üçgeninin 21-36-39 üçgeni olduğunu buldukları gözlemlenmiştir. Değerleri yerine yazmışlardır ve üçgenin kenar uzunluklarını 3 ile çarparlarsa bunu sağlayacağını düşünmüşlerdir. Bu durumda A grubunun da kavrama düzeyini sağladığı anlaşılmaktadır.

4.1.1.5.3. Çalışma Yaprağı-1' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun b Şikkının Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin çalışma yaprağındaki soruya verdikleri cevaplar yer almaktadır. Araştırmacı, bu cevapları yorumlarıyla detaylandırmaktadır. Ayrıca öğrenci cevapları, bilişsel öğrenme alanlarına göre değerlendirilmiştir.

A grubunun 9.sorunun b şikkı için cevapları:



Şekil 4. 50. A Grubu, ÇY-1, 9.Soru, b Şikkı

A grubu, soruyu yetiştirememişlerdir. Şekil 4.50' de görüldüğü gibi, cisim bölmeyi düşündüklerine dikkat edilmelidir. Ayrıca tabandaki 30 cm olan kenar uzunluğunu; 10 cm ve 20 cm olarak ayırdıkları görülmektedir. Bununla birlikte, 60 cm ve 10 cm kenar uzunluklarına sahip bir dikdörtgen prizmanın yüzey alanını 600 olarak yazmışlardır. Bunun dışında bir bilgi yazamamışlardır.

B grubunun 9.sorunun b şıkkı için cevapları:



$$125 + (30 \cdot 65) + 2(60 \cdot 30) = 5675$$

Şekil 4. 51. B Grubu, ÇY-1, 9.Soru, b Şıkkı

B grubu çöp kutusu şekli üzerinde herhangi bir şey yazmadıkları Şekil 4.51' de görülmektedir. Grup, yanlış hesaplamalar yazmıştır. $2(60 \times 30)$ olarak yazdıkları kısımların iki yan yüzeyin alanı olduğu düşünülebilir. Ancak anlaşılacağı gibi bu durumda yanlış bir düşüncedir. $(30 \cdot 65)$ içinse; 10, 25, 30 kenar uzunluklarını *toplayarak* 65 değerini yazdıkları düşünülmektedir. Bu değerle taban kenarını çarparak hangi yüzeyin alanını bulmayı düşündükleri bilinmemektedir. 125 değerini ise, muhtemelen yine bazı kenar uzunluklarını toplayarak elde etmişlerdir.

C grubunun 9.sorunun b şıkkı için cevapları:



$$60 \cdot (10 + 25 + 30) + 10 \cdot 25$$

$$60 \cdot 65 = 3900$$

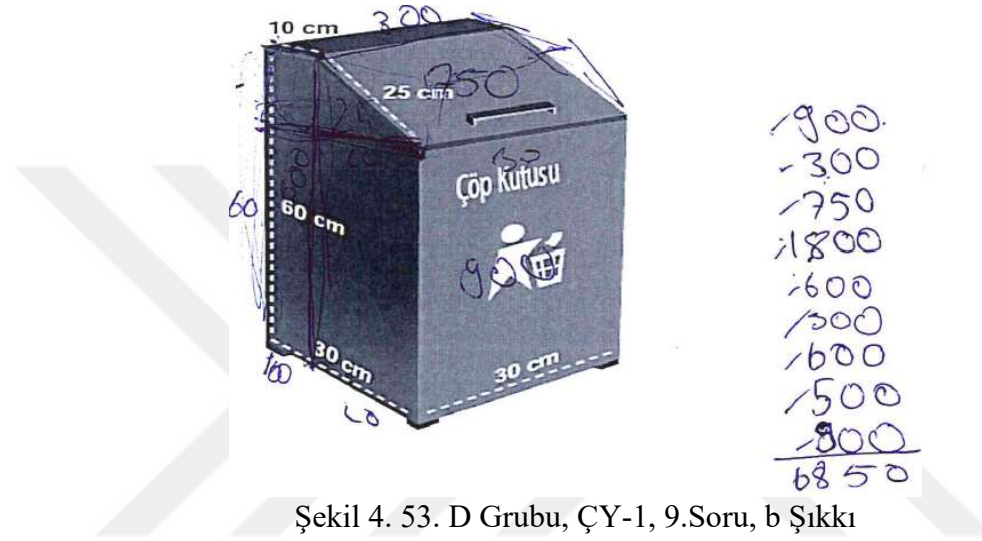
$$10 \cdot 25 = 250$$

$$3900 + 250 = 4150$$

Şekil 4. 52. C Grubu, ÇY-1, 9.Soru, b Şıkkı

C grubu çöp kutusu şekli üzerinde herhangi bir şey yazmadıkları Şekil 4.52’ de görülmektedir. Burada grubun, *üçgen prizmanın yüzey alanı formülü*nde değerleri yazmaya çalıştıkları tahmin edilmektedir. Taban ve tavanda yazan kenar uzunluklarını; üçgen prizmanın taban değerlerinin yazıldığı kısma yazdıkları düşünülmektedir. Ayrıca yükseklik içinse, çöp kutusunun yüksekliği olarak görebilecekleri 60 değerini yazdıkları görülmektedir. Bu hesaplama sonucunda, doğal olarak yanlış bir sonuç elde etmişlerdir.

D grubunun 9.sorunun b şıkkı için cevapları:



Şekil 4.53’ de görüldüğü gibi D grubu, olması gerektiği gibi, cismin yüzeyini parça parça hesaplamışlardır. Ancak bazı uzunlukları yanlış buldukları ve bu yüzden yüzey alanı hesaplamalarında yanlışlıklar yaptıkları fark edilmektedir. Ayrıca arkada kalan bazı yüzeyleri hesaplamayı da belki ihmal etmiş olabilecekleri göz ardı edilmemelidir. Düşünce yapıları doğru olmasına rağmen, bu gibi sebeplerden dolayı, sonucu eksik buldukları düşünülmektedir.

ÇY-1, 9.soru b şıkkına yazılan cevaplar için genel bir değerlendirme yapılırsa, bu soru için D grubunun bilişsel öğrenme alanlarından *analiz* düzeyine ulaştığı, A grubunun ise çöp kutusunu parçalara ayırmaları gerektiğini fark ettiği ancak işlem yapamadığı görülmektedir. Diğer grupların sonuçları yanlıştır.

Bu aşamada 4.1.1' in, yani ÇY-1' in, genel bir değerlendirmesini yapmak uygun olacaktır.

ÇY-1' in (6.sorusunun ve somut materyallerin yardımıyla) öğrencilerin bilişsel öğrenme alanı basamaklarından en fazla *sentez* düzeyine çıkabilmelerini sağladığı ortaya çıkmaktadır.

Bu kısımda şu durumu belirtmemiz gerekir ki; öğrencilerin tamamı 3D yazıcı kalemle şekil veya cisim oluşturmaktan çok memnun olmuşlardır. Özellikle; akışkan plastiği havaya doğru hareket ettirebiliyor olmak, çok ilginç buldukları ve sevdikleri bir özellik olarak gözlemlenmiştir. Bu plastiğin hemen sertleşerek kalıcı bir yapı olmasından da aynı şekilde memnun olmuşlardır. Ayrıca oluşturdukları cisimleri sahiplenmiş, değer göstermiş ve onlar hakkında konuşmak istemişlerdir. Hem yapısal olarak hem de kavramsal olarak görüş bildirmeye hevesli, istekli oldukları görülmüştür. Bu durumun temel sebebinin, 3D kalem teknolojisiyle ve ayrıca eğlenerek pratik bir şekilde kalıcı yapılar oluşturabiliyor olmaları olduğu düşünülmektedir.

Cihazı kullanırken '*Ben bilim adamı olacağım.*' ve '*Elektrik elektronik mühendisi olacağım. ...Mekatronik mühendisliğine de bir bakayım.*' gibi ifadeler kullanan öğrencilerin olması da, bu gibi ileri teknolojiye sahip cihazlarla işlenen derslerin öğrencilere kattığı güven, heves ve isteği gözler önüne sermektedir.

ÇY-1' de soruları okuyan öğrenciler genel olarak yönergeleri anlamakta zorlanmamışlardır. Ancak zaman zaman anlamadıklarını dile getiren öğrenciler olmuştur. Bu durumda bazen grup arkadaşları bazen sınıf arkadaşları bazen ise araştırmacı soruyu açıklamıştır. En çok 8.soruda kesik üçgen prizmayı oluşturmada zorlanmışlardır. Daha sonra ise, 9.sorunun a şikkındaki soruyu ve istenilenleri anlamakta sıkıntı yaşamışlardır. Diğer yönergelerde ise, anlaşılma noktasında ciddi sorunlar görülmemiştir. Ancak burada şuna da değinmekte fayda vardır ki; öğrenciler bu soru tiplerine alışık değillerdir. Soruları anlamakta zorlanmalarının ya da soruları okumakta isteksiz olmalarının sebebi, bu soru tiplerine alışık olmamaları olarak düşünülebilir. Ancak soruların MEB matematik kitaplarından alındığı ve\veya uyarlanmış oldukları da belirtilmelidir.

Öğrencilerin yönergeler ve araştırmacının rehberliğiyle 3D kalem aracılığıyla cisim oluşturabilme becerileri iyi bir düzeydedir. Ancak genel olarak soruları okuma isteklerinin az olması bu duruma ciddi engel teşkil etmiştir. Çoğunluk soruyu okumak

yerine, grup arkadaşları ya da araştırmacıdan bilgi almaya çalışmışlardır. Cisimleri oluşturmaktan ve cisimle ilgili istenilen bilgileri vermekten gayet memnun olan öğrencilerden bazıları, soru okuma aşamalarında isteksiz davranmışlardır. Bunun sebeplerinin bazen sorunun uzun olması bazen de okuduğunu tam olarak anlayamama olabileceği tahmin edilmektedir.

5.soruda 6-8-10 üçgenini oluştururken, C1' in D grubuna yardımcı olduğu görülmüştür. D1 kenar uzunluklarının yerlerini sorguladığında, D2 hangi uzunluğun nerede olduğunu fark etmeyeceğini belirtmiştir. Bunları duyan C1, eliyle havada bir dik üçgen şekli oluşturarak kenar uzunluklarının yerlerini D grubuna göstermiştir. Buradan anlaşıldığı üzere sadece grup içi değil, gruplar arası etkileşimlerde mevcuttur. Ayrıca 6 ve 8' in dik kenar uzunlukları, 10' un ise hipotenüs olduğunu gösterdiğinde D grubunun ona göre cisim oluşturması, akran etkisi olabileceğini de düşündürmektedir. ÇY-1 bu durumlara zemin hazırlamaktadır.

İki öğrencinin, öğrenme kağıdında benzer bir uygulama yapmış olmalarına rağmen, üçgen prizmayı nasıl birleştireceklerini anlamadıklarını söyledikleri görülmektedir. Ancak bu öğrenciler grup arkadaşlarının geçen dersi hatırlatmasıyla, durumu idrak etmişlerdir. Bunun sebebinin, önceki dersle bu dersin arasında 5 gün kadar zaman geçmiş olması olabileceği düşünülmektedir. Fakat diğer öğrencilerin öğrenme kağıdını, yani bir önceki dersi, hatırlayarak istenileni anlamış olmaları önemli bir durumdur. Görsel olarak geliştirilen becerilerin kalıcılığını gösterdiği düşünülebilir.

Araştırmacının sık sık tembih etmesine rağmen, A grubunun üçgen prizmanın tavan ve taban üçgenlerini yanlış hizaladıkları görülmüştür. Bunun sebeplerinin, araştırmacıyı yeterince iyi dinlememek ya da dikkatten kaçması olabileceği düşünülmektedir. Ancak cismin pratik bir şekilde makasla kesilip, üçgen prizma oluşturabilmek için gerekli kısımların 3D kalemle çabucak tamamlanabiliyor olması dikkate değer bir noktadır.

Üçgen prizmaların yüksekliklerinin bütün gruplarda farklı oluşturulması beklenmekteydi. Çünkü yükseklik belirtilmemiş ve öğrencilerin tasavvuruna bırakılmıştı. Ancak tüm gruplar prizmalarının yüksekliklerini *10' ar birim* olarak oluşturmuş olmaları ilginç bir noktadır. Araştırmacı cisimleri cetvelle ölçerek bu durumu teyit etmiştir.

5.sorudaki tabloyu D1 ve D2' nin birbirlerinin ön bilgilerinde faydalanarak ortaklaşa doldurdıkları görülmüştür. Birbirlerinin yanlışlarını düzelttikleri veya hatırlatmada buldukları durumlar gerçekleşmiştir. Bunlar ÇY-1 ile grup içi etkileşimin ve akran etkisinin sağlandığını göstermektedir.

5.sorudaki tabloyu cevaplarken; üçgen prizmanın tabanı için 2 grup üçgen yazarken 2 grubun ise dikdörtgen yazmaktan vazgeçip satırı karalayıp üçgen yazdıkları görülmektedir. Buradan ellerinde bulunan cisim farklı konumlarda değerlendirebildikleri anlaşılmaktadır. Elleriindeki cisimde taban üçgenlerini 6-8-10 dik üçgeni olarak oluşturmalarına rağmen 2 grup tek bir dikdörtgen uzunluğu varmış gibi yazmışlardır. B grubu sadece 6-10 dikdörtgeni varmış gibi *yanal yüzey alanları* satırına 60 yazmışlardır. Burada *alanları* diye çoğul bir ifade kullanılmasına rağmen tek alan yazmaları dikkat çekmektedir. C grubu ise, 36, 36, 36 yazmışlardır. Bulunmasına rağmen Tabloyu tam olarak doğru cevaplayan tek grup D grubudur. Onlar ise, cismin yüzey alanı olarak istenildiği gibi *iki üçgen + üç dikdörtgen* yazmak yerine, işlem yaparak 288 sayısal sonucunu yazmışlardır. Ancak A grubu sadece yanal yüzeylerin alanları toplamını, tüm yüzey alanı olarak yazdıkları için 240 yazmışlardır. Sonraki sorularda ise, 288 olarak doğru sonucu yazmışlardır.

Öğrencilerin bu işlem odaklı olma durumu 6.soruda da görülmektedir. Çünkü formülleştirmeyi gerçekleştirmekte zorlanmışlardır. Bu durumun olası sebeplerini süreci anlatarak detaylandırılır:

Öğrencilerin öğrenim hayatlarında karşılaştıkları formüllerde; formül yazabilmek için kenarların isimlendirilmesi gerektiği ön bilgisini ve 5.soruda edindikleri, *üçgen prizmanın yüzey alanını elde edebilmek için; iki üçgenin alanı ve üç dikdörtgenin alanlarının toplamını* bulması gerektiği ön bilgisini kullanarak *üçgen prizmanın yüzey alanı formülüne* ulaşabilmeleri araştırmacı tarafından sağlanmaya çalışılmıştır. Tabloda yazdıkları bilgiler hatırlatılarak formüle ulaşma basamaklarını gerçekleştirdikleri vurgulanmış ve bu şekilde teşvik edilmişlerdir.

B grubu kısa sürede üçgen prizmanın yüzey alanı formülünü tam olarak yazdıkları görülmüştür. Yani üçgenin alan formülü ve dikdörtgenin alan formülü üzerinden üçgen prizmanın tüm yüzey alanı formülüne ulaşabilmişlerdir. D grubu ise, üçgenin ve dikdörtgenin alanlarını yazmış ve prizmanın tüm yüzey alanının *iki üçgen + üç*

dikdörtgen olduğunu belirtmişlerdir. Düşünce yapısı doğrudur. Ancak kenar isimlendirmeleriyle formülü tam olarak yazmamışlardır. A grubu üçgen prizmanın yüzey alanı formülünde 2 üçgenin alanını yazmışlardır. Ancak, tabloda da yaptıkları gibi, 1 dikdörtgeni formüle katmışlardır. C grubu ise, üçgen prizmanın yüzey alanı formülünü üçgenin alan formülüne göre uyarlayarak yazdıkları görülmüştür.

Buradan öğrenciler *iki üçgen alanı + üç dikdörtgen alanı* yapısının onları tüm yüzey alanına ulaştıracağını ve üçgen ile dikdörtgenin alan formüllerini bilmelerine rağmen, bu yapıyı formülleştirmekte bazı gruplar zorlanmışlardır. Bunun sebeplerinden birinin bu yapıyı ve oluşturdukları cisim doğru yordayamamaları olabileceği düşünülebilir. Ancak öğrencilerin öğretim hayatlarında, ön bilgilerinden faydalanarak, formül bulmak gibi bir eylemde bulundurulmamaları ve dolayısıyla bu istekten tedirgin olmuş olmalarının temel sebep olduğu düşünülmektedir. Bazı öğrencilerin tedirgin bir ifadeyle, “Nasıl çıkaralım hocam onu (formülü)?” gibi tepkiler göstermesi de bu endişenin göze çarptığı noktalardan biri olmaktadır. Bu düşünceyi destekleyecek bir unsurda ÇY-2’ de görülmektedir. Çünkü ÇY-2’ de dikdörtgen prizmanın hacmi istendiğinde, ÇY-1’ den buna alışmış olan öğrenciler bu durumu yadırgamamışlardır. Hemen kenar isimlendirmeleri yapacaklarını fark etmişlerdir ve doğru sonuca ulaşabilmişlerdir. Çünkü ÇY-1’ de formülü çoğu grup tam olarak yazamamış olsa da formül yazabileceklerini fark ettikleri ve bunu yazmanın zannettikleri kadar zor olmadığını anladıkları düşünülmektedir.

Tüm gruplar, 7.soruda bulunan tabloyu aynı şekilde doldurmuşlardır. Sadece A grubunun temsilcisi, tüm yüzey alanları toplamına dikdörtgen yüzeylerin alanlarının toplamı olan 240 yazmıştır. Bunun üzerine B3 itiraz edince, A grubu kendi aralarında konuşarak üçgenleri de tüm yüzey alanlarına katmaları gerektiğini fark edip, 288 olarak düzeltiyorlar. A grubunun akran etkisi yaşamış olduğu bu noktada görülmektedir. Tüm temsilciler tahtada açıklama yaparken; yükseklik olarak doğru uzunluğu, taban ve tavan olarak üçgen yüzeyleri ve yan yüzeyler olarak dikdörtgen yüzeyleri göstermişlerdir. Ayrıca cismin tüm yüzey alanı olarak da, *tüm yüzeylerinin alanlarının toplamını* aldıklarını belirtmişlerdir.

7.sorunun sonunda, açıklamalar yapıldıktan sonra, ÇY’ deki giriş aşamasında verilen Makbule karakterinin yaptığı yanlış sorulmuştur. Sadece B3 elini kaldırmış ve

yapılan hatanın kalemliklerin yüzey alanlarının farklı olmasını Makbule' nin görememesinden kaynaklandığını belirtmiştir.

Açıklama aşaması esnasında araştırmacı, düzgün bir cismin tüm yüzey alanını bulabilmek için *bütün yüzeylerinin alanlarının toplamını* almak gerektiği genellemesini yapmıştır.

Öğrenciler 8.sorudaki üçgen prizmanın bir bina gibi bezle çevrilmesinde sadece yanal yüzeylerin alınacağı düşüncesini, A2 sayesinde fark etmişlerdir. Çünkü A2 bunu yüksek sesle dile getirmiştir. Soruyu okuma fırsatları olabilseydi sadece yanal yüzeylerin alınacağını anlayan başka öğrencilerde belki olabilirdi. Ayrıca tüm grupların bu soruyu doğru cevaplamış olması değinilmesi gereken bir noktadır.

5.soruda oluşturdukları üçgen prizmayı, 8.soru için kesip kesik üçgen prizma oluşturma sürecinde bazı sorunlar yaşanmıştır. Özellikle ellerindeki üçgen prizmayı, ÇY' deki resme bakarak, hangi noktalardan keseceklerini fark edememişlerdir. Araştırmacının yönlendirmesiyle cisim kesmişlerdir. Ancak A ve D grubu cisimlerini yanlış noktalardan kesmişlerdir. Diğer gruplar ise, hangi noktalardan keseceklerinden emin olamamışlardır. Bu durumu gören araştırmacı, C grubunun cismini kesip 3D kalemle kesik üçgen prizmayı oluşturmuştur. Tüm gruplar cismin 3 boyutlu halini görmüş olmuşlardır ve cismi doğru bir şekilde oluşturabilmişlerdir. Cisimlerini yanlış kesen A ve D grupları ise, önce cisimlerini 3D kalemle tamamlamıştır. Daha sonra kesip kesik üçgen prizmayı oluşturmuşlardır.

Buradan anlaşılmaktadır ki, ÇY-1' in 8.sorusunda istenilen kesik üçgen prizmayı oluşturmada zorlanmışlardır. Bunun sebepleri, cismin soruda verilen 2 boyutlu halini 3 boyutlu hale yordayamamış olmaları ve araştırmacı göstermesine rağmen cisim kesecekleri noktayı fark edememiş olmaları olarak düşünülebilir.

Ayrıca 5.soru için oluşturdukları üçgen prizmayı, 8.soru için kesmeleri istendiğinde D grubu üyeleri bundan memnun olmamışlardır. Çünkü oluşturdukları ve benimsedikleri cisim kesmekten rahatsızlık duymuşlardır. Bu da öğrencilerin oluşturdukları cisme olan bağlılıklarını fark ettirmektedir. Ancak tabii olarak, diğer gruplar gibi, cisim kesip kesik üçgen prizmayı oluşturmuşlardır.

Burada D grubu için dikkat çeken bir nokta ise, iki yüksekliğini kestikleri cismin A noktasını kesmeyip tavan üçgenini cisimden ayırmamalarıdır. Bu tavan üçgenini

kestikleri yüksekliklerin uc noktalarına sabitlemeyi düşünmüşlerdir. Ancak tavan üçgenini ön doğru eğdiklerinde A noktasının bulunduğu yüksekliğin eğildiğini görmüşlerdir. Ayrıca tavan üçgeninin bu kesik üçgen prizmaya uymayacağını da fark etmişlerdir. Böylelikle A noktasını da keserek tavan üçgenini yeniden oluşturmuşlardır ve kesik üçgen prizmayı elde etmişlerdir. Yani buradan anlaşıldığı üzere öğrenciler, ellerinde bulunan ve 3D kalemle istedikleri gibi şekillendirebilecekleri cisimleri her açıdan inceleyip, eğip bükerek vs. yorumlayabilmekte ve değerlendirmede bulunabilmektedirler.

Kesik üçgen prizmanın alanını bulmaya çalışırken öğrencilerin bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *analiz* düzeyine çıkabildikleri görülmüştür. Ancak kesik üçgen prizmanın alanının sonucunu, hiçbir grup doğru bulamamıştır. Bunun sebeplerinden birinin tavan üçgeninin çeşitkenar olması olduğu düşünülmektedir. Ancak kesik üçgen prizmanın yüzey alanını hesaplama sürecindeki bazı noktalar 3 boyutlu cismin etkililiğini gözler önüne sermektedir. Örneğin, oluşturdukları cismi peçete üzerine koyarak peçeteye açısını çizmiş ve uzunluklarını yazmışlardır. Ayrıca yamuk konusunu henüz görmemiş olmalarına rağmen cisim üzerinde yamuğu bir üçgen ve bir kareye parçalayabileceklerini görüp ona göre işlem yapmışlardır.

9.sorunun a şıkında öğrencilerin istenilenleri anlamakta zorlandıkları görülmüştür. Hiçbir grup doğru sonuca erişememiştir. Bütün öğrencilerin, sadece kenar uzunluklarını dikkate aldığı ve köşegenleri hesaba katmadıkları fark edilmiştir. Elleri cisim olmasına rağmen, iki köşe arasındaki uzaklık denilince, cisim içinde oluşturabilecekleri uzunlukları görememişlerdir.

Ancak dikkat çeken bir nokta, B grubunun bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *uygulama* düzeyini sağladığının görülmesidir. Değerleri formülde olması gereken yerlere yazabilmişlerdir. Sorudaki taban üçgeninin 21-36-39 üçgeni olduğunu da bulmuşlardır. Fakat onlarda en uzak mesafeyi bulamamışlardır.

A grubu da formül üzerinde düşünerek, taban üçgeninin 21-36-39 üçgeni olduğunu buldukları gözlemlenmiştir. Değerleri yerine yazmışlardır ve üçgenin kenar uzunluklarını 3 ile çarparlarsa bunu sağlayacağını düşünmüşlerdir. Bu durumda A grubunun da bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *kavrama* düzeyini sağladığı anlaşılmaktadır.

9.sorunun b şıkkı içinse, öğrenciler soruyu anlayıp anlamadıklarına dair bir geri bildirimde bulunmamışlardır. Ancak 2 grubun soruyu çözmek için doğru bir mantık yürüttüğü görülmüştür. Bunlar A ve D gruplarıdır. A ve D grupları bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *analiz* düzeyine ulaşabilmişlerdir. 2 grubun ise şekil üzerinde gördükleri sayıları; bir grubun formülde yerine yazmaya çalıştığı, diğer grubun ise sayıları toplayarak veya çarparak işlemler yapmaya çalıştıkları görülmektedir.

Oluşturdukları şekil veya cisimleri araştırmacıya ve birbirlerine göstererek, '*Üçgen mükemmel oldu. Bu seferki hoş oldu.*' gibi ifadeler kullanmaları oluşturdukları yapılardan kaynaklanan memnuniyetlerini ve sevgilerini göstermektedir.

Ayrıca teneffüslerde dahi sınıftan çıkmak istememeleri ve derse devam etmek istemeleri, derse olan ilgi ve sevgilerini göz önüne sermektedir.

İlk ders alıştırma dersiydi (3D kalem kullanımını öğrenme kağıdını kastediyor); bu ders iyice (iyi) oldu.' gibi söylemlerden, ÇY-1' in uygulanması esnasında genel olarak, 3D kalemle cisim oluşturabildikleri ve bundan memnun oldukları, derse ilgilerinin olduğu görülmüştür. Ayrıca ders esnasında ve dışında; harf, isim vs. yaparak farklı yapılarda oluşturmuşlardır.

Cisim oluşturma ve soruları cevaplama esnasında, bazı grupların geride kaldıkları bazılarının ise çok hızlı oldukları görülmüştür. Beklemek zorunda kalan gruplar, 3D kalemle şekiller, isimler oluşturarak eğlenmişlerdir.

4.1.2. ÇALIŞMA YAPRAĞI-2' NİN SINIF İÇİ UYGULAMASINA İLİŞKİN BULGULAR VE BUNLARIN İNCELENMESİ

Bu kısımda Çalışma Yaprağı-2' de bulunan her bir soru ayrı ayrı ele alınarak, sınıf içi uygulama ve diyaloglar, 3D çıktılar, çalışma yaprağındaki soruya verilen cevaplar doğrultusunda araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir.

4.1.2.1. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Beşinci Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi

Bu kısımda, Çalışma Yaprağı-2' de bulunan 5.sorunun sınıf içi uygulamayla elde edilen bulgular ve bunların yorumu, alıntılarla ve öğrencilerin ÇY' leriyle desteklenerek sunulmuştur. Bu esnada, 4.1' de bahsi geçen 10 ana düşünceden a, b, d, f, h, ı ve j şıklarına dikkat edilmiştir. Çünkü 5.sorunun mantığında ve işlenişi sırasında bu düşünceler yer almaktadır. Bilindiği gibi, 5.soru, ÇY-2' in keşfetme aşamalarından biridir.

- 5) i) Öğretmeninizin size söylediği kenar uzunluklarına sahip kareyi deftere çizin. Deftere çizdiğiniz karenin kenarlarının üzerinden 3D yazıcı kalemle geçin. Bu şeklin içini doldurarak oluşturun ve defterden ayırın.
- ii) Şimdi defterlerimize dört tane dikdörtgen oluşturalım. Bir kenarı size söylenen kenar uzunluğu, diğer kenarı 10 birim olsun. Bu dört tane dikdörtgenin de içlerini doldurun ve defterden ayırın.
- iii) Şu an elimizde bir tane içi dolu kare, dört tane içi dolu dikdörtgen var. Bu şekilleri kenar uzunlukları uyuşacak ve *bir dikdörtgen prizma* oluşacak biçimde, 3D yazıcı kalemle sabitleyin.
- iv) Gelin hadi içlerine mum yerine boncuk doldurarak inceleyelim.
- Size hazır verilen dikdörtgen prizmayı boncuklarla doldurun. Bu prizmadaki boncukları sizin oluşturduğunuz dikdörtgen prizmaya boşaltın ve inceleyin.
- Buna göre iki dikdörtgen prizmaya doldurduğunuz boncuk miktarı eşit mi? Eşitse veya değilse, bunun sebepleri neler olabilir? Aşağıya yazın.

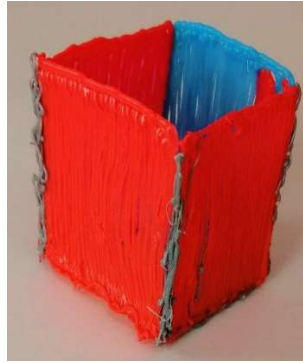
Şekil 4. 54. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan 5.Soru

4.1.2.1.1. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Beşinci Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin uygulama esnasındaki diyalogları yer almaktadır. Ayrıca araştırmacı, bu diyalogları yorumlarıyla detaylandırmaktadır.

Araştırmacı, bir öğrenciden ÇY-2' nin giriş aşaması olan 1., 2., 3. ve 4.kısımları okumasını rica etmiştir ve öğrenci yüksek sesle giriş aşamasını okumuştur. Bu esnada herhangi bir soru ve sorunla karşılaşmamıştır. Daha sonra öğrenciler ÇY-2' de bulunan 5.soruyu incelemeye başlamışlardır.

Araştırmacı, A ve B gruplarına 8' er birim; C ve D gruplarına ise 7' şer birim içi dolu kare oluşturmalarını söylemiştir. Gruplar, karelerini istenildiği gibi 3D kalemle oluşturmuşlardır. Sonrasında ise: her bir grubun karesinin kenar uzunluğuna göre 7 ve 10 ya da 8 ve 10 kenar uzunluklarına sahip, içi dolu dört adet dikdörtgen oluşturmuşlardır. Her grup bu kare ve dikdörtgenleri birleştirerek, tavanı olmayan birer dikdörtgen prizma meydana getirmişlerdir (Şekil 4.55 ve Şekil 4.56). Bu aşamalar esnasında aşağıdaki diyaloglar gerçekleşmiştir.



Şekil 4. 55. A Grubunun ÇY-2 5.Soru İçin Oluşturdukları 8-8-10 Kenar Uzunluklarına Sahip Kare Tabanlı Dikdörtgen Prizma



Şekil 4. 56. C Grubunun ÇY-2 5.Soru İçin Oluşturdukları 7-7-10 Kenar Uzunluklarına Sahip Kare Tabanlı Dikdörtgen Prizma

ÇY-2’ de bulunan 5.soruda yönergeyi okumak yerine araştırmacıdan bilgi almaya çalışan *bazı* öğrenciler olmuştur:

137. **B2(araştırmacıya hitaben):** Kaç tane kare yapacağız hocam?

...

138. **C3(araştırmacıya hitaben):** Dikdörtgenin birimi kaç?

...

139. **C3 (araştırmacıya hitaben):** Bir tane daha kare çizecek miyiz hocam?

140. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Kare bir tane. Çünkü üst kısmının açık kalması gerekiyor.

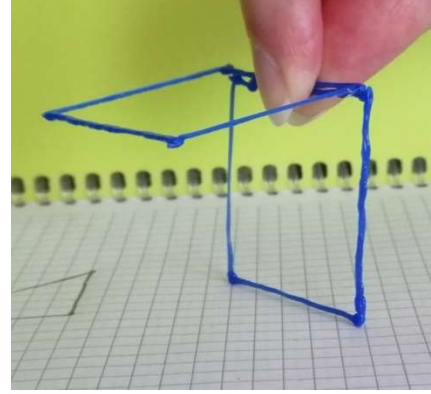
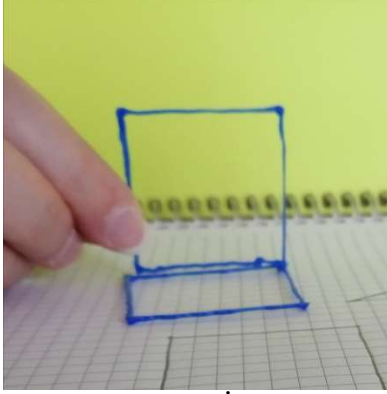
137, 138 ve 139’ da görüldüğü gibi yönergelerde belirtilen unsurları, okumak yerine, araştırmacıya sormuşlardır. Araştırmacı ise 140’ daki söylemiyle tüm sorulara cevabını vermiştir.

Araştırmacının 140’ daki söylemine rağmen D grubu iki adet kare oluşturmuşlardır. Bu karelerin içi boş haldeyken, Şekil 4.60’ da da gösterildiği gibi kareleri değerlendirirken:

141. **D1(araştırmacıya ve grup arkadaşlarına hitaben):** (Bu iki kareyi alıp birini zemine koyup diğerini ona dik olarak tutuyor) bakın küpün tabanı hazır. (Zeminde tuttuğu kareyi hemen tavan konumuna getirip) bakın şimdi tavanı hazır olmuş oldu.

diyor. Yani 141’ deki söylemiyle D2, tabanı tavan yapmış olduğunu belirtiyor (Şekil 4.57). Bu durum öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerilerinin olumlu yönde

etkilediğinin göstergesidir. Öğrencilerin cisimleri istedikleri konuma getirerek yorumda bulunabilme olanağı olmuştur.



Şekil 4. 57. D2' nin İki Kareyi Birbirine Dik Tutarak; Sağdaki Resimde Olduğu Gibi Bir Kareyi Küpün Tabanı Yapıp Sonra Şekli 180 Derece Çevirip; Soldaki Resimde Olduğu Gibi Bir Kareyi Küpün Tavanı Yapması

Öğrencilerin şu söylemleri dikkate değerdir:

142. **C1(araştırmacıya hitaben):** Şekil çizmek (3D kalemi göstererek) daha güzel oluyor.
143. **B1(C1 ve araştırmacıya hitaben):** (Şeklin) içini doldurmakta güzel.
144. **C1(B1 ve araştırmacıya hitaben):** Aynen, (şeklin içini) doldurmakta güzel.

142, 143 ve 144' den öğrencilerin, 3D kalemle şekiller oluşturmaktan memnun oldukları anlaşılmaktadır.

Her öğrenci yönergeleri okumamıştır. Aşağıda görüldüğü gibi grup arkadaşlarından bilgi almaya çalışan öğrenciler de olmuştur:

145. **A3(A1' e hitaben):** (Şekil 4.58' deki hazır prizmaya doldurulan boncukları kastederek) Buna doldurulan boncukları ne yapacaktınız şimdi?
146. **A1(A3 hitaben):** (Kendi yaptıkları prizmayı göstererek) sonra bunun içine dökcektimiz bu boncukları, ne kadar boncuk olduğunu bulacaktınız (bu esnada çalışma yaprağını işaret ediyor).



Şekil 4. 58. ÇY-2 5.Soru İçin (Araştırmacı Tarafından Oluşturulup) Gruplara Hazır Verilen Dikdörtgen Prizmalardan Biri

147. **A3(araştırmacıya hitaben):** (Oluşturdukları dikdörtgenin birini göstererek) güzel olmuş mu hocam?

148. **A2(araştırmacıya hitaben):** Bence en güzel bizim ki olmuş.

149. **Araştırmacı(A grubuna hitaben):** Hepiniz aşağı yukarı aynı yapıyorsunuz aslında. Güzel oluyor hepinizinki de.

150. **A3(araştırmacıya hitaben):** (Yaptıkları dikdörtgenleri göstererek) hocam renkleri çok güzel olmadı mı?

...

151. **C1(araştırmacıya hitaben):** (Yaptığı dikdörtgeni göstererek) Hocam benimki nasıl? Altı dümdüz.

...

152. **A3(araştırmacıya hitaben):** Dikdörtgen prizma bitti hocam. Rengarenk oldu.

147' den 152' ye kadar olan söylemleriyle öğrencilerin, oluşturdukları şekillerden memnun olduklarını görmekteyiz. Ayrıca araştırmacı tarafından belirtildiği gibi, tüm gruplar aşağı yukarı aynı nitelikte şekiller oluşturmuşlardır.

153. **Araştırmacı(A grubuna hitaben):** Matematikte şekli kendiniz yaptığınız zaman her ayrıntısını görmüş oluyorsunuz. Yüzeyleri nasıl, içi dışı nasıl tamamen görmüş oluyorsunuz.

154. **A2 ve A3(araştırmacıya hitaben):** Evet hocam.

155. **A3(araştırmacıya hitaben):** Yanal yüzey falan. Çok güzel bir şey böyle ders işlemek. Haftada iki kere falan alabilirsiniz hocam bizi.

Öğrencilerin 3D kalemle ders işlemekten çok memnun oldukları ve cisimlerin özelliklerini daha rahat görebildikleri 154 ve 155' deki söylemlerinden anlaşılmaktadır.

A2, A1' e iki dikdörtgeni birbirine paralel tutarak gösteriyor. A1, diğer dikdörtgeni üstüne koyuyor.

156. **A2(araştırmacıya hitaben):** (Yapılmakta olan 4.dikdörtgeni kafasıyla işaret ederek) o da taban olacak değil mi hocam?

157. **Araştırmacı(A2' ye hitaben):** (Önlerinde duran kareyi göstererek) bu?

158. **A1(araştırmacıya hitaben):** (Kareyi alıp taban olacak kısma tutarak) o şuraya. (Kenarları) sekiz birimdi ya hani.

156 ve 158' den anlaşıldığı üzere, cismi dikdörtgen yüzeyinin üzerinden değerlendirmişlerdir. Yani, cismi istedikleri gibi çevirip, yorumlayabildikleri burada da görülmektedir.

Öğrencilerin 3D kalemi kullanırken; farklı yöntemler denemeye çalıştıkları görülmüştür:

A grubu yaptıkları şekilleri birleştirmeye başlıyorlar. Önce bir dikdörtgenin, bir kenarının üzerinden geçip erimiş plastik soğumadan karenin bir kenarını yapıştırmayı düşündüler. Bunun üzerine,

159. **Araştırmacı(A grubuna hitaben):** Sizce öyle olur mu (birleşir mi) çocuklar?

160. **A3(araştırmacıya hitaben):** Olur. Yapıştırırız.

161. **Araştırmacı(A grubuna hitaben):** Hadi deneyin bir bakalım.

162. **A2(3D kalemi tutan A1' e hitaben):** Dur, dur. Ben bunu böyle tutayım (dikdörtgenin bir kenarı ile karenin bir kenarını birbirlerine dik olacak biçimde bir arada tutuyor), sen üzerinden yapıştır.

Tavanı olmayan dikdörtgen prizmayı oluşturduktan sonra öğrenciler oluşturdukları cisimle, giriş kısmı arasındaki bağlantıyı kurmuşlardır:

163. **A3(grup arkadaşlarına hitaben):** Aaa... Böyle kalemlik.

164. **A2(araştırmacıya hitaben):** Hocam bunları kalemlik de yapabiliriz.

165. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Makbule' nin elinde dikdörtgen prizma biçiminde kalemlik vardı. Biz de onun benzerini yapmış olduk.

163 ve 164' de görüldüğü gibi A3 ve A2, çalışma yapraklarındaki giriş problemiyle bağlantı kurmuşlardır. ÇY' deki Makbule karakterinin oluşturduğu kalemlikleri kendilerinin de diğer gruplarla beraber–yani çok sayıda-oluşturmuş olduklarını anlamışlardır.

Öğrenciler, kendilerine hazır verilen 6-6-10 birim kenar uzunluklarına sahip kare tabanlı dikdörtgen prizmayı boncuklarla dolduruyorlar (Şekil 4.59). Bu boncukları kendi oluşturdukları prizmalarının içine boşaltıyorlar ve bu durumu inceliyorlar (Şekil 4.60):



Şekil 4. 59. ÇY-2, 5.Soru İçin Hazır Verilen Prizmayı Öğrencilerin Boncukla Doldurdıkları Hali



Şekil 4. 60. ÇY-2, 5.Soruda Öğrencilerin Hazır Verilen Prizmadaki Boncukları Kendi Oluşturdukları Prizmalarının İçine Boşalttıkları Hali

166. *A1(çalışma yaprağındaki soruyu sesli okuyarak): 'Buna göre iki dikdörtgen prizmaya doldurduğun boncuk miktarı eşit mi?'. Hayır.*

167. **A2(grup arkadaşlarına hitaben):** İki katı.

168. **A1(araştırmacıya hitaben ve bir şey fark etmiş gibi):** Eşit ama. (İki prizmayı parmağıyla göstererek ve boncuk miktarını kastederek) bunlara doldurduğum iki şey (boncuk miktarı) eşit.

Burada A1 öğrencisi (168' deki söylemle), doldurdukları dikdörtgen prizmadaki 360 birimküp olan boncuk miktarının; kendi oluşturdukları prizmaya boşaltmakla değişmediğini ifade etmektedir. Yani, toplamda 360 birimküp kadar hacme sahip olan boncukların miktarı, oluşturdukları prizmaya aktarmakla değişmemektedir. Boncukların oluşturduğu hacim yine 360 birimküptür. A1, bu durumu ifade etmiştir. Ayrıca bu durumu D1 ve D2' de ifade etmişlerdir. Burada dikkat çeken bir diğer nokta ise, A2' nin (167' deki söyleminde) boncuk miktarını 'iki katı' olarak ifade etmesidir. Göz kararı olarak söylenen bu ifade doğru değildir. Ölçüm yapmadıkları halde, bu fikrinde de daha sonra ısrarcı davranmıştır (Bkz. 4.1.2.2.1, 175.söylem). Öğrenciler ve araştırmacı arasındaki konuşma 168' deki söylemden itibaren devam etmektedir:

169. **Araştırmacı(A grubuna hitaben):** Bu iki prizmayı doldursan boncukla eşit olabilir mi?

170. **A1(araştırmacıya hitaben):** Hayır, değil(iki prizma için gereken boncuk miktarının eşit olmadığını kastediyor). O yüzden eşit değil.

Böylelikle A1, 170' deki söylemiyle istenilen cevaba ulaşabilmiştir.

171. **B2(grup arkadaşlarına hitaben):** Şuraya (5.soruya) hacimleri farklı yazabilir miyiz?

172. **B3(B2' ye hitaben):** Aynen. Yazabiliriz.

B2 ve B3 (171 ve 172' deki) söylemlerinde bulunmalarına rağmen, Şekil 4.61 'de görüldüğü gibi, 'taban alanları farklı' yazmışlardır.

Eşit değil çünkü taban alanları farklı.

Şekil 4. 61. B Grubu, ÇY-2, 5.Soru İçin Cevapları

Ancak D grubu:

173. **D1(araştırmacıya hitaben):** Eşit değildir. İki kabın (prizmanın) hacmi eşit olmadığı için.

D1 (173' deki) söylemiyle, Şekil 4.62' de görüldüğü gibi doğru bir düşünce yapısıyla hareket etmişlerdir.

Boncuk miktarı eşit değildir. İki kabın hacmi eşit olmadığı için

Şekil 4. 62. D Grubu, ÇY-2, 5.Soru İçin Cevapları

4.1.2.1.2.Çalışma Yapradı-2' de Bulunan Beşinci Soru Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin çalışma yaprağındaki soruya verdikleri cevaplar yer almaktadır. Araştırmacı, bu cevapları yorumlarıyla detaylandırmaktadır. Ayrıca öğrenci cevapları, bilişsel öğrenme alanlarına göre değerlendirilmiştir.

A grubunun 5.soru için cevabı:

Eşit Değil
yükseklikleri aynı fakat yüzeyleri farklı bu
sebeple eşit değil

Şekil 4. 63. A Grubu, ÇY-2, 5.Soru İçin Cevapları

A grubu, iki prizmayı doldurmak için gereken boncuk miktarının eşit olmadığını Şekil 4.63' de belirtmişlerdir. Burada kendilerine verilen prizma ile kendi oluşturdukları prizmanın yüksekliklerinin, aynı olduğunu yazmış olmaları da doğrudur. Ancak bu eşitsizliği 'yüzeyleri farklı' olarak betimlemelerindeki asıl sebebin; prizmaların ebatlarının farklı olduğunu söylemeye çalıştıkları olduğu düşünölmektedir. Fakat burada yüzey alanlarını düşünmüş olabilecekleri de göz ardı edilmemelidir.

B grubunun 5.soru için cevabı:

Eşit değil çünkü taban alanları farklı.

Şekil 4. 64. B Grubu, ÇY-2, 5.Soru İçin Cevapları

B grubu, iki prizmayı doldurmak için gereken boncuk miktarının eşit olmadığını Şekil 4.64' de belirtmişlerdir. Ancak bu eşitsizliği '*taban alanları farklı*' olarak betimlemeleri istenilen cevap değildir. Burada kendilerine verilen prizma ile kendi oluşturdukları prizmanın arasında; ebatların farklı olduğu düşüncesiyle bir kıyaslama yapmışlardır. Fakat bunu taban alanı üzerinden değerlendirmişlerdir. Üstelik *bölüm 4.1.2.1.1, 171 ve 172.söylemde* geçtiği gibi, iki prizmanın *hacimlerinin farklı* olduğunu düşünmüşlerdir.

C grubunun 5.soru için cevabı:

İki prizmanın içinde de boncuklar eşit olmadı. Çünkü diğer prizmanın uzunlukları bizim çizdiğimizden küçük olduğu için eşit olmadı.

Şekil 4. 65. C Grubu, ÇY-2, 5.Soru İçin Cevapları

C grubu Şekil 4.65' de, düşüncelerini açık bir şekilde ifade etmişlerdir. Burada kendilerine verilen prizma ile kendi oluşturdukları prizmanın arasında; ebatların farklı olduğu düşüncesiyle bir kıyaslama yapmışlardır. Dolayısıyla iki prizmayı doldurmak için gereken boncuk miktarının eşit olmadığını belirtmişlerdir.

D grubunun 5.soru için cevabı:

Boncuk miktarı eşit değildir. İki kabın hacmi eşit olmadığı için

Şekil 4. 66. D Grubu, ÇY-2, 5.Soru

D grubu, iki prizmayı doldurmak için gereken boncuk miktarının eşit olmadığını Şekil 4.66' da belirtmişlerdir. Ayrıca daha da ileri bir düşünceyle, kendilerine verilen prizma ile kendi oluşturdukları prizmanın arasında; *hacim farklılığı* olduğu düşüncesiyle bir kıyaslama yapmışlardır. Öğrencilerin küp hacmi dışında hacim hesabı görmedikleri halde bu fikri düşünebilmiş olmaları 3D yazıcı kalemle uyumlu çalışma yapraklarının ve boncukların etkisini göstermektedir.

ÇY-2, 5.soruya yazılan cevaplar için genel bir değerlendirme yapılırsa, A ve C grupları, ebatlar üzerinden değerlendirmede bulunmuşlardır. B grubu ise, muhtemelen ÇY-1' in de etkisiyle taban alanı üzerinden değerlendirmede bulunmuşlardır. Ancak kendi aralarındaki diyaloglarında iki prizmanın hacimlerinin farklı olduğundan bahsetmişlerdir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta ise, henüz hacimden bahsedilmediği halde, D grubunun hacim üzerinden kıyaslama yapabildiği olmalarıdır.

Ayrıca yukarıdaki bilgilere göre A ve C grupları, ÇY-2' in 5.sorusunun ve somut materyallerin, öğrencilerin bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *kavrama* düzeyine çıkabilmelerini sağladıkları ortaya çıkmaktadır. B ve D grupları ise, prizmaların hacimlerinin farklı olmasından söz ettikleri için, bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *analiz* düzeyine çıkabilmişlerdir.

4.1.2.2. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Altıncı Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi

Bu kısımda, Çalışma Yaprağı-2' de bulunan 6.sorunun sınıf içi uygulamayla elde edilen bulgular ve bunların yorumu, alıntılarla ve öğrencilerin ÇY' leriyle desteklenerek sunulmuştur. Bu esnada, 4.1' de bahsi geçen 10 ana düşünceden b, c, d, f, g, h, ı ve j şıklarına dikkat edilmiştir. Çünkü 6.sorunun mantığında ve işlenişi sırasında bu düşünceler yer almaktadır. Bilindiği gibi, 6.soru, ÇY-2' in keşfetme aşamalarından biridir.

6) Elinizde bulunan iki prizmanın yüksekliklerini grup arkadaşlarımızla belirleyin. Sizce elinizdeki iki prizmanın hacmi nasıl bulunabilir? Düşündüğünüz yöntemleri aşağıya yazın. Lütfen dikkat edin; sizlerden işlem değil, yöntem ve formül istiyoruz.

Şekil 4. 67. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan 6.Soru

4.1.2.2.1. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Altıncı Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin uygulama esnasındaki diyalogları yer almaktadır. Ayrıca araştırmacı, bu diyalogları yorumlarıyla detaylandırmaktadır.

174. **A1(grup arkadaşlarına hitaben):** Hacim bulacağız.

175. **A2(grup arkadaşlarına hitaben):** Bunun (hazır verilen prizmanın hacminin) iki katı işte (bizim yaptığımız prizmanın hacmi).

4.1.2.1.1' de 167.söyleminde olduğu gibi, A2' nin 175' deki söyleminde de, kendi oluşturdukları prizmanın hacminin, kendilerine hazır verilen prizmanın hacminin *iki katı* olduğu konusunda ısrarcı davrandığı görülmektedir. Bu durum daha sonra araştırmacının yönlendirmeleriyle olumlu yönde değişmiştir.

Gruplar arasındaki bir etkileşimle, küp hacminin formülünün yazılı olduğu duvardaki resim üzerinden dikdörtgen prizmanın hacim formülüne ulaşmaya çalışıyorlar:

176. **A1(yüksek sesle):** (Duvardaki küpün hacim formülü yazılı tabloyu işaret ederek) $a \cdot a \cdot a$ gibi bir şeyler (dikdörtgen prizma formülü).

177. **A2(A1' e hitaben):** O küpün hacmi.

B3, küpün hacim formülü yazılı olan duvardaki tablonun yanına gitmiş grup arkadaşlarına anlatmaya çalışıyor. Küp resminin üzerinden kenar uzunluklarını gösteriyor ve hemen hemen herkes dinliyor.

178. **B3:** Şurası taban kenarı, şurası da taban kenarı, şurası yükseklik.

179. **A3:** $a \cdot a \cdot a$ (küp formülünden bahsediyor). Ama bu (bizim elimizdeki ve bize sorulan) dikdörtgen. Küp değil ki.

176' dan 179' a kadar gerçekleşen diyaloglarda görüldüğü gibi öğrenciler kendi aralarında iletişim kuruyorlar. Küp formülü üzerinden 5. ve 6.sorular hakkında konuşuyorlar. Burada bir noktaya değinmekte fayda var; küp hacmi üzerinden dikdörtgen prizmanın hacmine ulaşmaları bilgisini, A1 ve B3 kendileri düşünmüşlerdir. Araştırmacı bu bilgiyi henüz vermemiştir. B3 (178' deki söyleminde), küp üzerinden, *iki taban kenarı ve bir yükseklik* olarak formülü düşünmüştür. Bu düşünce yapısıyla dikdörtgen prizmanın hacim formülüne ulaşması mümkün görülmektedir. Ayrıca dikdörtgen prizmanın hacmini bulabilmek için küp hacmini kullanmasındaki uzamsal akıl yürütmesini *iki taban kenarı ve bir yükseklik* mantığında görmüş olmaktadır. Ancak A1 (176' daki söyleminde), hacim formülünü *a.a.a.a* olarak düşündüğü için sonuca ulaşmakta zorlanmaktadır. A2 ise 177 ve 179' daki söylemlerinde görüldüğü gibi, dikdörtgen prizmanın hacim formülüyle küpün hacim formülü arasındaki ilişkiyi henüz görememiştir.

180. **A2(aracıya hitaben):** *(Dikdörtgen prizmanın tabanını göstererek) Şu karenin alanı bölü yükseklik mi hacim formülü?*

A2' nin (180' deki) söyleminden formül için yanlış bir düşünce üzerinden ilerlediği görülmektedir. Nasıl bir mantık yürüttüğü anlaşılmalıdır.

181. **B2(aracıya hitaben):** *Kenarlara harf verebiliriz değil mi hocam?*

B2' nin (181' deki) söyleminden, ÇY-1' deki formüle ulaşma sürecinin etkisi görülmektedir. ÇY-1' deki 6.soruda olduğu gibi, bu soruda da formüle ulaşmak için kenarları isimlendirmesi gerektiğini fark etmiştir.

182. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** *Küpün hacmi neydi arkadaşlar?*

183. **Birkaç öğrenci aynı anda:** *a küp hocam.*

184. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** *a küp. Neden a küptü?*

185. **B3(aracıya hitaben):** *Hocam yükseklik, genişlik bir de... (düşünüyor)*

186. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** *İki taban kenarının çarpımı çarpı yükseklik değil mi? O zaman dikdörtgen prizmada nasıl olur bu durum?*

187. **B3 (aracıya hitaben):** *Aynen. Aynı şekilde olmaz mı?*

188. **A1(aracıya hitaben):** *a kare çarpı b kare.*

189. **A2(A1' e hitaben):** *Hayır.*

190. **B3(yüksek sesle):** *a kare çarpı b.*

182' den 190' a kadar gerçekleşen diyaloglarda araştırmacının, dikdörtgen prizmanın hacmine öğrencilerin ulaşabilmeleri için yapmış olduğu rehberliği görmekteyiz. Bunun neticesinde B3' ün (190' daki söyleminde) formülü keşfettiği ortaya çıkmaktadır. Daha öncesinde hatırlanacağı üzere B3 (178' deki söylemde), duvardaki küp formülünü de göz önüne almıştır. Ancak A1' in (188' deki) '*a kare çarpı b kare.*' söylemiyle yanlış bir düşüncede olduğu da görülmektedir. A2 ise (189' daki söyleminde), bu düşünceye itiraz etmektedir. Böylece, araştırmacının rehberliği sonucunda, doğru düşünceye ulaşan öğrenciler olsa da; ulaşamayan öğrencilerin olduğu da görülmektedir.

Araştırmacı formüle ulaşamayan öğrenciler olduğunu görünce rehberliğini devam ettirmektedir:

Araştırmacı, A grubunun oluşturduğu prizmanın bir kısmını parmaklarıyla kapatıp küp görünümünü veriyor (Şekil 4.68).



Şekil 4. 68. Dikdörtgen Prizma Kapatılarak Küp Görünümü Verilmesi

191. **Araştırmacı(A grubuna hitaben):** Neydi; küpün hacmi, (küp görünümü verdiği prizma üzerinde sırasıyla, iki taban kenarını ve yüksekliği göstererek) *a çarpı a çarpı a.* (Küpün) tabanları kareydi; tabanları *a çarpı a* (bu esnada A1' de '*a çarpı a*' diyor). Yüksekliği neydi (bu esnada A2' de '*a*' diyor) *a*' ydı. O yüzden o da (çarpı) *a*. Dikdörtgen prizmada nasıl olur peki? Bu (küp görünümü verdiği prizmanın tamamını göstererek) *kare tabanlı dikdörtgen prizma değil mi?*

192. **A1(Araştırmacıya hitaben):** Hocam iki tane a var, iki tane b var ise...
193. **A3(araya girerek):** a kare çarpı a yerine (küpin yüksekliği yerine) b (çarpımı) olmaz mı?
194. **B3(A grubuna hitaben):** a kare çarpı b olması gerekiyor.

192' de görüldüğü gibi A1, cisim üzerinde izah edildiği halde *iki tane a ve iki tane b* olması hususunda 188' deki söylemindeki gibi ısrarcı davranmaktadır. Burada dikdörtgen prizmanın yüksekliğinin, küp yüksekliğinden farklı olmasının A1' in kafasını karıştırmış olduğu aşikârdır. Ancak A2 (189' daki söylemde) ve A3' ün (193' deki söylemde) bu düşünceye itiraz ettikleri de görülmektedir. B3 ise 190'daki söyleminde de 194' deki söyleminde de, arkadaşlarına doğru olduğunu düşündüğü cevabı-ki bu formül *a kare çarpı b* dir ve doğrudur-sürekli söyleyerek etki etmeye çalışmaktadır.

195. **A3(grup arkadaşlarına hitaben):** (Kendi prizmaları üzerinden göstererek) *şimdi bunun tabanı a kare değil mi?*
196. **A1(A3' e hitaben):** Hayır. Orası a küp.
197. **A3(araştırmacıya hitaben):** Taban alanı çarpı, dikdörtgenin alanı da a çarpı b değil mi?

A3' ün (197' deki) söyleminden, A grubunun *a küp çarpı b* ya da *a kare çarpı b kare* düşüncelerinin sebebi anlaşılmaktadır. Çünkü dikdörtgen prizmanın taban alanının *a kare* olması dışında bir de dikdörtgenin alanının *a çarpı b* olmasını ayrıca hesaba katmaktadırlar. Bu yüzden de formülün *a küp çarpı b* ya da *a kare çarpı b kare* olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca A1 (196' daki) söylemiyle kare bir yüzeyi *a küp* olarak düşündüğünü belirtmiştir. Bunun sebebi belki küpün hacmiyle kare arasında bir ilişki kurmuş olabilmesidir.

Sonrasında araştırmacının söylemleri ve B grubunun etkisiyle:

198. **A1(A3' e hitaben ve bir şey fark etmiş gibi emin bir ifadeyle):** *a kareeee. a kare çarpı b yazalım.*
199. **A3(A1' e hitaben ve o da emin bir ifadeyle):** *Aynen. a kare çarpı b.*

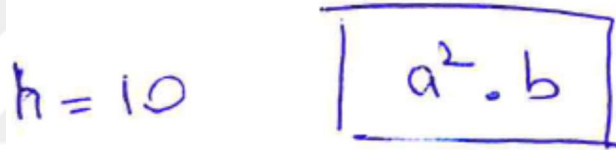
A grubuna yapılan yönlendirmeler 198 ve 199' daki söylemlerde görüldüğü gibi sonuç vermiştir.

Formülü keşfetme süreçleri için genel bir değerlendirme yapılırsa, B grubu formülü küp formülü üzerinden düşünerek kendileri keşfetmişlerdir. C ve D grubu ise, araştırmacı dikdörtgen prizmayı eliyle kapatarak küp şeklinde gösterdiğinde (Şekil 4.68) formülü keşfetmişlerdir. A grubu ise, B grubunun ve araştırmacının yukarıda da uzun yönlendirmelerinden sonra formüle ulaşabilmişlerdir.

4.1.2.2.2. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Altıncı Soru Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin çalışma yaprağındaki soruya verdikleri cevaplar yer almaktadır. Araştırmacı, bu cevapları yorumlarıyla detaylandırmaktadır. Ayrıca öğrenci cevapları, bilişsel öğrenme alanlarına göre değerlendirilmiştir.

A grubunun 6.soru için cevabı:



The image shows a handwritten student answer. On the left, the text "h = 10" is written in blue ink. To the right, there is a hand-drawn rectangular box containing the formula "a².b" also written in blue ink.

Şekil 4. 69. A Grubu, ÇY-2, 6.Soru İçin Cevapları

A grubu Şekil 4.69' da görüldüğü gibi, dikdörtgen prizma formülünü doğru olarak yazabilmişlerdir.

B grubunun 6.soru için cevabı:



The image shows a handwritten student answer. The text "Formül = a².b" is written in blue ink.

Şekil 4. 70. B Grubu, ÇY-2, 6.Soru İçin Cevabı

B grubu Şekil 4.70' de görüldüğü gibi, dikdörtgen prizma formülünü doğru olarak yazabilmişlerdir.


C grubunun 6.soru için cevabı:

$$a^2 \cdot b$$

Şekil 4. 71. C Grubu, ÇY-2, 6.Soru İçin Cevapları

C grubu Şekil 4.71' de görüldüğü gibi, dikdörtgen prizma formülünü doğru olarak yazabilmişlerdir.

D grubunun 6.soru için cevabı:


$$h = 10$$
$$a \cdot a \cdot h$$

Formül

$$\underline{\underline{a^2 \cdot h}}$$

Şekil 4. 72. D Grubu, ÇY-2, 6.Soru

D grubu Şekil 4.72' de görüldüğü gibi, dikdörtgen prizma formülünü doğru olarak yazabilmişlerdir. Üstelik 'a.a.h' olarak açık bir biçimde düşüncelerini belirtmişlerdir. Ayrıca fark edileceği gibi, diğer grupların yükseklik olarak 'b' simgesini kullanmalarının aksine, 'h' olarak simgeleştirmişlerdir.

ÇY-2, 6.soruya yazılan cevaplar için genel bir değerlendirme yapılırsa, öğrenciler küpün hacim formülü üzerinden dikdörtgen prizmanın hacim formülünü keşfedebilmişlerdir. Yani ÇY-2' nin 6.sorusunun ve somut materyallerin, tüm grupların bilişsel öğrenme alanı basamaklarından sentez düzeyine çıkabilmelerini sağladıkları ortaya çıkmaktadır.

4.1.2.3. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Yedinci Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi

Bu kısımda, Çalışma Yaprağı-2' de bulunan 7.sorunun sınıf içi uygulamayla elde edilen bulgular ve bunların yorumu, alıntılarla ve öğrencilerin ÇY' leriyle desteklenerek sunulmuştur. Bu esnada, 4.1' de bahsi geçen 10 ana düşünceden b, c, d, e, h, ı ve j şıklarına dikkat edilmiştir. Çünkü 7.sorunun mantığında ve işlenişi sırasında bu düşünceler yer almaktadır. Bilindiği gibi, 7.soru, ÇY-2' in açıklama aşamasıdır.

7) 5 ve 6.soru için belirlediğiniz fikirleri kısaca aşağıdaki tabloya yazın.

GRUP ADI	SİZE VERİLEN CİSMİN KENAR UZUNLUKLARI	OLUŞTURDUĞUNUZ CİSMİN KENAR UZUNLUKLARI	SİZE VERİLEN CİSMİN HACMİ	OLUŞTURDUĞUNUZ CİSMİN HACMİ

Şekil 4. 73. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan 7.Soru

4.1.2.3.1. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Yedinci Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin uygulama esnasındaki diyalogları yer almaktadır. Ayrıca araştırmacı, bu diyalogları yorumlarıyla detaylandırmaktadır.

Yönergeleri okumak yerine araştırmacıdan bilgi almaya çalışan öğrenciler olmuştur:

200. *A1(araştırmacıya hitaben): Hocam bize verdiğiniz prizmalar (prizmaların ebatları) neydi?*

201. *A2(A1' e hitaben): Altya on.*

202. *Araştırmacı(tüm sınıf duyabilisin diye yüksek sesle): Cetvelle ölçün.*

203. **A2(araştırmacıya hitaben):** (Tabanın bir kenarını gösteriyor) üç santim.

200' den 203' e kadar gerçekleşen diyaloglardan anlaşıldığı gibi, nadiren de olsa bazı grupların içinde iletişimsizlik olduğu da görülmüştür. A2 (201 ve 203' deki söylemlerinde görüldüğü gibi), yönergeleri okumuş ve hatta prizmayı cetvelle ölçerek sonuca ulaşmıştır. Ancak A1 (200' deki söyleminde görüldüğü gibi), bunun farkında değildir ve soruda ne yapacağını araştırmacıya sormaktadır. Burada dersin ve günün sonlarına yaklaşıldığı için öğrencilerin yorulmaya başlaması da bir etken olarak düşünülebilir.

D2, kendilerine verilen dikdörtgen prizmayı cetvelle ölçtükten (Şekil 4.74) sonra:



Şekil 4. 74. Öğrencilere Hazır Verilen Dikdörtgen Prizmayı B grubunun Cetvelle Ölçmesi

204. **D2(grup arkadaşlarına hitaben):** Bu (hazır verilen prizmayı göstererek) altıya on. Bu da (kendi oluşturdukları prizmayı göstererek) yediye on. Aynı ikisinin yüksekliği.

demmiştir. Böylelikle D2 (204' deki) söyleminde ellinde bulunan dikdörtgen prizmaların yüksekliğinin aynı olduğunu rahatlıkla belirleyebilmiştir.

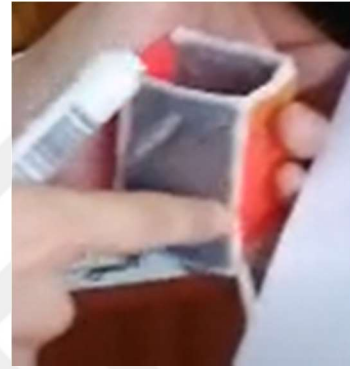
205. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Her grubun kendi grup adını bu (7.sorudaki) tabloya yazıp, az önceki bulduğu bilgiler (5 ve 6.sorudaki bilgiler kastediliyor) doğrultusunda doldurmasını rica ediyorum. Ve aranızdan birer tane temsilci seçin. Bu temsilci sizin fikirlerinizi (tahtada) açıklayacak arkadaşlarınıza.

Bunun (205' deki söylemin) tahtada gerçekleştirilmesinin sebebi, öğrencilerin kavramla ilgili yanlışlıkları varsa bunları görebilmektir. Ayrıca öğrencilerin akran etkisiyle fikirlerini değiştirebileceği ihtimali de göz önüne alınmıştır.

Araştırmacı tabloyu tahtaya çizmiştir. Grup temsilcileri tahtada istenilen bilgileri anlatmışlardır (Şekil 4.75 ve Şekil 4.76). Temsilciler tahtadaki tabloya istenilen bilgileri yazmışlardır (Şekil 4.77). Aynı esnada, tahtadaki bilgileri, öğrenciler ÇY' lerindeki 7.soruda bulunan tabloya geçirmişlerdir.



Şekil 4. 75. D Grubunun Temsilcisi D3 Hazır verilen Prizmanın Tavanının Bir Kenarını Gösterirken



Şekil 4. 76. A Grubunun Temsilcisi A2 Oluşturdukları Prizmanın Yüksekliğini Gösterirken

Cisim Kenar Uzunlukları	Oluşturduğunuz Cisim Kenar Uzunlukları	Size Verilen Cisim Hacmi	Oluşturduğunuz Cisim Hacmi
6, 10 br	7, 10 br	360	490
6, 10 br	8, 10 br	360 br ³	640 br ³
6, 10 br	7, 10 br	360	490
6, 10 br	8, 10 br	360 br ³	640 br ³

Şekil 4. 77. Grup Temsilcilerinin ÇY-2' de Bulunan 7.Soru İçin Tahtaya Yazdıkları Cevaplar

Burada dikkat çeken durum; prizmaların tabanı kare olduğu için taban kenar uzunluğunu sadece bir kere yazmışlardır. Yanına prizmanın yüksekliğini yazmışlardır. Yani 6-6-10, 7-7-10, 8-8-10 olarak belirtmemişlerdir. Ancak tahtada anlatırken kenar uzunluklarını doğru ifade etmişlerdir.

Sonrasında öğrencilere:

206. Araştırmacı (tüm sınıfa hitaben): *Fikrini benimsediğiniz grubun yanına işaret koyun. Bu kendi grubunuzda olabilir. Tek bir işaret koyun.*

demıştır. Burada ki (206' daki) söylemin sebebi, öğrencilerin akran etkisiyle fikir değiştirebilecekleridir. Maksat; öğrencilere doğru düşüncüyü fark edebilmeleri için son bir fırsat tanınmasıdır.

Araştırmacı Şekil 4.77' de görülen tablo üzerinden öğrencilere açıklama yapmaktadır:

207. Araştırmacı (tüm sınıfa hitaben): *(Tahtadaki tablodan grupların yaptığı prizmaların ebatlarının yazılı olduğu sütunu göstererek) kenar uzunlukları yani ebatları değiştiği zaman hacimler de değişmiş oluyor. (Tahtadaki tablodan hazır verilen prizmaların ebatlarının yazılı olduğu sütunu göstererek) Kenar uzunlukları aynıken (tahtadaki tablodan hazır verilen prizmaların hacimlerinin yazılı olduğu sütunu göstererek) hacimleri aynı; (tahtadaki tablodan grupların yaptığı prizmaların ebatlarının yazılı olduğu sütunu göstererek) kenar uzunlukları farklıken (tahtadaki tablodan grupların yaptığı prizmaların hacimlerinin yazılı olduğu sütunu göstererek) hacimleri farklı.*

Daha sonra tahtadaki (Şekil 4.77' de görülen) tabloyu silip konuyla ilgili-Çalışma Yaprığı-2 Kılavuzu' nda, açıklama kısmında da bulunan-açıklamalarını tahtaya yazarak izah etmiştir.

Açıklamalar sonrasında:

208. Araştırmacı (tüm sınıfa hitaben): *Makbule' nin yaptığı hata neydi? Kalemliklere mum doldururken neyi gözden kaçırmıştı?*

209. B2(araştırmacıya hitaben): *Kalemliklerin kenar uzunluklarının yani hacimlerinin farklı olduğunu hocam.*

B2' nin (209' daki söyleminden) giriş kısmındaki problemi doğru değerlendirdiği görülmektedir.

4.1.2.3.2. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Yedinci Soru Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin çalışma yaprağındaki soruya verdikleri cevaplardan biri örnek olarak yer almaktadır. Ayrıca araştırmacı, cevapları yorumlarıyla detaylandırmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, tablodaki ilk satır grubun kendisine aittir. Diğer satırlar ise, diğer grupların tahtaya yazdıkları cevaplardır.

A grubunun 7.soru için cevabı:

GRUP ADI	SİZE VERİLEN CİSMİN KENAR UZUNLUKLARI	OLUŞTURDUĞUNUZ CİSMİN KENAR UZUNLUKLARI	SİZE VERİLEN CİSMİN HACMİ	OLUŞTURDUĞUNUZ CİSMİN HACMİ
	8 6 birim 10 birim	8 6 birim 10 birim	$36 \cdot 10 = 360 \text{ br}^3$	$8^2 \cdot 10 = 640 \text{ br}^3$ ✓
	6, 10 birim	7, 10 birim	$36 \cdot 10 = 360 \text{ br}^3$	490 br^3
	6 , 10 birim	8, 10 birim	360 br^3	640 br^3
	6, 10 birim	7, 10 birim	360 br^3	490 br^3

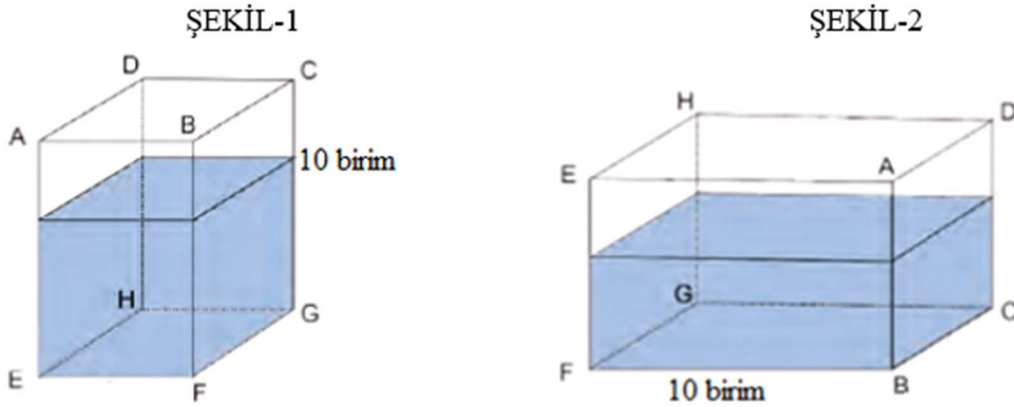
Şekil 4. 78. A Grubu, ÇY-2, 7.Soru İçin Cevapları

ÇY-2, 7.soruya yazılan cevaplar için genel bir değerlendirme yapılırsa, tüm gruplar formül yazmak yerine, Şekil 4.78' de de örneği görüldüğü gibi, sayısal değerleri yazmayı tercih etmişlerdir. Tüm gruplar 7.soruda bulunan tabloyu aynı şekilde doldurmuşlardır. Sadece birimlerle ilgili sorunlar göze çarpmaktadır. Ayrıca taban kare olduğu için taban kenarını bir kere yazmışlardır. Yanına prizmanın yüksekliğini yazmışlardır. Ancak temsilciler tahtada anlatırken kenar uzunluklarını ayrı ayrı doğru bir şekilde belirtmişlerdir. Temsilciler tahtada açıklama yaparken; yükseklik olarak doğru uzunluğu, taban olarak kare yüzeyi göstermişlerdir. Ayrıca tabloya sadece sayısal değerleri yazmış olsalar da tahtada anlatırken; *hacim olarak taban kenar uzunluklarının çarpımıyla yüksekliğin çarpımını* aldıklarını belirtmişlerdir.

4.1.2.4. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Sekizinci Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi

Bu kısımda, Çalışma Yaprağı-2' de bulunan 8.sorunun sınıf içi uygulamayla elde edilen bulgular ve bunların yorumu, alıntılarla ve öğrencilerin ÇY' leriyle desteklenerek sunulmuştur. Bu esnada, 4.1' de bahsi geçen 10 ana düşünceden b, d, f, g, h, ı ve j şıklarına dikkat edilmiştir. Çünkü 8.sorunun mantığında ve işlenişi sırasında bu düşünceler yer almaktadır. Bilindiği gibi, 8.soru, ÇY-2' in derinleştirme aşamasıdır.

8) Size verilen dikdörtgen prizmayı boncuklarla doldurmuşunuz. Bu prizmadaki boncukları, sizin oluşturduğunuz dikdörtgen prizmaya boşaltmıştınız. Oluşturduğunuz dikdörtgen prizmayı Şekil-1 deki halindeyken Şekil-2 deki gibi yan yüzeyi üzerine yatırırsak, içindeki boncukların oluşturduğu yükseklik kaç birim olacaktır?



Şekil 4. 79. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan 8.Soru

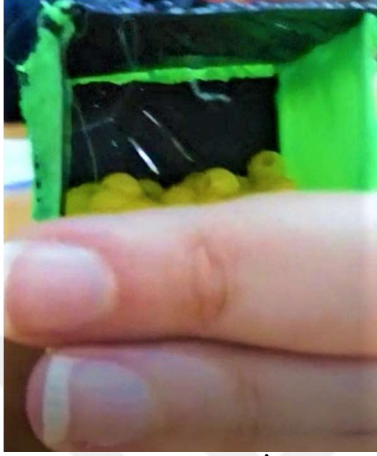
4.1.2.4.1. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Sekizinci Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin uygulama esnasındaki diyalogları yer almaktadır. Ayrıca araştırmacı, bu diyalogları yorumlarıyla detaylandırmaktadır.

Bazı öğrencilerin soruyu anlayamadığını gören araştırmacı soruyu açıklamaya çalışıyor:

Araştırmacı daha önce 360 birimküp boncukla doldurulan A grubunun oluşturduğu 8-8-10 kenar uzunluklarına sahip prizmayı eline alıyor.

210. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Prizmanın içi boncukla dolu şu an da gryyor musunuz? (Elini tavan kısmının yarısına kadar siper ederek prizmayı yan çeviriyor-Şekil 4.80-) şekli yan yatırdım. Ne oldu (prizmanın) içindeki boncuk miktarı?



Şekil 4. 80. Araştırmacı İçi 360 Birimküp Hacimli Boncukla Dolu 8-8-10 Kare Tabanlı Dikdörtgen Prizmasını-Elini Boncuklara Siper Ederek-Yan Yatırıp ğrencilere Gösterirken

211. **Birçok ğrenci(A1, A2, A3, B2, B3):** Aynı. Değışmedi (boncuk miktarı).

212. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Değışmedi değil mi; bir ekleme çıkartma yok (boncuk sayısında) değil mi? Aynı duruyor (boncuk miktarı).

Öğrenciler başlarıyla söyleneni onaylıyorlar.

213. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Peki yüksekliğe ne oldu?

214. **B3(yüksek sesle):** Değışti yükseklik; azaldı.

215. **B2 ve D2(yüksek sesle):** Değışti.

216. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Peki bu (prizmanın) içindeki boncuk miktarı aynıysa, bu boncuk miktarının hacminin ne olduğunu gösteriyor?

217. **B3(yüksek sesle):** Değışmediğini.

218. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** (Hazır verildiği prizmayı havaya kaldırıyor) Bunun tamamını dolduruyorsa bu boncuk miktarı, o zaman bu boncuk miktarının hacmi nedir?

219. **B3 ve D2(yüksek sesle):**  yüz altmış.

220. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** *O zaman (sekizinci) soruyu ona göre çözüyoruz değil mi?*

210' dan 220' ye kadar gerçekleşen diyaloglarda araştırmacının sorduğu sorulara öğrencilerin doğru cevaplar verdiği görülmektedir. Kendi oluşturdukları (7-7-10 ya da 8-8-10 kenar uzunluklarına sahip) prizmaların içine koydukları boncuk miktarının 360 birimküpe olduğunu (219' daki söylemde) ifade etmektedirler. Ayrıca bu prizma yan yatırıldığında-yani dikdörtgen yüzeyi taban olacak biçime getirildiğinde-boncukların toplam yüksekliğinin değiştiğini yani azaldığını (214 ve 215' deki söylemlerde) söylemektedirler.

Ancak bunlara rağmen soruyu nasıl çözeceklerini düşünmeye devam eden, sonuca ulaşamayan gruplar olduğunu gören araştırmacı:

221. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** *arkadaşlar hacim formülümüzde yazarsak değerleri. (Tahtada açıklama aşamasında yazdığı ' $a^2 \cdot h$ ' formülünü gösteriyor).*

222. **B2(tüm sınıfa hitaben):** *Tam tersini yapacağız (formülde).*

B2' nin 222' deki söyleminde h değerini eşitliğin diğer tarafına çekmeyi kastettiği düşünülmektedir. Yani doğru bir mantıkla ilerlediği görülmektedir.

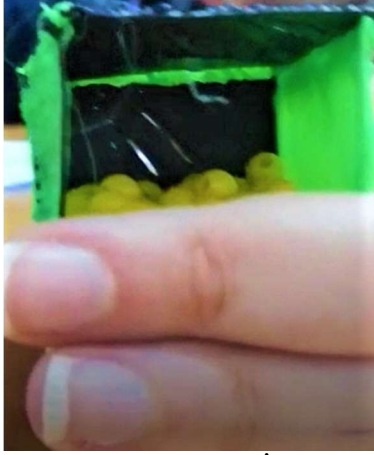
Ancak aynı esnada:

223. **A1(araştırmacıya hitaben):** *Hocam a ' yı (a değerini) mı istiyor soruda?*

224. **Araştırmacı(A1' e hitaben):** *Hayır. Yükseklik isteniyor.*

223' deki söylemde yine bazı öğrencilerin soruyu okumak yerine araştırmacıya sorduğunu görmekteyiz. Araştırmacının yukarıdaki rehberliğine ve formülle ilgili açıklamalarına rağmen A1, formülde a değerinin istendiğini söyleyebilmektedir. Bu durumun derse olan ilgisi veya konsantrasyonunun dağıldığını göstermesi muhtemeldir. Ancak yukarıda da belirtildiği gibi, soruyu okumamasından veya araştırmacıyı dinlememesinden de kaynaklı olabilir.

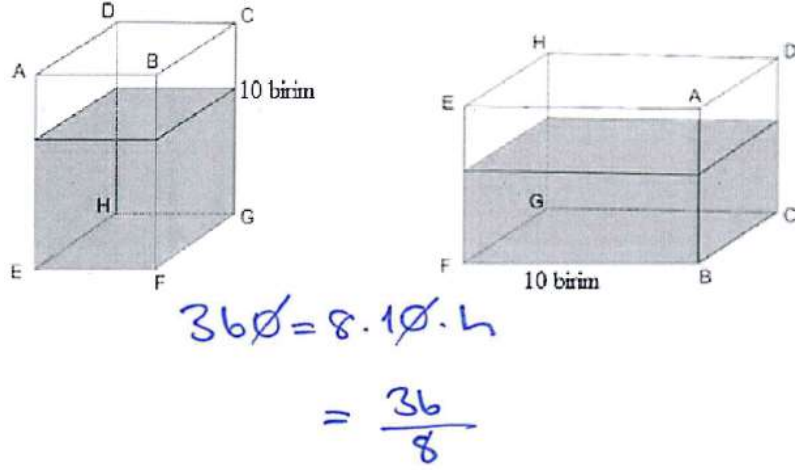
223' deki soru üzerine araştırmacı, 210' dan 220' ye kadar gerçekleşen diyalogların hemen hemen aynısını kısaca tekrarlıyor. Sonrasında yine yan yatırdığı prizma (Şekil 4.81) için taban kenarlarını göstererek:



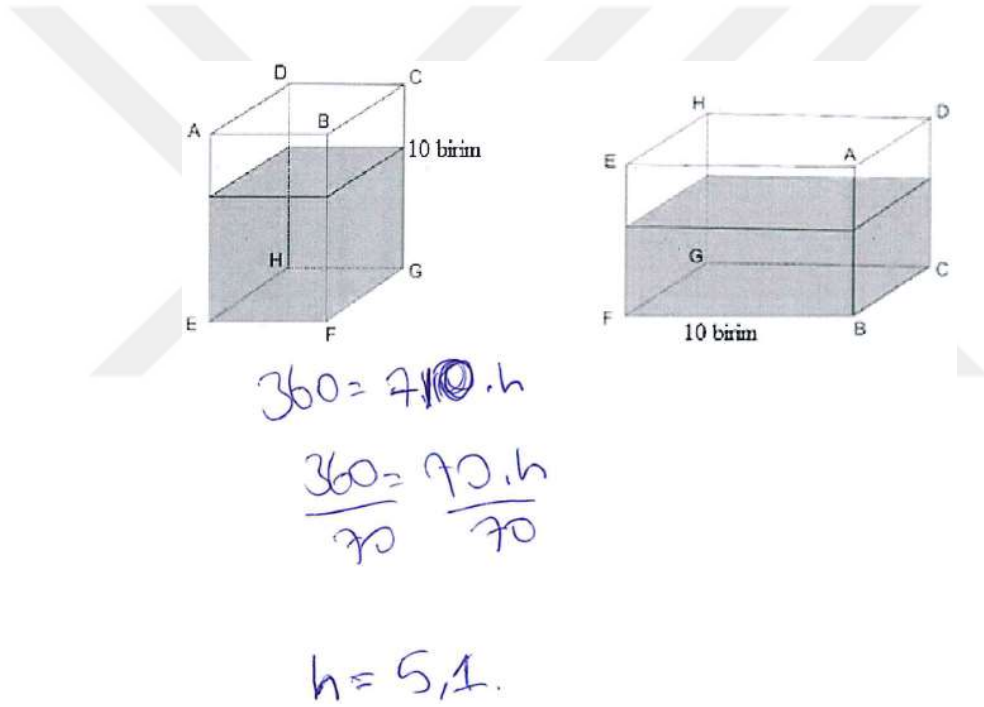
Şekil 4. 81. Araştırmacı İçi 360 Birimküp Hacimli Boncukla Dolu 8-8-10 Kare Tabanlı Dikdörtgen Prizmasını-Elini Boncuklara Siper Ederek-Yan Yatırıp Öğrencilere Gösterirken

225. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Şimdi şunu düşünün tabanları kaç birim olmuş oldu?
226. **Bazı öğrenciler:** Ona sekiz (tabanın bir kenarı on birim, diğer kenarı sekiz birim).
227. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Ya da yedi birim. (Tabandaki bir kenarı göstererek) tabanı yedi olanlarda yedi birim, sekiz olanlarda sekiz birim olmuş oldu. Boncukların hacmi neydi peki?
228. **Bazı öğrenciler:** Üç yüz almış.
229. **Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben):** Formülde yerine yazarsak peki bu bilgileri; yüksekliği buluruz değil mi?
230. **A3(arştırmacıya hitaben):** Aynen.
231. **B1(bir şey fark etmiş nidasıyla):** Aaa...(Evet).

225' den 231' e kadar gerçekleşen diyaloglarda araştırmacının 8.sorunun çözümü için öğrencilere yaptığı rehberlik görmekteyiz. 225' den 227' ye kadar gerçekleşen diyaloglarda öğrencilerin yan yatırılan cismin taban uzunluklarının değiştiğini fark etmeleri sağlanmaktadır. Prizmanın içindeki boncuk miktarının 360 birimküp olduğunu zaten daha önce belirlemişlerdir. Ancak 227 ve 228' deki diyaloglarda bu durum tekrar hatırlatılmaktadır. Sonrasında ise yine formülde değerleri yazmaları gerektiği bilgisi verilmektedir. Böylelikle bazı öğrenciler soruyu nasıl çözmeleri gerektiğini fark etmişlerdir. Nitekim Şekil 4.82 ve Şekil 4.83' de B ve C gruplarının doğru cevaba ulaştıkları görülmektedir.



Şekil 4. 82. B Grubu, ÇY-2, 8.Soru İçin Cevapları



Şekil 4. 83. C Grubu, ÇY-2, 8.Soru İçin Cevapları

Ancak C grubu için şöyle bir durum söz konusudur:

C grubu 8.soruya '360=70.h' yazmışlar (Şekil 4.83' de işlemin üst kısmında görülen eşitlik). Ancak 'h' ifadesini nasıl bulacaklarını bilmediklerini söylüyorlar.

232. Araştırmacı(C grubuna hitaben): *h' ı bulmak için ne yapıyoruz çocuklar. (C grubunun çalışma yaprağına yazdıkları-Şekil 4.83-formül üzerinde*

göstererek) Yetmiş çarpı h eşittir üç yüz altmışa eşit diyor. O zaman h değerini bulabilmek için...

233. C3(araştırmacıya hitaben): O zaman (eşitliğin iki tarafını) yetmişe böleriz.

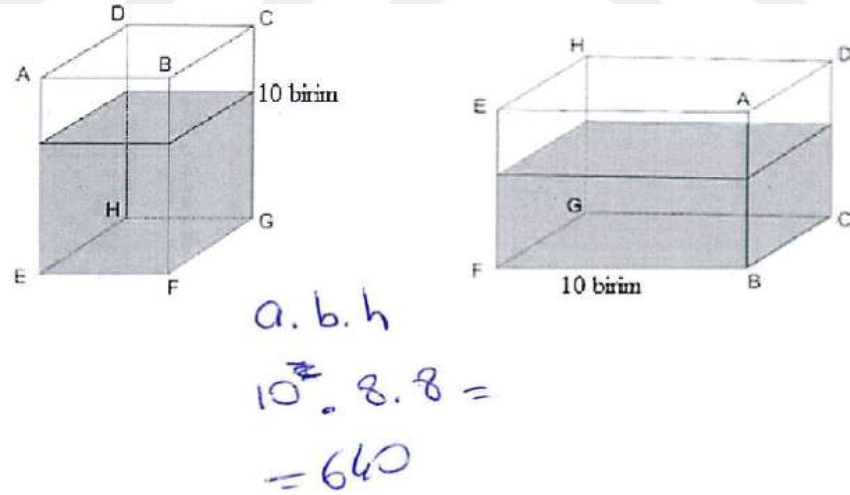
234. C1(C3' e hitaben): Haaa... Üç yüz altmış bölü yetmiş.

232, 233 ve 234' deki diyaloglarda görüldüğü gibi, öğrenciler eşitliklerde bile zorlanabilmektedirler. Yani ön bilgileriyle ilgili sıkıntılar olabilmektedir.

4.1.2.4.2. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Sekizinci Soru Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin çalışma yaprağındaki soruya verdikleri cevaplar yer almaktadır. Araştırmacı, bu cevapları yorumlarıyla detaylandırmaktadır. Ayrıca öğrenci cevapları, bilişsel öğrenme alanlarına göre değerlendirilmiştir.

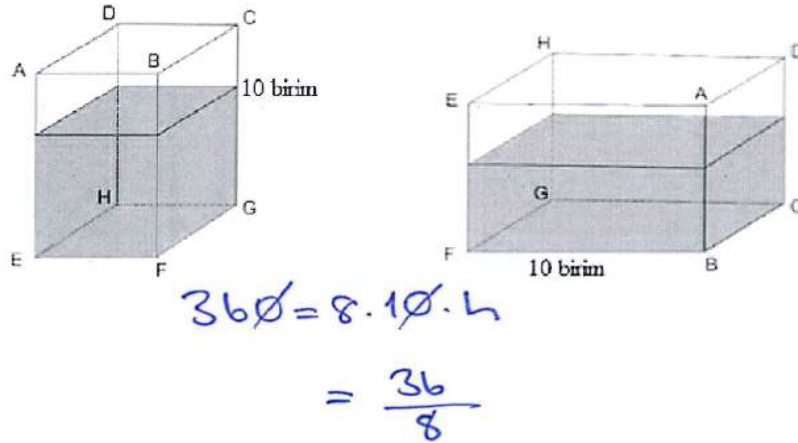
A grubunun 8.soru için cevabı:



Şekil 4. 84. A Grubu, ÇY-2, 8.Soru İçin Cevapları

A grubu Şekil 4.84' de görüldüğü gibi, şekiller üzerinde herhangi bir şey yazmamışlardır. Formülü doğru yazmışlardır. Ancak formüldeki değerleri yanlış yazmışlardır. İstenildiği gibi boncukların yüksekliğini yazmak yerine, yan yatırılmış olan prizmanın tüm hacmini hesaplamışlardır. Dolayısıyla doğru sonuca ulaşamamışlardır.

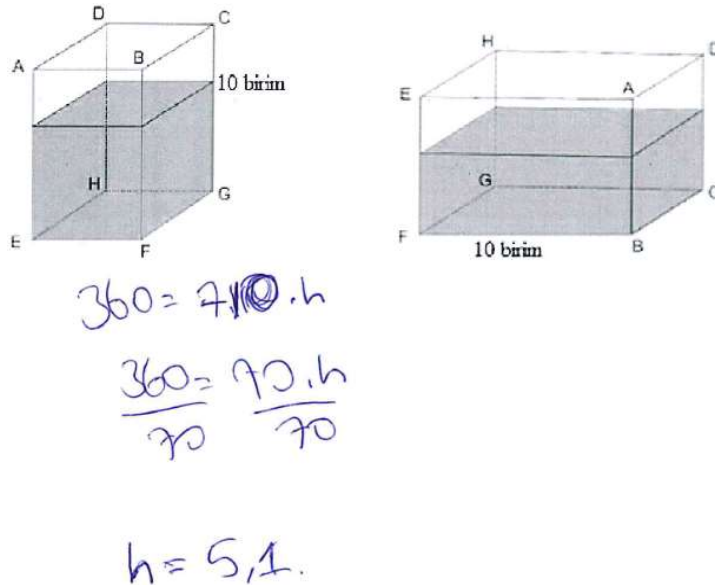
B grubunun 8.soru için cevabı:



Şekil 4. 85. B Grubu, ÇY-2, 8.Soru İçin Cevapları

B grubu Şekil 4.85' de görüldüğü gibi, şekiller üzerinde herhangi bir şey yazmamışlardır. Formülü ve formüle yazılması gereken tüm değerleri doğru olarak yazmışlardır. Yan yatırılan prizmadaki boncukların yüksekliği olarak doğru değere ulaşmışlardır. Yani, istenilen sonucu doğru olarak bulabilmişlerdir.

C grubunun 8.soru için cevabı:

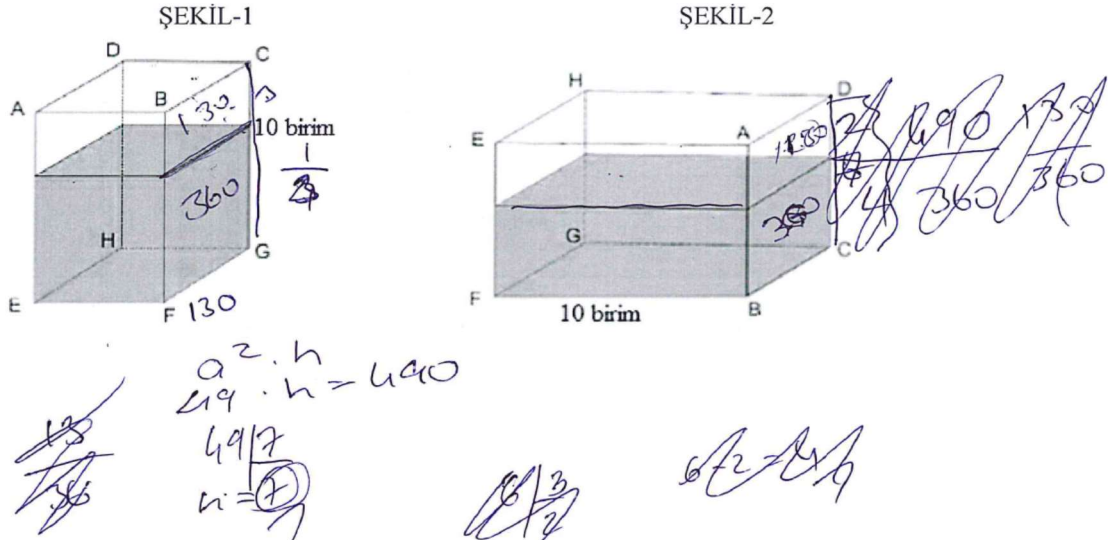


Şekil 4. 86. C Grubu, ÇY-2, 8.Soru İçin Cevapları

C grubu Şekil 4.86' da görüldüğü gibi, şekiller üzerinde herhangi bir şey yazmamışlardır. Formülü ve formüle yazılması gereken tüm değerleri doğru olarak

yazmışlardır. Yan yatırılan prizmadaki boncukların yüksekliği olarak doğru değere ulaşmışlardır. Yani, istenilen sonucu doğru olarak bulabilmişlerdir. Sadece virgülden sonraki küsuratı yuvarlamışlardır.

D grubunun 8.soru için cevabı:



Şekil 4. 87. D Grubu, ÇY-2, 8.Soru İçin Cevapları

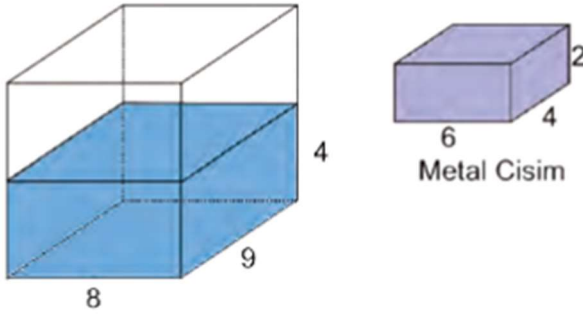
D grubu Şekil 4.87' de görüldüğü gibi, şekiller üzerinde bazı sayı ve değerler yazmamışlardır. Ancak bazılarının da üzerlerini karalamışlardır. Formülü doğru yazmışlardır. Fakat formüldeki değerleri yanlış yazmışlardır. İstenildiği gibi boncukların yüksekliğini yazmak yerine, yan yatırılmış olan prizmanın tüm hacmini hesaplamışlardır. Dolayısıyla doğru sonuca ulaşamamışlardır.

ÇY-2, 8.soruya yazılan cevaplar için genel bir değerlendirme yapılırsa, B ve C grupları doğru bir düşünce yapısıyla, doğru sonuçlara ulaşabilmişlerdir. Yani, ÇY-1' in 6.sorusunun ve somut materyallerin, öğrencilerin bilişsel alan basamaklarından *uygulama* düzeyine çıkabilmelerini sağladıkları ortaya çıkmaktadır. Ancak A ve D gruplarının istenildiği gibi boncukların yüksekliğini yazmak yerine, yan yatırılmış olan prizmanın tüm hacmini hesaplamışlardır. Dolayısıyla doğru sonuca ulaşamamışlardır.

4.1.2.5. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun Bulguları ve Bunların İncelenmesi

Bu kısımda, Çalışma Yaprağı-2' de bulunan 9.sorunun sınıf içi uygulamayla elde edilen bulgular ve bunların yorumu, alıntılarla ve öğrencilerin ÇY' leriyle desteklenerek sunulmuştur. Bu esnada, 4.1' de bahsi geçen 10 ana düşünceden d, g, h, ı ve j şıklarına dikkat edilmiştir. Çünkü 9.sorunun mantığında ve işlenişi sırasında bu düşünceler yer almaktadır. Bilindiği gibi, 9.soru, ÇY-2' in değerlendirme aşamasıdır.

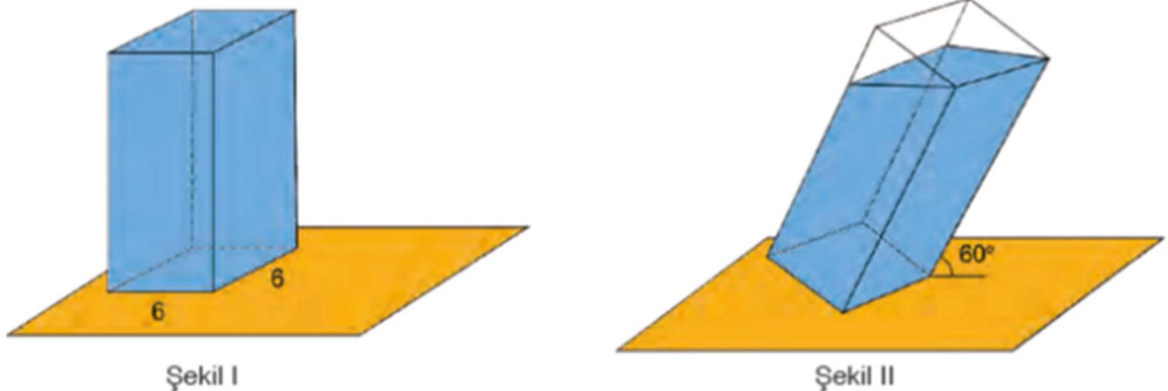
9) a)



Yandaki şekilde taban ayrıtları 8 cm ve 9 cm olan dikdörtgenler prizması içerisinde 4 cm yüksekliğinde su bulunmaktadır. Ayrıtları 2 cm, 4 cm, 6 cm olan dikdörtgenler prizması şeklinde bir metal cisim suya bırakılıyor ve tamamen suya batıyor. Buna göre su seviyesinin kaç cm yükseleceğini bulunuz.

Şekil 4. 88. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan 9.Sorunun a Şikkı

b)



Şekil I de tamamen su dolu, üstü açık, kare tabanlı dikdörtgen prizma şeklinde verilen kabın taban ayrıt uzunluğu 6 cm dir. Bu kap Şekil II deki gibi yatay düzlemle 60° açı yapacak şekilde eğiliyor ve kaptan bir miktar su dökülüyor. Dökülen suyun hacminin kaç cm^3 olduğunu bulunuz.

Şekil 4. 89. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan 9.Sorunun b Şikkı

4.1.2.5.1. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun Uygulanması Esnasındaki Diyaloglar ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin uygulama esnasındaki diyalogları yer almaktadır. Ayrıca araştırmacı, bu diyalogları yorumlarıyla detaylandırmaktadır.

Araştırmacı 9.soru için şu şekilde bir uyarıda bulunuluyor:

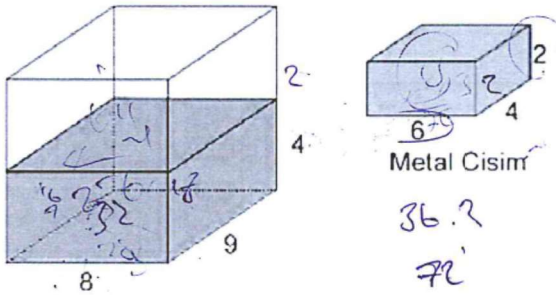
235. *Araştırmacı(tüm sınıfa hitaben): Son iki soruda benden yardım istemeyeceksiniz. Siz kendiniz çözeceksiniz.*

Bu esnada D grubunun kendi aralarında şu şekilde konuştuğu kaydedilmiştir:

236. *D1 (grup arkadaşlarına hitaben): Salla gitsin. Birden ona kadar bir şey uydur. Dört. Yok dört değil. Altı yap. Eşittir altı yap.*

D1' in 236 söylemi bazı öğrencilerin soruları çözmekle uğraşmak istemediklerini göstermektedir. 3D kalemle cisim yapmak noktasında hevesli ve istekli olan bu öğrenciler, soruların çözülmesi esnasında bazen isteksiz davranabilmişlerdir. Burada dersin ve günün sonuna yaklaşırken yorulmuş olabilecekleri de göz ardı edilmemelidir.

Öğrencilerin ısrarı üzerine araştırmacı, cevabın 'iki bölü üç' olduğunu söylemiştir. Bunun üzerine D grubu Şekil 4.90' da görüldüğü gibi, sadece '2/3' yazmışlardır. Fakat çözümü yazamamışlardır. Muhtemelen araştırmacının söylediği cevabı yazmış bulunmaktadırlar.



Yandaki şekilde taban ayrıtları 8 cm ve 9 cm olan dikdörtgenler prizması içerisinde 4 cm yüksekliğinde su bulunmaktadır. Ayrıtları 2 cm, 4 cm, 6 cm olan dikdörtgenler prizması şeklinde bir metal cisim suya bırakılıyor ve tamamen suya batıyor.

Buna göre su seviyesinin kaç cm yükseleceğini bulunuz.

$\frac{2}{3}$ ^

Şekil 4. 90. D Grubu, ÇY-2, 9.Soru, a Şıkkı İçin Cevapları

237. **A3(araştırmacıya hitaben):** Hocam şunun (9.sorudaki metal parçanın resmini gösteriyor) hacmini bulduk. Sonra şununkini (9.sorudaki içinde su olan prizma resmini gösteriyor) hacmini bulduk. Bu ikisini (iki hacmi) çıkartıp, aradaki su seviyesini bulabiliriz.

A3' ün bu (237' deki) söylemi üzerine araştırmacı, gruplara şu açıklamayı yapıyor:

238. **Araştırmacı(A grubuna hitaben):** şimdi (9.sorudaki metal parça resmini gösteriyor) bunu, bunun içine (9.sorudaki içinde su olan prizmayı gösteriyor) atarsam. Suyun hacmi artar mı azalır mı?

239. **A3(Araştırmacıya hitaben):** Artar.

240. **A3(A1' e hitaben):** şunla şunu (9.soruya yazdıkları iki hacmi gösteriyor) topla.

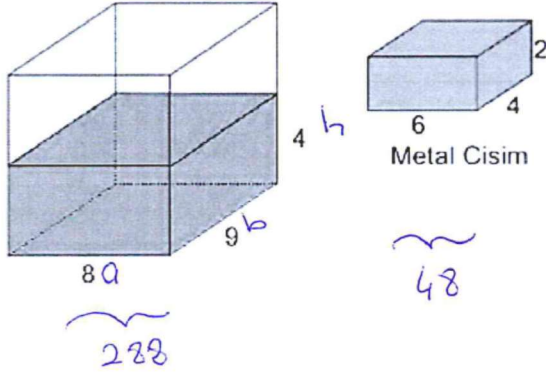
238' den 240' a kadar gerçekteşen diyaloglarda bazı öğrencilerin içi su dolu bir prizmaya cisim atıldığında, bu suyun seviyesinin azalabileceğini düşünebildikleri görülmektedir. Ancak araştırmacının suyun içine bir şey atıldığında hacmin nasıl deęiőeceğini vurgulaması üzerine A3, 'Artar.' demiştir. Hacimleri toplaması gerektiğini fark etmiştir. Araştırmacı burada sadece günlük hayattan bir hatırlatma yaparak (suyun içine atılan bir şeyin hacmi nasıl etkileyeceği yönünde) yönlendirmeyi gerçekteşirmiştir.

9.sorunun b şikkını ise, yetiştirmedikleri görülmektedir (Bkz. 4.1.2.5.3). Sadece C grubu çözüme ulaşabilmeye çalışmıştır.

4.1.2.5.2. Çalışma Yapradı-2' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun a Şikkının Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları

Bu kısımda, öğrencilerin çalışma yaprağındaki soruya verdikleri cevaplar yer almaktadır. Araştırmacı, bu cevapları yorumlarıyla detaylandırmaktadır. Ayrıca öğrenci cevapları, bilişsel öğrenme alanlarına göre değerlendirilmiştir.

A grubunun 9.sorunun a şıkkı için cevabı:



Yandaki şekilde taban ayrıtları 8 cm ve 9 cm olan dikdörtgenler prizması içerisinde 4 cm yüksekliğinde su bulunmaktadır. Ayrıtları 2 cm, 4 cm, 6 cm olan dikdörtgenler prizması şeklinde bir metal cisim suya bırakılıyor ve tamamen suya batıyor. Buna göre su seviyesinin kaç cm yükseleceğini bulunuz.

$$288 + 48 = \cancel{336} 336$$

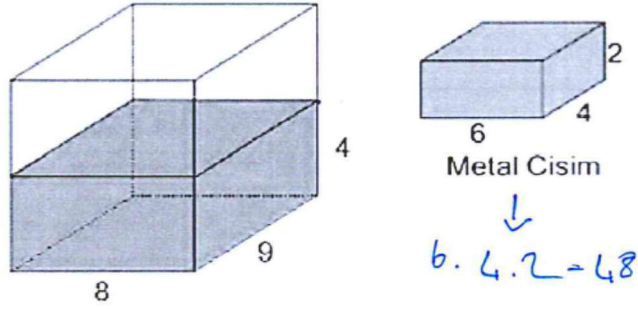
$$336 = 8 \cdot 9 \cdot h$$

$$336 = 72 \cdot h$$

Şekil 4. 91. A Grubu, ÇY-2, 9.Soru, a Şıkkı İçin Cevapları

A grubu Şekil 4.91' de görüldüğü gibi, dikdörtgen prizmanın ve metal cismin hacimlerini doğru olarak hesaplamışlardır. Doğru sonuca ulaşabilmek için, olması gerektiği gibi, iki cismin hacimlerinin toplamlarını da almışlardır. Metal cisim, dikdörtgen prizmanın içine atıldığındaki son yüksekliğe de h değerini yazabilselerdi ulaşmış olacaktı. Ancak suyun ilk yüksekliği ile bu son yüksekliği arasındaki farkı almaları gerektiğini fark edememişlerdir.

B grubunun 9.sorunun a şıkkı için cevabı:



$$4 \cdot 8 \cdot 9 = 288$$

$$288 + 48 = 336$$

$$336 = 8 \cdot 9 \cdot h$$

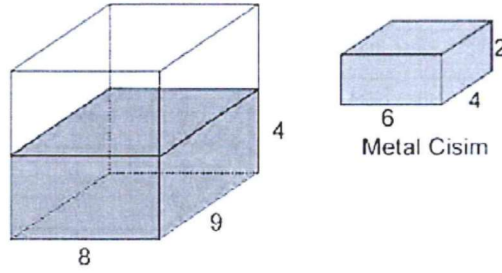
$$\frac{336}{72} = \frac{72h}{72}$$

$$\frac{336}{72} = h$$

Şekil 4. 92. B Grubu, ÇY-2, 9.Soru, a Şıkkı İçin Cevapları

B grubu Şekil 4.92' de görüldüğü gibi, dikdörtgen prizmanın ve metal cismin hacimlerini doğru olarak hesaplamışlardır. Doğru sonuca ulaşabilmek için, olması gerektiği gibi, iki cismin hacimlerinin toplamlarını da almışlardır. Metal cisim, dikdörtgen prizmanın içine atıldığındaki son yükseklik olarak da h değerine doğru bir şekilde ulaşmışlardır. Ancak suyun ilk yüksekliği ile bu son yüksekliği arasındaki farkı almaları gerektiğini fark edememişlerdir.

C grubunun 9.sorunun a şıkkı için cevabı:



$$\begin{aligned} &= a \cdot b \cdot h \\ &= 8 \cdot 9 \cdot 4 \\ &= 288 \end{aligned}$$

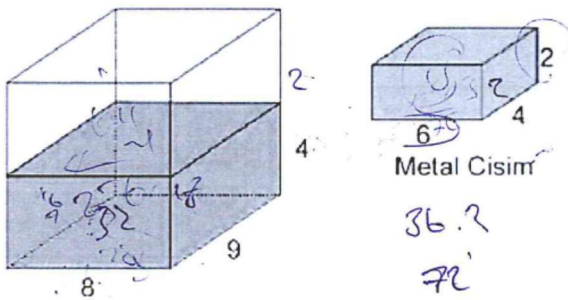
$$\begin{aligned} &= a \cdot b \cdot h \\ &= 6 \cdot 4 \cdot 2 \\ &= 48 \end{aligned}$$

$$288 + 48 = 336$$

Şekil 4. 93. C Grubu, ÇY-2, 9.Soru, a Şıkkı İçin Cevapları

C grubu Şekil 4.93' de görüldüğü gibi, dikdörtgen prizmanın ve metal cismin hacimlerini doğru olarak hesaplamışlardır. Doğru sonuca ulaşabilmek için, olması gerektiği gibi, iki cismin hacimlerinin toplamlarını da almışlardır. Ancak metal cisim, dikdörtgen prizmanın içine atıldığında son yüksekliği yazmamışlardır. Dolayısıyla suyun ilk yüksekliği ile bu son yüksekliği arasındaki farkı almaları gerektiğini de fark edememişlerdir.

D grubunun 9.sorunun a şıkkı için cevabı:



Yandaki şekilde taban ayrıtları 8 cm ve 9 cm olan dikdörtgenler prizması içerisinde 4 cm yüksekliğinde su bulunmaktadır. Ayrıtları 2 cm, 4 cm, 6 cm olan dikdörtgenler prizması şeklinde bir metal cisim suya bırakılıyor ve tamamen suya batıyor.

Buna göre su seviyesinin kaç cm yükseleceğini bulunuz.

$$\frac{2}{3} \wedge$$

Şekil 4. 94. D Grubu, ÇY-2, 9.Soru, a Şıkkı İçin Cevapları

D grubu Şekil 4.94' de görüldüğü gibi, hiçbir hesaplama yapamamıştır. Ancak sonucu yazmışlardır. Çünkü araştırmacı, sonucun ne olduğunu söylemiştir. Yani, çözüm yaparak sonuca ulaşmamışlardır.

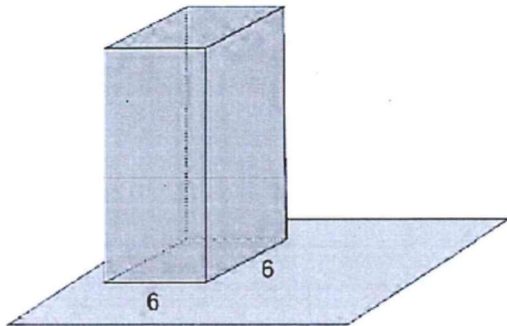
ÇY-2, 9.soru a şıkkına yazılan cevaplar için genel bir değerlendirme yapılırsa, bu soruda A, B ve C gruplarının bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *uygulama* düzeyine ulaştıkları görülmektedir. Sorudaki içi su dolu cismin su dolu kısmının hacmini ve bir metal cismin hacmini ayrı ayrı bulmuşlardır. Ayrıca bu su dolu cisme metal cisim atıldığında su seviyesini bulabilmek için önceden buldukları iki hacmi toplamışlardır. C grubu burada işlemlerini sonlandırmıştır. Ancak A ve B grupları doğru değerleri formülde yazarak suyun son yüksekliğine ulaşmaya çalışmışlardır. Bu sonucu tam olarak B grubu doğru yazmıştır. Ancak onlarda suyun yükselme seviyesini bulmak için, suyun son yüksekliğinden ilk yüksekliğini çıkartma düşüncesine ulaşamamışlardır. Sonuç olarak A, B ve C gruplarının konuyu kavramış oldukları açık bir şekilde ortaya konmaktadır. D grubu içinse, net bir durum yoktur. Çünkü soruyu çözmek istememişlerdir.

4.1.2.5.3. Çalışma Yaprağı-2' de Bulunan Dokuzuncu Sorunun b Şıkkının Öğrenci Kağıtları ve Araştırmacı Yorumları

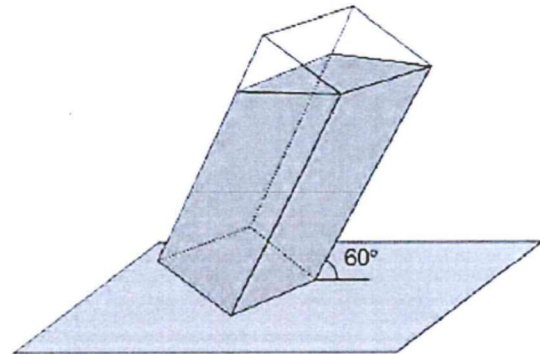
Bu kısımda, öğrencilerin çalışma yaprağındaki soruya verdikleri cevaplar yer almaktadır. Araştırmacı, bu cevapları yorumlarıyla detaylandırmaktadır.

A grubunun 9.sorunun b şıkkı için cevabı:

b)



Şekil I



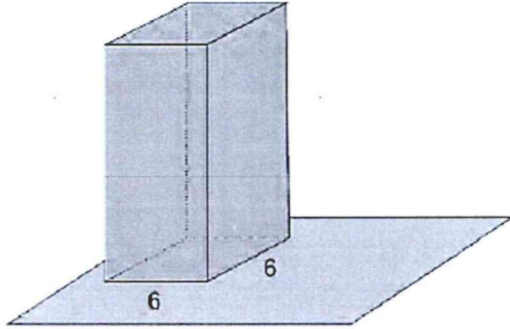
Şekil II

Şekil 4. 95. A Grubu, ÇY-2, 9.Soru, b Şıkkı İçin Cevapları

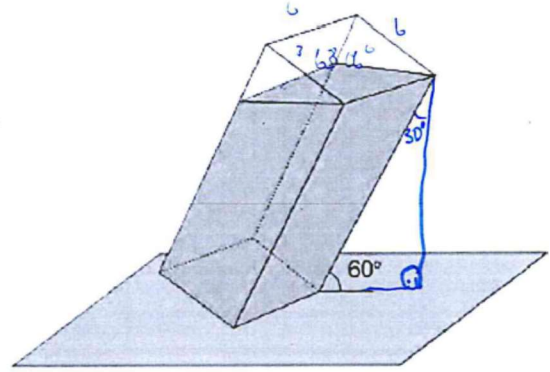
A grubu Şekil 4.95' de görüldüğü gibi, bu soruyu yetiştirememiş olabilir. Ya da çözümlerle ilgili fikir üretememiş olabilirler.

B grubunun 9.sorunun b şıkkı için cevabı:

b)



Şekil I



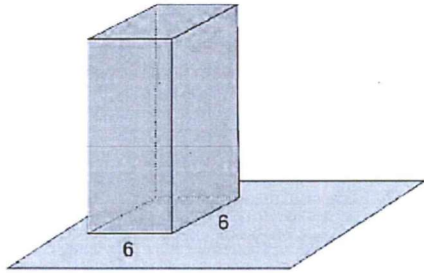
Şekil II

Şekil 4. 96. B Grubu, ÇY-2, 9.Soru, b Şıkkı İçin Cevapları

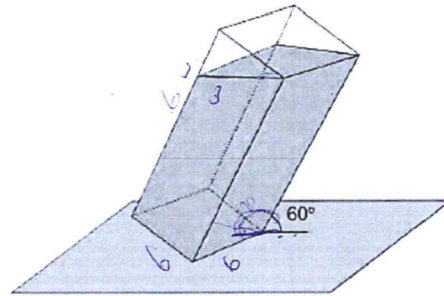
B grubu Şekil 4.96' da görüldüğü gibi, çözüme yönelik olarak açı değerlerini yazmaya çalışmışlardır. Bu düşünce doğrudur. Ancak yazmaları gereken açıları doğru olarak ve doğru kısımlara yazamamışlardır. Dolayısıyla sonuca ulaşamamışlardır.

C grubunun 9.sorunun b şıkkı için cevabı:

b)



Şekil I



Şekil II

Şekil I de tamamen su dolu, üstü açık, kare tabanlı dikdörtgen prizma şeklinde verilen kabın taban ayrıt uzunluğu 6 cm dir. Bu kap Şekil II deki gibi yatay düzlemle 60° açı yapacak şekilde eğiliyor ve kaptan bir miktar su dökülüyor. Dökülen suyun hacminin kaç cm^3 olduğunu bulunuz.

$$\begin{aligned} \text{Şekil I} \text{ a.b.h} &= \text{Hacim} \\ 6 \cdot 6 \cdot 6 &= 366 \end{aligned}$$

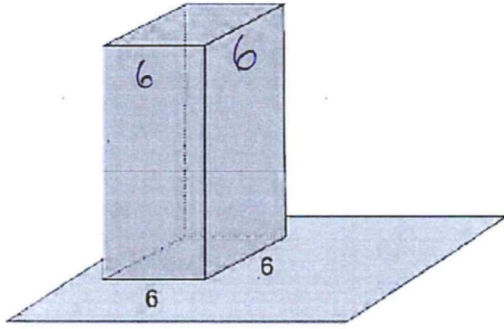
$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Şekil II}' \text{deki dökülen kısım:} \\ \frac{3 \cdot 3}{2} &= \frac{9}{2} = 4,5 \end{aligned}$$

Şekil 4. 97. C Grubu, ÇY-2, 9.Soru, b Şıkkı İçin Cevapları

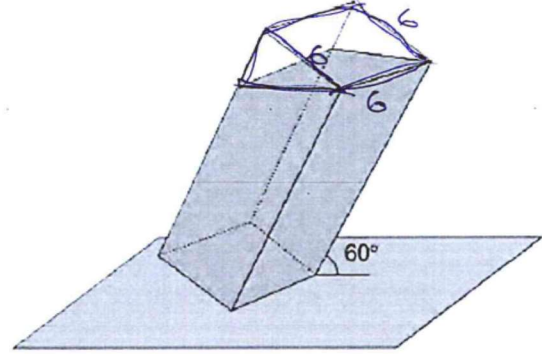
C grubu Şekil 4.97' de görüldüğü gibi, çözüme yönelik olarak açı değerlerini yazmaya çalışmışlardır. Bu düşünce doğrudur. Ancak yazmaları gereken açıları doğru olarak ve doğru kısımlara yazamamışlardır. Dolayısıyla kenar uzunluklarını doğru belirleyememişlerdir. Bu sebeplerden dolayı sonuca ulaşamamışlardır. Ayrıca çözüm için gerek olmamasına rağmen, Şekil I için de bir hacim değeri yazmaya çalışmışlardır.

D grubunun 9.sorunun b şıkkı için cevabı:

b)



Şekil I



Şekil II

Şekil 4. 98. D Grubu, ÇY-2, 9.Soru, b Şıkkı İçin Cevapları

D grubu Şekil 4.98' de görüldüğü gibi, çözüme yönelik olarak kenar değerlerini yazmaya çalışmışlardır. Ancak Şekil I de görülen tek kenar uzunluğu olan 6 değerini tüm kenarlara yazmışlardır. Dolayısıyla kenar uzunluklarını doğru belirleyememişlerdir. Bundan dolayı sonuca ulaşamamışlardır.

ÇY-2, 9.soru b şıkkına yazılan cevaplar için genel bir değerlendirme yapılırsa, grupların soru çözümünü yetiştiremedikleri ya da çözüm için gerekli fikirleri belirleyemedikleri düşünülmektedir.

Bu aşamada 4.1.2' nin, yani ÇY-2' nin, genel bir değerlendirmesini yapmak uygun olacaktır.

ÇY-2' nin (6.sorusunun ve somut materyallerin yardımıyla), öğrencilerin bilişsel öğrenme alanı basamaklarından en fazla sentez düzeyine çıkabilmelerini sağladığı ortaya çıkmaktadır.

ÇY-2' de de öğrencilerin 3D kalemle ve ona uyumlu ÇY ile ders işlemekten memnun oldukları, derse ilgi ve sevgilerinin olduğu görülmüştür. Hatta araştırmacıya sonraki iki dersin öğretmenine rica edip dersi alması ya da yine gelmesi için defalarca ısrarda bulunmuşlardır. Bu ısrarın sebebi son ders olduğunu bilmeleri ve derslerin bitmesini istememeleridir. Derslerin her zaman bu yöntemle işlenmesini istediklerini ve hatta MEB' in bu şekilde dersleri yapmasını istediklerini belirtmişlerdir.

Öğrenciler bu uygulama esnasında grup çalışması üzerine de konuşmuşlardır. Çoğu öğrencinin 3D kalem ve çalışma yapraklarıyla olan bu etkinliği bireysel yapmak istediklerini söyledikleri görülmüştür. A1, 'Takım çalışması olmasa daha çabuk bitirebiliriz. Çünkü tek tek yaptığımız (herkes bir parçayı yaptığı) için sıkıntı oluyor.'; B1 ise devamında, 'Bence de tek kişi yapsa.' söylemleri sadece birer örnektir.

Şekilleri birleştirirken farklı yöntemler denemeyi düşünen öğrencilerde olmuştur. Örneğin bir dikdörtgenin bir kenarından ermiş plastikle geçip diğer dikdörtgenin bir kenarını hemen üstüne bastırıp yapıştırmayı düşünmüşlerdir. Ancak bundan vazgeçip bildikleri-etkinlik süresince alıştıkları-gibi iki kenarı bir araya getirip üzerinden erimiş plastikle geçip iki dikdörtgeni birleştirmişlerdir.

ÇY-2' de soruları okuyan öğrenciler genel olarak yönergeleri anlamakta zorlanmamışlardır. Ancak zaman zaman anlamadıklarını dile getiren öğrenciler olmuştur. Bu durumda bazen grup arkadaşları bazen sınıf arkadaşları bazen ise araştırmacı soruyu açıklamıştır. Fakat bu durum ÇY-1' e göre çok daha az olmuştur. Yani seyrekleşmiştir. Bunun sebebinin, bu soru tiplerine öğrencilerin alışmaya başlamış olabilecekleri olduğu düşünülmektedir. En çok 8.soruda cisim yan yatırıldığında taban değerlerinin değiştiğini anlamakta zorlanmışlardır. Daha sonra ise, 9.sorunun a şıkkındaki soruyu ve istenilen yüksekliği anlamakta sıkıntı yaşamışlardır. Diğer yönergelerde ise, anlaşılma noktasında ciddi sorunlar görülmemiştir. Ancak 9.sorunun b şıkkını yetiştirememiş olduklarını belirtmemiz gerekmektedir.

D grubu 5.soruda bir kare istenmesine rağmen yönergeleri tam olarak okumadıkları için iki kare oluşturmuşlardır. D1, bu iki kareyi alıp birbirine dik olarak ve karenin birini zeminde tuttuğunda, 'Bakın küpün tabanı hazır.' diyor ve zeminde tuttuğu kareyi hemen tavan konumuna getirip, 'Bakın şimdi tavanı hazır olmuş oldu.' diyor. Ayrıca dikdörtgen prizmayı oluştururken öğrenme kağıdında bir dikdörtgen prizmadan

iki üçgen prizma elde ettiklerini hatırlıyorlar. Öğrenme kağıdında bu durumla ilgili dikkat çeken bir noktayı söylemeden geçmeyelim. Dikdörtgen prizmayı kesip üçgen prizma oluşturduğunda D1, 'Bir dikdörtgen prizmadan üçgen prizma yaptık. Hem de iki tane.' demiştir. D grubuyla gerçekleşen bu gibi durumlar ve daha fazlası, bu çalışmanın öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerilerini olumlu yönde etkilediğinin birer göstergesidir. Öğrencilerin cisimleri istedikleri şekil, biçim ve konuma getirerek yorumda bulunabilmelerine olanak tanımaktadır.

5.soruda dikdörtgen prizmanın oluşturdukları parçalarını bir araya getirmeden önce sanki bir yapboz gibi çeşitli hallerde bir araya getirmeye ve yorumlamaya çalışmışlardır. Bu esnada eğlenmişlerdir. Eğlenirken aynı zamanda uzamsal düşünce becerilerinin de olumlu yönde etkilendiği görülmüştür. Sonuç olarak üstü açık bir dikdörtgen prizmayı oluşturmuşlardır ve bunda hemen hiç zorlanmamışlardır.

Hazır verilen dikdörtgen prizmadan kendi oluşturdukları dikdörtgen prizmaya boncukları aktarırken çok eğlendikleri, güldükleri gözlemlenmiştir. Boncuk miktarlarını incelediklerinde ise, A ve C grupları ebatlar üzerinden değerlendirmede bulunmuşlardır. B grubu ise, muhtemelen ÇY-1' in de etkisiyle taban alanı üzerinden değerlendirmede bulunmuşlardır. Ancak kendi aralarındaki diyaloglarında (*Bkz. 4.1.2.1.1*) iki prizmanın hacimlerinin farklı olduğundan bahsetmişlerdir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta ise, henüz hacimden bahsedilmediği halde, D grubunun hacim üzerinden kıyaslama yapabilmiş olmalarıdır.

Grupların 6.soruda formülü yazmaya çalışırken bu duruma hemen adapte oldukları görülmüştür. ÇY-1' de de gerçekleştirmiş oldukları için, kenar isimlendirmelerini yapacaklarını hemen fark etmişlerdir. Burada en çok dikkat çeken nokta, duvarda asılı olan küp hacmiyle kıyaslama yapmalarıdır. Bu kıyaslamayı araştırmacı sezdirmeden önce kendileri fark etmişlerdir. A ve B grubundan öğrenciler bunu fark etmiş ve arkadaşlarına bunu anlatmaya, onlarla fikir yürütmeye çalışmışlardır. Burada grup içi ve gruplar arası etkileşim görülmektedir ve ayrıca akran etkisine rastlanmaktadır. Çünkü B3, küp hacminin *iki taban kenarı ve bir yüksekliğin* çarpımları olduğu ve dikdörtgen prizmayı buna uyarlayacakları yönünde grup arkadaşlarını ikna etmiştir. Ancak A3' ün küp hacmini sadece *a.a.a* olarak değerlendirdiği ve B grubunun ısrarlarına rağmen ilk önce fikrini değiştirmedeği görülmüştür. Benzer olarak A2' nin de

dikdörtgen prizmanın hacminin $a^2.b^2$ olarak değerlendirmiştir. Ancak A2' nin bu fikre katılmadığı görülmüştür.

Araştırmacının küp hacim formülü üzerinden gerçekleştirdiği rehberliğin sonucunda ise, tüm gruplar dikdörtgenin hacim formülünü doğru yazabilmişlerdir. Yani öğrenciler küp hacim formülü üzerinden dikdörtgenin hacim formülünü keşfetmişlerdir.

7.soruda gruplar hazır verilen dikdörtgen prizmaları cetvelle ölçerek pratik bir şekilde ebatlarını bulmuşlardır. Tüm gruplar, 7.soruda bulunan tabloyu aynı şekilde doldurmuşlardır. Sadece birimlerle ilgili sorunlar göze çarpmaktadır. Temsilciler tahtada açıklama yaparken; yükseklik olarak doğru uzunluğu, taban olarak kare yüzeyi göstermişlerdir. Ayrıca hacim olarak da, *taban kenar uzunluklarının çarpıyla yüksekliğin çarpımını* aldıklarını belirtmişlerdir.

7.sorunun sonunda, açıklamalar yapıldıktan sonra, ÇY' deki giriş aşamasında verilen Makbule karakterinin yaptığı yanlış sorulmuştur. Sadece A2 elini kaldırmış ve yapılan hatanın kalemliklerin kenar uzunluklarının ve dolayısıyla hacimlerinin farklı olmasını Makbule' nin görememesinden kaynaklandığını belirtmiştir.

Açıklama aşaması esnasında araştırmacı, bir cismin hacmini bulabilmek için '*taban alanı x yükseklik*' formülünün kullanılması gerektiğini tahtaya yazıp bu formülün tüm düzgün prizmalar için geçerli olduğu genellemesini yapmıştır.

8.soruyu öğrenciler anlamakta zorlanmışlardır. Araştırmacı açıklamalarda bulunduğu esnada tüm gruplar soruyu çözmek için yeterli ön bilgiye sahip olduklarını söylemeleriyle göstermişlerdir. Ancak A ve D gruplarının, istenildiği gibi boncukların yüksekliğini yazmak yerine, yan yatırılmış olan prizmanın tüm hacmini hesapladıkları görülmüştür. Dolayısıyla doğru sonuca ulaşamamışlardır. Fakat B ve C grupları ise, doğru bir düşünce yapısıyla, doğru sonuca ulaşabilmişlerdir.

Sonuca ulaşma esnasında dikkat çeken bir nokta ise, C grubunun kendi kağıtlarına yazdıkları $360 = 70.h$ ifadesinde h değerini nasıl bulacaklarını ilk başta fark edememiş olmalarıdır. Araştırmacının rehberliğiyle eşitliğin iki tarafını 70' e bölmeleri gerektiğini fark etmişlerdir. Yani öğrencilerin bazen eşitliklerde bile sorun yaşayabildiği görülmektedir.

9.soruda D grubunun soruyu çözmekle uğraşmak istemedikleri görülmüştür. Zaten bazı öğrencilerin, cisim oluşturmadıkları soruları çözmeye karşı isteksiz davrandıkları fark edilmiştir. D grubu ve C2, C3 için bu durum fark edilmiştir. A ve B grupları ise genel olarak hem şekil oluşturmaktan hem de soruları çözmekten memnun olmuşlardır.

Bazı öğrencilerin ise sorunun a şıkkını anlamadıkları ‘*Hocam şunun (9.sorudaki metal parçanın resmini gösteriyor) hacmini bulduk. Sonra şununkini (9.sorudaki içinde su olan prizma resmini gösteriyor) hacmini bulduk. Bu ikisini (iki hacmi) çıkartıp, aradaki su seviyesini bulabiliriz.*’ söyleminden anlaşılmaktadır.

9.sorunun a şıkkındaki en önemli nokta; A ve B gruplarının bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *uygulama* düzeyini sağladıklarının görülmüş olmasıdır. C grubunun ise bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *bilgi* düzeyini sağlamışlardır. Sorudaki içi su dolu cismin su dolu kısmının hacmini ve bir metal cismin hacmini ayrı ayrı bulmuşlardır. Yani kavrama düzeyine ulaşmış oldukları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca bu su dolu cisme metal cisim atıldığında su seviyesini bulabilmek için önceden buldukları iki hacmi toplamışlardır. C grubu burada işlemlerini sonlandırmıştır. Ancak A ve B grupları doğru değerleri formülde yazarak suyun son yüksekliğine ulaşmaya çalışmışlardır. Bu sonucu tam olarak B grubu doğru yazmıştır. Ancak onlarda suyun yükselme seviyesini bulmak için, suyun son yüksekliğinden ilk yüksekliğini çıkartma noktasına ulaşamamışlardır. Sonuç olarak A, B ve C gruplarının konuyu kavramış oldukları net bir şekilde ortaya konmaktadır. D grubu içinse, net bir durum yoktur. Çünkü soruyu çözmek istememişlerdir. Ancak 6.soruda formülü doğru yazmış oldukları da belirtmekte fayda vardır.

9.sorunun b şıkkında ise, grupların soru çözümünü yetiştiremedikleri ya da çözüm için gerekli fikirleri belirleyemedikleri düşünülmektedir. Ancak C grubunun sorudaki prizma için $6.6.h = 36.h$ olarak hacim formülü yazdıklarını görmekteyiz. Bu durum konuyu kavramış olduklarını tekrar göstermektedir.

‘*Rengarenk, ne güzel.*’ gibi ifadeler kullanmaları oluşturdukları yapılardan kaynaklanan memnuniyetlerini ve sevgilerini göstermektedir.

‘*Çok güzel bir şey (böyle ders işlemek). Haftada iki kere falan alabilirsiniz hocam bizi.*’ gibi söylemlerden derse olan sevgi ve ilgileri anlaşılmaktadır.

Burada değinilmesi gereken bir nokta ÇY-1' de öğrencilerin üçgen prizmanın alanının 2 üçgenin alanı + 3 dikdörtgenin alanı olduğunu bilmelerine rağmen formülde yanlışlıklar yapmış olmalarıdır. Ancak bu durum öğrencilerin formül oluşturmaya alışık olmamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü 4.1.1' de belirtildiği gibi aslında materyal üzerinden düşünerek üçgen prizmanın alanını doğru ifade etmişlerdir. Ayrıca bu bölümden anlaşıldığı gibi ÇY-2' de istenilen hacim formülünü kolayca yazabilmişlerdir. Çünkü duruma alıştıkları düşünülmektedir.



4.2. UYGULAMA SINIFININ MATEMATİK ÖĞRETMENİNDEN ELDE EDİLEN BULGULAR VE BUNLARIN İNCELENMESİ

Bu bölümde, sınıf içi uygulama sonrasında, sınıfın matematik öğretmeni olan M1 ile gerçekleştirilen mülakatın bulguları ve incelemesi yer almaktadır. Ayrıca öğretmene uygulanan görüş formunun sonuçlarına da yer verilmiştir. Üstelik bu mülakattan elde edilen bulguların genel değerlendirmesine de bu bölümde yer almaktadır.

Araştırmacı, M1' in söylemlerinde öğrenci söylemleriyle benzerlik görülen noktaları, yorumlarında zaman zaman belirtilmiştir.

Mülakat esnasında gerçekleşen tüm eylem ve söylemler akış sürecinde gerçekleştiği sıraya göre verilmiş ve *italik* olarak, sayfada sağa girintili olarak gösterilmişlerdir. Diyaloglar esnasında aynı anda gerçekleşen eylemler veya kastedilen durumlar, söylem sırasında parantez içinde belirtilmişlerdir. Kişiler *kalın* olarak gösterilmişlerdir. Ayrıca söylemler numaralandırılarak değerlendirilmenin kolay ve anlaşılır olması sağlanmaya çalışılmıştır. Yorumlar esnasında önemli görülen, vurgulanmak istenen yazılar da *italik* olarak gösterilmişlerdir.

4.2.1. Uygulama Sınıfının Matematik Öğretmenin Mülakatının Bulguları ve Bunların İncelenmesi

Bu kısımda, sınıf içi uygulama sonrasında, sınıfın matematik öğretmeni olan M1 ile gerçekleştirilen mülakatın bulguları ve bu bulguların incelemesi yer almaktadır.

Öğretmene video izletildiği ve aynı anda çalışma yaprakları gösterildiği esnada:

1. *M1: Biz ne yapıyoruz; anlatıp geçiyoruz. Ama burada öğrenci görüyor, kendi yapıyor. Dolayısıyla da öğreniyor.*

M1' in bu (1' deki) söylemlerinden öğrencilerin cismi görmelerinin ve cismi kendilerinin oluşturuyor olmalarının öğrenmelerini arttırdığını düşündüğü anlaşılmaktadır.

2. **Araştırmacı:** *Sizce, 3D Yazıcı kalemle işlenen derslere öğrencilerinizin ilgisi artmış mıydı?*
3. **M1:** *Ekip çalışması yapmaları çok hoşlarına gitmiş. ...Gruptaki 3 kişiden biri biraz pasif kalıyordu.*
4. **M1:** *...Sizin sorduğunuz sorulara verdikleri cevaplar baya iyiydi. Ben derste soru sorduğum zaman o şekilde cevap veremiyorlar. ... (Derste) gayet rahat bir davranış içerisinde, cismi tutarak, somut bir şekilde bakarak söyleyebiliyorlar. Şu kadar yüzü var, yüzlerinden bir tanesi üçgen bir tanesi dikdörtgen falan şeklinde. Ayrıtlarını falan direk sayıp söylüyorlardı.*
5. **M1:** *Baya ilgili olduklarını gördüm. ...Yani etkili bir ders olduğunu düşünüyorum ben. Hem işbirliği açısından hem özellikle üç boyutlu kavramlar olduğu için. ...Çocukların ellerinde kendi yaptıkları, kendi oluşturdukları bir materyal olması, üç boyutlu somut materyallerin olması onların bayağı ilgilerini çektiğini görüyorum. ...Baya bir yararı olmuş diye düşünüyorum. Yani derse katılımlarını arttırmış.*

Araştırmacının (2' deki) sorusuna M1' in verdiği cevap, görüldüğü gibi, çok yönlü bir söylemdir.

Burada ilk önce (3' de görüldüğü gibi) öğrencilerin grup olarak çalışmaktan memnun olduklarını belirttiği görülmektedir. Ancak grupların iki kişiden fazla olmasının, bir kişinin pasif kalmasına sebep olduğunu belirtmektedir. Çünkü bir öğrenci kalemi kullandığında, diğer bir öğrenci cismi tutuyor durumda bulunmaktadır. Üçüncü öğrenci ise, biraz pasif kalmaktadır. Aynı düşünce öğrencilerin söylemlerinde de görülmektedir. Ama ders esnasında her zaman böyle olmamıştır. Üçüncü öğrenci, bazen cismi tutmaya destek olmuş, bazen soruları okumuş, bazen de soruların cevaplarını kağıda yazmıştır. Üstelik bu üçüncü öğrenci olma konumu, grup öğrencileri arasında sürekli değişmiştir. Çünkü öğrenciler kendi aralarında 3D kalemin sürekli değişimini sağlayarak cihazı kullanmışlardır.

Daha sonra M1' in (4' deki) söyleminden ve ayrıca öğrencilerin diyaloglarından; öğrencilerin ellerinde bulunan ve kendilerinin oluşturdukları bir cisim üzerinden daha rahat yorumda bulunuyor oldukları ortaya çıkmaktadır.

Son olarak, M1' in (5' deki) söyleminden ve ayrıca öğrenci diyaloglarında da görüldüğü gibi öğrencilerin 3D yazıcı kalemle işlenen derse olan ilgilerinin arttığı fark edilmektedir.

Yine bu konuda:

6. **MI:** *Çizim yaparken biri kalemi istiyor, diğeri istiyor. Hani 'Ben yapayım, ben yapayım.' ...Öyle geri planda kalayım gibi bir şey yok. ...Hepsi bir cevap veriyordu yani.*

M1' in 6' daki ifadeleri 5' deki söylemlerini desteklemektedir. Öğrencilerin derse katılmak istemeleri ve ilgili olmaları öğretmenleri tarafından tekrar vurgulanmış olmaktadır.

7. **Araştırmacı:** *Bütün (öğrenciler) arasındaki ilişki, iletişim artmıştı.*
8. **MI:** *Aynen öyle. Normalde benim dersimde hepsi bir anda aynı şekilde aynı anda hiç öyle istekli olmuyorlardı. ...Hepsi ortaya bir şey koyduğu için, koyduğu materyal ile ilgili, ürünle ilgili bir şeyleri sizinle paylaşmak istiyorlar.*

M1' in (8' deki) söyleminden öğrencilerin kendi oluşturdukları bir cismi sahiplenmelerinin yüksek olduğu fark edilmektedir. Ayrıca kendi oluşturdukları bir cismi inceleme, ona ilgi gösterme, onunla ilgili sorulara cevap verme ve hatta soru sorulmasa dahi onu anlatma isteklerinin yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu durum uygulama esnasında öğrencilerin söylemlerinden de anlaşılmaktadır.

9. **Araştırmacı:** *Memnun görünüyorlardı değil mi, bu şekilde ders işlemekten?*
10. **MI:** *Aynen öyle. ...Hatta bana diyorlardı, 'Birkaç hafta daha yapalım.' falan diyorlardı. ...Hatta diğer grup (çalışmaya katılmayan öğrenciler) bile istedi. Artık onlar onlara nasıl anlatmışsa.*

M1' in (10' daki) söyleminden öğrencilerin 3D kalemle ders işlemekten ne kadar memnun oldukları ve bunu devam ettirmek istedikleri anlaşılmaktadır.

11. **Araştırmacı:** *Önceki bilgilerini kullanarak yeni bilgiye ulaşmalarının normalden daha hızlı gerçekleştiğini videoda görüyorsunuz?*

12. **MI:** *Tabi, aynen öyle. Özellikle bizim öğrenciler Pisagorda, üçgenin alanında, üçgenin ayrıtında falan sorun yaşayan öğrenciler. Derste çok rahat bir şekilde; ...küpe, kare prizmayı, dikdörtgen prizmanın ayrıtlarını, yüzeyini söylüyordu.*
13. **MI:** *Hacmi söylerken mesela; 'Taban alanı çarpı yükseklik.' demesi, şaşırdım ben mesela öğrencilerin öyle söylemesine. Normalde o konuları daha anlatmadık çocuklara.*
14. **MI:** *Çok rahat bir şekilde, üçgen alanı taban çarpı yükseklik bölü iki olmasından yola çıkarak da, üçgen prizmanın alanı(nı buldular). ...Yine aynı şekilde yüzey alanını hesaplarken işte üst taban alt taban, üçgen olduğunu, yanında üç tane dikdörtgen olduğunu. Hemen 'Üçgenin alanı şudur, dikdörtgen alanı budur.' deyip yüzey alanının hepsini hesapladılar. 'Üç tane dikdörtgen var.' dediler, dikdörtgen alanını çarptılar üçle. 'İki tane üçgen var.' dediler, üçgenin alanını iki ile çarptılar, topladılar. Toplam alanı buldular. Biz üçgenleri 9 sınıfta öğrettik. Dikdörtgeni biz anlatmadık, dikdörtgen ortaokul bilgisi.*
15. **MI:** *...Önceki bilgilerini o şekilde kullandıklarına ben hayret ettim.*

Araştırmacının (11' deki) sorusuna M1' in verdiği cevap, görüldüğü gibi, çok yönlü bir söylemdir.

Burada ilk önce (12' de görüldüğü gibi) M1, öğrencilerin üçgenlerle ilgili yaşadıkları sorunları anlatmıştır. Bu sorunlara rağmen, daha ileri düzey olan katı cisimlerde, rahat bir şekilde ayrıtları ve yüzeyleri söylemelerine vurgu yapmıştır.

Daha sonra (13' de görüldüğü gibi) M1, henüz hacim konularını anlatmamış olmasına rağmen, öğrencilerinin hacim formülünü keşfetmiş olmalarına şaşırdığını ifade etmiştir.

Daha sonra (14' de görüldüğü gibi) M1, öğrencilerin üçgen ve dikdörtgenle ilgili ön bilgilerini kullanarak, üçgen prizmanın özelliklerini ve yüzey alanını söylemiş olmalarına şaşırdığını ifade etmiştir.

Son olarak ise, araştırmacının (11' deki) sorusuna genel bir cevap olarak, 15' de M1, öğrencilerin ön bilgilerini verimli bir şekilde kullanarak yeni bilgiyi keşfetmiş olmalarına hayret ettiğini belirtmiştir.

12' den 15' e kadar gerçekleşen tüm bu söylemlerden M1' in, öğrencilerin ön bilgilerini verimli bir şekilde kullanarak yeni bilgiyi keşfetmiş olmalarından şaşkınlık ve memnuniyet duyduğu anlaşılmaktadır.

16. **MI:** *Önceki bildiği mevcut bilgilerle ki mevcut bilgiler aslında çok da yeterli değil.*

M1' in bu (16' daki) söylemi, uygulama esnasındaki öğrenci diyaloglarıyla da karşımıza çıkmıştır. Bazı öğrencilerin bazı bilgilerde yetersiz kalabildiği gözlemlenmiştir.

17. **MI:** *Elinde olduğu zaman (cisim) merak ediyor. Bir de orada yorum yapmak da kolay oluyor. Orada idrak edebiliyorlar (cisim ellerinde olduğu için). Bir de tabii bu yönergeler; soruların aşama aşama olması da bunda etkili. ...Kaç tane yüzeyi var onu buluyor, sonra yüzey alanı için tek tek yüzeylerin alanını bulup toplaması gerektiğini görüyor. Hacimde de orada verdiğiniz örnek (küp örneği) etkili olmuştur.*

M1' in 4.söyleminde görüldüğü gibi, 17' de de cismin öğrencilerin elinde bulunuyor, onu görüyor olmalarının önemini vurgulamıştır. Bu sayede cismi merak etmiş olduklarını söylemiştir. Ayrıca öğrencilerinin, cismin özelliklerini idrak edebilmelerinin ve yorum yapabilmelerinin kolaylaşmış olduğunu tekrar belirtmiştir.

17.söyleimde görüldüğü gibi M1, öğrencilerin keşiflerinde cismi görüyor olmalarının dışında, bir de yönergelerin etkililiğinden bahsetmiştir. Çalışma yapraklarındaki yönergelerin ve öğrenciye rehberlik yapılırken verilen örneklerin, *formülü keşfetmede* etkili olduğunu belirtmiştir.

18. **Araştırmacı:** *Öğrencilerin tek başına çalışması mı daha iyi olur bu (3D) kalemlerle, grup (olarak) çalışması mı?*

19. **MI:** *Etkinlikten etkinliğe değişebilir. Grup çalışması olması taraftarıyım her zaman. ...Bence ideal olanı 2 kişi. ...Ama 2 kişiden fazla olduğu zaman diğer kişilerin geri planda kaldığını, pasif kaldığını görüyorum. Grup*

çalışmalarında bunu ben de yaşıyorum. ...Ama 3D yazıcı kalemle hepsinin pasif kalması gibi bir durum söz konusu değil. Mutlaka iki kişinin aktif olarak birinin tutması birinin kalemi kullanması gerekiyor. ...Ya da şöyle olabilir, birbiriyle iyi anlaşan bir grup tasarlanırsa üçünün de aktif katılımı sağlanmış olur diye düşünüyorum. İzlediğim videoda (15 dakikalık uygulama videosunda) grubun birinde üç öğrenci de katılmıştı (aktifti).

M1' in (19' daki) söyleminde, 3D kalemle grup çalışmasının uygun olduğunu düşündüğünü görmekteyiz. Ancak en ideal olarak 2 kişilik bir grup olması gerektiğine inandığı aşikârdır. Bunu kendi grup çalışması tecrübelerini de düşünerek söylediği görülmektedir. Bu etkinin dışında, objektif değerlendirdiğinde, kendisine izletilen videoda bir grubun 3 kişi olarak uyumlu bir şekilde çalıştıklarını gördüğünü de belirtmiştir. Kendi aralarında uyumlu çalışabilen ve grup içinde paylaşımı sağlayabilen öğrenciler için, grup çalışmasının bir sorun teşkil etmeyeceği anlaşılmaktadır.

20. **MI:** *Ama genel olarak bizim derslerimize göre baktığınız zaman baya bir aktif katılıyorlardı. Bizim derste de hiçbir şey yok oturuyorlar. Ben yazıyorum onlar yazıyor veya ben anlatıyorum onlar dinliyor.*

M1 20' deki bu söyleminde, öğrencilerin derste çok aktif olduklarını tekrar yinelemiştir. Ayrıca öğretimde gerçekleşmekte olan matematik eğitiminde, en azından kendi bildiği okullarda, öğretmenin aktif olduğunu belirtmektedir. Öğrencilerin pasif kaldığını ifade etmektedir.

21. **Araştırmacı:** *Dersiniz de kullanmak isterdiniz değil mi hocam (3D kalemi kastediyor)?*

22. **MI:** *Kullanmak isterdim tabii, kesinlikle. Bunu (3D kalemi kullanmayı) ilkokulda öğrenmiş olsa çocuklar, ortaokulda kullanmış olsalar, lisede de ben kullanırdım; hiçbir problem yaşamazdım.*

Bu 22' deki ifadede öğretmenin, 3D kalemin ilköğretimden itibaren kullanılmasının olumlu olacağını ifade ettiği görülmektedir.

23. **MI:** *Köşegenin tanımını verirken, 'Karşılıklı iki kenarları birleştiren doğru parçası.' diyorum. Öğrenci anlamıyor. Mesela yine doğru, doğru parçası, ışın nasıl yazılır onları anlatırken mesela öğrenciler hiç anlamıyor. Ama böyle bir*

3D kalemle; somut bir doğru çizsem, o doğruyu makasla kesip 'Bak bu doğru parçasıdır.' desem. ...Yani sadece 3 boyutlu cisimler değil, 2 boyutlu cisimlerde de bence bize gerekiyor bu (3D kalem). ...Köşegenler birbirini ortalar, açıortay anlatırken. ...Biz sözel olarak ifade edip geçiyoruz, öğrenci hiçbir şey anlamıyor.

M1 23' daki söyleminde 3D kalemin sadece 3 boyutlu cisimler için değil, 2 boyutlu şekiller içinde kullanılmasının dersleri daha etkili kılacağını düşündüğü görülmektedir. Buna yönelik örnek konular da ifade etmiştir.

24. **MI:** *Daire kesitinin alanını anlatırken zorlandım. Eğer 3D yazıcı kalemlerle çocuklara daire çizdirsem, o dairelerin bir kısmını kestirsem, açılırlı ölçtürsem iletkiyle, o alanı buldursam daha etkili olur. ...Kürenin merkezi ile kürenin yüzeyi arasındaki doğru parçasının uzunluğunu sordum. 'Yarıçap.' falan diyemediler. Ama 3D kalemle yarım şeklinde bir küre çizdirsem, onun yarıçapı olduğunu anlayacaklar.*

M1 (24' deki) söyleminde, öğrencilerine anlatmakta zorlandığı bazı konulara cihazla nasıl çözüm bulabileceğine dair örnekler vermiştir.

25. **MI:** *Çemberin yarıçapı nedir, bunları bile anlamıyor öğrenci. Çember nedir, onları bile verirken baya bir zorlandık.*

Burada (25' deki söylemde) M1' in bahsettiği gibi, öğretimde zorlanılan çember, daire, küre ve bunların özellikleri gibi konuların anlatımında da 3D kalem kullanılabilir. Böylelikle öğrencilerin benzer ve farklı yönleri görmeleri kolaylaştırılabilir.

26. **Araştırmacı:** *Mesela üç boyutlu simetri bile yapılabilir değil mi hocam?*

27. **MI:** *Tabii aynen. Bunu (kalemi) tek çift fonksiyonların grafiklerinde kullanabiliriz. Bizim çizdiklerimiz hep yüzeysel kalıyor. Çocuklar şekil çizmekte eriniyor, çizmek istemiyorlar. Ama bunları 3D kalemle yaparlar.*

M1' in 27' deki söyleminde bulunan en önemli nokta, öğrencilerin şekil çizmeye isteksiz davranıyor oldukları bilgisidir. Kağıt-kalem ya da bilgisayar-tablet gibi unsurlarla çizim yapmak istemeyen, üşenen öğrencilerin var olduğunu söylemektedir. Ancak 3D kalemle eğlenecekleri ve kendileri şekil ve cisimleri yapacakları için bunu isteyeceklerini

belirtmektedir. Ayrıca burada yine, 3D kalemin kullanılabilceği konulara değinilmiştir. 3 boyutlu simetri ve tek çift fonksiyon grafiklerinde de kullanılabilceğini belirtmektedir.

28. **MI:** *3D kalemi şöyle bir sakıncası var çok zaman alıyor. Eğer çalışma yapraklarını ona göre düzenlersek. Bir çalışma yaprağında yamuk konusunun tamamını veya küp konusunun tamamını verebiliriz aslında. Küpün ayrıtı, tanımı, yüzey sayısı, yüzey alanı, hacmi veya herhangi iki köşesini birleştirip yüzey köşegeni, cisim köşegeni uzunlukları falan şeklinde; aslında onlar bir çalışma yaprağında verilebilir.*

M1 (28' deki) söyleminde, 3D kalemin 5E modeline göre hazırlanan çalışma yapraklarıyla uygulanmasının çok zaman aldığını belirttiğini görmekteyiz. Bunun yerine, zamandan tasarruf için, bir konunun tamamının bir ÇY' de işlenmesini daha uygun gördüğü anlaşılmaktadır. Öğretim süresinin yetersiz kalabileceğine dair olan kaygı dikkate alınabilir. Ancak bir konunun bir ÇY' de verilmesinin de mümkün olmadığı ve öğrenmeyi olumsuz etkileyeceği aşikârdır.

29. **MI:** *Mesela ben bir küpü derste bir haftada anlatıyorum. Ama dört saatlik çalışma yaprağı hazırlanıp, çocuklara 3D kalemle şekil çizdirip yaptırarsak; daha faydalı olur, daha kalıcı olur.*

M1' in (29' daki) söyleminde, 3D kalemle hazırlanacak ÇY' lerle konuyu anlatmanın kısa süreceğini belirtmiştir. Tabi ki burada ifade ettiği ÇY' ler, 28' de kendisinin bahsettiği gibi bir konunun tamamının işlendiği ÇY' lerdir.

Ayrıca öğrencilerin konuyu 3D kalemle öğrenmesinin daha kalıcı olacağına vurgu yapmıştır.

30. **MI:** *Tabi şu anda bizim sınıflarımız kalabalık. ...Tek tek ilgilenmem, gezmem gerekiyor. 40 tane öğrenciden ikişer grup, 20 grup. 20 grubun hepsini dolaşmam mümkün değil. Ya da yönergeleri baya bir anlaşılır yazmak gerekiyor. Sonuçta bizim öğrencilerin seviyelerinde farklılık var.*

M1' in (30' daki) söyleminde, en önemli noktalar sınıfların kalabalık olması ve öğrenci seviyelerindeki farklılıktır. Bu unsurların 3D kalemle gerçekleştirilen uygulamaları olumsuz etkileyeceğini belirtmiştir. Bu sorunun yönergelerin çok anlaşılır yazılmasıyla giderilebileceğini de eklemiştir.

Ancak (30' daki) bu söylemin hemen arkasından:

31. **MI:** *Çok zeki olan da var bir okuduğunu anlayan da var, bir okuduğunu 10 kere okuyup anlayan da var.*

Öğrenci farklılıklarına örnek olarak M1' in söylediği 31' deki ifade, çalışma esnasında sık sık karşılaşılan bir sorun olmuştur. Bu durumları, öğrenci diyaloglarında görmekteyiz.

32. **MI:** *Milli Eğitim' de inşallah böyle bir şey uygular. Mesela tablet verdiler, tablet bir işe yaramadı. Çünkü çocuklar tabletle yaparak, yaşayarak bir şey yapamıyor. Ama bu 3D kalemle kendileri yeni bir şey inşa ediyorlar. Bir ürün ortaya koyuyor, ürünü kendisi yapıyor. Düzse de yamuksa da.*

M1' in (32' deki) söyleminde, 3D kalemin öğretimde olmasına dair isteğini yinelemiştir. Tabletlerin öğrencilerin kendilerinin yaparak ve yaşayarak edindikleri bir tecrübeyi sağlayamadığını vurgulamıştır. Öğrencilerin, cisim nasıl bir halde olursa olsun, kendilerinin bir yapı ortaya koymalarının onlarda olumlu etkiler oluşturacağını ifade etmiştir.

33. **MI:** *(Yapıya) her açıdan bakma şansı var. Çevirme şansı var. Kesme şansı var. ...Ekleme, içini doldurma şansı var. Ondan alıp başka bir şeklin içine doldurma şansı var. Bu ikisi arasında bir kıyaslama şansı var. Somutlaştırma açısından çok faydalı.*

M1 (33' de), çalışma yapraklarında da görmüş olduğu, 3D kalemle gerçekleştirilebilecek uygulamalardan bahsetmiştir. Kavramı somut halde vermek için çok faydalı bir cihaz olduğunu vurgulamıştır.

34. **MI:** *Bizim öğrenciler de tabanı tavanı çok karıştırıyorlar. Biz somut anlatmıyoruz, soyut anlatıyoruz. Veriyoruz 'Şu tabandır.' diyoruz. Cismi yan çeviriyor, tabanı karıştırıyorlar mesela. Hâlbuki cismi çevirdiğiniz zaman taban, tavan değişir. Çocuklar mesela onları da idrak edemiyorlar.*

...

35. **Araştırmacı:** *Ama alıp cismi masanın üstüne koyduğunuz zaman çevirip...*

36. **MI:** *Orada görebiliyor. Gerçekten de onun bir tavan değil, artık yan yüzeyi olduğunu söyleyebiliyor.*

M1' in 34 ve 36' daki söylemlerinden anlaşıldığı gibi, öğrenciler ders esnasında somut olarak göremedikleri bir yapının, çevrilerek yüzeylerinin değişmesini yordayamamaktadırlar. Yani, taban veya tavanın yer değiştirmesi ya da yan yüzey olması gibi durumları, ellerinde bulunan bir cisimle *tecrübe* edemedikleri sürece anlayamamaktadırlar.

37. **MI:** *5E (modeli) ya, çocuk orada kendi yaparak, yaşayarak, keşfederek buluyor, bakıyor. Mesela orada (ÇY-5' de) hacimde, piramidin hacminin küpün hacmine göre bir bölü üç (olması) kuralını verdiniz. Orada ne yapıyor; alıyor üç kere (boncuk) küpe boşaltıyor, dolduruyor. 'Bunun üç tanesi bunun bir tanesine karşılık geliyor. Demek ki küpün hacminin bir bölü üçü piramidin hacmine denk geliyor.'* diyor. Kıyaslama yapıyor. Şimdi bunu sözel anlatmak istesem hayatta anlatamam çocuğa. Ama kendi bizzat yaşayarak yapıyor ve bunu unutmayacaktır. Ama benim anlattığım bir hafta sonu araya giriyor unutupuyorlar. Böyle bir çalışma yapsak; kendi yapıyor, kendi görüyor, zihninde kalıyor. Artık zihninde bir şema oluşturuyor; piramidin alanı ile ilgili. Diğer türlü formül olarak ezberliyor.

M1' in bu (37' deki) söyleminden, görselleştirmenin öğrenmeye ve kalıcılığa olan katkısının büyük olduğuna dair inancının yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Öğrencinin aktif olduğu; yaparak, yaşayarak ve keşfederek öğrendiği bilgilerin *kalıcı* olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca ÇY-5' i beğendiği görülmektedir. ÇY-5' de geçen uygulamayı, sözel olarak ifade edemeyeceğini ancak uygulama yapılarak formülün kalıcı olabileceğini belirtmiştir.

38. **Araştırmacı:** *Çalışma yapraklarında somuttan soyuta geçiş iyi, düzenli bir geçiş oldu mu?*

39. **MI:** *Ben beğendim. İlk başta çocuk bir çizim yapıyor. Somutlaştırdıktan sonra soyut kavramlara geçiyor. Ayrıt nedir, yüzey nedir, kaç tane ayrıtı var, alan, hacim hesaplamalarına falan geçiyor.*

40. **Araştırmacı:** *Formülleştiriyor.*

41. **MI:** *Derinleştirme sorusunda günlük hayatta ilişkilendirme gayet güzeldi. Zaten giriş kısmı da güzeldi. Günlük hayattaki bir problemmiş gibi ilk önce öğrencilere (giriş kısmını) yöneltip, daha sonra onların kendilerinin çizip somut bir şekilde ortaya koymaları, daha sonra somut materyalden soyut bir*

takım çıkarımlar yapması, (yönergelerin) sıralaması bence güzel olmuş. Daha ne olabilir ki yani.

M1' in (39 ve 41' deki) söylemlerinden, çalışma yapraklarının tamamını beğendiği anlaşılmaktadır. Çalışma yapraklarının, somut bir materyalden *soyut çıkarımlar* yapılabilmesini sağlayıcı nitelikte olduğunu vurgulamıştır.

42. **MI:** *(Üçgen) prizmayı kestiler.*

43. **Araştırmacı:** *Bir şekli farklı bir hale getirip tekrar kullanmış oldular.*

42 ve 43' de de M1 ve araştırmacı, 3D kalemle gerçekleştirilen uygulamalarda cisimlerin kesilip, farklı bir cisim haline getirilebiliyor olmasını vurgulamaktadırlar.

43.söylemin hemen devamında M1:

44. **MI:** *Kesik üçgen prizma oluşturdular. Mesela yine biz onları şu anda anlatamıyoruz. GeoGebra programı ile anlatma şansımız var. Ama yine çizim yaparak.*

45. **Araştırmacı:** *O da 2 boyutlu gibi kalıyor ekranda değil mi?*

46. **MI:** *GeoGebra' yı da şu anda okullarda kullanma imkânımız yok. Akıllı tahtaya indiriyorsun ama sonuçta ekran küçük. ...Kullanamıyoruz. ...GeoGebra' yı açtık, çizeceğiz; 'Şu A noktası.' falan diyoruz, öğrenciler sıkılmaya başlıyor. Sonuçta yine orada ben aktifim. Çocuk yine aktif değil; pasif. Ama burada (3D kalemle uygulamada) her şeyi kendi yapıyor, aktif kendi. Öğretmen orada sadece rehberlik yapıyor, yönlendiriyor. Kendi yaptığı için de sorulan her soruya cevap veriyor, cevap verme ihtiyacı duyuyor. Çünkü biliyor, görüyor. Zaten öğrenci bildiği bir şey olduğu zaman hemen cevap vermek istiyor, bilmediği zaman cevap vermek istemiyor.*

Burada da (44, 45 ve 46' da) yine, öğrencilerin *kendilerinin yaparak, yaşayarak, keşfederek öğrenebildikleri* ifade edilmektedir. Ayrıca daha önce de belirttiği gibi öğrencilerin *kendi yaptıkları bir yapıya bağlandıklarını ve onun hakkında konuşmak istediklerini* yineliyor. Öğrencilerin iki boyutlu bir ekrana bakarak ve sadece dinleyici konumunda kalarak bilgiyi edinemeyeceklerini de vurgulanmaktadır.

47. **Araştırmacı:** *Çalışma yapraklarında bir önceki oluşturulan cisim, sonraki çalışma yapraklarında da kullanılabilir mi olsa süre açısından sizce bu daha mı olumlu olur?*

48. **MI:** *Tabi bence zaman açısından daha etkili. Hem ekonomik de olur. Daha az malzeme kullanırsınız. Elektrik tasarrufu da olur. Daha az zaman harcanır.*

...

49. **MI:** *Aynı öğrenciler ya da farklı öğrenciler fark etmez. Başka bir öğrenci küp yaptı, sonraki öğrenci de bunun üstüne bir şeyler ekleyecek; sonuçta o da aktif olarak oraya katılacak.*

...

50. **MI:** *Öyle de söyle sorun olabilir. Diğeri alıp, 'Yüzeyleri şudur.' falan diyebilir. Ama kaç tane kareden oluştuğu kısmına gelince, ilk çizen kare çizdi sonra birleştirdi küp inşa etti. Diğeri hazır küpe bakacak 'Kaç tane kare yüzeyi var.' diyecek. Bence o ikisi arasında bir fark olur. İlk yapan daha iyi anlar o konuyu. Diğeri hazır birleşmiş bir şeklin yüzüne bakıp söylüyor. (En başından) kendi oluşturursa (cismi) daha iyi, daha kalıcı olur bence.*

Araştırmacının 47' deki sorusu; bir cismin, cismi oluşturan kişi tarafından, tekrar tekrar kullanımına yönelik olarak sorulmuştur. Ancak M1 (49' daki söyleminde) bu soruyu ilk önce bir cismi farklı kişilerin kullanması hatta üstüne ekleme yapabilmesi açısından değerlendirmiştir. Ayrıca bir cismin tekrar kullanımının her açıdan daha ekonomik olacağını (48' de) belirtmiştir. Fakat durumun üzerine düşündüğünde (50' de), bir cismi oluşturan kişinin dışında başkalarının da kullanmasının olumsuz yönlerini fark etmiştir. 50' de ifade ettiği gibi, cismi en başından inşa eden kişi cisme daha hâkim olacaktır ve bilgisi daha kalıcı olacaktır. Ancak cismi sonradan inceleyen kişinin, eline hazır verilmiş bir cisme bakıyor olmasıyla bir fark kalmayacaktır. Cismi derinlemesine görmüş ve anlamış değil, sadece bakmış olacaktır. Bu da öğrenmesini ve kalıcılığını olumsuz etkileyecektir. M1, 50' deki söylemiyle bu durumu ifade etmektedir.

51. **MI:** *Bazen oluyor sorularda şu kenarına beş denilmiş şu kenarına yedi denilmiş, beş olan yedi olandan daha büyük şekil olarak. Çocuk bazen sorulara itiraz edebiliyor, 'Hocam bu nasıl yedi olur ya da bu nasıl beş olur?' falan şeklinde. 'Soruyu yazan rastgele çiziyor şekli. 'O yedi, o beştir.' diyorsa kabul edeceksiniz.' diyorum. Ona göre soru çözüyorum.*

M1' in (51' deki) söyleminden anlaşıldığı üzere, bazen sorularda verilmiş olan şekiller uzunluklarını doğru yansıtamayabilmektedir. Hâlbuki 3D cihazla oluşturulan cisimlerde (eğer düzgün bir biçimde oluşturulursa), öğrenci uzunlukların ayrımını daha rahat

görebilecektir. Zihinlerinde bu şekilde bir kavram yanlışlığının oluşmasının önüne geçilebilecektir.

52. **MI:** *Matematik sınıfımız var, materyal kullanalım diye yaptık. Çocuklar istekli, gitmek istiyorlar.*

M1 (52' deki) söyleminde, öğrencilerin materyal kullanmaya, dersi materyallerle işlemeye olan istekliliklerini ifade etmiştir.

53. **Araştırmacı:** *Ekleme istediğiniz başka bir şey var mı, bu konuda hocam?*

54. **MI:** *3D kalem biraz daha geliştirilebilir. Çok ince çizimler yapıyor. Biraz daha kalın çizimler yapılabilir.*

Burada M1, 3D kalemin eksi yönü olarak ince çizim yapıyor olmasını belirtmiştir. Ancak bunun önüne geçebilmek için, daha kalın enjektör başlıkları (nozzle) mevcuttur. Öğretimde bunlar tercih edilebilir. Ayrıca öğrenciler bu durumun önüne geçebilmek için uygulama esnasında, kendilerince iki yol geliştirmişlerdir. Biri kalemi kullanırken biraz yavaş hareket ettirerek daha çok filament akmasını sağlamak, diğeri ise bir kenarın üstünden iki kere geçip daha kalın olarak oluşturmaktır. Ancak yapı kısa sürede sert bir hal alıyor olduğu için aslında bunlara da çok gerek duyulmamaktadır.

4.2.2. Uygulama Sınıfının Matematik Öğretmeninin Görüş Formunun Sonuçları ve Bunların İncelenmesi

Bu kısımda M1' in görüş formunun sonuçlarına ve görüş formunu doldururken paylaştığı bir bilgiye yer verilmiştir.

Öğretmen görüş formunu doldurduğu esnada:

1. **MI:** *Öğrenciler hepsini 'kesinlikle katılıyorum' olarak işaretlediğinde çok kızmıştım; 'Okuyup işaretle.' diye. O da, 'Hocam ama çok sevdim.' demişlerdi. Ben de şimdi onlar gibi hepsini 'kesinlikle katılıyorum' diye işaretliyorum. Boşuna kızmışım. Ama gerçekten öyle yani başka ne işaretleyeyim.*

M1' in bu söyleminden gerçekleştirilen uygulamayı çok beğenmiş olduğu net bir şekilde anlaşılmaktadır. Ayrıca öğrencilerin, beğenisi de bir kere daha vurgulanmış olmaktadır.

Aşağıda M1' in cevaplamış olduğu '10.Sınıf Katı Cisimler Konusunda 3D Yazıcı Kalem Kullanımının Etkililiğiyle İlgili Akademisyen\Öğretmen Görüş Formu' nun tamamına (cevaplarıyla birlikte) EK-23' de yer verilmiştir. Görüş formunun sonuçlarına ise burada yer verilmiştir:

Tablo 4. 1. Uygulama Sınıfının Matematik Öğretmeninin (M1' in) Cevapladığı Görüş Formuna Dair Tablo

Toplam Puan	Toplam Puan / Soru Sayısı(35)	Etkililik Düzeyi
171	4,89 \cong 5	Mükemmel

Tablo 4.1' de görüldüğü gibi, M1' in ortalama değeri oldukça yüksektir. Yani görüş formunda sorulan yapılara olumlu yönde bildirimde bulunmuştur.

Olumlu cümlelerden oluşan 35 sorunun 32' sini '*Kesinlikle Katılıyorum*' olarak işaretlemiştir. Yani çalışma yapraklarının içeriği, çalışma yapraklarının ve 3D kalemin uyumu ve konuyu keşfettirici-öğretici yönleri, 3D kalemin uzamsal akıl yürütmeyi-somuttan soyuta geçişi sağlayıcı olması, öğretimde 3D kalem kullanımı ve kendilerinin öğretimde kullanmaları yönlerinde olumlu bildirimde bulunmuştur.

Grup çalışmasına elverişli olmasını '*Katılıyorum*' olarak işaretlemesinin sebebi, diyaloglarında geçtiği gibi, en fazla iki kişi ile çalışma yapılmasını uygun görme düşüncesi olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca büyük sayılarda istenilen problemler için elverişli olmasına '*Katılıyorum*' olarak işaretlemiştir. Bunun sebebinin ise, cismin aynı oranlarda daha küçük bir halinin oluşturulabileceğini düşünmüş olmasıdır. Çünkü görüş formu sonrasında bu durum üzerine konuşulmuştur. Çalışma yapraklarının sınıfta uygulanabilirlik düzeyini ise '*Kararsızım*' olarak işaretlemiştir. Bunun sebebinin, M1' in diyaloglarında da geçtiği gibi, hem sınıf mevcudunun fazla olması hem de priz gibi gereksinimlerin sınıf ortamında yeteri kadar sağlanamayabileceği endişesi olduğu tahmin edilmektedir.

Bu aşamada Bölüm 4.2' nin, yani M1' in mülakat ve görüş formundaki ifadelerinin, genel bir değerlendirmesini yapmak uygun olacaktır.

M1' in 3D yazıcı kalem, çalışma yapraklarını ve bu çalışmayı beğendiğini sık sık ifade ettiği görülmüştür. Materyali öğrencilerin oluşturmasının ve yönergelerin akışının etkili olduğunu söylemiş ve öğrenmeyi arttırdığını belirtmiştir.

En önemli noktalardan birisi, M1' in matematik öğretiminde şu anda işlenen derslerde öğrencilerin pasif kaldıklarını, ancak 3D kalemle işlenen derslerde çok daha aktif olduklarını sık sık belirtmesidir. Öğretim için sağlanan, GeoGebra programı, akıllı tahta ve tablet gibi uygulamaların yetersiz kaldığını ifade etmiştir. Öğrencilerin bu imkânlarla bile pasif kaldıklarını ve kalıcı öğrenmenin gerçekleşmediğini vurgulamıştır. Çünkü öğrencinin sadece dinleyici konumunda kaldığını ve yaparak, yaşayarak, keşfederek gerçekleşen bir öğrenmenin olmadığını belirtmiştir. M1' in görüşlerinden, 3D yazıcı kalemle işlenen derslerde öğrencilerin daha aktif olacakları ve öğrenmenin daha kalıcı olacağı sonucu ortaya çıkmaktadır. Bunu diyaloglarda görüldüğü gibi, M1' de sık sık vurgulamıştır. Özellikle; yaparak, yaşayarak ve keşfederek gerçekleştirilen bu uygulamaların kalıcı öğrenmeyi sağlamış olacağını tekrar tekrar yinelemiştir.

M1' in görüşlerinden anlaşılacağı üzere, Milli Eğitim Bakanlığı' nın sağlayacağı imkânlarla, 3D kalemin matematik derslerinde kullanılmasının gerektiğini düşündüğü görülmüştür. Kendisinin de bu uygulamaları gerçekleştirmekten memnuniyet duyacağını ifade etmektedir. Hatta 3D kalemin öğretimde, ilköğretimden itibaren uygulanmasının gerektiğini düşünmektedir.

Ancak M1' in ifade ettiği gibi, sınıfların kalabalık olması ve öğrenci seviyelerindeki farklılıklar problem oluşturabilmektedir. Bu problemler için önlemler alınması gereklidir. Örneğin, sınıf mevcutlarının öğretmenin daha iyi kontrol sağlayabileceği bir düzeye getirilmesi gibi. Fakat öğrenci seviyelerindeki farklılıklar noktasında, 3D yazıcı kalemin bu farklılıkları azalttığı düşünülmektedir. Çünkü öğrenci kendi oluşturduğu somut bir yapı üzerinden daha rahat düşünebilmekte ve istenilenlere daha rahat ulaşabilmekte, keşfedebilmektedir. Bu açılardan öğrenme farklılıklarının ortaya çıkmasını törpülediği ve öğrenciler arasında bir denge sağladığı düşünülmektedir.

Ayrıca, *'İlkokulda kullanılmaya başlanırsa, o zaman şaka aleti olarak kullanmazlar.'* Şeklinde bir söylemi de bulunmaktadır. Yani, öğrencilerin derse ilgi olabilmeleri ve sınıf mevcudunun sorun teşkil etmemesi için çözüm önerilerinde

bulunmuştur. Örneğin, belirttiği gibi cihaz ilköğretimden itibaren kullanılırsa ve yönergeler açık olursa bu gibi durumların sorun teşkil etmeyebileceğini vurgulamıştır.

M1' in görüşlerinden 3D kalemin grup çalışmasına uygun olduğu sonucuna da ulaşılmaktadır. Ancak 2 kişiden oluşan grupların daha uygun olacağını da belirttiği görülmüştür.

Ayrıca ilk başta 3D kalemin derslerde kullanımının zaman alıcı olduğunu düşünmüştür. Ancak hemen sonra 3D kalemin uygun çalışma yapraklarıyla, zaman tasarrufu sağlayacağını belirtmiştir. Çünkü öğrencilere anlatılmakta zorlanılan konuların daha pratik anlatılabileceğini ve bir konunun bir çalışma yaprağında incelenebileceğini düşünmüştür. Ayrıca öğrenmede kalıcılığı arttıracığına yönelik düşüncesinin, zamandan tasarruf sağlanacağını ifade etmesine sebep olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin materyal kullanmaya, dersi materyallerle işlemeye olan isteklilikleri olduğu görülmektedir. Öğrenciler 3D kalemle işlenen derslere devam etmek istemişlerdir. Bu durum uygulama esnasında öğrenciler tarafından da sık sık vurgulanmıştır. Bunu M1' de diyaloglarında ifade etmektedir. Öğrenciler, öğretmenlerine ve sınıf arkadaşlarına 3D kalemle işlenen dersleri anlatmış ve devam etmek istediklerini belirtmişlerdir.

Buradaki en önemli noktalardan birisi, öğrencilerin kendi yaptıkları bir yapıya bağlandıklarının ve onun hakkında konuşmak istediklerinin keşfedilmesidir. M1' in de sık sık ifade ettiği gibi, cismi en başından inşa eden kişi cisme daha hâkim olmaktadır ve bilgisi daha kalıcı olacaktır. Ancak eline hazır verilmiş bir cisme bakıyor olması onu derinleştirmesine yeteri kadar imkân sağlayamamaktadır. Cismi derinlemesine görmüş ve anlamış değil, sadece bakmış olacaktır. Bu da öğrenmesini ve kalıcılığını olumsuz etkileyecektir.

Ayrıca öğrencilerin ön bilgilerinin yetersiz ve soruları okumaya isteksiz olmasına rağmen, bu uygulamayı gerçekleştirmiş ve formülleri (küp formülünü) keşfetmiş olmalarına *şaşırdığını* belirtmiştir.

M1' in 3D kalemin katı cisimler konusunda kullanımın etkili olduğunu düşündüğü görülmektedir. Ayrıca; cismin konumu değiştiğindeki özellikleri, 2 boyutlu şekiller, simetri, fonksiyonlar, çember, daire, küre, köşegen, kenarortay, açıortay, doğru, doğru parçası, ışın gibi pek çok konuda kullanılabileceğini ifade etmektedir.

4.3. MATEMATİK ÖĞRETMENLERİYLE GERÇEKLEŞTİRİLEN GRUP MÜLAKATININ BULGULARI VE BUNLARIN İNCELENMESİ

Bu bölümde, sınıf içi uygulama sonrasında, 7 matematik öğretmeniyle gerçekleştirilen grup mülakatının bulguları ve bu bulguların incelenmesi yer almaktadır. Bu 7 öğretmenden 2' si akademisyen, 5' i öğretmenlik yapmakta olan matematik eğitimi bölümü yüksek lisans öğrencisidirler. Ayrıca bu mülakattan elde edilen bulguların genel değerlendirmesi de bu bölümde yer almaktadır.

Burada dikkati çeken bir nokta; 5 yüksek lisans öğrencisinin-aynı zamanda öğretmenleri olan-2 akademisyenin olduğu ortamda pek konuşmamış olmalarıdır. Sadece başlarıyla öğretmenlerinin söylemlerini onaylayarak veya kısa cümlelerle görüş bildirmişlerdir. Ancak 2 akademisyen sınıftan gittikten sonra, biraz daha detaylı cevaplar vermişlerdir. Bu durum zamanı geldiğinde aşağıda belirtilmiştir.

Araştırmacı grup mülakatı esnasında, M1' in ve öğrencilerin söylemleriyle benzerlik görülen noktaları, yorumlarında zaman zaman belirtilmiştir.

Grup mülakatı esnasında gerçekleşen tüm eylem ve söylemler akış sürecinde gerçekleştiği sıraya göre verilmiş ve *italik* olarak, sayfada sağa girintili olarak gösterilmişlerdir. Diyaloglar esnasında aynı anda gerçekleşen eylemler veya kastedilen durumlar, söylem sırasında parantez içinde belirtilmişlerdir. Kişiler ve kişilerin hitap ettikleri kişiler *kalın* olarak gösterilmişlerdir. Ayrıca söylemler numaralandırılarak değerlendirilmenin kolay ve anlaşılır olması sağlanmaya çalışılmıştır. Yorumlar esnasında önemli görülen, vurgulanmak istenen yazılar da *italik* olarak gösterilmişlerdir.

4.3.1. Matematik Öğretmenleriyle Gerçekleştirilen Grup Mülakatının Bulguları ve Bunların İncelenmesi

Bu bölümde, sınıf içi uygulama sonrasında, 7 matematik öğretmeniyle gerçekleştirilen grup mülakatının bulguları ve bu bulguların incelenmesi yer almaktadır. Bu 7 öğretmenden 2' si akademisyen, 5' i öğretmenlik yapmakta olan matematik eğitimi

bölümü yüksek lisans öğrencisidirler. Ayrıca bu mülakattan elde edilen bulguların genel değerlendirmesi de bu bölümde yer almaktadır.

1. **Araştırmacı (tüm öğretmenlere hitaben):** *Sizce 3D yazıcı kalem öğrencilerin derse ilgisini arttırır mı?*
2. **Ak1:** *Elbette ki arttırır. Öğrencinin derse motivasyonunu ve ilgisini oldukça arttıracaktır.*
3. **Ak2:** *Videoda gördüm, öğrenciler dikkatini vermiş bir şekilde yapıyorlardı cisimleri. Arttırır Tabii ki.*

Akademisyenlerin (2 ve 3' deki) söylemlerinde görüldüğü gibi, 3D yazıcı kalemin öğrencilerin derse olan ilgisini arttıracaklarında mutabıklardır. Ayrıca akademisyenlerin bu söylemlerini mülakatta bulunan diğer öğretmenlerde 'Evet, öğrencinin ilgisini arttırır.' diyerek onaylamışlardır. Bu düşünce, öğrencilerin ve öğretmenlerinin (M1' in) söylemlerinde de görülmektedir.

4. **Araştırmacı (tüm öğretmenlere hitaben):** *Öğrencilerin 3D yazıcı kalemle ders işlemeleri konuyu keşfetmelerine katkı sağlar mı? Hangi noktalarda katkı sağlar?*
5. **Ak1:** *Tabii (sağlar). Öğrenciler cismin köşelerini, ayrıntılarını kendisi oluşturuyor. Bu büyük bir avantaj. Öğrencilerin cismi oluşturup, her açıdan inceleyebilmeleri öğrenmelerine, keşfetmelerine katkı sağlayacaktır. Ders işlenişine de olumlu katkı sağlayacaktır. Ben çok beğendim.*
6. **Ak2 (Ak1' i başıyla onayladıktan sonra):** *Bu yapı (3D yazıcı kalem) farklı cisimler oluşturmaya ve öğrencilerin öğrenmesine katkı sağlayacaktır. Ben beğendim.*

Ak1' in (5' deki) söyleminden öğrencilerin cismi kendilerinin oluşturmasının, cismin detaylarını yakalamalarına fırsat tanımış olacağı anlaşılmaktadır. Ayrıca bu durumun öğrencilerin öğrenmesine ve konuyu keşfetmelerine olanak tanımış olacağını da belirtmiştir. Ders işlenişi esnasında olumlu katkılar sağlayabileceğini de eklemiştir.

Ak2' nin (6' daki) söyleminde 3D yazıcı kalemle farklı cisimlerin oluşturulabileceğine özellikle değinmiştir. Ayrıca öğrencilerin konuları öğrenebilmelerine katkı sağlayacağını da ifade etmiştir.

5 ve 6' daki söylemler esnasında ve sonrasında diğer 5 öğretmen de başarıyla onaylayarak ve 'Ben de çok beğendim.' diyerek düşüncelerini belirtmişlerdir. Buradan elde edilen en temel öge, 3D yazıcı kalemin öğrenmeye olumlu katkılarının olacağı ve bununla uygulama yapılması düşüncesini beğenmiş olduklarıdır.

7. **Araştırmacı (tüm öğretmenlere hitaben):** Sizce katı cisimler konusu dışında 3D yazıcı kalem hangi konularda kullanılabilir?
8. **Ö1:** Bir köşeden bir köşeye veya kenara doğru (çizilmesi), açığortay, kenarortay gibi konularda kullanılabilir.
9. **Ö3:** Işın, doğru parçası gibi konularda da kullanılabilir.
10. **Ak1 (Ak2' ye hitaben):** Fonksiyonlarda da kullanılabilir değil mi?
11. **Ak2:** Tabi. Fonksiyonlarda da kullanılabilir. Tüm geometrik cisimlerde de iyi bir şekilde kullanılmaya uygun geldi bana.
12. **Ak1 (araştırmacıya hitaben):** Simetride de kullanılır. Fonksiyonlarda da kullanılır.

8' den 12' ye kadar gerçekleşen diyaloglardan anlaşıldığı üzere, 3D yazıcı kalem pek çok konuda kullanılabilir. Bu konularda hakkında konuşulması esnasında, söylenenleri dinleyen diğer öğretmenler başarıyla veya 'Evet.' diyerek onaylamışlardır.

Ayrıca 4.2.3' de gösterildiği gibi, burada geçen konuları, uygulama yapılan sınıfın matematik öğretmeni M1' de söylemiştir. Yani, mülakat yapılan tüm öğretmenler 3D yazıcı kalemin fonksiyonlar konusu, simetri konusu, 2 ve 3 boyutlu yapıların işlendiği pek çok konuda kullanılabileceğini düşünmektedirler.

13. **Araştırmacı (tüm öğretmenlere hitaben):** 3D yazıcı kalem öğrenci merkezli eğitime olumlu yönde katkı sağlar mı? Bu katkıyı hangi nitelikleri ile sağlayabilir?
14. **Ak1:** Olumlu yönde katkı sağlar. Öğrenci merkezli eğitimde özellikle, öğrencinin aktif olması yönünden büyük katkı sağlar. Öğrenci dersin içinde oluyor, her şey kendi yaparak öğreniyor, cismi inceleyebiliyor. Bunlar büyük avantaj sağlar. Ayrıca öğrenci bu kalemle istediği cismi yapabilir. Bu durumlar da çok büyük katkı sağlayabilir.
15. **Ak2:** ...Yönlendirmelerle; yaparak, yaşayarak öğreniyorlar.

14' de bulunan Ak1' in söyleminden, cihazla işlenen derslerin öğrenci merkezli eğitime olumlu katkılar sağlayacağı anlaşılmaktadır. Özellikle öğrencilerin aktif olarak derste yer alması, materyali kendilerinin oluşturuyor olması, farklı cisimler oluşturma imkânının bulunması gibi etkenlerin avantajlı olduğunu belirtmiştir. Buna ek olarak Ak2 ise (15' de), öğretmenin rehber konumunda olması ve yönergelerin öğrencileri yönlendirmesine vurgu yapmıştır. Bu şekilde öğrencilerin kendilerinin yaparak ve yaşayarak öğrenmelerinin sağlanıyor olduğunu belirtmiştir.

14 ve 15' deki bu söylemler esnasında ve sonrasında diğer 5 öğretmen de başarıyla onaylayarak veya benzer ifadeler kullanarak onaylamışlardır.

Bu düşünceleri M1' in de sık sık vurguladığı 4.2' de ifade edilmiştir.

16. Araştırmacı (tüm öğretmenlere hitaben): *3D yazıcı kalemle matematik dersi işlenmesinin avantajları ve dezavantajları neler olabilir sizce?*

17. Ak2 (araştırmacıya ve Ak1' e hitaben): *Acaba öğrencilerin derse ilgisini etkiler mi? Öğrenciler kalemle oynamaya kendilerini kaptırabilirler mi? O zaman derste ki konsantrasyonları dağılır, dersi dinlemezler. Otuz kişilik bir sınıfta uygulanmasını da biraz sıkıntılı görüyorum ben.*

Ak2 (17' deki) söyleminde, öğrencilerin cihazla oynamaya kendilerini kaptırabileceğine ve dersle ilgilenmeyebileceklerine dikkat çekmektedir. Ayrıca sınıf mevcutlarının fazla olmasının olumsuz bir etken olabileceğini belirtmiştir. Bu iki noktayı 4.2.3' de görüldüğü gibi, uygulama yapılan sınıfın matematik öğretmeni M1' de vurgulamıştır. Ancak M1 çözüm olarak, cihaz ilköğretimden itibaren kullanılırsa ve yönergeler açık olursa bu durumların sorun teşkil etmeyebileceğini de vurgulamıştır.

Ak2' nin 17' deki söylemi sırasında Ak1 başıyla onaylamıştır. Söylemin sonunda, bir cevap bekler gibi araştırmacıya yönelmişlerdir:

18. Araştırmacı (tüm öğretmenlere hitaben): *Ders esnasında önce bitiren gruplar da oldu, geride kalan gruplar da oldu. Önce bitiren gruplar isminin baş harflerini, isimlerini vesaire yazarak eğlendiler. Ancak dediğim gibi diğer grupları bekledikleri için bu durum bir sorun teşkil etmedi. Eğer her öğrenciye bir tane verilirse kalemde, devlet bu imkânı sağlarsa, sorun olacağını düşünmüyorum.*

Ak1 ve Ak2 birbirlerinin söylemlerini tamamlayarak:

19. **Ak1 ve Ak2:** *Eğer kalemden dediğin gibi birer tane verilirse sorun olmaz, iyi o zaman.*

Bu 18 ve 19' daki söylemlerden anlaşıldığı gibi, öğrenciler grup halinde çalışıyor olsalar da, bireysel çalışıyor olsalar da cihazla ders işlemlerinde büyük sorunlar oluşmamaktadır. 17' deki söylemiyle sorun teşkil edebileceğini belirten Ak2, 26' daki araştırmacının söylemiyle bu düşüncesini değiştirmiştir.

20. **Araştırmacı (tüm öğretmenlere hitaben):** *3D yazıcı kalemi derslerinizde kullanmaktan memnun olur musunuz?*

21. **Ö1:** *Tabi kullanmak isterim. Hatta hocam ben birini sizden satın almak istiyorum. Daha önce görmemiştim ben bu cihazı. Alıp dersimde kullanmayı düşünüyorum.*

21' deki Ö1' in söylemi, cihazı çok beğendiğini ve derslerinde kullanmak istediğini açıkça göstermektedir.

Benzer şekilde, bütün akademisyenler ve öğretmenler, devletin bu imkânı sağlaması durumunda, cihazı derslerinde kullanmak istediklerini ve kullanmaktan memnun olacaklarını belirtmişlerdir. Aynı durum 4.2' de tespit edildiği gibi, M1' de de görülmüştür.

22. **Araştırmacı(tüm öğretmenlere hitaben):** *Çalışma yaprakları ile ilgili genel olarak düşünceleriniz nelerdir? Sizce eksiklikler var mıydı?*

23. **Ak1:** *Biz çalışma yapraklarını önceden incelemedik. Ama gördüğüm ve senin anlattığın kadarıyla gayet iyiler. 5E modeline uygunlar. Ben beğendim.*

24. **Ak2:** *Ben de beğendim. Bir sorun yok gibi gözüküyor.*

Diğer 5 öğretmen de 'Evet, çok beğendik.' diyerek görüş belirtmişlerdir. 4.2' de görüldüğü gibi M1' de çalışma yapraklarını beğenmiştir. Yani öğretmenlerin bütünüün çalışma yapraklarını beğendiği görülmektedir.

25. **Araştırmacı (tüm öğretmenlere hitaben):** *Çalışma yaprakları öğrencilerin ön bilgileriyle yeni bilgiye ulaşımlarına katkı sağlıyor mu?*

26. **Ak2:** *Anlattığın kadarıyla, sağlıyor. Mesela şu küp hacminden dikdörtgen prizma hacmine ulaşması (ÇY-2, 6.soruyu kastediyor). Keşfetmelerinde etkili. Çok güzel. Ben çok beğendim.*

Ak' nin 26' daki söyleminden anlaşılmaktadır ki, çalışma yaprakları öğrencilerin ön bilgilerini kullanarak yeni bilgiye ulaşmaları için elverişlidir. Ak1 ve diğer 5 öğretmen, 26' da söylenenleri başlarıyla veya 'Evet.' diyerek onaylamışlardır. M1' in de bu konuda öğretmenlerle hem fikir olduğu 4.2' den anlaşılmaktadır.

27. **Araştırmacı (tüm öğretmenlere hitaben):** *Cisimleri kesip veya birbiriyle birleştirip farklı cisimler elde etmeleri de güzel bir durum değil mi? Öğrencilerin öğrenmelerine katkı sağlar.*

28. **Ak1 (araştırmacıya hitaben):** *Öğrenmelerine katkı sağlar mı bilemem.*

...

29. **Ak1 (araştırmacıya ve Ak2' ye hitaben):** *Tabi, cisimleri kesmeleri, birleştirmeleri güzel bir yön.*

30. **Ak2 (video görüntüsünü işaret edip, kesik üçgen prizmayı eline alarak):** *Mesela üçgen prizmayı kesip kesik üçgen prizma yaptılar.*

31. **Ak1 (Ak2' ye hitaben):** *Evet. ...Görmüştük videoda; kağıdın üstüne cismi koyup, hesaplama yapıyorlardı.*

32. **Ak2 (araştırmacıya ve Ak1' e hitaben):** *Aynen öyle. Güzel olmuş bence.*

28' deki söylemde Ak1, cisimlerin kesilip birleştirilebiliyor olmasının öğrenmeye katkı sağlaması konusunda görüş bildiremeyeceğini belirtmiştir. Fakat cisimleri kesip, birleştirebiliyor olmanın da cihazın güzel bir yönü olduğunu da (29' daki söyleminde) eklemiştir. Ancak daha sonra, Ak2' in 30' da yer alan söylemiyle, Ak1' in fikrini değiştirdiği düşünülmektedir. Yani, 31' de de belirttiği gibi, cismi kesip yeni bir cisim elde edip, onun üzerinden hesaplama yapılıyor olmasını beğenmiştir. Ak2' nin de bu durumu beğendiği 32' deki söyleminde görülmektedir.

Ayrıca bu uygulamaların öğrenmeyi olumlu etkilediği M1 tarafından da (4.2' de) ifade edilmiştir.

33. **Araştırmacı (tüm öğretmenlere hitaben):** *Sizce çalışma yaprakları 3D kalemle uyumlu muydu?*

34. **Ak2:** *Gördüğümüz kadarıyla uyumluydu. Öğrenci kesiyor, birleştiriyor falan.*

Ak2' nin 34' deki söyleminde ifade ettiği gibi, çalışma yaprakları 3D yazıcı kalemle uygulama yapmaya uyumlu bir şekilde hazırlanmıştır. Ak2, özellikle cihaz sayesinde cisimlerin kesilip, birleştirilebiliyor ve başka cisimlere dönüştürülebilir olmasına vurgu yapmaktadır. 34' deki söyleminde cisimde birleştirmeyi söylerken aslında, 30' da da bahsettiği gibi, bir cismin kesilip başka cisimlere dönüştürülebilir olmasını da kastetmektedir.

Bununla birlikte, Ak1 ve 5 ğretmen de çalışma yapraklarının 3D yazıcı kalemle uygulama yapmak için uyumlu olduklarını belirtmişlerdir.

Araştırmacının tüm sorularını cevapladıktan sonra Ak1, Ak2 ve 2 ğretmen sınıftan ayrıldılar. Ancak 3 ğretmen sınıftaydılar. Bu ğretmenler 1, 2 ve 3' tür (Bkz. Tablo 3.2). Araştırmacı, yüksek lisans ğrencilerinin-aynı zamanda öğretmenleri olan-2 akademisyenin olduğu ortamda pek konuşmamış olduklarını fark etmiştir. Bunun zerine bazı soruları tekrar sormuştur:

35. **Araştırmacı (3 ğretmene hitaben):** *Derste (3D kalem) kullanılmasının başka olumlu olumsuz yönleri yok mu sizce?*

36. **1:** *Bence alışma yapraklarında eksiklik vardı. Konuların hepsi işlenmemişti. ...Cismin içerisinde bir köşeden bir kenara; orta noktası veya herhangi bir noktasına gidilmesi. Hatta belki daha sonra başka bir kenara daha gidilip  doğru parçası oluşturulabilir. Bunları biz deftere veya bilgisayarda çizdiğimiz de anlayılamıyor. Ancak bu kalemle cismin içerisinde bu doğru parçalarını pratik bir şekilde çizeriz ve ğrenci de cismin içinde görmüş olur daha iyi anlar. Onun dışında çok çok beğendim.*

36' daki söyleminde grldği gibi 1, bir konunun işlenmesinden ziyade bir değerlendirme sorusunun eksikliğini ifade etmektedir. Yani, 1' in bahsettiği çalışma Y-7 ve Y-8' de de olduğu gibi konuya yönelik değil, uygulama yapmaya yönelik olacaktır. Ayrıca 1' in belirttiği gibi, defter ve bilgisayarlardan anlatılması zor olan bir çizimdir. Burada 3D kalemin zor cisim ve çizimlerin oluşturulabilmesi ve anlayılabilmesine katkı sağladığı bir kez daha vurgulanmış olmaktadır.

Öğrenciler tarafından anlayılması zor çizimlerin, 3D kalemle anlayılabılır kılınması konusunda M1' de 4.2' de olumlu görüş bildirmektedir.

Ö1, araştırmacıya çalışma yapraklarının ne kadar sürede uygulanabildiklerini soruyor. Araştırmacı izahta bulunuyor ve sonrasında:

37. **Ö2:** *Ders süresi olarak da iyi o zaman.*

Ö2' nin 37' deki söyleminden 3D kalemin derslerde uygulanmasının zaman açısından bir sorun oluşturmayacağı anlaşılmaktadır. Benzer bir ifade 4.2' de M1' in söylemlerinde de görülmektedir.

38. **Ö1:** *Liseler için çok iyi. Ancak ortaokul için uygun olduğunu düşünmüyorum. Çünkü ergenliğe giren öğrencilerin el kol koordinasyonu çok iyi olmuyor. Sorun çıkabilir.*

39. **Araştırmacı (3 öğretmene hitaben):** *İlkokuldan itibaren kullanılırsa öğrenciler alışacaklardır. Ortaokulda da liselerde de rahatlıkla kullanacaklardır diye düşünüyorum.*

Araştırmacının (39' daki) söylemiyle birlikte 3 öğretmen kendi aralarında ilkokuldan itibaren kullanılmasının olumlu olacağını konuşmuşlardır. Sonuç olarak 3 öğretmen de öğrenciler ilkokuldan itibaren 3D kalem kullanırlarsa, alışacaklarını belirttiler. Böylelikle öğrencilerin cihazı rahatlıkla kullanabileceklerini ifade ettiler.

Bu sonuç 4.2' de M1' in içinde elde edilmiştir.

40. **Araştırmacı (3 öğretmene hitaben):** *Beğendiniz değil mi? Güzel olmuş çalışma?*

41. **Ö1:** *Çok çok beğendim.*

42. **Ö2:** *Beğendim tabi hocam. Çok güzel olmuş.*

43. **Ö3:** *Güzel olmuş hocam. Çok beğendim.*

41, 42 ve 43' de gerçekleşen diyaloglardan öğretmenlerin çalışmayı çok beğenmiş oldukları anlaşılmaktadır. Zaten 7 öğretmenin tamamının bulunduğu mülakat esnasında da sorulan sorulara olumlu cevaplar vermişlerdir. Beğendiklerini ifade etmişlerdir.

Ayrıca yine M1' in de aynı yorumda bulunmuş olduğu 4.2' de görülmektedir.

Sonrasında Ö1, Ö2 ve Ö3, 3D kalem kullanmayı denediler. Üçgen yapmaya, doğru parçası yapmaya çalıştılar. Ö1, kalem almaya istediğini tekrar etti. Cihazı kullandıkları esnada eğlendiler ve 3D yazıcı kalem beğendiklerini yinelediler.

Bu aşamada Bölüm 4.3' ün, yani grup mülakatıyla elde edilen akademisyen\öğretmen görüşlerinin, genel bir değerlendirmesini yapmak uygun olacaktır.

Bulgularda görüldüğü gibi (4.3.1' de), bu 7 kişi bu düşünceyi ve yapılan çalışmayı beğendiklerini sık sık belirtmişlerdir. Ayrıca çalışma yapraklarını da genel olarak beğendiklerini söylemişlerdir.

3D kalemle işlenen derslerin öğrencinin motivasyonunu ve ilgisini arttıracaklarını düşündüklerini ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin cismi kendilerinin oluşturmasının, cismin detaylarını yakalamalarına fırsat tanımış olacağı düşündükleri anlaşılmaktadır. Ayrıca bu durumun öğrencilerin öğrenmesine ve konuyu keşfetmelerine olanak tanımış olacağını da ortaya çıkmaktadır.

3D yazıcı kalemin pek çok matematik konusunda kullanılabileceği ortaya çıkmaktadır.

Cihazla işlenen derslerin öğrenci merkezli eğitime olumlu katkılar sağlayacağı anlaşılmaktadır. Özellikle öğrencilerin aktif olarak derste yer alması, materyali kendilerinin oluşturuyor olması, farklı cisimler oluşturma imkânının bulunması gibi etkenlerin avantajlı olduğunu belirtmişlerdir. Buna ek olarak, öğretmenin rehber konumunda olması ve yönergelerin öğrencileri yönlendirmesine vurgu yapılmıştır. Bu şekilde öğrencilerin kendilerinin yaparak ve yaşayarak öğrenmelerinin sağlanıyor olduğunu belirtmiştir.

Bulgulardan (4.3.1' den) anlaşıldığı gibi, öğrencilerin grup veya bireysel olarak cihazla ders işlemelerinde genel olarak büyük sorunlar oluşmayacağı sonucuna varılmıştır. Özellikle ilköğretimden itibaren kullanılması durumunda, liselerde rahatlıkla kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Ancak sınıf mevcudu açısından sorun olabilme ihtimalini de değerlendirmişlerdir. Fakat öğrencilere birer cihaz verilmesi durumunda bunun da sorun teşkil etmeyebileceğini belirtmişlerdir. Yani bazı öğretmenlerin bireysel çalışmayı gözettikleri fark edilmiştir. Ayrıca derste zaman kaybı olması açısından bir sorun oluşturmayacağı sonucuna varmışlardır.

Çalışma yapraklarını genel olarak beğendiklerini belirtmeleri dışında bir değerlendirme daha ortaya çıkmıştır. Bu da çalışma yapraklarının öğrencilerin ön bilgilerini kullanarak yeni bilgiye ulaşmaları için elverişli olmasıdır. Ayrıca çalışma yapraklarının 3D yazıcı kalemle uygulamaya uyumlu bir şekilde hazırlanmış olduğu da belirtilmiştir.

Öğrencilerin cisimleri kesip, birleştirebiliyor ve başka cisimlere dönüştürülebiliyor olmalarının, cihazın güzel bir yönü olduğunu ifade etmişlerdir. Cismi kesip yeni bir cisim elde edip, onun üzerinden hesaplama yapılıyor olmasının da beğenildiği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca zor yapılan şekil veya cisimlerin oluşturulması için avantaj sağlayabileceğini düşündükleri görülmektedir.

Tüm Akademisyen ve öğretmenler cihazı derslerinde kullanmak istediklerini ve bundan memnuniyet duyacaklarını belirtmişlerdir.

Ayrıca Ak2, 3D yazıcı kalemle farklı cisimlerin oluşturulabileceğine sık sık değinmiştir. Bu yüzden cihazın bu yönünün onu etkilemiş olduğu düşünülmektedir.

Bu sonuçların hepsi, 4.1.3' de ve 4.2' de öğrencilerin ve öğretmenlerinin (M1' in) söylemlerinden elde edilen sonuçlarla benzerdir.

4.4. ÖĞRENCİ VE AKADEMİSYEN ÖĞRETMEN GÖRÜŞ FORMLARININ BULGULARI VE BUNLARIN İNCELENMESİ

Bu bölümde öğrenci ve akademisyenlerin\öğretmenlerin görüş formlarının verilerinin bulgularına ve bunların incelenmesine yer verilmiştir.

4.4.1. ÖĞRENCİ GÖRÜŞ FORMLARINDAN ELDE EDİLEN BULGULAR VE BUNLARIN İNCELENMESİ

Bu kısımda çalışma grubundaki kişilerin materyalin etkililiğine ilişkin görüşleri ve ayrıca bunun cinsiyete bağlı durumu için ortalama alınarak analiz yapılmıştır.

4.4.1.1. Öğrencilerin Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular

Tablo 4. 2. Öğrencilerin Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo

n	En Düşük Puan	En Yüksek Puan	Ortalama Puan	Ortalama Puan / Soru Sayısı (41)	Etkililik Düzeyi
12	151,00	202,00	181,75	4,43 \cong 4	İyi

Uygulamaya katılan öğrencilerden 12 tanesi anketi doldürmüştür. Öğrenciler tamamı olumlu cümlelerden oluşan anket sorularından aldıkları en düşük puan 151,00 ($151/41=3,68\cong 4$); en yüksek puan 202 ($202/41= 4,92$) dir. En düşük puan veren öğrencinin bile materyallerin iyi düzeyde etkili olduğunu düşündüğü görülmektedir. Ortalama 181,75 (4,43) puandır. Öğrencilerin ortalama olarak materyallerin etkili olduğuna dair kanaatlerinin katılıyorum düzeyinde (iyi düzeyde olduğu görülmektedir).

4.4.1.2. Cinsiyete Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Öğrencilerin Görüşlerine Dair Bulgular

Tablo 4. 3. Cinsiyete Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo

Cinsiyet	n	Ortalama Puan	Ortalama Puan / Soru Sayısı (41)	Etkililik Düzeyi
Kadın	9	180,5556	4,40 \cong 4	İyi
Erkek	3	185,3333	4,52 \cong 5	Mükemmel

Tablo incelendiğinde öğrencilerden 9 tanesinin kadın 3 tanesinin erkek olduğu görülmektedir. Her iki grubunda ortalamalarının bir birine yakın olduğu fark edilmektedir. Bununla birlikte kadınların materyallerin etkililiğini iyi düzeyde bulurken erkeklerin mükemmel düzeyde buldukları görülmektedir. Bu anlamda erkeklerin materyallerin daha etkili olduğunu düşündükleri söylenebilir.

4.4.2. AKADEMİSYEN VE ÖĞRETMEN GÖRÜŞ FORMLARININ BULGULARI VE BUNLARIN İNCELENMESİ

Çalışma grubundaki kişilerin materyalin etkililiğine ilişkin görüşlerini incelerken yaş, deneyim, görev yapılan kademe, mezun olunan fakülte ve öğrenim düzeyleri dikkate alınarak analizler yapılmıştır.

4.4.2.1. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular

Tablo 4. 4. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo

n	En Düşük Puan	En Yüksek Puan	Ortalama Puan	Ortalama Puan / Soru Sayısı (35)	Etkililik Düzeyi
17	126,00	174,00	156,30	4,47 \cong 4	İyi

Uygulamaya katılan akademisyenlerin\öğretmenlerin sayısı 17' dir. Akademisyenlerin\öğretmenlerin tamamı olumlu cümlelerden oluşan anket sorularından aldıkları en düşük puan 126,00 ($126,00/35=3,60\cong 4$); en yüksek puan 174,00 ($174/35=4,97$) dir. En düşük puan veren akademisyenin\öğretmenin bile materyallerin iyi düzeyde etkili olduğunu düşündüğü görülmektedir. Ortalama 156,30 (4,47) puandır. Akademisyenlerin\öğretmenlerin ortalama olarak materyallerin etkili olduğuna dair kanaatlerinin katılıyorum düzeyinde (iyi düzeyde olduğu görülmektedir).

4.4.2.2. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Yaşlarına Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular

Çalışma grubunun yaşları 5' er yıllık dilimler şeklinde gruplara bölünerek tasarlanmıştır.

Tablo 4. 5. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Yaşlarına Gruplandırılmasına Dair Tablo

Yaş Kategorisi	Yaş Aralığı	Kişi Sayısı
1	24-28	3
2	29-33	5
3	34-38	5
4	39-	4

Tablo 4. 6. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Yaşlarına Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo

Yaş Aralığı	n	Ortalama Puan	Ortalama Puan / Soru Sayısı (35)	Etkililik Düzeyi
24-28	3	147,50	$4,21\cong 4$	İyi
29-33	5	156,80	$4,48\cong 4$	İyi
34-38	5	157,67	$4,50\cong 5$	Mükemmel
39-	4	162,00	$4,63\cong 5$	Mükemmel

Uygulamaya katılan akademisyenlerin\öğretmenlerin 3 kişisi 24-28 yaş aralığındadır ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir; 5 kişisi 29-33 yaş aralığındadır ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir; 5 kişisi 34-

38 yaş aralığındadır ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri mükemmel düzeydedir; 4 kişisi ise, 39 yaş ve üzeri yaştadır ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri mükemmel düzeydedir. Yani çalışma grubundaki kişilerin yaşlarında artış oldukça materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri de daha olumlu olmaktadır.

4.4.2.3. Öğretmenlerin\Akademisyenlerin Deneyimlerine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular

Çalışma grubunun deneyim aralıkları 5' er yıllık dilimler şeklinde gruplara bölünerek tasarlanmıştır.

Tablo 4. 7. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Deneyimlerine Göre Gruplandırılmasına Dair Tablo

Deneyim Kategorisi	Deneyim Yılı	Kişi Sayısı
1	0-5	4
2	6-10	6
3	11-15	4
4	16-	3

Tablo 4. 8. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Deneyimlerine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo

Deneyim Aralığı	n	Ortalama Puan	Ortalama Puan / Soru Sayısı (35)	Etkililik Düzeyi
0-5	4	147,25	4,21 \cong 4	İyi
6-10	6	155,00	4,43 \cong 4	İyi
11-15	4	160,50	4,59 \cong 5	Mükemmel
16-	3	161,67	4,62 \cong 5	Mükemmel

Uygulamaya katılan akademisyenlerin\öğretmenlerin 4 kişisi 0-5 yıllık deneyim aralığındadır ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir; 6 kişisi 6-10 deneyim aralığındadır ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir; 4 kişisi 11-15 deneyim aralığındadır ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri mükemmel düzeydedir; 3 kişisi ise, 16 ve üzeri deneyim aralığındadır ve materyallerin

etkililiğine ilişkin görüşleri mükemmel düzeydedir. Yani deneyim arttıkça materyallerin etkililiğine ilişkin görüşlerde daha olumlu yönde değişmektedir.

4.4.2.4. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Mezun Oldukları Fakülteye Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular

Çalışma grubundaki kişilerin bir kısmı Eğitim Fakültesinden mezunken diğer bir kısmı Fen Fakültesinden mezundur.

Tablo 4. 9. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Mezun Oldukları Fakülteye Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo

Mezun Olunan Fakülte	n	Ortalama Puan	Ortalama Puan / Soru Sayısı (35)	Etkililik Düzeyi
Eğitim Fakültesi	12	156,33	4,47 \cong 4	İyi
Fen Fakültesi\Fen Edebiyat Fakültesi	5	156,20	4,46 \cong 4	İyi

Uygulamaya katılan akademisyenlerden\öğretmenlerden 12 kişinin lisans mezuniyeti Eğitim Fakültesindedir ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir; 5 kişinin lisans mezuniyeti Fen Fakültesinden veya Fen-Edebiyat Fakültesindedir ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir. Yani mezun olunan fakülteye bağlı olarak materyallerin etkililiğine ilişkin görüşlerde bir farklılık olmadığı görülmektedir.

4.4.2.5. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Görev Yaptıkları Öğretim Kademesine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular

Çalışma grubundaki kişilerin bir kısmı eğitim fakültesinden mezunken diğer bir kısmı fen fakültesinden mezundur.

Tablo 4. 10. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Görev Yaptıkları Öğretim Kademesine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo

Görev Yapılan Kademe	n	Ortalama Puan	Ortalama Puan / Soru Sayısı (35)	Etkililik Düzeyi
İlköğretim	6	155,00	4,43 \cong 4	İyi
Ortaöğretim	11	157,00	4,49 \cong 4	İyi

Uygulamaya katılan akademisyenlerden\öğretmenlerden 6 kişi ilköğretim kademesinde görev yapmaktadır ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir; 11 kişi orta öğretim kademesinde görev yapmaktadır ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir. Ortalamalar dikkate alındığında görev yapılan kademeye bağlı olarak materyallerin etkililiğine ilişkin görüşlerde bir farklılık olmadığı görülmektedir.

4.4.2.6. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Öğrenim Düzeyine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular

Çalışma grubundaki öğrenim durumu tezli yüksek lisans mezunu, tezli yüksek lisan yapıyor, lisans mezunu, yüksek lisan yapmıyor ve doktorasını yapmış olmak üzere 4 kategoride gruplandırılarak incelemiştir.

Tablo 4. 11. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Eğitim Durumlarına Göre Gruplandırılmasına Dair Tablo

Eğitim Düzeyi Kategorisi	Öğrenim Düzeyi	Kişi Sayısı
1	Tezli Yüksek Lisans Mezunu	2
2	Tezli Yüksek Lisans Yapmakta	7
3	Lisans Mezunu	6
4	Matematik Eğitimsi Doktor	2

Tablo 4. 12. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Eğitim Durumlarına Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo

Eğitim Durumu	n	Ortalama Puan	Ortalama Puan / Soru Sayısı (35)	Etkililik Düzeyi
Lisans Mezunu	6	151,00	4,31 \cong 4	İyi
Tezli Yüksek Lisans Yapmakta	7	158,00	4,51 \cong 5	Mükemmel
Tezli Yüksek Lisans Mezunu	2	167,00	4,77 \cong 5	Mükemmel
Matematik Eğitimsi Doktor	2	155,50	4,44 \cong 4	İyi

Uygulamaya katılan akademisyenlerden\öğretmenlerden 6 kişi lisans mezunudur ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir; 7 kişi tezli yüksek lisans öğrencisidir ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri mükemmel düzeydedir; 2 kişi tezli yüksek lisans mezunudur ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri mükemmel düzeydedir; 2 kişi doktora yapmış matematik eğitimcisidir ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir. Yani başlangıçta eğitim düzeyi arttıkça materyalin etkililiğine ilişkin puan artarken tezli yüksek lisans düzeyinden sonraki eğitim düzeyinde materyallerin etkililiğine ilişkin puanlarda düşüş görülmektedir.

4.4.2.7. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Cinsiyetine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Bulgular

Tablo 4. 13. Akademisyenlerin\Öğretmenlerin Cinsiyetine Bağlı Olarak Materyallerin Etkililiğine İlişkin Görüşlerine Dair Tablo

Cinsiyet	n	Ortalama Puan	Ortalama Puan / Soru Sayısı (35)	Etkililik Düzeyi
Kadın	6	161,67	4,62 \cong 5	Mükemmel
Erkek	11	153,36	4,38 \cong 4	İyi

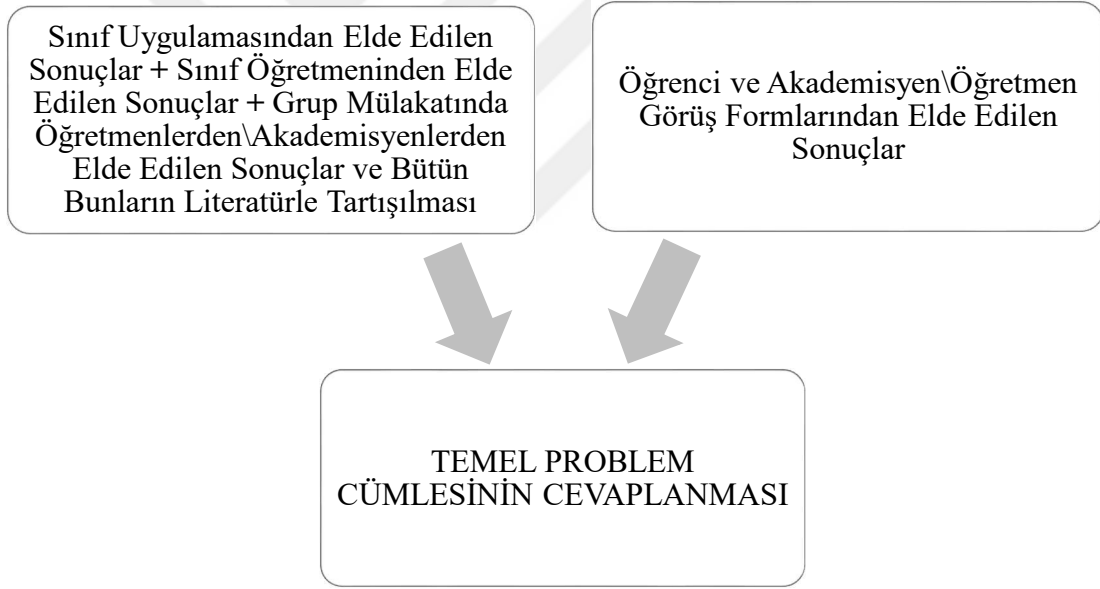
Uygulamaya katılan akademisyenlerden\öğretmenlerden 6 kişi kadındır ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri mükemmel düzeydedir; 11 kişi erkektir ve materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir. Kadınların erkeklere oranla materyalin daha etkili olacağını düşündükleri görülmektedir.

BÖLÜM V

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgulara göre ortaya çıkan sonuçlara yer verilmiştir. Bu sonuçlar bazı noktalarda diğer araştırmalarla da değerlendirilmiştir. Üstelik bu sonuçlar ışığında temel problem cümlesinin cevabına da yer verilmiştir. Ayrıca bazı önerilerde bulunulmuştur.

5.1. SONUÇ VE TARTIŞMA



Şekil 5. 1. Sonuç ve Tartışma Bölümünde Gerçekleştirilen Akış

Bu bölümde 5.1.1' den 5.1.8' e kadar olan sonuçlar ve tartışma; sınıf içi uygulama bulguları, öğrencilerin ve akademisyenlerin\öğretmenlerin sözlü görüşleri\mülakatları değerlendirilerek şekillendirilmişlerdir. Bu bölümde bulgular bölümünde de ifade edilen 10 ana düşünceye de ayrıca dikkat edilmiştir. Bunlar (a)yönergeler aracılığıyla ve öğretmen rehberliğinde somut materyal oluşturabilme;

(b)oluşturdukları somut materyali doğru yorumlayabilme; (c)oluşturdukları somut materyal ve ön bilgileri aracılığıyla istenilen formülü keşfetme ve yorumlayabilme; (d)akran etkisi; (e)çalışma yaprağının giriş kısmında oluşan problemin irdelenmesi; (f)somut düşünceden soyut düşünceye geçişi gerçekleştirebilme; (g)soyut düşünerek, uzamsal akıl yürüterek problem çözebilme; (h)yönergelerin anlaşılabilirliği; (ı)grup içi ve gruplar arası etkileşimin oluşması; (j)derse ilgi ve sevginin gözlemlenmesidir. Böylelikle 10 ana düşünce burada 8 başlık altına alınmıştır.

5.1.1' den 5.1.8' e kadar olan sonuçların bir arada bulunduğu genel haline ise, 5.1.9' da yer verilmiştir. Ayrıca öğrenci ve akademisyen\öğretmen *görüş formlarının sonuçlarına* 5.1.10' da yer verilmiştir. Yani araştırmanın bütün sonuçlarının genel hali 5.1.9 ve 5.1.10 kısımlarında yer almaktadır.

5.1.1. Yönergeler Aracılığıyla ve Öğretmen Rehberliğinde Öğrencilerin Somut Materyal Oluşturabilmesi İle İlgili Sonuçlar

Öğrencilerin yönergeler ve araştırmacının rehberliğiyle 3D kalemle cisim oluşturabilme becerileri iyi bir düzeydedir. Özellikle araştırmacının rehberliğiyle somut materyalleri rahatlıkla oluşturabilmişlerdir. Somut materyalleri oluşturamayan öğrenci olmamıştır. Bu durumun aksi Gündoğdu' nun (2012) çalışmasında görülmektedir. Gündoğdu' nun çalışmasında öğrenciler şekli oluşturmakta ve parçalarına ayırmakta zorlanmışlardır. Ayrıca Toptaş' ın (2008) çalışmasında da öğrencilerin etkinlikleri kendilerinin yapmasının önemli olduğu bulunmuştur. Şöyle ki öğrencilerin etkinlikleri kendilerinin yaparak, yaşayarak öğrenmelerine ve keşfetmelerine öğretmenlerinin imkân vermediği, öğretmen merkezli eğitim gerçekleştirdiği ve bunun sonucunda öğrencilerin öğrenmelerinin olumsuz yönde etkilendiği sonucuna ulaşmıştır. Bu durum araştırmamızla uyumludur.

Yukarıdakilere ilave olarak araştırmamızda, öğrenciler cisimleri oluştururken özelliklerini değerlendirebilmişlerdir. Mesela üçgen prizmayı daha önce oluşturmadıkları ve çalışma yaprağında yazmadığı halde, yan yüzeyleri için üç dikdörtgen oluşturmaları gerektiğini fark etmişlerdir. Bir küpün tavan ve tabanının onu 180 derece çevirdiklerinde

yer değiştirdiğini (onlardan istenilmediği halde) belirtmişlerdir. Yani cisim oluşturma aşamasında istedikleri yorumları da geręekleřtirmiřlerdir.

Çođunluk soruyu okumak yerine, grup arkadaşları ya da araştırmacıdan bilgi almaya çalışmışlardır. Cisimleri oluşturmaktan ve cisimle ilgili istenilen bilgileri vermekten gayet memnun olan öğrencilerden bazıları, soru okuma aşamalarında isteksiz davranmışlardır. Bunun sebeplerinin bazen sorunun uzun olması bazen bu soru tiplerine alışık olmama bazen de okuduğunu tam olarak anlayamama olabileceği dűřünűlmektedir. Genel olarak soruları okuma isteklerinin az olması somut materyal oluşturabilmelerine ciddi engel teşkil etmiştir. zdemir ve Sertsöz' űn (2006) alışmasında da, öğrencilerin matematikte okuduğu soruyu anlamasının önemli olduğu bulunmuştur. Yani đrencinin soruyu okumasının ve okuduğunu anlamasının başarısı için önemli bir nokta olduğu grűlmektedir. Bu sonuç araştırmamızdaki öğrencilerin soruları okumakta isteksiz olmalarının ve\veya anlamamalarının uygulama için engel teşkil etmesiyle uyumaktadır.

Genel olarak öğrencilerin soru dāhil olmak űzere bir şeyler okumak noktasında isteksiz olduklarını ve bazı öğrencilerin okuduklarını anlamadıklarını, öğrencilerin matematik đretmeni de teyit etmiştir.

Ayrıca araştırmamızdaki sınıf içi uygulamaya katılan öğrencilerin ve műlakat geręekleřtirilen akademisyenlerin\đretmenlerin 3D kalemle oluşturulan materyalleri beğendikleri ve öğretime uygun buldukları ortaya çıkmaktadır.

5.1.2. Araştırmada Bulunan Etkinliklerle Birlikte ğrencilerin Oluşturdukları Somut Materyali Doğru Yorumlayabilmeleri İle İlgili Sonuçlar

Öđrencilerin oluřturdukları ve kendilerine verilen somut materyalleri (diyaloglarında ve çalıřma yapraklarına verdikleri cevaplarda grűldűđü gibi) genel olarak dođru yorumlayabildikleri ve somut dűřűnceden soyut dűřűnceye geçebildikleri anlařılmaktadır. Eđer cisim oluřtururken bir hata yaparlarsa da bunu kendilerinin fark edip, 3D kalemle pratik bir biçimde dűzettileri grűlműřtűr. Ellerinde kendilerinin oluřturduđu bir cisim olduđu için bu hataları ve dűzeltecekleri unsurları çabuk fark ettikleri ortaya çıkmaktadır. Ayrıca bu řekilde oluřturdukları farklı cisimleri veya yanlıř cisimleri de yorumlayabilmiř oldukları grűlmektedir. Nasıl dűzelteceklerini fark

etmeleri ise uzamsal akıl yürütme becerilerini ve bu şekilde bunun da gelişiyor olduğunu göstermektedir. Bu düşünce Burkaz' ın (2012) çalışmasındaki öğrencilerin 3 boyutlu model sunmalarının-yani cismi açıklamalarının, yorumlamalarının-bilgilerini somutlaştırmalarına katkı sağlaması sonucuyla benzerdir.

Süreçte sık sık kendilerinin ve birbirlerinin ön bilgilerine başvurdukları görülmüştür. Bu durum çalışma yapraklarının; somut materyallerin incelenerek yorumlanması ve ön bilgilerin kullanılabilmesi noktalarında yönlendirici olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

5.1.3. Araştırmada Bulunan Etkinliklerle Birlikte Oluşturdukları Somut Materyaller ve Ön Bilgileri Aracılığıyla Öğrencilerin İstenilen Formülü Keşfetmeleri ve Yorumlayabilmeleri İle İlgili Sonuçlar

Öğrencilerin oluşturdukları somut materyal ve ön bilgileri aracılığıyla istenilen formülü keşfettikleri ve yorumlayabildikleri-izah edebildikleri ortaya çıkmıştır. Bu noktada öğrencilerin bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *sentez* düzeyine ulaşabildikleri görülmektedir. Bir konuyla ilgili 2 ders saati sonucunda buna ulaşabilmiş olmaları, çalışma yaprağının etkililiğini göstermektedir. Bu durum Burkaz' ın (2012), öğrencilerin 3 boyutlu materyal oluşturmalarının öğrenmelerine fırsat sunması sonucunu desteklemektedir. Ayrıca Güngör' ün (2005) çalışmasındaki gibi, öğrencilerin materyalleri kendilerinin oluşturuyor olmalarının başarılarını arttırdığı sonucuyla da benzerdir.

Etkinlik sürecinde öğrencilerin sık sık birbirlerinin ön bilgilerini tamamlayarak ve/veya birleştirerek cevaplamalar yaptıkları durumlar görülmüştür. Böylece çalışma yapraklarının bu duruma elverişli ortam oluşturduğu görülmektedir. Özellikle formülleri keşfetme sürecinde hem ön bilgileri hem de bu süreçten biraz öncesinde ÇY ve somut materyal sayesinde edindikleri bilgileri kullanabilmelerini sağlamaktadır. ÇY' lerdeki keşfetme aşamalarının, kavramı-formülü keşfetmelerine destek olduğu ortaya çıkmaktadır.

Ayrıca formülleri keşfetmelerinin kendilerine güvenme hissi verdiği görülmüştür. Keşfedebileceklerine olan inançları azken formülü keşfedebildiklerini ya da en azından

bunu başarabileceklerini, bu durumun imkânsız olmadığını görmüşlerdir. Bu sayede 'Biz yapamayız.' düşüncesine sahip öğrencilerin bile ÇY-2' de bunu yapmak için uğraştıkları ve başardıkları görülmüştür. Tüm gruplar dikdörtgen prizmanın hacim formülüne ulaşabilmişlerdir. ÇY-1' de ise tüm gruplar üçgen prizmanın tüm yüzey alanının en azından *iki üçgen + üç dikdörtgenden* oluştuğu yapısını kavramışlardır ve ifade etmişlerdir.

Ön bilgileriyle ve *kendi oluşturdukları* materyali iyi bir şekilde yorumlayabilme durumu sayesinde, parçadan bütünü bulma ya da benzerlikten faydalanma aracılığıyla formülleri yorumlayabilmişlerdir (ÇY-1' de üçgen ve dikdörtgenin alan formülüyle üçgen prizmanın alan formülüne ulaşma; ÇY-2' de küp hacim formülünden dikdörtgen hacim formülüne ulaşma).

Ayrıca öğrenciler kendilerinden istenilen çözümlerde genel olarak hesaplamayla, işlemle cevap vermişlerdir. Bu durumdan dolayı öğrencilerin matematik dersini işlem-sayısal odaklı gördükleri anlaşılmaktadır. Bu çalışma öğrencilerin matematikte işlem dışında farklı olguların olduğunu da benimsemelerini sağlamıştır. Örneğin, çalışma yapraklarında (ÇY-1' de) ilk kez formül keşfetmeleri istendiğinde bunu yadırgayan öğrenciler olmuştur. Ancak 2.kere (ÇY-2' de) istendiğinde çok daha rahat oldukları ve matematikte bunları da kendilerinin yapabileceklerini fark ettikleri gözlemlenmiştir.

Bu durumla ilgili olarak öğrencilerin matematik öğretmenin, öğrencilerin formülleri keşfedebilmesini beklemediği fark edilmektedir. Öğrencilerin bu düzeye ulaşabileceklerine ihtimal vermediği gözlemlenmiştir. Ancak keşfedebildiklerini gördüğünde oldukça memnun olmuştur. Ayrıca bu etkinliğin kalıcı öğrenmeyi sağlayacağı düşüncesini sık sık vurgulamıştır. Bu düşünce Erşen' in (2014) çalışmasında öğrencilerin materyal oluşturmalarının ve Taş' ın (2016) çalışmasında öğrencilerin cisimleri 3 boyutlu görmelerinin kalıcılığı arttırdığı sonuçlarıyla uyusmaktadır. Ayrıca Güngör' ün (2005) çalışmasında olduğu gibi geometri derslerinde özellikleri ezberletmek yerine ispat ettirmenin kalıcılığı arttıracığı sonucuyla benzerlik göstermektedir.

Öğretmenlerin görüşlerinden ise, çalışma yapraklarının öğrencilerin ön bilgilerinin iyi değerlendirilmesini sağladığı çıkmaktadır.

Tüm bunlardan da ortaya çıkmaktadır ki çalışma yaprakları ve 3D çıktılar, formülü keşfettirme noktasında yüksek düzeyde verim sağlamaktadır. Özellikle de öğrencilerin ilk defa bu gibi bir çalışmaya katıldıkları düşünüldüğünde bu durum daha da önem kazanmaktadır.

5.1.4. Çalışma Yapağının Giriş Kısmında Oluşan Problemin Öğrencilerle İrdelenmesi İle İlgili Sonuçlar

Öğrencilerin çalışma yapraklarının giriş aşamasındaki problemi merak ettikleri ve (açıklama aşamasında) problemi anlayabildikleri, istenilen cevapları verebildikleri görülmüştür. Öğrencilerin bu noktadaki durumlarının iyi olduğu gözlemlenmiştir. Çünkü her seferinde 12 öğrenciden biri soruya cevap vermiş olsa da, bu cevabı başıyla onaylayan bazı öğrenciler olmuştur. Diğer öğrenciler ise bu konudaki fikirlerini bildirmeseler de söylenen doğru cevaplara itiraz etmedikleri veya şaşırmadıkları görülmüştür.

Ayrıca öğretmenlerin bu problem durumlarını beğendikleri ve günlük hayata uygun buldukları görülmüştür. Günlük hayat problemlerinin kullanılmasının öğrenmeye olumlu etkiler sağlayacağı açıktır. Bu düşünce Özdemir ve Üzel' in (2011) yüzey ölçüleri ve hacim ünitesi üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarını da desteklemektedir. Çalışmada günlük hayat problemlerinin geleneksel eğitime göre daha etkili olduğu ve öğrencilerin de bunu desteklediği sonucu çıkarılmıştır.

5.1.5. Araştırmada Bulunan Etkinliklerle Birlikte Öğrencilerin (f)Somut Düşünceden Soyut Düşünceye Geçişi Gerçekleştirebilmeleri ve (g)Soyut Düşünerek, Uzamsal Akıl Yürüterek Problem Çözebilmeleri İle İlgili Sonuçlar

Öğrenciler etkinlikte kendi oluşturdukları materyallerin özelliklerini açıklayabilmişlerdir ve bu materyalleri açıklamalarında referans olarak kullanmışlardır. 3D kalemle akışkan hale gelen plastiğin kısa bir süre sonra sertleşmesiyle, yani ellerinde hazır hiçbir materyal (örneğin karton, asetat, kibrit çöpü vs.) bulunmadan, cisimlerin her noktasını oluşturdukları için her ayrıntısına hâkim olabilmişlerdir. Böylelikle cisimle ilgili doğru akıl yürütmeyi yapabilmişler ve soyut düşünceye geçişi rahatlıkla

gerçekleştirebilmişlerdir. Bu durum Burkaz' ın (2012) çalışmasındaki öğrencilerin 3 boyutlu model sunmalarının bilgilerini somutlaştırmalarına katkı sağlaması sonucuyla benzerdir. Ayrıca Taş' ın (2016) çalışmasında öğrencilerin cisimleri 3D gözlük ve/veya yazılımlarla desteklenen çalışma yapraklarıyla öğretimin, öğrencileri daha başarılı ve öğrenmeyi daha etkili kıldığı sonuçlarıyla uyusmaktadır. Yılmaz' ın (2011) çalışmasında, soyutlama ve genelleme yaparken görselleştirmeye (somut materyallerde dâhil olmak üzere) sıklıkla başvurulduğu sonucu ise, araştırmamızdaki somut düşünceden soyut düşünceye geçişin sağlanabilmesi yönüyle desteklenmektedir. Karaaslan' ın (2013) çalışmasında elde edilen sonuçlara göre de, geometrik yazılımlarla görselleştirme öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerilerini olumlu yönde etkilemiştir. Bu sonuç ise, araştırmamızdaki öğrencinin cismi 3 boyutlu olarak kendisinin oluşturmasının, yani görselleştirmenin gerçekleştirilmesinin, uzamsal akıl yürütmeyi olumlu etkilediği sonucuyla uyusmaktadır.

Öğrencilerin, çalışma yapraklarında soyut düşünceleri ve uzamsal akıl yürütmeleri gereken, *değerlendirme* sorularında *analiz* düzeyine kadar ulaşabildikleri görülmektedir.

Çalışma yapraklarındaki yönergelerin somut düşünceden soyut düşünceye geçme ve uzamsal akıl yürütme süreçlerini olumlu yöneten ve ilerleten bir yapısı olduğu araştırmamızda ortaya çıkmaktadır.

Ayrıca bu kısımda (5.1.5' de), 5.1.3' deki değerlendirmeler de geçerlidir.

5.1.6. Çalışma Yapraklarındaki Yönergelerin Anlaşılabilirliği İle İlgili Sonuçlar

Yönergeleri özenli okuyan öğrencilerin isteneni anlamakta zorlanmadıkları görülmüştür. Yani yönergelerin genel olarak anlaşılabilirlik düzeyinin iyi olduğu görülmüştür. Ancak derinleştirme ve değerlendirme sorularında bazı sorunlar yaşandığı da belirtilmelidir. Bunun sebeplerinin öğrencilerin soruyu dikkatli okumamaları ya da okumak istememeleri ya da kavramı çok yeni öğrenmiş olmaları olabileceği düşünülmektedir. Bu soru tipleri öğrencileri 'problem' düşüncesine sevk edici olduğundan dolayı, bu soru tiplerine alışık olmamaları ihtimali de göz önüne alınabilir.

Görüşleri alınan matematik öğretmenlerinin ise, yönergeleri açık, anlaşılabilir ve konuyu keşfetmeye yönelik olumlu buldukları sonuçlarına ulaşılmıştır.

Öğrencilerin bazılarının anlamadıklarını ifade etmeleri durumunun, 5.1.1' de de açıklandığı gibi, genel olarak soruları okuma isteklerinin olmaması ve bazılarının okuduklarını anlayamıyor olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

5.1.7. Araştırmada Bulunan Etkinliklerle Birlikte Öğrenciler Arasında (ı)Grup İçi, Gruplar Arası Etkileşimin Oluşması ve (d)Akran Etkisi İle İlgili Sonuçlar

Etkinliklerin uygulanması sürecinde öğrencilerin hem grup içi hem de gruplar arası etkileşimin yoğun olduğu görülmüştür. Öğrenciler sık sık birbirlerine yardımcı olmuş ve fikir alışverişinde bulunmuşlardır. Yani bu etkinlikler öğrencilerin birbirleriyle iletişiminin ve fikir alışverişinin ciddi düzeyde artmasını sağlamıştır. Bu durum sınıf öğretmeni tarafından teyit edilmiştir.

Üstelik sürekli iletişim halinde olmaları sayesinde akran etkisiyle öğrenimin gerçekleştiği ortamlarda oluşmuştur. Bu durum en çok formülleri keşfetme süreçlerinde gerçekleşmiştir.

Ayrıca öğrencilerin araştırmacıyla iyi düzeyde iletişim kurdukları gözlemlenmiştir. Araştırmacının o an onların matematik öğretmeni olması durumunu hiç yadırgamamışlardır. Araştırmacı ve öğrenciler birbirlerine karşı açık ve ılımlı davrandıkları görülmüştür.

5.1.8. Araştırmada Bulunan Etkinliklerle Birlikte Öğrencilerin Derse İlgilerinin ve Sevgilerinin Olması İle İlgili Sonuçlar

İlk olarak şu durumu belirtmemiz gerekir ki; öğrencilerin tamamı 3D yazıcı kalemle şekil veya cisim oluşturmaktan çok memnun olmuşlardır. Özellikle; (neredeyse sıvı haldeki) akışkan plastiği havaya doğru hareket ettirebiliyor olmak, çok ilginç buldukları ve sevdikleri bir özellik olarak gözlemlenmiştir. Bu plastiğin hemen

sertleşerek kalıcı bir yapı olmasından da aynı şekilde memnun olmuşlardır. Ayrıca oluşturdukları cisimleri sahiplenmiş, değer göstermiş ve onlar hakkında konuşmak istemişlerdir. Hem yapısal olarak hem de kavramsal olarak görüş bildirmeye hevesli, istekli oldukları görülmüştür. Bu durumun temel sebebi, 3D kalem teknolojisiyle ve ayrıca eğlenerek pratik bir şekilde kalıcı yapılar oluşturabiliyor olmalarıdır. Ayrıca kendi oluşturdukları bir yapıyı anlatmayı isteme içgüdüdür. Kendi oluşturdukları yani her yönünü bildikleri ve ayrıca ellerinde bulunan bir cisim hakkında, normalden-soyut düşünceden daha fazla bilgi sahibi oldukları için bildiklerini anlatmak isteme durumu da oluşmaktadır.

3D kalem gibi ileri teknolojiye sahip cihazlarla işlenen derslerin öğrencilere, geleceğe dair güven ve mesleki heves, istek hissi kattığı görülmektedir.

Öğrenciler teneffüse dahi çıkmak istememişlerdir. Derse devam etmek, yeni şekiller oluşturmak istemişlerdir.

Uygulama dersinde öğrencilerin matematik dersine olan ilgi ve sevgilerinin arttığını sınıfın matematik öğretmeni de teyit etmiştir. Ayrıca grup mülakatı yapılan öğretmenlerden öğrencileri derse karşı ilgili gördüklerini belirtmişlerdir.

Tüm öğretmenler bu etkinlikleri 3D yazıcı kalemle gerçekleştirmek istediklerini, derslerini bu şekilde işlemek istediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca ilköğretimden itibaren derslerde kullanılmasını tavsiye etmişlerdir. Bu noktada Kuruş' un (2011) çalışmasının aksi yönünde bir sonuç elde edilmiştir. Çalışmada matematik öğretmen adayları, derslerinde materyal kullanmanın olumlu olacağını ancak hazır olmayan materyalleri derslerinde kullanmak istemediklerini belirtmişlerdir. Ancak araştırmamıza katılan akademisyenler ve öğretmenler 3D yazıcı kalemle uyumlu ÇY' lerin hem kendilerinin derslerinde kullanmak hem de MEB aracılığıyla öğretimde kullanılmasını istemişlerdir. Benzer bir sonuç Yazlık' ın (2018) çalışmasında elde edilmiştir. Yazlık (2018) çalışmasında öğretmenlerin matematik derslerinde özellikle geometri konularında somut materyal kullanmak istedikleri sonucunu elde etmiştir.

5.1.9. Sınıf İçi Uygulamadan ve Mülakatlardan Elde Edilen Sonuçların (5.1.1' den 5.1.8' e Kadar Olan Sonuçların) Genel Değerlendirmesi

- Öğrencilerin çoğunluğunun, uygulanan çalışma yapraklarının amaçlarını gerçekleştirebildikleri görülmüştür. Ayrıca çalışma yapraklarının keşfetme aşamaları ve somut materyaller, bilişsel öğrenme alanı basamaklarından *sentez* düzeyine çıkabilmelerini sağlamıştır. Buna ilaven çalışma yapraklarının, öğrencilerin konuyu keşfedebilmelerini aşama aşama olumlu yönetmiş olması, 3D yazıcı kalemle uyumlu tasarlanmış çalışma yapraklarının eğitim-öğretimde etkili oldukları sonucunu ortaya çıkartmaktadır.
- Öğrencilerin etkinlik süresince zihinsel ve beceri olarak çok aktif oldukları görülmektedir. Yaparak ve yaşayarak, deneyim kazanarak, keşfederek öğrenmeyi gerçekleştirebilmişlerdir.
- Öğretmenler çalışma yapraklarının, öğrencilerin ön bilgileriyle yeni bilgiye ulaşmaları noktasında elverişli ve etkili olduğunu belirtmişlerdir.
- 3D yazıcı kalemin öğrencilere istedikleri cisimleri oluşturabilme, oluşturdukları cisimleri kesip veya ekleme yaparak farklı cisimler haline getirebilme, cisimleri farklı açılardan inceleyebilme ve değerlendirebilme gibi önemli imkânlar tanıdığı görülmüştür. Böylelikle uzamsal akıl yürütmelerine olumlu katkı sağladığı belirlenmiştir.
- Öğrencilerin somut materyalleri 3D yazıcı kalemle kendilerinin oluşturması, çalışma yapraklarını çözerken konunun anlaşılabilirliğini, zihinsel ve matematiksel deneyimlerini arttırdığı anlaşılmıştır.
- Öğrencilerin 3D yazıcı kalemle işlenen derslerde ilgili, motivasyon ve isteklerinin arttığı görülmektedir. Ayrıca kendi oluşturdukları materyallere karşı bir benimseme durumunun olduğu anlaşılmaktadır. Bu sayede materyali incelemekten ve hakkında konuşmaktan memnun oldukları ve bunda istekli davrandıkları ortaya çıkmıştır.

- Etkinliklerin grup içi ve gruplar arası etkileşimler ve akran etkisini sağlayabilecek düzeyde iletişime olanak sağladığı görülmüştür.
- Öğretmenlerin görüşlerinden, 3D yazıcı kalemle uyumlu çalışma yapraklarının hem gruplarla hem de bireysel olarak uygulama gerçekleştirmeye uygun olduğu anlaşılmaktadır. Ancak öğrenciler genel olarak, bireysel çalışma yapılması yönünde görüş bildirmişlerdir.
- Öğretmenler 3D yazıcı kalemin pek çok matematik konusunda değerlendirebileceğini belirtmişlerdir (3 boyutlu cisimler, 2 boyutlu şekiller, köşegen, kenarortay, açıortay, doğru, doğru parçası, ışın, 2 ve 3 boyutlu simetri, fonksiyonlar gibi).
- Bazı öğretmenler 3D yazıcı kalemle uyumlu çalışma yapraklarının zaman tasarrufu sağlayacağını belirtmişlerdir. Anlatılmakta zorlanılan veya öğrencilerin anlamakta zorlandıkları konuları daha kolay anlatabilecekleri için, öğrencilerin konuyu daha çabuk anlayacaklarından dolayı zamandan tasarruf sağlanabileceği ortaya çıkmaktadır.
- Yukarıdaki gibi yönleri de düşünerek, öğretmenler 3D yazıcı kalemle çalışılmasını, geleneksel yöntemlerden ve bilgisayar destekli yazılımlardan daha üstün bulmuşlardır. Öğrenci merkezli eğitime imkân sağladığını belirtmişlerdir.
- Öğretmenlerin 3D yazıcı kalemin öğretimde kullanılmasını istedikleri belirlenmiştir. Özellikle ilköğretimden itibaren kullanılması yönünde görüş bildirmişlerdir. Derslerinde kullanmak istediklerini; bundan zevk duyacaklarını ve kendilerine kolaylık sağlayacağını belirtmişlerdir.
- Bazı öğretmenler, öğrencilerin 3D yazıcı kalemle cisim oluşturmalarının cismin detaylarını yakalayabilmelerini sağlayıcı yönde etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca zor oluşturulan veya farklı biçimlerde cisimlerin oluşturulmasında avantaj sağlayacağını ifade etmişlerdir.

- Tüm öğrenci ve öğretmenler etkinlikleri ve çalışma yapraklarını genel olarak beğendiklerini ve bu etkinliklerle ders işlemek istediklerini sık sık vurgulamışlardır.

Tüm bu yönleriyle 3D yazıcı kalemle uyumlu tasarlanmış çalışma yapraklarının, öğrenci merkezli eğitime hemen her açıdan büyük destek sağlayacağı açıktır.

5.1.10. Öğrenci ve Akademisyen\Öğretmen Görüş Formlarının Sonuçları

- Öğrencilerin materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir.
- Kadın öğrenciler materyalin iyi düzeyde etkili olduğunu düşünürken, erkek öğrenciler mükemmel düzeyde etkili olduğunu düşünmektedirler.
- Akademisyenlerin\öğretmenlerin materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir.
- 24-28 yaş ve 29-33 yaş aralığındaki akademisyenlerin\öğretmenlerin materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeyde iken 34-38 yaş ve 39 yaş üstü yaş aralığındakilerin görüşleri mükemmel düzeydedir.
- 0-5 deneyim yılı ve 6-10 deneyim yılı olan akademisyenlerin\öğretmenlerin materyallerin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeyde iken 11-15 deneyim yılı ve 16 yıl üstü deneyim yılı olan öğretmen/akademisyenlerin materyalin etkililiğine ilişkin görüşleri mükemmel düzeydedir.
- Her iki fakülteden mezun akademisyenlerin\öğretmenlerin materyalin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir.
- Her iki kademedeki görev yapan akademisyenlerin\öğretmenlerin materyalin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir.

- Lisans mezunu öğretmenlerin ve matematik eğitimcisi olan akademisyenlerin materyalin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeyde iken tezli yüksek lisans yapmakta olan ve tezli yüksek lisans mezunu öğretmenlerin materyalin etkililiğine ilişkin görüşleri mükemmel düzeydedir.
- Kadınların materyalin etkililiğine ilişkin görüşleri mükemmel düzeyde iken erkeklerin materyalin etkililiğine ilişkin görüşleri iyi düzeydedir.

5.1.9 ve 5.1.10 kısımlarında bulunan bütün sonuçlar dikkate alındığında, öğrencilerin katı cisimleri kendileri oluşturarak öğrenmelerinde, 3D yazıcı kalemle uyumlu çalışma yapraklarının olumlu yönde etkili olduğu sonucu ortaya konulmaktadır.

Tüm bu sonuçlar düşünüldüğünde alt problemlerin cevaplarının olumlu olduğu görülmektedir. O halde araştırmamızın *temel problem cümlesi* olan “Katı cisimlerin öğretiminde 3D yazıcı kalem kullanımı üzerine tasarlanan çalışma yapraklarının etkililiği nedir?” sorusunun cevabı da iyi düzeyde ve olumlu yönde etkili olduklarıdır.

5.2. ÖNERİLER

Araştırmamızdan elde edilen sonuçlar neticesinde bu bölümde bazı önerilerde bulunulmuştur.

Araştırmada ortaya çıkmış olan; akademisyenlerin\öğretmenlerin mesleki deneyim yılı ve yaşları arttıkça 3D yazıcı kalemle uyumlu çalışma yapraklarının eğitim-öğretimde kullanılması isteğinin olumlu yönde artmış olmasının (yani deneyim ve yaş azaldıkça bu materyallerin kullanılması isteğinin azalmış olmasının) sebepleri araştırılabilir. Tezli yüksek lisans yapmakta olan veya tezli yüksek lisans mezunu olan öğretmenlerin, akademisyenlere ve lisans mezunu olan öğretmenlere göre, 3D yazıcı kalemle uyumlu çalışma yapraklarının eğitim-öğretimde kullanılmasını daha etkili bulmalarının sebepleri araştırılabilir.

İleride gerçekleştirilebilecek araştırmalar için; 3D yazıcı kalemle uyumlu çalışma yapraklarının eğitim-öğretimde kullanılmasının kalıcı öğrenmeye etkisi üzerine araştırmalar yapılması önerilmektedir. Ayrıca yeni teknolojilerin takip edilerek, eğitim-öğretimde kullanılabileceği düşünölenleriyle birlikte araştırmalar yapılması önerilmektedir.

3D yazıcı kalemin, yüksek matematik dâhil, pek çok matematik konusundaki etkililiğinin incelenmesi önerilmektedir. İlköğretimde, tüm 2 boyutlu şekiller ve 3 boyutlu cisimlerin işlendiği konularda kullanılabilir. Ortaöğretimde, tüm 2 boyutlu şekiller ve 3 boyutlu cisimlerin işlendiği konularda; köşegen, kenarortay, açıortay, doğru, doğru parçası, ışın vs. konularında; 2 ve 3 boyutlu simetride; fonksiyonlar konusunda (tek çift fonksiyonlar gibi); cismin yüzey alanının artması veya azalması sorularında kullanılabilir. Ayrıca bir cismin bir kenarı sabitlenmeyip hareket ettirilerek kenar uzunluklarının değişmediği gösterilebilir. Yüksek matematikte ise; dönöl cisimler, Riemann geometrisi ve topoloji (topolojik anlamda boyut, düğümler kuramı vs.) gibi alanlarda kullanılabilir. Öğretmen adaylarına ve formasyon öğrencilerine, materyal tasarımı ve özel öğretim yöntemleri gibi derslerde, öğretim üyeleri kullanırabilir. Öğretmenlere, kısa süreli hizmet içi kurslarla, 3D kalemle uyumlu Y etkinlikleri oluştırmalarında kullanılabilir.

Hatta matematik dışında biyoloji (organ maketlerinin oluşturulması gibi), kimya (molekül ya da DNA yapılarının oluşturulması gibi), fizik (basit makinaların oluşturulması gibi), coğrafya (3 boyutlu harita çizimleri gibi), teknoloji-tasarım gibi alanlarda değerlendirilebileceği düşünölmektedir.

Ayrıca çalışmada göröldüğü üzere öğretmenler, araştırmamızdaki gibi 3D yazıcı kalemle uyumlu Y' lerle gerçekleştirilen etkinliklerin eğitim-öğretimde uygulanmasını önermişlerdir. 3D yazıcı kalemin ilköğretimden itibaren eğitim-öğretimde kullanılması yönünde görüş bildirmişlerdir. Kontrolün rahat sağlanabileceği bir sınıf mevcudunda ve sınıf ortamında daha etkili olacağını belirtmişlerdir.

KAYNAKÇA

Althaus, K. L. (2018). The Emphasis of Inquiry Instructional Strategies: Impact on Preservice Teachers' Mathematics Efficacy. *Journal of Education and Learning*, 7(1), 53-70.

Ardahan, H. & Ersoy, Y. (2001). TI-92 Destekli Matematik Öğretimi-II: Matematik Öğretmen Adaylarının Görüşleri. Beşinci Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı, 2.Cilt, s.877-883, Ankara: ODTÜ.

Avgören, S. (2011). *Farklı Sınıf Seviyelerindeki Öğrencilerin Katı Cisimler (Prizma, Piramit, Koni, Silindir, Küre) İle İlgili Sahip Oldukları Kavram İmajı*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Aydın, N., Camus, A. & Kaya, M. (2018). *Ortaöğretim Matematik 10.Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Aydın Yayıncılık.

Baki, A. (1996). Matematik Öğretiminde Bilgisayar Her Şey Midir? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 135-143.

Baki, A. (2014). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi (5.Baskı)*. Ankara: Harf Eğitim Yayıncılığı.

Baki, A., Karataş, İ. & Güven, B. (2002). Klinik Mülakat Yöntemi İle Problem Çözme Becerilerinin Değerlendirilmesi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 15-18, Ankara.

Bertol, D. (2015). The Making of Geometry. *Procedia Technology*, 20, 39-45.

Bıyıklı, C. & Yağcı, E. (2014). 5E Öğrenme Modeli' ne Göre Düzenlenmiş Eğitim Durumlarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 15(1), 45-79.

Burkaz, S. (2012). *Fen ve Teknoloji Öğretiminde Üç Boyutlu Modellerin Yapılandırmacı Öğrenme Ortamında Kullanımı*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.

Creswell J. W. (2016). *Araştırma Deseni* (Çev. Ed., S. B. Demir). Ankara: Eğiten Kitap.

Connor, J. M. & Serbin, L. A. (1985). Visual-Spatial Skill: Is It Important for Mathematics? Can It Be Taught? In S. F. Chipman, L. R. Brush & D. M. Wilson (Eds.). *Women and Mathematics: Balancing the Equation*, 151-174. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates Inc.

Coşkun, s. (2012). *Üst Düzey Matematiksel Düşünme Süreçlerinin Sorgulayıcı Problem Çözme ve Öğrenme Modeline Göre Tasarlanmış Çalışma Yaprakları Yardımıyla İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Çalışkan, M. (2016). *Katı Cisimlerin Öğretiminde Dinamik Geometri Yazılımı Destekli Öğretimin 7.Sınıf Öğrencilerinin Geometriye Yönelik Tutumuna ve Uzamsal Düşüncelerine Etkisinin Araştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Çekirdekçi, S. (2010). *İlköğretim 4. ve 5. Sınıf Matematik Dersinde Sınıf Öğretmenlerinin Programda Belirtilen Öğretim Materyallerini Kullanma Düzeylerinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çepni, S. (2007). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş (3.baskı)*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.

Çilenti, K. (1984). *Eğitim Teknolojisi ve Öğretim*. Ankara: Kadioğlu Matbaası.

Dale, E. (1969). *Audiovisual Methods in Teaching*. New York: Dryden Press.

Denscombe, M. (1998). *The Good Research Guide for Small-Scale Social Research Projects*. Buckingham: Open University Press.

Erşen, A. N. (2014). *Materyal Destekli Matematik Öğretiminin Ortaokul 6. Sınıf Öğrenci Başarısına, Tutumuna, Kaygısına ve Öğrenmenin Kalıcılığına Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Ginsburg, H.P. (1981). The Clinical Interview in Psychological Research on Mathematical Thinking: Aims, Rationales, Techniques. *For the Learning of Mathematics*, 1(3), 4-11.

Koştur, M. & Türkoğlu, H. (2017). Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Matematik Derslerinde Akıllı Tahta Kullanımına İlişkin Görüşleri. *Başkent University Journal of Education*, 4(1), 84-98.

Gelibolu, M. F. (2008). *Gerçekçi Matematik Eğitimi Yaklaşımıyla Geliştirilen Bilgisayar Destekli Mantık Öğretimi Materyallerinin 9.Sınıf Matematik Dersinde Uygulanmasının Değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Gökdal, N. (2004). *İlköğretim 8. Sınıf ve Ortaöğretim 11. Sınıf Öğrencilerinin Alan ve Hacim Konularındaki Kavram Yanılgıları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Gökkurt, B. (2012). Dinamik Geometri Yazılımı İle Hazırlanan Çalışma Yaprakları Hakkında Öğrenci Görüşleri: Prizmalarda Alan Örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırma Dergisi (JRET)*, 1(3), 351-356.

Gökmen, A. (2012). *İlköğretim Matematik ve Sınıf Öğretmenlerinin Matematik Eğitiminde Materyal (Manipülatif) Kullanmaya Yönelik İnançları İle Kullanım Düzeyleri Arasındaki İlişki*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Gül, Ş. (2011). *5E Modeline Dayalı Olarak Hazırlanan Ders Yazılımının Öğrencilerin Başarılarına, Tutumlarına ve Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Gür, Y. (2017). 3 Boyutlu Masa Üstü Yazıcı İle Matematiksel Bir Modelden Gerçek Bir Nesnenin Dijital Üretimi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(2), 237-245.

Gürbüz, R. (2006). Olasılık Kavramlarıyla İlgili Geliştirilen Öğretim Materyallerinin Öğrencilerin Kavramsal Gelişimine Etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 59-68.

Güneş, B., Gülçiçek, Ç. & Bağcı, N. (2004). Eğitim Fakültelerindeki Fen ve Matematik Öğretim Elemanlarının Model ve Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.

Gündoğdu Alaylı, F. (2012). *Geometride Şekil Oluşturma ve Şekli Parçalarına Ayırma Çalışmalarında İlköğretim 6. 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Düşünme Süreçlerinin İncelenmesi ve Bu Süreçteki Düzeylerinin Belirlenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylöl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Güngör, S. (2005). *Ortaöğretim Geometri Dersi Üçgenler Konusunda Oluşturmacı (Constructivism) Yaklaşımına Dayalı Elle Yapılan Materyaller ve Portfolyo (Portfolio) Hazırlamanın Öğrenciler Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.

Hiçcan, B. (2008). *5E Öğrenme Döngüsü Modeline Dayalı Öğretim Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Dersi I. Dereceden Bir Bilinmeyenli Denklemler Konusundaki Akademik Başarılarına Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Huleihil, M. (2017). 3D Printing Technology As Innovative Tool for Math and Geometry Teaching Applications. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 164 (1).

İbili, E. & Şahin, S. (2013). ArtırılmıŐ Gerçeklik İle İnteraktif 3D Geometri Kitabı Yazılımın Tasarımı ve Geliştirilmesi: Arge3D. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13, 1-8.

Karalı, D. (2013). *İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin Ortaya Çıkarılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.

Kandemir, M. A. (2011). *Modelleme Etkinliklerinin Öğrencilerin Duyuşsal Özelliklerine Problem Çözme ve Teknolojiye İlişkin Düşüncelerine Etkisinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Kanlı, U. (2010). Yapılandırmacı Kuramın Işığında Öğrenme Halkası' nın Kökleri ve Evrimi-Örnek Bir Etkinlik. *Eğitim ve Bilim*, 34(151), 44-64.

Karaaslan, G. (2013). *Geometri Dersine Yönelik Dinamik Geometri Yazılımlarıyla Hazırlanan Etkinliklerin Öğrencilerin Akademik Başarısı ve Uzamsal Yetenekleri Bağlamında İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Karasar, N. (2005). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kılıç Ekici, Ö. (2012). Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisi. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 541, 24-29.

Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim Matematik ve Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modellemeye Yönelik Görüşleri ve Matematiksel Modelleme Yeterlikleri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Kuruş, G. (2011). *Matematik Öğretmen Adaylarının Hareketli Materyal Geliştirme Sürecinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Long C.T. & Detemple D.W. (2003). *Mathematical Reasoning for Elementary Teachers (Third Edition)*.

Maier, P. H. (1996). Spatial Geometry and Spatial Ability—How to Make Solid Geometry Solid. In Selected Papers From The Annual Conference of Didactics of Mathematics, pp. 63-75.

Markopoulos, Ch., Potari, D. & Schini, E. (2007). The Process of Composition and Decomposition of Geometric Figures within the Frame of Dynamic Transformations. Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education: Larnaca, Cyprus, 1042-1051.

Maviş, M., Gül, G., Solaklıoğlu, H., Tarku, Bulut, F. & Gökşen, M. (2018). *Ortaöğretim Matematik 10.Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: MEB Devlet Kitapları.

Mert, Ş. (2009). 6., 7. ve 8. Sınıflarda Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı İle Geleneksel Yaklaşımın Karşılaştırılmasına Yönelik Uygulamalı Bir Çalışma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tokat.

Miles, M. ve Huberman, A. (1984). *Qualitative Data Analysis*. London: Sage.

- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2009). *İlköğretim Matematik Dersi (1-5. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: MEB.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2009). *İlköğretim Matematik Dersi (6-8. Sınıflar) Öğretimi Programı ve Kılavuzu*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). *Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2018 Tarihli Ortaöğretim Matematik Dersi 9.,10.,11. ve 12. Sınıflar Öğretim Programı*. Ankara: MEB.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Omotayo, S. A. & Adeleke, J. O. (2017). The 5E Instructional Model: A Constructivist Approach for Enhancing Students'learning Outcomes in Mathematics. *Journal of the International Society for Teacher Education*, 21(2), 15-26.
- Ormancı, Ü. ve Şaşmaz Ören, F. (2010). Çalışma Yapraklarının Yararları, Sınırlılıkları ve Kullanımına İlişkin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Görüşleri. *International Conference on New Trends in Education and Their Implications*, 11-13, 326-337.
- Özdemir, A. Ş. & Sertsöz, T. (2006). Okuduğunu Anlama Davranışının Kazandırılmasının Matematik Başarısına Etkisi. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 23(23), 237-257.
- Özdemir, E. & Üzel, D. (2011). Gerçekçi Matematik Eğitiminin Öğrenci Başarısına Etkisi ve Öğretime Yönelik Öğrenci Görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(40), 332-343.
- Özmen, H. (2004). Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 100-111.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1956). *The Child's Conception of Space*. London: Routledge and Kegan Paul.

Sinclair, M. P. (2003). Some Implications of The Results of A Case Study for The Design of Pre-Constructed, Dynamic Geometry Sketches and Accompanying Materials. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 289-317.

Subroto, T. & Si, S. (2011). The Use of Cabri 3D Software As Virtual Manipulation Tool in 3-Dimension Geometry Learning to Improve Junior High School Students' Spatial Ability. In Proceeding. The paper had been presented at International Seminar and the Fourth National Conference on Mathematics Education, pp. 21-23.

Taş, S. (2016). *Geometrik Cisimler Konusunun Öğretiminde Geogebra Kullanımının Akademik Başarıya Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Tekışık, H. H., (1995). *İlköğretim Fen Bilgisi Öğretimi ve 5.Sınıf Ders Kitabı Uygulama Kılavuzu*. Ankara: Tekışık Yayıncılık.

Toptaş, V. (2008). Geometri Öğretiminde Sınıfta Yapılan Etkinlikler İle Öğretme-Öğrenme Sürecinin İncelenmesi. *İlköğretim Online*, 7(1), 91-110.

Tuna, A. (2011). *Trigonometri Öğretiminde 5E Öğrenme Döngüsü Modelinin Öğrencilerin Matematiksel Düşünme ve Akademik Başarılarına Etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Tutak, T., Aydoğdu, M. & Erşen, A. N. (2014). Materyal Destekli Matematik Öğretiminin Ortaokul 6. Sınıf Öğrenci Başarısına ve Tutumuna Etkisi. *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(3), 166-185.

Tutak, T., Kılıçarslan, S., Akgül, A., Güder, Y. & İç, Ü. (2012). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Somut Öğretim Nesnesi Kullanımına Yönelik Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde Üniversitesi, 27-30.

Türkdoğan, A. (2006). *BDMÖ Yoluyla Sınıf Öğretmeni Adaylarının Denklemler ve Grafikleri Konusundaki Öğrenme Ürünlerinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Turan, I., Şimşek, Ü. & Aslan, H. (2015). Eğitim Araştırmalarında Likert Ölçeği ve Likert-Tipi Soruların Kullanımı ve Analizi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (30), 186-203.

Uslu, S. (2011). *İlköğretim II. Kademedeki Fen ve Teknoloji Öğretiminde Çalışma Yapraklarının Akademik Başarı Üzerine Etkisinin İncelenmesi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.

Şahin Yanpar, T. (1998). İlköğretim Sosyal Bilgiler Ve Matematik Dersinde Çeşitli Değişkenlerin Öğrenme Düzeyini Yordama Gücü. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(14), 45-53.

Yazlık, D. Ö. (2018). Öğretmenlerin Matematik Öğretiminde Somut Öğretim Materyali Kullanımına Yönelik Görüşleri. *OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8(15), 775-805.

Yıldırım, A. (1999). Nitel Araştırma Yöntemlerinin Temel Özellikleri ve Eğitim Araştırmalarındaki Yeri ve Önemi. *Eğitim ve Bilim*, 23(112), 7-17.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, C. (2011). *İlköğretim Kademesinde Görevli Öğretmenlerin Bilgisayarların Sınıf İçi ve Dışı Uygulamalarda Kullanımı ve Yararlarına İlişkin Görüşleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Yılmaz, R. (2011). *Matematiksel Soyutlama ve Genelleme Süreçlerinde Görselleştirme ve Rolü*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Wenrick, M. R. (2003). *Elementary Students' Use of Relationships and Physical Models to Understand Order and Equivalence of Rational Numbers*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ph.D. The University of Texas at Austin, Texas.

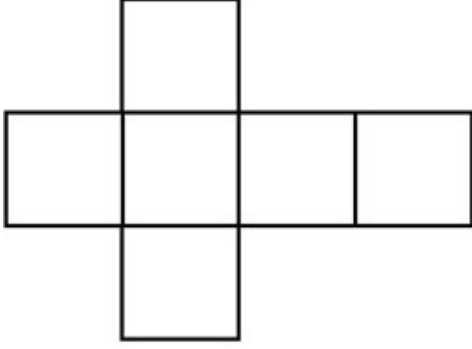


EK-1: 10.SINIF UZAY GEOMETRİSİ ÜNİTESİNDE 3D YAZICI KALEMİN KULLANIMINI ÖĞRENME KAĞIDI

GRUP ADI:

GRUP ÜYELERİNİN İSİMLERİ:

1) Deftere kenarları 8' er birim olan bir kare çizin. 3D yazıcı kalemle üzerinden geçerek 3D çıktısını oluşturun ve defterden ayırın. Bu işlemi 6 kere yapın. Aşağıdaki düzende dizin ve inceleyin. Bu size hangi cismin açılımını hatırlattı? Aşağıya yazın.



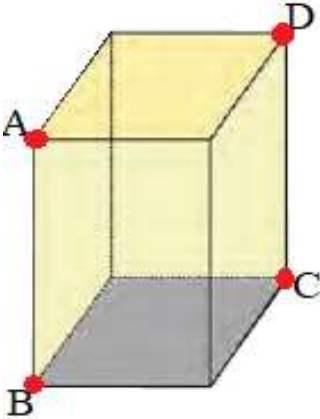
Şimdi oluşturduğunuz kareleri birleştirin ve 3D kalemle sabitleyerek cismin birleşmiş halini elde edin.

2) i) Deftere kenarları 8' er birim olan bir kare çizin. 3D yazıcı kalemle üzerinden geçerek 3D çıktısını oluşturun ve defterden ayırın. Bu işlemi 2 kere yapın.

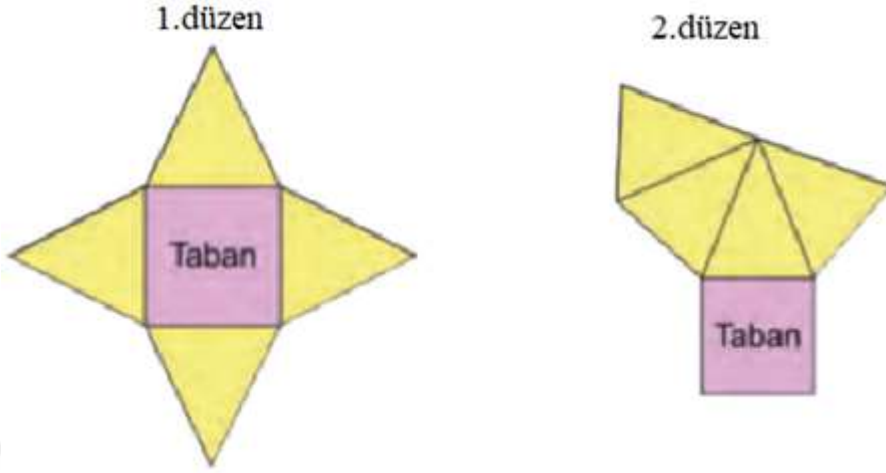
ii) 3D yazıcı kalemi kullanarak, bu iki kareyi bir dikdörtgen prizma oluşturacak biçimde birleştirin. Oluşturduğunuz 3D cismin ebatlarını santimetre cinsinden aşağıya yazın. Cetvel kullanabilirsiniz.

3) i) 2.soruda oluşturduğunuz prizmayı, aşağıdaki şekilde kırmızı renkle gösterilen A, B, C, D köşelerinden makasla kesin(sadece köşe noktalarını kesin).

ii) Elinizde kalan iki parça size hangi cismi hatırlattı? Aşağıya yazın. Bu kesik parçalardan birini, 3D kalemle, düşündüğünüz cisim haline getirin.



4) i) Deftere kenarları 5' er cm olan bir üçgen çizin. 3D yazıcı kalemle üzerinden geçerek 3D çıktısını oluşturun ve defterden ayırın. Bu işlemi 4 kere yapın. Benzer şekilde kenarları 5' er cm olan 1 adet kare oluşturun. Aşağıdaki iki düzende de sırasıyla dizin ve inceleyin. Bu size hangi cismin açılımını hatırlattı? Aşağıya cisimlerin yanlarına yazın.



ii) 1.düzen ve 2.düzeni hangi cismin açılımı olarak görüyorsanız, hadi o cismi oluşturalım:

Kareyi taban alalım. Karenin bir kenarı üstüne, bir üçgenin bir kenarını getirelim. Üçgenlerin ise uçlarını bir araya getirip tepe noktası oluşacak biçimde arkadaşlarınızla birleştirmelisiniz (burada 3D kaleminizi kullanmayınız, sadece elinizle tutarak bir araya getiriniz). Oluşturduğunuz cismi yukarıdaki iki düzeni de dikkate alarak inceleyin. Şimdi bu iki düzenin hangi cismin açılımı olduğunu düşünüyorsunuz? Aşağıya yazın.

5) i) Yukarıdaki şekillerin hepsinin içini 3D kalemle doldurun. Şimdi oluşturduğunuz şekilleri birleştirin ve 3D kalemle sabitleyerek cismin birleşmiş halini elde edin.

ii) Aşağıya isimlerinizi yazın ve isminizin altına bu oluşturduğunuz cismi çizin.

EK-2: 10.SINIF UZAY GEOMETRİSİ ÜNİTESİNDE 3D YAZICI KALEMİN KULLANIMINI ÖĞRENME KAĞIDININ KILAVUZU

MEB Kazanımları

10.6. Uzay Geometri

10.6.1. Katı Cisimler

Terimler ve Kavramlar: dik prizma, dik piramit, yükseklik, taban alanı, yüzey alanı, yanal alan, hacim

10.6.1.1. Dik prizmalar ve dik piramitlerin uzunluk, alan ve hacim bağıntılarını oluşturur.

- a) Üçgen, dörtgen ve altıgen dik prizma\piramit ile sınırlandırılır.
- b) Gerçek hayat problemlerine yer verilir.
- c) Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanır.

Çalışma Kazanımları

- a) 3D yazıcı kalemle uygulama yapar ve cisimler oluşturur.
- b) 3D yazıcı kalemle yapı-cisim oluşturmaya alışır.
- c) 3D yazıcı kalem kullanma becerisi kazanır.

Sınıf: 10. Sınıf

Konu: Katı Cisimler; Cisim Açılımı ve Cisim Oluşturma

Süre: 2 Ders Saati

Amaç 1. 3D yazıcı kalemle uygulama yapar ve cisimler oluşturur.

Amaç 2. 3D yazıcı kalem kullanma becerisi kazanır.

Bu çalışma yaprağının amacı, öğrencilere 3D yazıcı kalemle cisim oluşturma becerisi kazandırmaktır.

Başlamadan önce öğretmen öğrencileri, 3D yazıcı kalemin seramik beyaz ucuna dokunmamaları konusunda uyarmalıdır. Çünkü sıcaklıktan dolayı elleri yanabilir. Ayrıca erimiş plastiğe elleriyle şekil verebilecekleri, düzeltebilecekleri bilgisi verilmeli. Erimiş plastiğin çabuk sertleşebilmesi için nefeslerini kullanabilecekleri ifade edilmelidir.

1) Öğrencilerin 8' er birim olan altı kareyi 3D yazıcı kalemiyle oluşturması istenir. Burada öğrencinin oluşturduğu şekilleri 3D yazıcı kalemle sabitleyerek birleştirmesi gereklidir. Aşağıdaki yönergeleri takip ederek cisim oluşturmaları sağlanabilir.

i) İlk önce iki adet şeklin kenarlarını üst üste, aralarında cisim için gerekli açı olacak biçimde getirmeleri gerekir. Bu birleşimin kenar uzunluğu boyunca 3D yazıcı kalemle geçilmesi, bu iki şeklin birbirlerine sabitlenmeleri-yapışmaları için yeterlidir(Şekil-1).

ii) Benzer biçimde diğer karelerde bir araya getirilerek sabitlenir. 3-boyutlu cisim oluşturulur (Şekil-2).



Şekil-1



Şekil-2

Bu birleşimle küp elde etmelilerdi. Sorudaki açılımın, küp açılımı olduğunu belirtmesi beklenir.

2) i) Öğrencilerin 8' er birim olan iki kareyi 3D yazıcı kalemle oluşturması istenir.

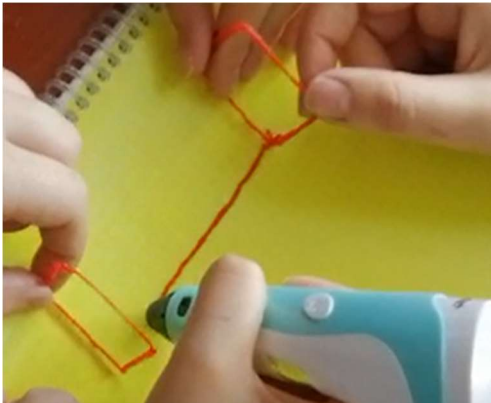
ii) Burada öğrencinin oluşturduğu iki kareyi birleştirerek dikdörtgen prizma oluşturması gereklidir. İlk önce öğrencilere dikdörtgen prizma oluşturabilmek için, 3D yazıcı kalemle neler yapabilecekleri sorulur.

Daha sonrasında, cismin düzgün olabilmesi ve yüksekliğin tamsayı olabilmesi için aşağıdaki yönergeleri takip ediniz. I, II, III için aşağıdaki Şekil-3 ve Şekil-4' e bakınız.

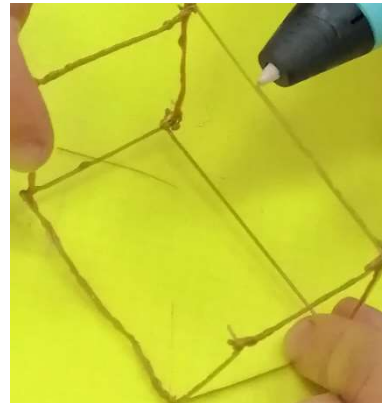
I) Öğrencilerden ellerinde bulunan iki şekli, defterlerindeki karelere, birbirlerine paralel olacak biçimde karşılıklı hizalamaları istenir. Bunu yaparken aralarındaki uzaklığın tamsayı olmasına dikkat etmeleri söylenir. Böylece cismin yüksekliği tamsayı olabilecektir.

II) 3D yazıcı kalemle, defterinin üzerinde bu uzunluğu oluşturmaları istenir.

III) Bir uzunluğu-yüksekliği oluşturduktan sonra diğerlerini de bu biçimde defter üzerinde oluşturabilirler. Ya da bir uzunluğu oluşturduktan sonra, cisimi tabanı zemine gelecek biçimde kaldırırılar. Diğer uzunlukları-yükseklikleri, cisim tabanı üzerindeyken havaya-yukarıya doğru oluşturabilirler.



Şekil-3



Şekil-4

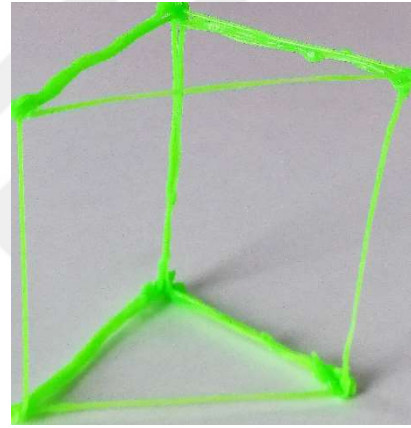
Bu birleştirmenin sonucunda dikdörtgen prizma oluşturmuş olmaları beklenir. 3D yazıcı kalemle üç boyutlu halini elde ettikleri dikdörtgenler prizmasını, cetvelle ölçerek ebatlarını yazmaları gereklidir. Burada her grubun oluşturduğu dikdörtgen prizmanın yüksekliği farklı olacaktır. Ancak soruda 8'er birim kenarları olan kare verildiği için dikdörtgenler prizmasının bir kenarı 8 birim olacaktır.

3) i) Öğrencinin 2.soruda oluşturduğu dikdörtgenler prizmasını, belirtilen noktalardan, öğretmenin rehberliğinde kesmesi gereklidir (Şekil-5).

ii) Cisim belirtilen noktalardan kesildiğinde, elimizde Şekil-5' deki gibi iki parça kalacaktır. Bu iki parçanın öğrencilere üçgenler prizmayı hatırlatması beklenir. Şekil-5' deki gibi olan parçalardan birinin kenarlarını, 3D kalemle oluşturması istenir. Yani Şekil-6' daki cismi oluştururlar. Sonuç olarak öğrenciler, üçgenler prizma oluşturmuş olurlar. Burada gördükleri gibi bir dikdörtgen prizmayı iki eş parçaya böldüklerinde, iki eş üçgen prizma elde ettikleri de belirtilebilir. Aynı şekilde iki eş dik üçgen prizmadan bir dikdörtgen prizma oluşturabilecekleri de söylenebilir. Hatta öğrencilerin ellerindeki iki üçgen prizma ile öğrencilere gösterilerek, bu durumlar izah edilebilir.



Şekil-5



Şekil-6

Ayrıca bu aşamada, 2.soruda olduğu gibi, elimizde sadece iki tane üçgen olsaydı, aynı yöntemi kullanarak üçgen prizma oluşturabilecekleri belirtilebilir. Bu üçgen prizmaların istedikleri yüksekliğe sahip olabileceği vurgulanabilir. Bu söylemin amacı, çalışma yapraklarında bu yöntemle oluşturulan üçgen prizmalarla ilgili bilgi vermiş olmaktır.

4) i) Şekilleri deftere çizerken ölçüm için cetvel kullanmalıdırlar. Burada öğrencilerin oluşturduğu şekilleri 2 düzende de dizmeleri gereklidir. Bu birleşimlerin kare tabanlı piramit açılımları olduğunu belirtmesi beklenir. Ancak yanlış bir cisim düşünebilecekleri gibi, 2 düzenin farklı cisimlerin açılımı olduğu gibi bir yanlışlığı da düşünebilirler. Bu sorunlar ii şıkki ile giderilmeye çalışılır.

ii) 2 düzende de dizilen şekillerin piramit açılımı olduğunu fark edemeyenler olabilir. Fark edilmiş olsa dahi cismin daha iyi görülebilmesi için, sorudaki yönergeler takip ettirilerek piramit oluşturulur. Burada 3D kalem kullanmayacaklardır. Sadece elleriyle şekilleri tutarak piramidi oluşturacaklardır.

5) i) I. Burada öğrencinin oluşturduğu şekillerin içini, öğretmenin rehberliğinde, Şekil-7' deki gibi doldurması gereklidir.



Şekil-7

Bu esnada öğrencilere, şekilleri doldururken mümkün olduğunca boşluk bırakmamaları söylenmelidir.

II. Elde ettikleri 1 kare, 4 eş eşkenar üçgeni Şekil-8 ve Şekil-9' daki gibi, 3D yazıcı kalemle sabitleyerek cismi elde etmeleri istenir. Bu cismin kare tabanlı piramit olduğu vurgulanır.



Şekil-8



Şekil-9

ii) Ayrıca 3 boyutlu elde ettikleri cismi 2 boyutlu olarak kağıda çizebilmeleri beklenir. Burada öğrencilerin isimlerini 5.sorudaki boşluğa yazmaları istenir. İsimlerinin altına, her birinin, ayrı ayrı cismin çizimini yapmaları söylenir.

EK-3: ÇALIŞMA YAPRAĞI-1

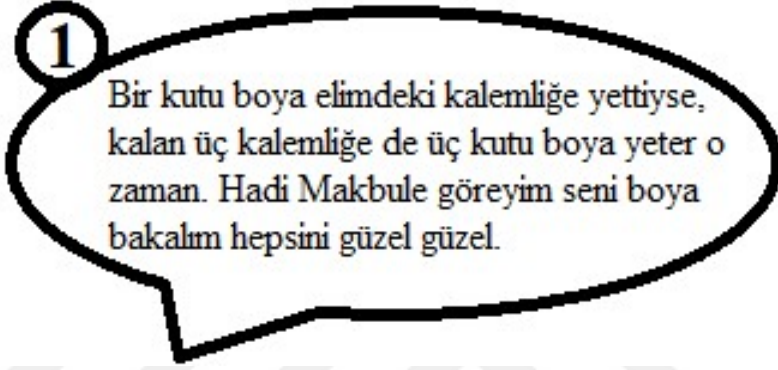
ÜÇGEN PRİZMAYA HARCANAN BOYA MİKTARI NEDEN DEĞİŞİR?

GRUP ADI:

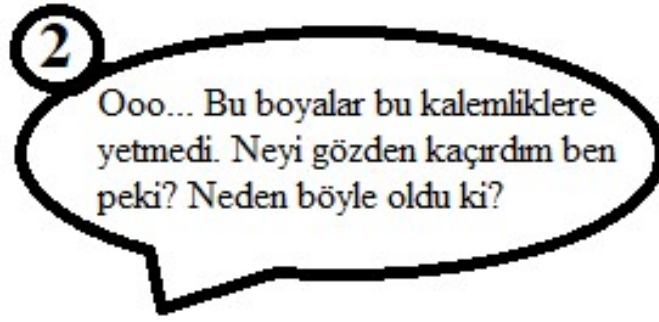
GRUP ÜYELERİNİN İSİMLERİ:

1. Makbule dekoratif eşyaları yenileyerek tekrar kullanılabilir olmasını hobi edinmiştir. Bu yeni hobisinde oldukça acemidir. Evde bulduğu dört tane üçgen prizma biçimdeki ahşap kalemligi boyayarak pratik yapacaktır. Kalemliklerden birinin dış yüzeyini boyadığında bir kutu boyanın bittiğini görür.

2.



3. Yaklaşık 2 Saat Sonra




4. Gelin Makbule' ye yardım edelim.

Sorunun sebebini bulabilmek için önce bizimde elimizde üçgen prizma bulunmalı. Hadi şimdi aşama aşama bir üçgen prizma oluşturalım.

5) i) Deftere 6-8-10 birim kenar uzunlukları olan bir dik üçgen çizin. Deftere çizdiğiniz dik üçgenin kenarlarının üzerinden 3D yazıcı kalemle geçerek oluşturun ve defterden ayırın. Aynı işlemi tekrar yapın.

ii) Şimdi elinizde iki adet 6-8-10 dik üçgeni var. Bu iki üçgeni, tablodaki şekli oluşturacak biçimde 3D yazıcı kalemle birleştirin.

Oluşan cismi çevirerek her açıdan inceleyin ve tablodaki soruları cevaplayın.

GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	
Yanal Yüzeylerinin Alanları	
Hangi Yüzeyden Kaç Tane Var	
Cismin Tüm Yüzey Alanı	

6) Elinizde bulunan prizmanın yüzey alanını bulmak için gerekli olan yükseklikleri grup arkadaşlarınızla belirleyin. Sizce elinizdeki prizmanın alanı nasıl bulunabilir? Düşündüğünüz bir yöntemle prizmanın yüzey alanını aşağıya yazın. Lütfen dikkat edin; sizlerden işlem değil, yöntem ve formül istiyoruz.

7) Oluşturduğunuz cisim doğrultusunda, aşağıdaki tabloda istenen bilgileri yazın.

	GRUP ADI	YÜKSEKLİK	TABAN ALANI	TÜM YÜZEY ALANI

8)



Yandaki fotoğrafta 1902 yılında inşa edilmeye başlanan ve New York şehrinin ilk gökdeleni olan Flatiron (*Fletayn*) binası görülmektedir. Bina, ilk gökdelen olmasının yanında üçgen dik prizma şekliyle de ilgi çekmektedir. Bina tadilata alınacak olmasından dolayı yanal yüzleri çevreye rahatsızlık vermemek için bezlerle çevrelenecektir.

Aşağıdaki tabloyu doldurun. Cevapları, cetvelle ölçerek santimetre cinsinden yazın.

KENAR UZUNLUKLARI	CİSMİNİZ BU BİNA OLSAYDI ÇEVRELENMESİ İÇİN GEREKLİ OLAN BEZİN ALANI	<p>ABCDE PRİZMASINI CİSMİNİZDEN KESİN (BE, $CD = 1 \text{ cm}$). AŞAĞIDAKİ DURUMA GETİRDİĞİNİZ CİSMİNİZİN TÜM YÜZEY ALANI</p>

9) a) Bir üçgen prizmasının farklı uzunluktaki ayrıtları 7, 12 ve 13 sayıları ile orantılıdır. Yüksekliği 48 cm dir. Prizmanın tüm alanı 4.860 cm^2 olduğuna göre en uzak iki köşesi arasındaki uzaklık kaç cm dir?

b)



Yandaki şekilde yan yüzeyleri beşgen diğer yüzeyleri dikdörtgen olan bir çöp kutusu verilmiştir. Buna göre boyutları yandaki şekilde verilen çöp kutusunun *tamamının* yüzey alanı kaç cm^2 dir?

EK-4: ÇALIŞMA YAPRAĞI-1 KILAVUZU

MEB Kazanımları

10.6. Uzay Geometri

10.6.1. Katı Cisimler

Terimler ve Kavramlar: dik prizma, dik piramit, yükseklik, taban alanı, yüzey alanı, yanal alan, hacim

10.6.1.1. Dik prizmalar ve dik piramitlerin uzunluk, alan ve hacim bağıntılarını oluşturur.

- Üçgen, dörtgen ve altıgen dik prizma\piramit ile sınırlandırılır.
- Gerçek hayat problemlerine yer verilir.
- Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanır.

Çalışma Kazanımları

- Üçgen prizmanın yüzey alanını keşfeder.
- Üçgen prizmalarda taban kenar uzunlukları ve yükseklik değişmediği sürece prizmanın yüzey alanının değişmediğini keşfeder.
- Üçgen prizmanın farklı konumlarda yüzey alanının ve özelliklerinin değişmediğini keşfeder.
- İki üçgen ve üç dikdörtgen ile üçgen prizmanın oluşturulabileceğini fark eder.
- Farklı ebatlardaki üçgen tabanlı prizmaların yüzey alanlarının farklı olduğunu keşfeder.
- Üç boyutlu cisim\cisimleri oluşturur.

Sınıf: 10. Sınıf

Konu: Katı Cisimler; Üçgen Prizmanın Yüzey Alanı

Süre: 2 Ders Saati

Amaç 1. Üçgen prizmanın yüzey alanını keşfeder.

Amaç 2. Üçgen prizmalarda taban kenar uzunlukları ve yükseklik değişmediği sürece prizmanın yüzey alanının değişmediğini keşfeder.

Bu çalışma yaprağının ana amacı; üçgen prizmanın yüzey alanının keşfedilmesidir. Diğer bir amaç ise; ebatları farklı olan üçgen prizmaların yüzey alanlarının da farklı olduğunun gösterilmesidir. Üçgen prizma biçimindeki 1 kalemlığın yüzeyi 1 kutu boya ile boyanabilirken, diğer 3 kalemlığın yüzeylerinin boyanmasında 3 kutu boya yetmemesi prizmaların ebatlarının farklı olmasındandır. Ebatları farklı prizmaların yüzey alanları da birbirinden farklı olacaktır.

1,2,3,4 başlıklarının bütünü; 5E öğrenim modelinin giriş aşamasını temsil etmektedir. Öğrencilerin dikkatlerini çekmeyi amaçlamaktadır

Öğretmen, öğrencilerden 1,2,3,4 başlıklı kısımları okumalarını ister.

5) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.

i-ii) 6-8-10 birim kenarlı iki dik üçgeni oluşturup birleştirmeleri sürecinde, üçgen prizma oluşabilmesi için, öğretmen rehberlik edecektir(Bkz. 10.sınıf Uzay Geometrisi Ünitesinde 3D Yazıcı Kalemın Kullanımını Öğrenme Kağıdının Kılavuzu 2.kısım; I, II, III).

Öğrencilerin oluşturdukları cismin adlandırmasının üçgen dik prizma olduğu söylenir.

Öğrencilere, aslında cismin yüzeylerinin doldurulmasının daha doğru olduğu söylenmelidir. Ancak zamandan dolayı öyle düşünülmesinin yeterli olacağı vurgulanmalıdır.

Cismi inceledikten sonra istenilen bilgileri aşağıdaki gibi yazmaları beklenir. Daha önceki bilgilerini hatırlamaları amaçlanmaktadır. Bu bilgileri verirken ellerinde bulunan cismi çok yönlü inceleme fırsatı da bulunmuş olur.

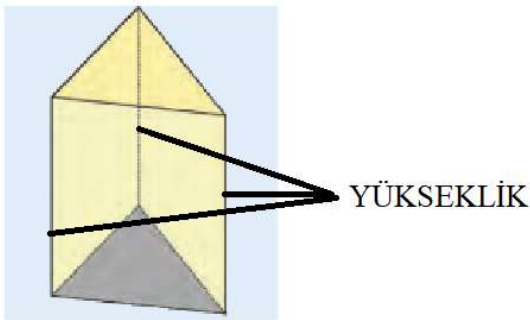
GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	Üçgen
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	Dikdörtgen
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	24 birimkare
Yanal Yüzeylerinin Alanları	Her grubun cisim yüksekliği farklı olduğu için farklı değerde
Hangi Yüzeyden Kaç Tane	2 üçgen, 3 dikdörtgen
Cismin Tüm Yüzey Alanı	iki üçgen alanı + üç dikdörtgen alanı

Taban ve tavan: 24 birimkare, Yanal yüzeylerin alanları: Her grup yüksekliği farklı uzunlukta oluşturacağı için her cisimde farklı sonuçlar olacaktır. Ancak 3 dikdörtgenin alanının ayrı değerde bulunacağı unutulmamalıdır.

Öğrenciler, cismin tüm yüzey alanı kutucuğuna; alanın sayısal değerini de yazabilirler.

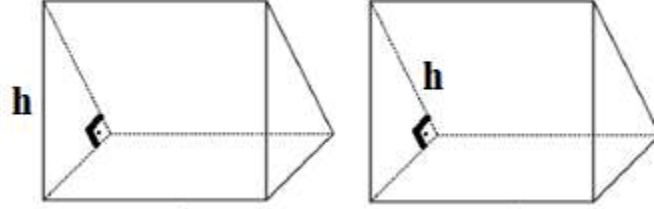
6) Bu aşama da 5.soruda olduğu gibi; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.

Aşağıda gösterildiği gibi yanal yüzeyin her bir uzunluğu yüksekliktir.



Prizmada yukarıda gösterilen kenarları yükseklik olarak gösterir. Bu uzunluk, her grup yüksekliği farklı uzunlukta oluşturacağı için her cisimde farklı bir değer olarak bulunacaktır.

Ancak aşağıdaki gibi farklı uzunlukları yükseklik olarak göstermeleri de mümkündür. Bu gösterimlerde bulunan yükseklikler, bizi alan formülüne ulaştıramayacağı için yanlışlardır.

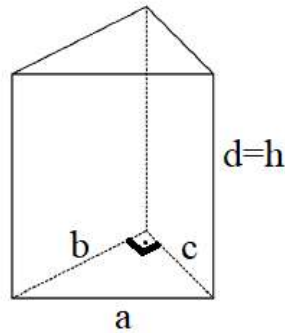


Öğrencinin, en azından iki üçgen ile üç dikdörtgenin çarpımıyla üçgen prizmanın yüzey alanının elde edilebileceğini ifade etmesi beklenir. Bu yapıyı fark edemezlerse şu şekilde yönlendirilebilirler;

i) Üçgen prizmanın 5.sorudaki tabloda bulunduğu gibi, iki üçgen ve üç dikdörtgenden oluştuğu hatırlatılır. Tüm yüzey alanı için, bu yüzeylerin alanları toplamını kullanabilecekleri şekilde rehberlik edilebilir.

ii) Eğer gerekirse, genel bir formül haline getirebilmeleri için, kenarları isimlendirmeleri gerektiği hatırlatılabilir.

Bu yönlendirmelerle,



Üçgen Prizmanın Tüm Yüzey Alanı

= Yanal Alanları + Taban Alanları

= $(a+b+c).h + 2.(b.c/2) = (a+b+c).h + b.c,$

$h =$ yükseklik

biçiminde formülü yazmaları beklenir.

Ancak farklı yöntemler, fikirler ve formülleri de yazabilirler. Üçgen alanının (yükseklik x taban uzunluğu)/2 olduğunu düşünüp sadece (hipotenüs x belirledikleri yükseklik)/2 gibi yanlış formüller de yazabilirler.

7) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin açıklama aşamasını temsil etmektedir.

Öğrencilerden, tüm yüzey alanı istenen kutucuğa hem formül hem işlem yazmaları istenir. Öğrencilere, birim cinsinden değer kullanmaları hatırlatılabilir.

Öğretmen her gruptan bir temsilci seçilmesini ister ve bu temsilcilerin tek tek tahtaya gelmelerini rica eder.

Grup temsilcileri seçilirken öğretmen, aşağıdaki tabloyu tahtaya çizer.

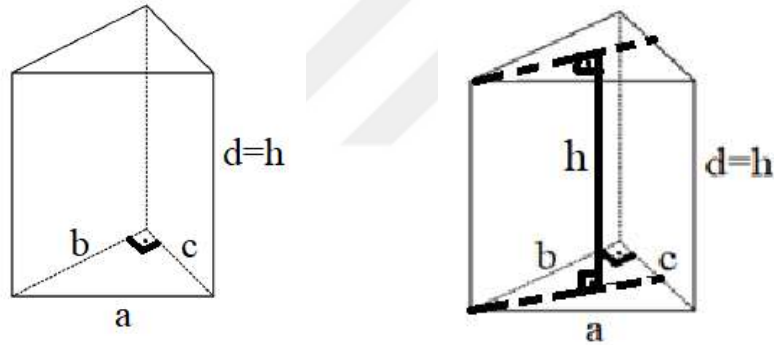
GRUP ADI	YÜKSEKLİK	TABAN ALANI	TÜM YÜZEY ALANI

Her tahtaya çıkan temsilci, gruplarının 5 ve 6.soru için belirledikleri fikirlerini kısaca tabloya yazar ve açıklar. Böylece sırasıyla tüm gruplar fikirlerini belirtmiş olurlar. Ayrıca yanlış bir fikir varsa ortaya çıkmış olur ve öğretmenin bu yanlışlığı düzeltme imkânı olur. Temsilcilerin açıkladıkları bu fikirleri gruptan bir kişinin ellerindeki çalışma yapraklarında bulunan 7.sorudaki tabloya, grup adlarını belirterek, yazmaları istenir. Burada kendi gruplarının fikrini de tabloya yazacaktır. Bunun maksadı, öğrencilerin akran etkisiyle veya yanlışlarını fark ederek fikirlerini değiştirmeleri için fırsat tanınmasıdır.

Yükseklikler farklı olduğundan her grup farklı sonuçlar elde etmiş olacaktır.

Son olarak öğretmen, açıklanan fikirlerden grup olarak son raddede benimsedikleri fikri, grup adının yanındaki kutucuğa işaretlemelerini ister. Birden fazla işaretleme yapmamaları istenir. Bu seçimlerinin sebeplerini 7.sorudaki boşluğa yazmaları gerektiği belirtilir.

Öğretmen yüzey alanı formüllerinin aşağıdaki gibi olduğunu tahtaya yazar ve öğrencilerden formülleri not almalarını ister.



Üçgen Prizma için,

$$\text{Üçgen Prizmanın Yanal Alanı} = \text{Taban Çevresi} \times \text{Yükseklik} = (a+b+c).d = (a+b+c).h$$

$$\text{Üçgen Prizmanın Tüm Yüzey Alanı} = \text{Yanal Alanları} + \text{Taban Alanları}$$

$$= (a+b+c).h + 2.(b.c/2) = (a+b+c).h + b.c, h = \text{yükseklik}$$

dir. Belirtilen yüzey alanı formülü yardımıyla ellerindeki üçgen prizmanın yüzey alanını grup olarak hesaplamaları istenir. 7.sorudaki boşluğa yazmaları söylenir.

Daha sonra

$$\text{Üçgen Prizmanın Yanal Alanı} = (6+8+10).h = 24.h, h = \text{yükseklik}$$

$$\text{Üçgen Prizmanın Tüm Yüzey Alanı} = (6+8+10).h + (6.8) = 24.h + 48 = 24.(h+2)$$

olduğu tahtaya yazılır. Her grubun prizmasında farklı yükseklik olduğundan dolayı tabloda yazılan alanları farklı elde etmiş oldukları açıklanır.

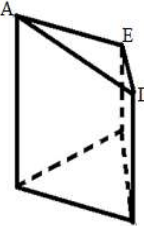
Bu aşamada öğrencilere düzgün prizmalarda yüksekliğin aynı zamanda cismin kenar uzunluğu olduğunu söylenir. Her grup bu uzunluğu farklı birimde oluşturmuş olacağından dolayı her cismin yüksekliğinin ve dolayısıyla alanının farklı olduğu öğretmen tarafından vurgulanır.

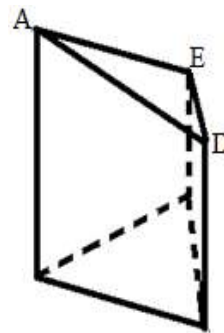
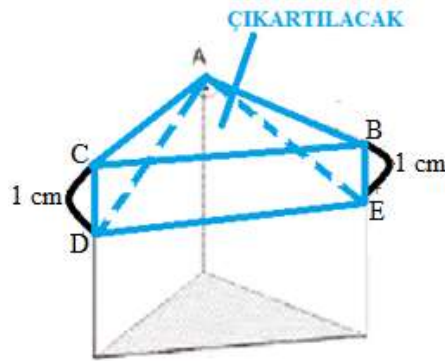
Her grubun tabloda belirttiği fikirlerin kritiği-açıklaması yapılır. Yanlış ve doğru noktalar belirtilir.

Sonuç olarak, öğrencilere görüldüğü gibi cismin yüksekliği veya kenar uzunlukları yer değiştirdiğinde değil değer değiştiğinde yüzey alanının değiştiği ifade edilebilecektir. Makbule'nin yaptığı hatanın bu durumu hesap etmemek olduğu bu yüzden boyaların yetmediği izah edilecektir.

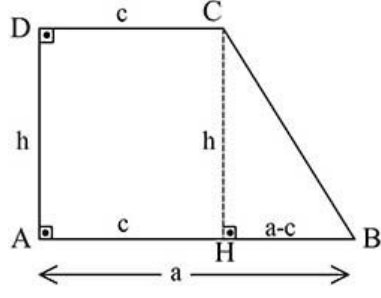
8) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin derinleştirme aşamasını temsil etmektedir.

Öğrencilerden 8.sorudaki tabloda istenilenleri gerçekleştirmeleri ve tabloyu doldurmaları istenir.

KENAR UZUNLUKLARI	CİSMİNİZ BU BİNA OLSAYDI ÇEVRELENMESİ İÇİN GEREKLİ OLAN BEZİN ALANI	ABCDE PRİZMASINI CİSMİNİZDEN KESİN ($ BE $, $ CD = 1$ cm). AŞAĞIDAKİ DURUMA GETİRDİĞİNİZ CİSMİNİZİN TÜM YÜZEY ALANI 
6-8-10 birim	Her grupta farklı değerde	Her grupta farklı değerde



Burada öğretmenin dikkat etmesi gereken nokta, binanın ve cismin sadece yan yüzeylerinin bezle çevrelenecek olmasıdır. Bu bilgi öğrenci ile paylaşılmayacaktır. Ancak ABCDE dik piramidini ellerindeki cisimden kestiklerinde, kalan cismin kesik üçgen prizma olduğunu söylenmelidir. ABCDE prizması çıkartılınca yan yüzeyler, dik yamuk olacaktır. Öğrencinin yüzey alanları toplamını hesaplamayı buna göre yapması beklenmektedir. Çünkü elinde bulunan cisme baktığında bunu fark edecektir.



Dik Yamuk Alanı = $c.h + h.(a - c)/2$ dir.

Kesik üçgen prizmanın tavan yüzeyi, çeşitkenar üçgen olabilir. Bu üçgenin kenar uzunlukları hesaplamalarda uzun sürebilecek değerler de olabilir. Böyle bir durumda kolaylık sağlamak istenirse, üçgenin kenar uzunlukları cetvelle ölçülerek, yaklaşık değerleriyle alan hesaplaması yapılabilir.

9) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin değerlendirme aşamasını temsil etmektedir.

a) Kenar uzunluklarının katını k ile gösterelim.

Prizmanın Tüm Yüzey Alanı = $(a+b+c).h + b.c = (7k + 12k + 13k).48 + 84k = 4860$ ise,

$32k.48 + 84k = 4860$, $1536k + 84k = 4860$, $1620k = 4860$ ise, $k = 3$

dir. $k = 3$ ise, üçgen prizmanın taban uzunlukları;

$7k = 7.3 = 21$, $12k = 12.3 = 36$, $13k = 13.3 = 39$

dir. O halde t istenilen uzunluk olmak üzere, prizmanın en uzak iki köşesi arasındaki uzaklık,

$36^2 + 48^2 = t^2$ ise, $t^2 = 1296 + 2304$, $t^2 = 3600$ ise, $t = 60$ cm dir.

b) Öğrenciler, aşağıdakiler gibi farklı prizmalara ayırarak çözüme ulaşmaya çalışabilirler.

1.YOL:



1. Dikdörtgen prizma için,

$$4(45 \times 30) + (30 \times 30) = 6300$$

2. Dikdörtgen prizma için,

$$2(10 \times 30) + 2(10 \times 10) = 800$$

Üçgen prizma için,

$$[2(15 \times 20)/2] + (25 \times 30) = 1050$$

Cismin Tüm Yüzey Alanı = 8150 cm²

2. YOL:



Cismin Tüm Yüzey Alanı = 8150 cm² dir.

EK-5: ÇALIŞMA YAPRAĞI-2

DİKDÖRTGEN PRİZMAYA HARCANAN MUM MİKTARI NEDEN DEĞİŞTİ?

GRUP ADI:

GRUP ÜYELERİNİN İSİMLERİ:

1. Makbule dekoratif eşyaları yenileyerek tekrar kullanılabilir olmasını hobi edinmiştir. Evde bulduğu dört tane dikdörtgen prizma biçimdeki ahşap kalemligi yenileyerek değerlendirecektir. Boyadığı kalemliklere mum eritip doldurarak, kalemlikleri mumluk haline getirip yeniden kullanılmasını sağlayacaktır. Bir kalemligin içine 50 gram mumu eriten Makbule, 50 gramın bir kalemligi tamamen doldurmaya yettiğini görür.

2.



1

50 gram mum bir kalemligi doldurmaya yettiyse, kalan üç kalemlige de 150 gram mum yeter o zaman. Hadi bakalım, hemencecik yaparım ben bunları.

3. Yaklaşık 2 Saat Sonra



2

Eee... Bu 150 gram mum bunlara yetmedi. Üstelik kalemliklerden biri 50 gramdan daha az mumla doldu. Ama yine de kalan mum diğer iki kalemligi doldurmaya yetmedi. Neden böyle oldu acaba?

4. Hadi Makbule' ye yardım edelim.

Sorunun sebebini bulabilmek için önce bizimde elimizde dikdörtgen prizma bulunmalı. Hadi şimdi dikdörtgen prizma oluşturalım.

5) i) Öğretmeninizin size söylediği kenar uzunluklarına sahip kareyi deftere çizin. Deftere çizdiğiniz karenin kenarlarının üzerinden 3D yazıcı kalemle geçin. Bu şeklin içini doldurarak oluşturun ve defterden ayırın.

ii) Şimdi defterlerimize dört tane dikdörtgen oluşturalım. Bir kenarı size söylenen kenar uzunluğu, diğer kenarı 10 birim olsun. Bu dört tane dikdörtgenin de içlerini doldurun ve defterden ayırın.

iii) Şu an elimizde bir tane içi dolu kare, dört tane içi dolu dikdörtgen var. Bu şekilleri kenar uzunlukları uyuşacak ve *bir dikdörtgen prizma* oluşacak biçimde, 3D yazıcı kalemle sabitleyin.

iv) Gelin hadi içlerine mum yerine boncuk doldurarak inceleyelim.

Size hazır verilen dikdörtgen prizmayı boncuklarla doldurun. Bu prizmadaki boncukları sizin oluşturduğunuz dikdörtgen prizmaya boşaltın ve inceleyin.

Buna göre iki dikdörtgen prizmaya doldurduğunuz boncuk miktarı eşit mi? Eşitse veya değilse, bunun sebepleri neler olabilir? Aşağıya yazın.



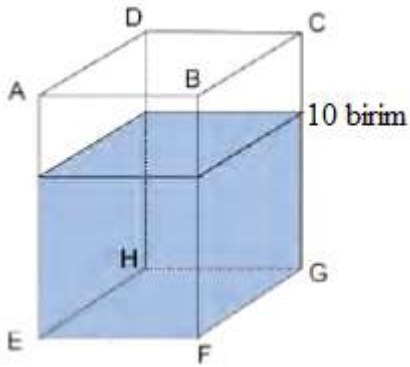
6) Elinizde bulunan iki prizmanın yüksekliklerini grup arkadaşlarınızla belirleyin. Sizce elinizdeki iki prizmanın hacmi nasıl bulunabilir? Düşündüğünüz yöntemleri aşağıya yazın. Lütfen dikkat edin; sizlerden işlem değil, yöntem ve formül istiyoruz.

7) 5 ve 6.soru için belirlediğiniz fikirleri kısaca aşağıdaki tabloya yazın.

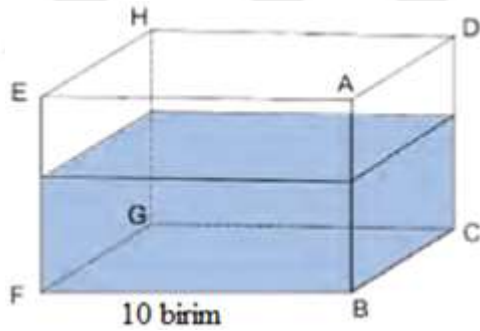
GRUP ADI	SİZE VERİLEN CİSMİN KENAR UZUNLUKLARI	OLUŞTURDUĞUNUZ CİSMİN KENAR UZUNLUKLARI	SİZE VERİLEN CİSMİN HACMİ	OLUŞTURDUĞUNUZ CİSMİN HACMİ

8) Size verilen dikdörtgen prizmayı boncuklarla doldurmuşunuz. Bu prizmadaki boncukları, sizin oluşturduğunuz dikdörtgen prizmaya boşaltmıştınız. Oluşturduğunuz dikdörtgen prizmayı Şekil-1 deki halindegken Şekil-2 deki gibi yan yüzeyi üzerine yatırırız, içindeki boncukların oluşturduğu yükseklik kaç birim olacaktır?

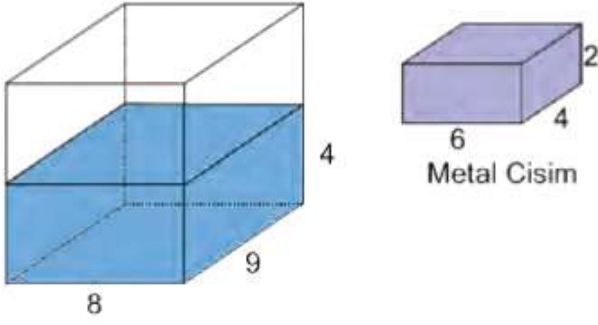
ŞEKİL-1



ŞEKİL-2

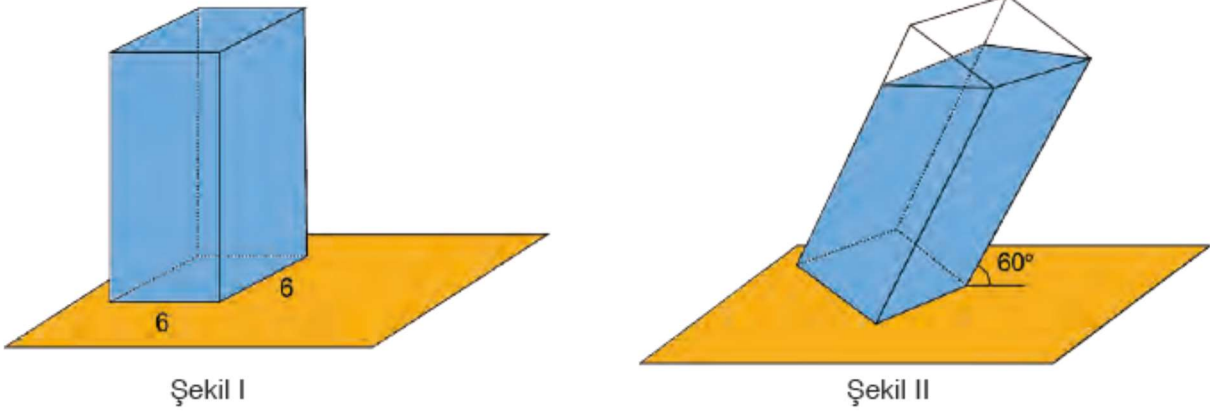


9) a)



Yandaki şekilde taban ayrıtları 8 cm ve 9 cm olan dikdörtgenler prizması içerisinde 4 cm yüksekliğinde su bulunmaktadır. Ayrıtları 2 cm, 4 cm, 6 cm olan dikdörtgenler prizması şeklinde bir metal cisim suya bırakılıyor ve tamamen suya batıyor. Buna göre su seviyesinin kaç cm yükseleceğini bulunuz.

b)



Şekil I de tamamen su dolu, üstü açık, kare tabanlı dikdörtgen prizma şeklinde verilen kabın taban ayrıt uzunluğu 6 cm dir. Bu kap Şekil II deki gibi yatay düzlemle 60° açı yapacak şekilde eğiliyor ve kaptan bir miktar su dökülüyor. Dökülen suyun hacminin kaç cm^3 olduğunu bulunuz.

EK-6: ÇALIŞMA YAPRAĞI-2 KILAVUZU

MEB Kazanımları

10.6. Uzay Geometri

10.6.1. Katı Cisimler

Terimler ve Kavramlar: dik prizma, dik piramit, yükseklik, taban alanı, yüzey alanı, yanal alan, hacim

10.6.1.1. Dik prizmalar ve dik piramitlerin uzunluk, alan ve hacim bağıntılarını oluşturur.

- Üçgen, dörtgen ve altıgen dik prizma\piramit ile sınırlandırılır.
- Gerçek hayat problemlerine yer verilir.
- Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanır.

Çalışma Kazanımları

- Dikdörtgen prizmanın hacmini keşfeder.
- Dikdörtgen prizmalarda taban kenar uzunlukları ve yükseklik değişmediği sürece prizmanın hacminin değişmediğini keşfeder.
- Dikdörtgen prizmanın farklı konumlarda hacminin ve özelliklerinin değişmediğini keşfeder.
- İki kare ve dört dikdörtgen ile bir kare tabanlı dikdörtgen prizmanın oluşturulabileceğini fark eder.
- Farklı ebatlardaki dikdörtgen prizmaların hacimlerinin farklı olduğunu keşfeder.
- Belirli bir hacmin başka cisimlerde değişmediğini fark eder.
- Üç boyutlu cisim\cisimleri oluşturur.

Sınıf: 10. Sınıf

Konu: Katı Cisimler; Dikdörtgen Prizmanın Hacmi

Süre: 2 Ders Saati

Amaç 1. Dikdörtgen prizmanın hacmini keşfeder.

Amaç 2. Dikdörtgen prizmalarda taban kenar uzunlukları ve yükseklik değişmediği sürece prizmanın hacminin değişmediğini keşfeder.

Bu çalışma yaprağının ana amacı; dikdörtgen prizmanın hacminin keşfedilmesidir. Diğer bir amaç ise; ebatları farklı olan dikdörtgen prizmaların hacimlerinin de farklı olduğunun gösterilmesidir. Burada dikdörtgen prizma biçimindeki 1 kalemliği 50 gramlık mum doldurabilirken, diğer 3 kalemliğin hacimleri için 150 gram mumun yetmemesi prizmaların ebatlarının farklı olmasındandır. Ebatları farklı prizmaların hacimleri de birbirinden farklı olacaktır.

1,2,3,4 başlıklarının bütünü; 5E öğrenim modelinin giriş aşamasını temsil etmektedir. Öğrencilerin dikkatlerini çekmeyi amaçlamaktadır.

Öğretmen, öğrencilerden 1,2,3,4 başlıklı kısımları okumalarını ister.

5) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.

i-ii-iii) Farklı ebatlarda dikdörtgenler oluşabilmesi için, öğretmen gruplara kenar uzunlukları farklı kareler söyleyecektir.

Bu çalışma yaprağı için; iki grubun 7'şer birim kenar uzunluğu olan kare, diğer iki grubun ise 8'er birim kenar uzunluğu olan kare oluşturmaları istenir. Tüm grupların oluşturdukları dikdörtgen prizmanın yüksekliği, soruda belirtildiği gibi, 10 birimdir.

Bir kare ve dört dikdörtgenden, dikdörtgen prizma oluşturma sürecinde, öğretmen rehberlik edecektir. Oluşturdukları şekillerin içlerini doldururlar ve birleştirerek sabitlerler(Bkz. 10.sınıf Uzay Geometrisi Ünitesinde 3D Yazıcı Kalemın Kullanımını Öğrenme Kağıdının Kılavuzu 5.kısım; i).

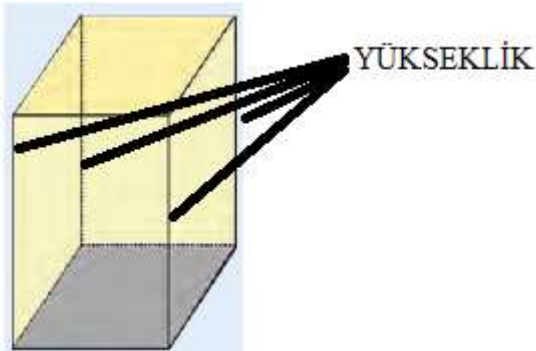
Öğrencilerin oluşturdukları cismin adlandırmasının dikdörtgen prizma olduğu hatırlatılır. Elimizde bulunan cisim kare tabanlı olduğu için, kare prizma olarak da isimlendirildiği belirtilir. Ayrıca dikdörtgen prizmanın iki dörtgen taban ve dört dikdörtgen yan yüzden oluştuğu vurgulanır.

iv) Öğrencilere tabanı 6'şar birim, yüksekliği 10 birim olan hazır dikdörtgen prizmalar verilir. Bu prizmanın hazır verilmesinin sebebi, süredir. İstenirse öğrenciye de 3D kalemle, istenilen ebatla oluşturulabilir. Öğrenciler yönergeleri takip ederek bir prizmadan diğerine boncukları aktarırlar. Prizmayı boncuklarla doldurduklarında; prizmanın üst kısmında eksiklik kaldığını fark etmeleri beklenir. Bunun sebebinin, prizmaların ebatlarının farklı olmasıdır. Öğrencilerin bunu ifade etmeleri beklenir.

6) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.

Burada öğretmenin, öğrencilere soruda hesaplama değil yöntem ve formül sorulduğunu vurgulaması gerekir. Öğrenciler hesaplama yapmamalıdır.

Aşağıda gösterildiği gibi yanal yüzeyin her bir uzunluğu yüksekliktir.



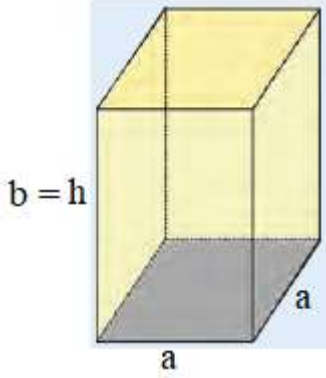
Prizmada yukarıda gösterilen kenarları yükseklik olarak gösterir. Bu uzunluk, iki cismin yükseklikleri aynı uzunlukta olduğu için 10 birim olarak bulunacaktır.

Öğrencinin, en azından taban alanı ve yüksekliğin çarpımıyla dikdörtgen prizmanın hacminin elde edilebileceğini ifade etmesi beklenir. Bu yapıyı fark edemezlerse şu şekilde yönlendirilebilirler;

i) Hacim için kare prizmanın, yani küpün, hacminin taban alanı ve yüksekliğin çarpımıyla elde edildiği hatırlatılabilir. Burada da aynı düşünceyi kullanabilecekleri şekilde rehberlik edilebilir.

ii) Eğer gerekirse, genel bir formül haline getirebilmeleri için, kenarları isimlendirmeleri gerektiği hatırlatılabilir.

Bu yönlendirmelerle,



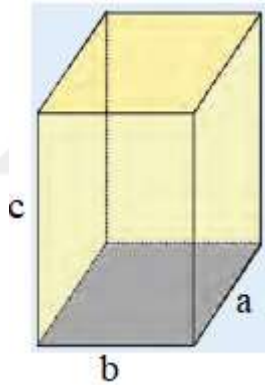
Dikdörtgen Prizmanın Hacmi

= Taban Alanı x Yükseklik

= $a^2 \times b = a^2 \times h$, $h =$ yükseklik

olduğunu yazabilirler. Çünkü ellerinde bulunan prizmanın tabanı karedir.

Belki,



Dikdörtgen Prizmanın Hacmi

= Taban Alanı x Yükseklik

= $[(a \times b)] \times c = a \times b \times c$

= $a \times b \times h$, $h =$ yükseklik

olarak genel formülü de yazabilirler.

Ancak farklı yöntemler, fikirler ve formülleri de yazabilirler. Bunlar arasında yanlışlar da olabilir.

7) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin açıklama aşamasını temsil etmektedir.

7.sorudaki tabloda 5. ve 6.soruda elde ettiğiniz bilgileri, kendi grup adlarını belirterek, yazmaları istenir. Ayrıca kendilerine verilen hazır dikdörtgen prizmanın ebatlarını cetvelle ölçmeleri söylenir. Taban kenarlarını yaklaşık olarak 3 cm yani, 6 birim olarak bulurlar. Yüksekliği ise 5 cm yani 10 birim olarak bulacaklardır.

Öğretmen her gruptan bir temsilci seçilmesini ister ve bu temsilcilerin tek tek tahtaya gelmelerini rica eder.

Grup temsilcileri seçilirken öğretmen, aşağıdaki tabloyu tahtaya çizer.

GRUP ADI	SİZE VERİLEN CİSMİN KENAR UZUNLUKLARI	OLUŞTURDUĞUNUZ CİSMİN KENAR UZUNLUKLARI	SİZE VERİLEN CİSMİN HACMİ	OLUŞTURDUĞUNUZ CİSMİN HACMİ

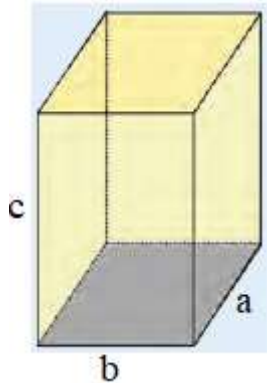
Her tahtaya çıkan temsilci, gruplarının 5 ve 6.soru için belirledikleri fikirlerini kısaca tabloya yazar ve açıklar. Böylece sırasıyla tüm gruplar fikirlerini belirtmiş olurlar. Ayrıca yanlış bir fikir varsa ortaya çıkmış olur ve öğretmenin bu yanışı düzeltme imkânı olur. Temsilcilerin açıkladıkları bu fikirleri gruptan bir kişinin ellerindeki çalışma yapraklarında bulunan 7.sorudaki tabloya, grup adlarını belirterek, yazmaları istenir. Burada kendi gruplarının fikrini de tabloya yazacaktır. Bunun maksadı, öğrencilerin akran etkisiyle veya yanlışlarını fark ederek fikirlerini değiştirmeleri için fırsat tanınmasıdır.

İki gruba 7' şer birim tabanlı, iki gruba da 8' er birim tabanlı dikdörtgen prizma oluşturulmuştu. Ayrıca önceden hazırlanarak verilen dikdörtgen prizmanın tabanı 6' şar birimdi. Tüm bu dikdörtgen prizmaların yükseklikleri 10' ar birimdi. O halde her bir grubun elinde, taban uzunlukları farklı, yükseklikleri aynı olan ikişer dikdörtgen prizma vardır. Bu iki prizmanın ebatları farklı olduğundan iki cismin hacimlerini farklı elde etmiş olacaktırlar. Bunu tabloya yansıtacaklardır.

Ayrıca bir durum olarak gruplar, tabloya farklı hacim bulma yöntemleri yazmış olabilirler.

Son olarak öğretmen, açıklanan fikirlerden grup olarak son raddede benimsedikleri fikri, fikrin sahibi olan grup adının yanındaki kutucuğa işaretlemelerini ister. Birden fazla işaretleme yapmamaları istenir. Bu seçimlerinin sebeplerini 7.sorudaki boşluğa yazmaları gerektiği belirtir.

Öğretmen hacim formülünün aşağıdaki gibi olduğunu tahtaya yazar ve öğrencilerden formülü not almalarını ister.



Dikdörtgen Prizmanın Hacmi

= Taban Alanı x Yükseklik

= [(a x b)] x c = a x b x c

= a x b x h, h= yükseklik

genel formüldür. Ancak bizim elimizde oluşturduğumuz dikdörtgenler prizması, kare tabanlı olduğu için formülümüz şu şekli alır;

Dikdörtgen Prizmanın Hacmi= Taban Alanı x Yükseklik = $a^2 \times c = a^2 \times h$, h = yükseklik

denilir ve yazılır. Bu durum öğretmen tarafından vurgulanmalıdır.

Ellerindeki cisimler için yanlış hesaplama yapmış olan öğrenciler ve gruplar olabilir. Bu durumda belirtilen hacim formülü yardımıyla ellerindeki dikdörtgen prizmaların hacmini grup olarak hesaplamaları istenir. 7.sorudaki boşluğa yazmaları söylenir.

Taban kenar uzunlukları 6' şar birim olan prizmanın hacmini,

Cismin Hacmi= $[(a \times b)] \times c = a \times b \times c = a^2 \times c = a^2 \times h = 6^2 \times 10 = 36 \times 10 = 360$ birimküptür.

Taban kenar uzunlukları 7' şer birim olan prizmanın hacmini,

Cismin Hacmi= $[(a \times b)] \times c = a \times b \times c = a^2 \times c = a^2 \times h = 7^2 \times 10 = 49 \times 10 = 490$ birimküptür.

Taban kenar uzunlukları 8' er birim olan prizmanın hacmini,

Cismin Hacmi= $[(a \times b)] \times c = a \times b \times c = a^2 \times c = a^2 \times h = 8^2 \times 10 = 64 \times 10 = 640$ birimküptür.

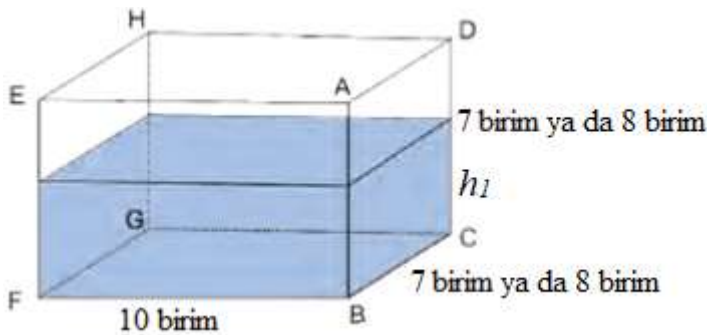
Her grubun tabloda belirttiği fikirlerin kritiği-açıklaması yapılır. Yanlış ve doğru noktalar belirtilir.

Bu aşamada öğrencilere düzgün prizmaların ebatları farklı olduğu için cisimlerin hacimlerinin farklı olduğu vurgulanır. Burada dikdörtgen prizma biçimindeki 1 kalemiği 50 gramlık mum doldurabilirken, diğer 3 kalemiğin hacimleri için 150 gram mumun yetmemesi prizmaların ebatlarının farklı olmasındandır. Ebatları farklı prizmaların hacimleri de birbirinden farklı olacaktır.

Makbule' nin yaptığı hatanın cismin hacimlerini hesap etmemek olduğu bu yüzden mum gramının-miktarının yetmediği izah edilir.

8) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin derinleştirme aşamasını temsil etmektedir.

Taban kenar uzunlukları 6' şar birim olan prizmanın hacmini, 360 birimküp olarak yazmıştık. Taban kenar uzunlukları 7-8 birim olan prizmaya boşaltmış olsak da, boncukların toplam hacmi-kapladıkları yer değişmez. Yani 360 birimküptür. O halde,



Taban kenar uzunlukları 7' şer birim olan prizmanın için,

$[(a \times b)] \times c = a \times b \times c = (10 \times 7) \times h_1 = 70 \times h_1 = 70 \times h_1,$

$70 \times h_1 = 360$ ise, $h_1 = 360/70 = 36/7$ birimdir.

Taban kenar uzunlukları 8' er birim olan prizmanın için,

$$[(a \times b)] \times c = a \times b \times c = (10 \times 8) \times h_1 = 80 \times h_1 = 80 \times h_1,$$

$$80 \times h_1 = 360 \text{ ise, } h_1 = 360/80 = 36/8 = 9/2 \text{ birimdir.}$$

Eğer bu aşamada öğrenci soruyu anlamazsa, ellerini boncuklara siper-destek olarak kullanıp, cismi yan yatırabilirler.

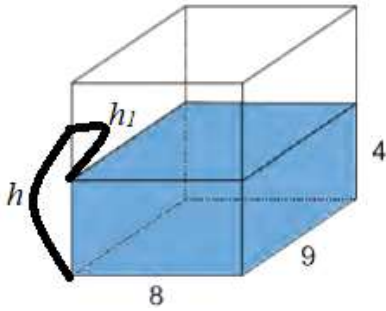
Eğer öğrenci yan yatırma işlemini 3D kalem aracılığıyla uygulamak isterse; 3D yazıcı kalemle ebatları 8' er birim ve 7' şer birim olan, yüzeyi dolu kareler oluşturulur. İçi boncuklarla dolu prizmaların tavanına 3D yazıcı kalemle sabitlenir. Sonrasında soruda olduğu gibi yan yatırılarak, öğrenciye incelenebilir. Hatta yan yatırılmış halinin tavanı kesilerek, öğrencinin iç kısmı görmesi sağlanabilir.

9) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin değerlendirme aşamasını temsil etmektedir.

$$a) [(a \times b)] \times c = a \times b \times c = (9 \times 8) \times 4 = 72 \times 4 = 288 \text{ cm}^3,$$

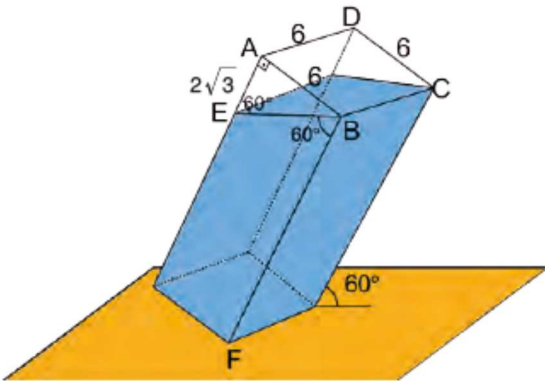
$$[(a \times b)] \times c = a \times b \times c = (6 \times 4) \times 2 = 24 \times 2 = 48 \text{ cm}^3,$$

$$288 + 48 = 336 \text{ ise, } [(a \times b)] \times c = a \times b \times c = (9 \times 8) \times h = 72 \times h = 336, h = 336/72 \text{ cm dir.}$$



$$h_1 = (336/72) - 4 = 48/72 = 2/3 \text{ cm dir.}$$

b)



Şekildeki prizmada [EB] taban düzlemine paralel olduğundan $m(\widehat{EBF}) = 60^\circ$ ve [AE] // [BF] olduğundan $m(\widehat{AEB}) = 60^\circ$ olur. AEB üçgeninde 60° lik açının karşısındaki kenarın uzunluğu $|AB| = 6$ cm ve 30° lik açının karşısındaki kenarın uzunluğu $|AE| = 2\sqrt{3}$ cm olur.

Dökülen suyun hacmi ile prizmada boş kalan kısmın hacmi aynı olacağından boşluğun hacmi üçgen prizmanın hacmine eşit olur. Prizmanın hacmi, taban alanı ile yüksekliğinin çarpımı olduğundan

$$\frac{6 \cdot 2\sqrt{3}}{2} \cdot 6 = 6\sqrt{3} \cdot 6 = 36\sqrt{3} \text{ cm}^3 \text{ bulunur.}$$

EK-7: ÇALIŞMA YAPRAĞI-3

ÜÇGEN PRİZMAYA HARCANAN MUM MİKTARI NEDEN DEĞİŞTİ?

GRUP ADI:

GRUP ÜYELERİNİN İSİMLERİ:

1. Makbule dekoratif eşyaları yenileyerek tekrar kullanılabilir olmasını hobi edinmiştir. Evde bulduğu dört tane üçgen prizma biçimdeki ahşap kalemligi yenileyerek değerlendirecektir. Boyadığı kalemliklere mum eritip doldurarak, kalemlikleri mumluk haline getirip yeniden kullanılmasını sağlayacaktır. Bir kalemligin içine 50 gram mumu eriten Makbule, 50 gramın bir kalemligi tamamen doldurmaya yettiğini görür.

2.



1

50 gram mum bir kalemligi doldurmaya yettiyse, kalan üç kalemlige de 150 gram mum yeter o zaman. Hadi bakalim, hemencecik yaparim ben bunlari.

3. Yaklaşık 2 Saat Sonra



2

Eee... Bu 150 gram mum bunlara yetmedi. Üstelik kalemliklerden biri 50 gramdan daha az mumla doldu. Ama yine de kalan mum diğer iki kalemligi doldurmaya yetmedi. Neden böyle oldu acaba?

4. Hadi Makbule' ye yardım edelim.

Sorunun sebebini bulabilmek için önce bizimde elimizde üçgen prizma bulunmalı. Hadi şimdi üçgen prizma oluşturalım.

5) i) Deftere 5-12-13 birim kenar uzunlukları olan bir dik üçgen çizin. Deftere çizdiğiniz dik üçgenin kenarlarının üzerinden 3D yazıcı kalemle geçin. Şimdi bu şeklin içini doldurarak oluşturun ve defterden ayırın.

ii) Şimdi defterlerimize üç tane dikdörtgen oluşturalım. Birinin uzunlukları 5 ve 12 birim, birinin uzunlukları 12 ve 12 birim, birinin uzunlukları 13 ve 12 birim olsun. Bu üç tane dikdörtgenin de içlerini doldurun ve defterden ayırın.

iii) Şu an elimizde bir tane içi dolu üçgen, üç tane içi dolu dikdörtgen var. Bu şekilleri kenar uzunlukları uyuşacak ve *bir üçgen prizma* oluşacak biçimde, 3D yazıcı kalemle sabitleyin.

iv) Gelin hadi içlerine mum yerine boncuk doldurarak hesaplama yapalım.

Size hazır verilen üçgen prizmayı boncuklarla doldurun. Bu prizmadaki boncukları sizin oluşturduğunuz üçgen prizmaya boşaltın ve inceleyin.

Buna göre iki üçgen prizmaya doldurduğunuz boncuk miktarı eşit mi? Eşitse veya değilse, bunun sebepleri neler olabilir? Aşağıya yazın.

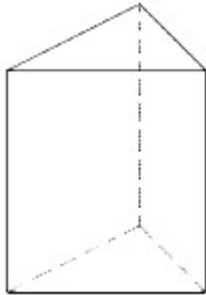


6) Elinizde bulunan prizmaların yüksekliklerini grup arkadaşlarınızla belirleyin. Sizce elinizdeki prizmaların hacmi nasıl bulunabilir? Düşündüğünüz yöntemleri aşağıya yazın. Lütfen dikkat edin; sizlerden işlem değil, yöntem ve formül istiyoruz.

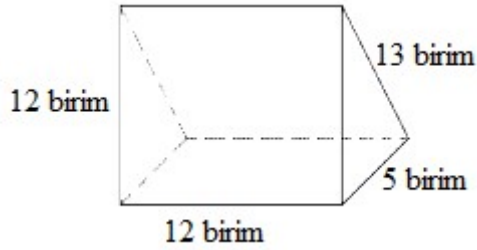
7) 5. ve 6.soru için belirlediğiniz fikirleri kısaca aşağıdaki tabloya yazın.

GRUP ADI	SİZE VERİLEN CİSMİN KENAR UZUNLUKLARI	OLUŞTURDUĞUNUZ CİSMİN KENAR UZUNLUKLARI	SİZE VERİLEN CİSMİN HACMİ	OLUŞTURDUĞUNUZ CİSMİN HACMİ

8) Taban kenar uzunlukları 6-8-10 birim olan üçgen prizmayı boncuklarla doldurmuşunuz. Bu prizmadaki boncukları taban kenar uzunlukları 5-12-13 birim olan oluşturduğunuz üçgen prizmaya boşaltmışınız. Oluşturduğunuz üçgen prizmayı Şekil-1 deki halindegken Şekil-2 deki gibi yan yüzeyi üzerine yatırırız, içindeki boncukların oluşturduğu yükseklik kaç birim olacaktır?



Şekil-1

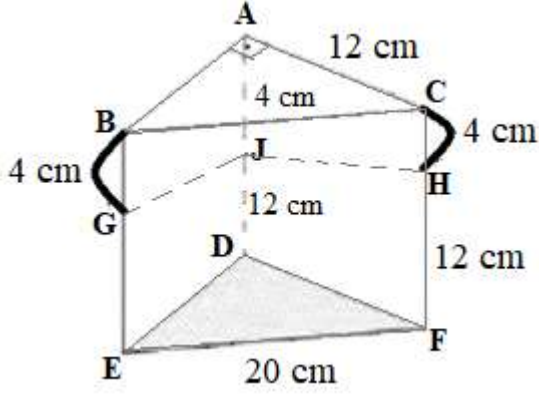


Şekil-2

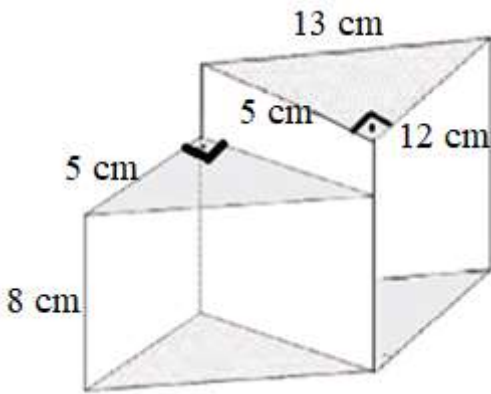
5) a) Aşağıdaki üçgen prizmadan, ABGHCJ düzgün üçgen prizması çıkartılsın ($|AB| \parallel |JG|$ ve $|AC| \parallel |JH|$). O halde

i) Çıkartılan ABGHCJ üçgen prizmanın hacmi kaç cm^3 tür?

ii) Geriye kalan JGEFHD üçgen prizmasının hacmi kaç cm^3 tür?



b) Aşağıdaki gibi iki üçgen prizma birleştirilmiş olsun. Bu yeni oluşan cisim mumluk olarak kullanılacaktır. 5-12-13 cm taban uzunluklarına sahip üçgen prizmanın en uzak iki köşesi arasındaki uzaklık $13.2^{1/2}$ cm dir. O halde mumluk için toplam kaç cm^3 mum gereklidir (resimdeki kenar uzunlukları santimetre cinsinden verilmiştir)?



EK-8: ÇALIŞMA YAPRAĞI-3 KILAVUZU

MEB Kazanımları

10.6. Uzay Geometri

10.6.1. Katı Cisimler

Terimler ve Kavramlar: dik prizma, dik piramit, yükseklik, taban alanı, yüzey alanı, yanal alan, hacim

10.6.1.1. Dik prizmalar ve dik piramitlerin uzunluk, alan ve hacim bağıntılarını oluşturur.

- Üçgen, dörtgen ve altıgen dik prizma\piramit ile sınırlandırılır.
- Gerçek hayat problemlerine yer verilir.
- Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanır.

Çalışma Kazanımları

- Üçgen prizmanın hacmini keşfeder.
- Üçgen prizmalarda taban kenar uzunlukları ve yükseklik değişmediği sürece prizmanın hacminin değişmediğini keşfeder.
- Üçgen prizmanın farklı konumlarda hacminin ve özelliklerinin değişmediğini keşfeder.
- İki üçgen ve üç dikdörtgen ile bir üçgen prizmanın oluşturulabileceğini fark eder.
- Farklı ebatlardaki üçgen tabanlı prizmaların hacimlerinin farklı olduğunu keşfeder.
- Belirli bir hacmin başka cisimlerde değişmediğini fark eder.
- Üç boyutlu cisim\cisimleri oluşturur.

Sınıf: 10. Sınıf

Konu: Katı Cisimler; Üçgen Prizmanın Hacmi

Süre: 2 Ders Saati

Amaç 1. Üçgen prizmanın hacmini keşfeder.

Amaç 2. Üçgen prizmalarda taban kenar uzunlukları ve yükseklik değişmediği sürece prizmanın hacminin değişmediğini keşfeder.

Bu çalışma yaprağının ana amacı; üçgen prizmanın hacminin keşfedilmesidir. Diğer bir amaç ise; ebatları farklı olan üçgen prizmaların hacimlerinin de farklı olduğunu gösterilmesidir. Burada üçgen prizma biçimindeki 1 kalemliği 50 gramlık mum doldurabilirken, diğer 3 kalemliğin hacimleri için 150 gram mumun yetmemesi prizmaların ebatlarının farklı olmasındandır. Ebatları farklı prizmaların hacimleri de birbirinden farklı olacaktır.

1,2,3,4 başlıklarının bütünü; 5E öğrenim modelinin giriş aşamasını temsil etmektedir. Öğrencilerin dikkatlerini çekmeyi amaçlamaktadır.

Öğretmen, öğrencilerden 1,2,3,4 başlıklı kısımları okumalarını ister.

5) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.

i-ii-iii) Bu çalışma yaprağı için; öğrenciler 5-12-13 kenar uzunluğu olan bir üçgen, 5-12, 12-12 ve 12-13 kenar uzunlukları olan üç dikdörtgen oluşturmaları istenir.

Bir üçgen ve üç dikdörtgenden, üçgen prizma oluşturma sürecinde, öğretmen rehberlik edecektir. Oluşturdukları şekillerin içlerini doldururlar ve birleştirerek sabitlerler(Bkz. 10.sınıf Uzay Geometrisi Ünitesinde 3D Yazıcı Kalemın Kullanımını Öğrenme Kağıdının Kılavuzu 5.kısım; i).

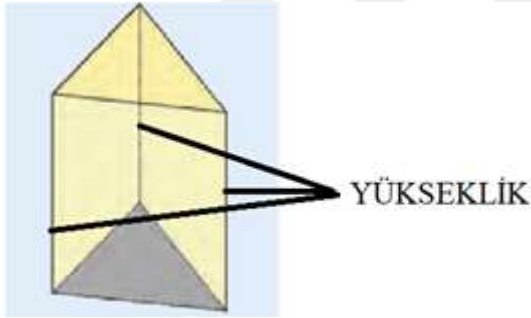
Öğrencilerin oluşturdukları cismin adlandırmasının üçgen dik prizma olduğu hatırlatılır. Ayrıca üçgen prizmanın iki üçgen ve üç dikdörtgenden oluştuğu vurgulanır.

iv) Öğrencilere tabanı 6-8-10 birim, yüksekliği 12 birim olan hazır üçgen prizmalar verilir. Bu prizmanın hazır verilmesinin sebebi, süredir. İstenirse öğrenciye de 3D kalemle oluşturulabilir. Öğrenciler yönergeleri takip ederek bir prizmadan diğerine boncukları aktarırlar. Prizmayı boncuklarla doldurdularında; prizmanın üst kısmında eksiklik kaldığını fark etmeleri beklenir. Bunun sebebinin, prizmaların ebatlarının farklı olmasıdır. Öğrencilerin bunu ifade etmeleri beklenir.

6) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.

Burada öğretmenin, öğrencilere soruda hesaplama değil yöntem ve formül sorulduğunu vurgulaması gerekir. Öğrenciler hesaplama yapmamalıdır.

Aşağıda gösterildiği gibi yanal yüzeyin her bir uzunluğu yüksekliktir.



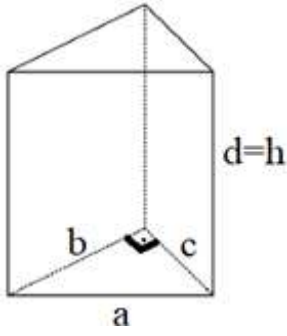
Prizmada yukarıda gösterilen kenarları yükseklik olarak gösterir. Bu uzunluk, iki cismin yükseklikleri aynı uzunlukta olduğu için 12 birim olarak bulunacaktır.

Öğrencinin, en azından taban alanı ve yüksekliğin çarpımıyla üçgen prizmanın hacminin elde edilebileceğini ifade etmesi beklenir. Bu yapıyı fark edemezlerse şu şekilde yönlendirilebilirler;

i) Hacim için dikdörtgen prizmanın hacminin taban alanı ve yüksekliğin çarpımıyla elde edildiği hatırlatılabilir. Burada da aynı düşünceyi kullanabilecekleri şekilde rehberlik edilebilir.

ii) Eğer gerekirse, genel bir formül haline getirebilmeleri için, kenarları isimlendirmeleri gerektiği hatırlatılabilir.

Bu yönlendirmelerle,



Üçgen Prizmanın Hacmi

$$= \text{Taban Alanı} \times \text{Yükseklik}$$

$$= [(b \times c)/2] \times d$$

$$= [(b \times c)/2] \times h$$

$$= (b \times c \times h)/2, h = \text{yükseklik}$$

olduğunu yazabilirler.

Ancak farklı yöntemler, fikirler ve formülleri de yazabilirler. Bunlar arasında yanlışlar da olabilir.

7) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin açıklama aşamasını temsil etmektedir.

7.sorudaki tabloda 5. ve 6.soruda elde ettiğiniz bilgileri, kendi grup adını belirterek, yazmaları istenir.

Öğretmen her gruptan bir temsilci seçilmesini ister ve bu temsilcilerin tek tek tahtaya gelmelerini rica eder.

Grup temsilcileri seçilirken öğretmen, aşağıdaki tabloyu tahtaya çizer.

GRUP ADI	SİZE VERİLEN CİSMİN KENAR UZUNLUKLARI	OLUŞTURDUĞUNUZ CİSMİN KENAR UZUNLUKLARI	SİZE VERİLEN CİSMİN HACMİ	OLUŞTURDUĞUNUZ CİSMİN HACMİ

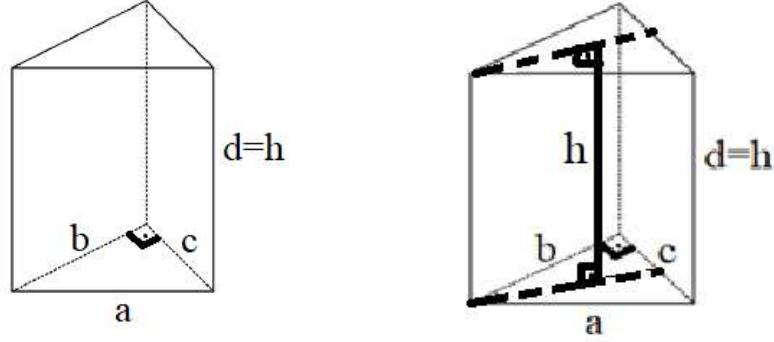
Her tahtaya çıkan temsilci, gruplarının 5 ve 6.soru için belirledikleri fikirlerini kısaca tabloya yazar ve açıklar. Böylece sırasıyla tüm gruplar fikirlerini belirtmiş olurlar. Ayrıca yanlış bir fikir varsa ortaya çıkmış olur ve öğretmenin bu yanlışı düzeltme imkânı olur. Temsilcilerin açıkladıkları bu fikirleri gruptan bir kişinin ellerindeki çalışma yapraklarında bulunan 7.sorudaki tabloya, grup adlarını belirterek, yazmaları istenir. Burada kendi gruplarının fikrini de tabloya yazacaktır. Bunun maksadı, öğrencilerin akran etkisiyle veya yanlışlarını fark ederek fikirlerini değiştirmeleri için fırsat tanınmasıdır.

Cisimlerin ebatları farklı olduğundan iki cismin hacimlerini farklı elde etmiş olacaktırlar.

Ayrıca bir durum olarak gruplar, tabloya farklı hacim bulma yöntemleri yazmış olabilirler.

Son olarak öğretmen, açıklanan fikirlerden grup olarak son raddede benimsedikleri fikri, grup adının yanındaki kutucuğa işaretlemelerini ister. Birden fazla işaretleme yapmamaları istenir. Bu seçimlerinin sebeplerini 7.sorudaki boşluğa yazmaları gerektiği belirtir.

Öğretmen hacim formülünün aşağıdaki gibi olduğunu tahtaya yazar ve öğrencilerden formülü not almalarını ister.



Üçgen Prizmanın Hacmi= Taban Alanı x Yükseklik

$$= [(b \times c) / 2] \times d = [(b \times c) / 2] \times h = (b \times c \times h) / 2, h = \text{yükseklik}$$

dir. Belirtilen hacim formülü yardımıyla ellerindeki üçgen prizmaların hacmini grup olarak hesaplamaları ve 7.sorudaki boşluğa yazmaları istenir.

Taban kenar uzunlukları 6-8-10 birim olan prizmanın hacmini,

$$\text{Cismin Hacmi} = [(6 \times 8) / 2] \times 12 = [(48) / 2] \times 12 = 24 \times 12 = 288 \text{ birimküptür.}$$

Taban kenar uzunlukları 5-12-13 birim olan prizmanın hacmini,

$$\text{Cismin Hacmi} = [(5 \times 12) / 2] \times 12 = [(60) / 2] \times 12 = 30 \times 12 = 360 \text{ birimküptür.}$$

Her grubun tabloda belirttiği fikirlerin kritiği-açıklaması yapılır. Yanlış ve doğru noktalar belirtilir.

Bu aşamada öğrencilere düzgün prizmaların ebatları farklı olduğu için iki cismin hacimlerinin farklı olduğu vurgulanır. Burada üçgen prizma biçimindeki 1 kalemliği 50 gramlık mum doldurabilirken, diğer 3 kalemliğin hacimleri için 150 gram mumun yetmemesi prizmaların ebatlarının farklı olmasındandır. Ebatları farklı prizmaların hacimleri de birbirinden farklı olacaktır.

Makbule' nin yaptığı hatanın cismin hacimlerini hesap etmemek olduğu bu yüzden mum gramının yetmediği izah edilir.

8) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin derinleştirme aşamasını temsil etmektedir.

Taban kenar uzunlukları 6-8-10 birim olan prizmanın hacmini, 288 birimküp olarak yazmıştık. Taban kenar uzunlukları 5-12-13 birim olan prizmanın hacmini de, 320 birimküp olarak yazmıştık.

$$\text{Cismin Hacmi} = [(b \times c) / 2] \times d = [(b \times c) / 2] \times h = (b \times c \times h) / 2 = (12 \times 5 \times h) / 2$$

$$= (60 \times h) / 2 = 288 \text{ ise, } h = 576 / 60 \text{ ise, } h = 96 / 10 = 9,6 \text{ birimdir.}$$

Eğer bu aşamada öğrenci soruyu anlamazsa veya uygulamak isterse; 3D yazıcı kalemle ebatları 5-12-13 birim olan, yüzeyi dolu bir üçgen oluşturulur. İçi boncuklarla dolu prizmanın tavanına 3D yazıcı kalemle sabitlenir. Sonrasında soruda olduğu gibi yan yatırılarak, öğrenciye incelenebilir.

9) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin değerlendirme aşamasını temsil etmektedir.

a) 1.YOL: i) ABGHCJ Cisminin Hacmi= $(b \times c \times h)/2 = (12 \times 16 \times 4)/2 = 384 \text{ cm}^3$

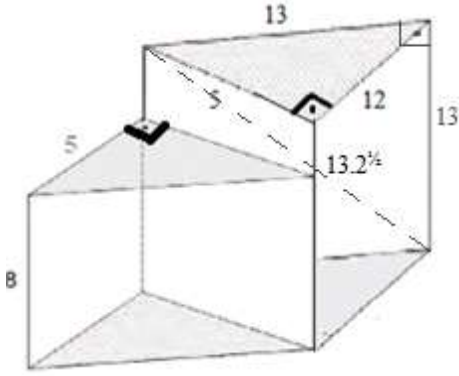
ii) JGHEFD Cisminin Hacmi= $(b \times c \times h)/2 = (12 \times 16 \times 12)/2 = 1152 \text{ cm}^3$

2.YOL: i) ABGHCJ Cisminin Hacmi= $(b \times c \times h)/2 = (12 \times 16 \times 4)/2 = 384 \text{ cm}^3$

ii) JGHEFD Cisminin Hacmi= ABCFED Cisminin Hacmi - ABGHCJ Cisminin Hacmi
 $= [(12 \times 16 \times 16)/2] - [(12 \times 16 \times 4)/2] = 1536 - 384 = 1152 \text{ cm}^3$

tür.

b) 5-12-13 tabanlı üçgen prizmanın en uzak iki köşesi arasındaki uzaklık $13.2^{1/2} \text{ cm}$ dir. O halde aşağıda gösterildiği gibi üçgen prizmanın yüksekliği 13 cm dir.



O halde;

İki Üçgen Prizmanın Toplam Hacmi= $[(5 \times 5 \times 8)/2] + [(5 \times 12 \times 13)/2]$

$$= 100 + 390 = 490 \text{ cm}^3$$

miktarında mum gereklidir.

EK-9: ÇALIŞMA YAPRAĞI-4

LOUVRE MÜZESİNİN YÜZEYİ KAÇ METREKARE CAMLA KAPLIDIR?

GRUP ADI:

GRUP ÜYELERİNİN İSİMLERİ:

1. İdare müdürü olarak çalıştığı derginin isteği üzerine Paris' e giden Burhan Altıntop, elbette Louvre Müzesi' ni de ziyaret ediyor. 10 futbol sahası büyüklüğündeki alanıyla dünyanın en büyük müzesi kabul edilen Louvre Müzesi, 350.000 den fazla esere ev sahipliği yapıyor.

2.



1 Bu ne ya! Ne biçim bir şey böyle!
Ne kadar çok cam var burada. Bir
yağmur yağsa, yandılar yani. Kaç
günde silinir bunun yüzü böyle? ☺

2 Kaç metrekare cam vardır acaba? Ben idare
müdürü olduğum için hemen hesaplayabilirim bence.
Bir bakayım, şurada 1000 metrekare olsa. Yok ya,
böyle hesaplayamam ben bunu. Olmiyi! Ne yapsak?
Yardım lazım bana!



3. Burhan' a yardım için önce aşama aşama bir piramit yapalım.

4) i) Deftere bir kenarı 7 birim olan kare çizin. Deftere çizdiğiniz karenin kenarlarının üzerinden 3D yazıcı kalemle geçerek oluşturun ve defterden ayırın.

ii) Şimdi deftere bir kenarı 7 birim olan bir eşkenar üçgen çizin. Deftere çizdiğiniz üçgenin kenarlarının üzerinden 3D yazıcı kalemle geçerek oluşturun ve defterden ayırın. Bu işlemi elinizde dört eş üçgen olacak biçimde tekrarlayın.

iii) Bu dört eşkenar üçgeni ve bir kareyi, *Louvre Müzesi* gibi olacak biçimde birbirlerine 3D kalemle sabitleyin.

Oluşan cismi çevirerek her açıdan inceleyin ve tablodaki soruları cevaplayın.

GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	
Bir Yanal Yüzeyinin Alanı	
Hangi Yüzeyden Kaç Tane	
Cismin Tüm Yüzey Alanı	

5) Elinizde bulunan piramidin yüksekliklerini grup arkadaşlarınızla belirleyin. Sizce cismin yüzey alanı nasıl bulunabilir? Düşündüğünüz yöntemleri aşağıya yazın. Lütfen dikkat edin; sizlerden işlem değil, yöntem ve formül istiyoruz.

6)

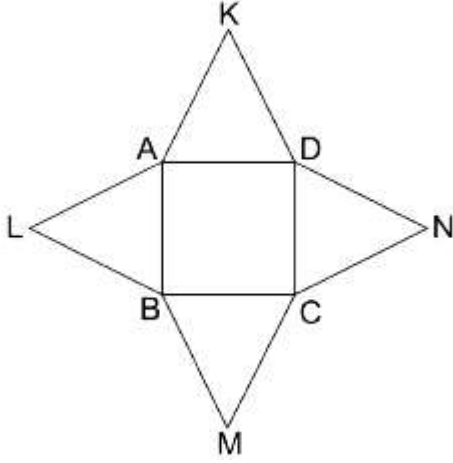


Yandaki fotoğrafta yazın güneşten korunmayı sağlayan ve dört yanı açılabilir perdelerden oluşan bir kameriye görülmektedir. Kameriyenin yanal yüzleri, ayrıtları 3 m olan karesel bölgeler, tavanı da yanal ayrıtı 2,5 m olan kare dik piramit şeklindedir. Kameriyenin güneşten eskiyen yüzünü yenisiyle değiştirmek isteyen sahibi kullanacağı kumaşın metrekaresi fiyatının 15 TL olduğunu öğrenmiştir. Ayrıca kameriyenin tabanını fayansla kaplamak istemektedir. Bunun için de fayansın metrekaresine 25 TL ödemesi gerekmektedir.

a) Buna göre bu işler için harcanması gereken toplam parayı hesaplayınız.

b) Kameriye sahibi tüm malzemeler için gerekli olan ücreti hesaplayınca, bu parayı ödeyemeyeceğini düşünür. Bu yüzden sadece tavan kumaşını değiştirmeyi ve tabanı fayans kaplatmayı ister. Bunlar için gerekli olan toplam parayı hesaplayınız.

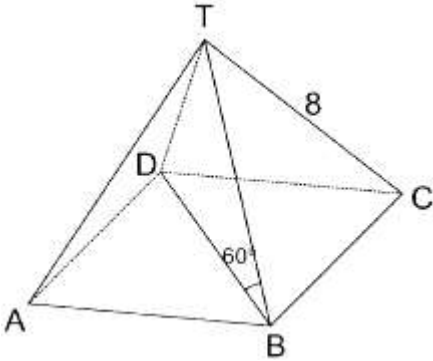
7) a)



Açınımı yandaki şekildeki gibi olan düzgün piramidin yaz yüz yüksekliği 17 cm ve tabandaki çokgenin bir kenarı 16 cm olduğuna göre bu piramidin yüzey alanının kaç cm^2 olduğunu bulunuz.



b)



Yan tarafta verilen (T, ABCD) kare dik piramidinde $m(\widehat{DBT}) = 60^\circ$ ve $|TC| = 8$ cm olduğuna göre $T(ABCD)$ kaç cm^2 dir?

EK-10: ÇALIŞMA YAPRAĞI-4 KILAVUZU

MEB Kazanımları

10.6. Uzay Geometri

10.6.1. Katı Cisimler

Terimler ve Kavramlar: dik prizma, dik piramit, yükseklik, taban alanı, yüzey alanı, yanal alan, hacim

10.6.1.1. Dik prizmalar ve dik piramitlerin uzunluk, alan ve hacim bağıntılarını oluşturur.

- Üçgen, dörtgen ve altıgen dik prizma\piramit ile sınırlandırılır.
- Gerçek hayat problemlerine yer verilir.
- Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanır.

Çalışma Kazanımları

- Piramidin yüzey alanını keşfeder.
- Piramidin taban kenar uzunlukları ve yüksekliği değişmediği sürece piramidin yüzey alanının değişmediğini keşfeder.
- Piramidin farklı konumlarda yüzey alanının ve özelliklerinin değişmediğini keşfeder.
- Bir kare ve dört eş üçgen ile bir piramidin oluşturulabileceğini fark eder.
- Üç boyutlu cisim\cisimleri oluşturur.

Sınıf: 10. Sınıf

Konu: Katı Cisimler; Piramidin Yüzey Alanı

Süre: 2 Ders Saati

Amaç 1. Piramidin yüzey alanını keşfeder.

Amaç 2. Piramidin taban kenar uzunlukları ve yüksekliği değişmediği sürece piramidin yüzey alanının değişmediğini keşfeder.

Bu çalışma yaprağının amacı; piramidin yüzey alanının keşfedilmesidir.

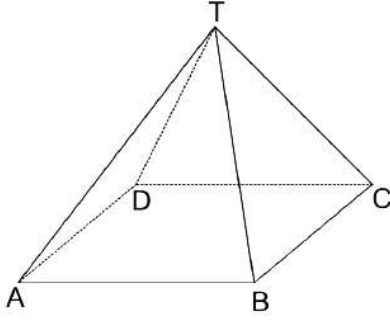
1,2,3 başlıklarının bütünü; 5E öğrenim modelinin giriş aşamasını temsil etmektedir. öğrencilerin dikkatlerini çekmeyi amaçlamaktadır.

Öğretmen, öğrencilerden 1,2,3 başlıklı kısımları okumalarını ister.

4) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.


i-ii-iii) 7 birim kenarlı dört eşkenar üçgeni ve kareyi oluşturup birleştirmeleri sürecinde, piramit oluşabilmesi için, öğretmen rehberlik edecektir(Bkz. 10.sınıf Uzay Geometrisi

Ünitesinde 3D Yazıcı Kalemin Kullanımını Öğrenme Kağıdının Kılavuzu 5.kısım; II). Öğrencilerin oluşturdukları cismin adlandırmasının kare tabanlı piramit, kare piramit olduğu söylenir.



Öğrencilere, aslında cismin yüzeylerinin doldurulmasının daha doğru olduğu söylenmelidir. Ancak zamandan dolayı öyle düşünülmesinin yeterli olacağı vurgulanmalıdır.

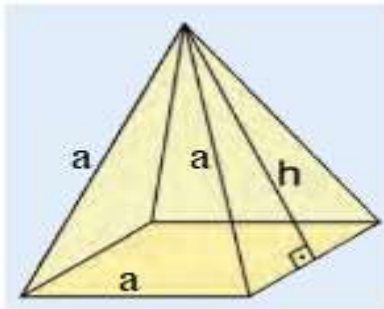
Öğrencilerin tabloyu aşağıdaki gibi doldurmaları beklenir.

GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
Taban Şeklinin Adı	Kare
Yanal Yüzey Şeklinin Adı	Eşkenar Üçgen
Bir Taban Yüzeyinin Alanı	$a^2 = 7 \times 7 = 49$ birimkare
Bir Yanal Yüzeyinin Alanı	$(a \times h)/2 = (a^2 \times 3^{1/2})/4 = (49 \times 3^{1/2})/4$ birimkare
Hangi Yüzeyden Kaç Tane	1 Kare, 4 Eşkenar Üçgen
Cismin Tüm Yüzey Alanı	1 Kare + 4 Eşkenar Üçgen

Eşkenar Üçgen Alanı= $(a \times h)/2 = (a^2 \times 3^{1/2})/4$ dir. Ancak istenilen, Üçgen Alanı= $(a \times h)/2$ dir. Bu yüzden öğrenci buna göre yönlendirilebilir.

Öğrenciler, onlardan beklenilmediği halde, cismin tüm yüzey alanı kutucuğuna; alanın sayısal değerini de yazabilirler.

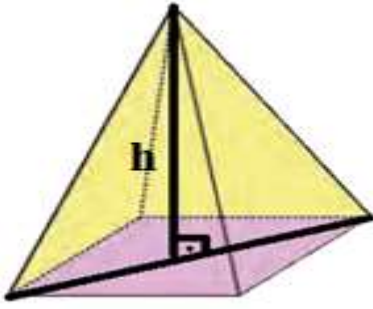
5) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.



Şekil-1

$$\begin{aligned}
 &\text{Kare Piramidin Tüm Yüzey Alanı} \\
 &= \text{Taban Alanı} + 4 \cdot \text{Yanal Alan} \\
 &= \text{Kare Tabanın Alanı} + 4 \cdot \text{Eşkenar Üçgenin Alanı} \\
 &= a^2 + 4 \cdot [(a \times h)/2] = a^2 + 2 \cdot (a \times h)
 \end{aligned}$$

olduğunu ifade etmeleri beklenir.



Şekil-2

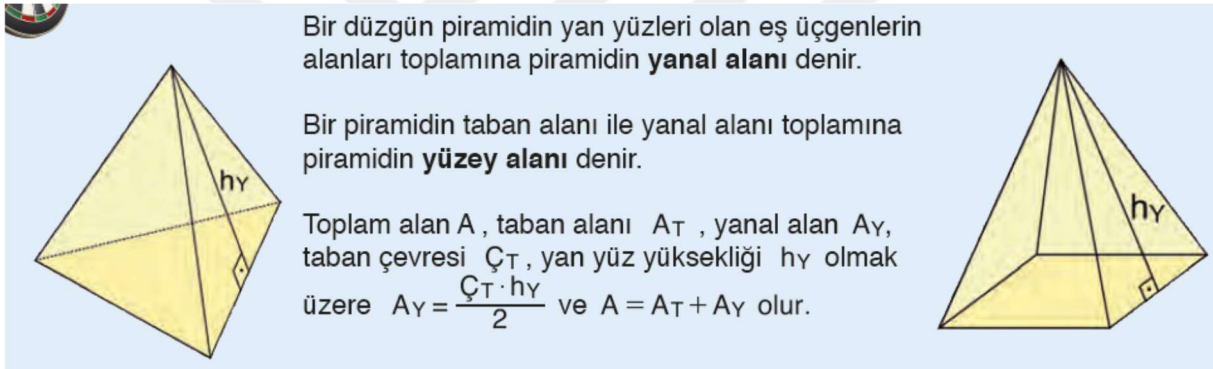
Şekil-2 deki gibi yükseklik oluşturabilirler. Ancak yüzey alanı için gereken yükseklik bu yükseklik olmadığı için, bu durum yanlıştır.

6) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin açıklama aşamasını temsil etmektedir.

Aşağıdaki özellikler öğretmen tarafından tahtaya yazılır ve öğrencilerden not almaları istenir.

Öğrencilere, piramitlerin taban şekillerine göre isimlendirildiği söylenir. Dolayısıyla bu piramidin tabanı kare olduğundan, düzgün kare piramit olarak isimlendirildiği belirtilir.

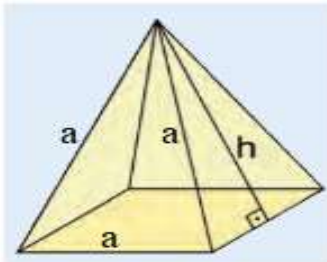
Düzdün Kare Piramit Özellikleri:



Bir düzdün piramidin yan yüzleri olan eş üçgenlerin alanları toplamına piramidin **yanal alanı** denir.

Bir piramidin taban alanı ile yanal alanı toplamına piramidin **yüzey alanı** denir.

Toplam alan A , taban alanı A_T , yanal alan A_Y , taban çevresi $\Ç_T$, yan yüz yüksekliği h_Y olmak üzere $A_Y = \frac{\Ç_T \cdot h_Y}{2}$ ve $A = A_T + A_Y$ olur.



$$\text{Yanal Alan} = (a \times h)/2$$

Kare Piramidin Tüm Yüzey Alanı

$$\begin{aligned} &= \text{Taban Alanı} + 4 \cdot \text{Yanal Alan} \\ &= a^2 + 4 \cdot [(a \times h)/2] = a^2 + 2 \cdot (a \times h) \end{aligned}$$

olarak yazılır.

Öğrencilerin 3D yazıcı kalemle oluşturdukları kare piramidin yüzey alanı,

$$\text{Tüm Yüzey Alanı} = \text{Taban Alanı} + 4 \cdot \text{Yanal Alan}$$

$$\begin{aligned} &= a^2 + 4 \cdot [(a \times h)/2] = a^2 + 2 \cdot (a \times h) = a^2 + 2 \cdot [a \times (a \cdot 3^{1/2})/2] \\ &= 7^2 + 2 \cdot [7 \times (7 \cdot 3^{1/2})/2] = 49 + (49 \cdot 3^{1/2}) = 49 \cdot (1 + 3^{1/2}) \end{aligned}$$

birimkaredir.

7) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin derinleştirme aşamasını temsil etmektedir.

Kameriyenin alt kısmı küp, tavanı da kare piramit şeklindedir. Ancak kameriye, küpün ve piramidin yanal yüzleri kaplanarak oluşturulmuştur.

a) Buna göre ihtiyaç olan yüzün alanı küp ve kare piramidin yanal alanlarının toplamı kadardır.

Küpün yanal alanı, kenar uzunluğu 3 m olan 4 karesel bölgeden oluşmuştur. Buna göre kameriyenin yan yüzlerini kaplamak için,

$$4 \times 3^2 = 36 \text{ m}^2$$

kumaş gereklidir.

Kameriyenin üst kısmı kare dik piramit şeklindedir.

Piramidin yan yüz yüksekliği Pisagor teoreminden,

$$(2,5)^2 = (1,5)^2 + h_y^2 \Rightarrow 6,25 = 2,25 + h_y^2$$

$$\Rightarrow h_y^2 = 4$$

$$\Rightarrow h_y = 2 \text{ m dir.}$$

Buna göre piramidin yanal alanı, $4 \cdot \frac{3 \cdot 2}{2} = 12 \text{ m}^2$ dir.

O halde kullanılacak kumaşın yüzey alanı toplamda,

$$36 + 12 = 48 \text{ m}^2$$

dir. Metrekare fiyatı 15 TL olan kumaştan 48 m^2 kullanılacağından bu iş için harcanması gereken para,

$$48 \times 15 = 720 \text{ TL dir.}$$

Fayansla kaplanacak taban ise,

$$3 \times 3 = 9 \text{ m}^2$$

dir. Metrekare fiyatı 25 TL olan fayanstan 9 m^2 kullanılacağından bu iş için harcanması gereken para,

$$9 \times 25 = 225 \text{ TL dir.}$$

O halde bu iş için gereken toplam miktar,

$$720 + 225 = 945 \text{ TL}$$

dir.

b) Tavan kısmındaki piramidin yanal alanını 12 m^2 bulmuştuk. Metrekare fiyatı 15 TL olan kumaştan 12 m^2 kullanılacağından bu iş için harcanması gereken para,

$$12 \times 15 = 180 \text{ TL dir.}$$

Tabanın fayans kaplanması için gerekli miktarın, 225 TL olduğunu bulmuştuk.

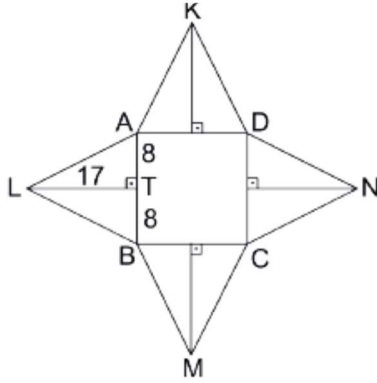
O halde bu iş için gereken toplam miktar,

$$180 + 225 = 405 \text{ TL}$$

dir.

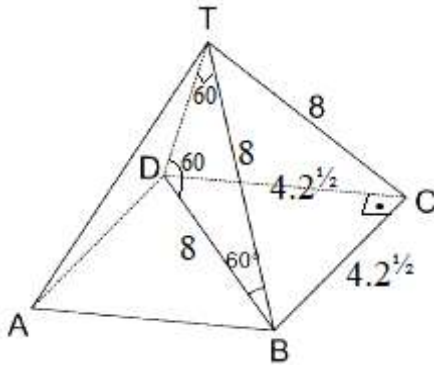
8) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin değerlendirme aşamasını temsil etmektedir.

a)



Verilen açınım düzgün piramit açınımlı olduğundan ABCD karedir. Ayrıca $\widehat{KAD} \cong \widehat{LBA} \cong \widehat{MCB} \cong \widehat{NDC}$ olan ikizkenar üçgenlerdir. Düzgün piramidin yüzey alanı eş olan bu dört ikizkenar üçgenin alanı ile ABCD karesinin alanının toplamıdır. LBA üçgenin alanı $\frac{|LT| \cdot |AB|}{2} = \frac{17 \cdot 16}{2} = 136 \text{ cm}^2$ olur. Piramidin yanal yüzeyinin alanı ise $A_Y = 4 \cdot A(\widehat{LBA}) = 4 \cdot 136 = 544 \text{ cm}^2$ olur. Piramidin taban alanı $A_T = A(ABCD) = 16^2 = 256 \text{ cm}^2$ olur. Piramidin yüzey alanı ise $A_T + A_Y = 256 + 544 = 800 \text{ cm}^2$ bulunur.

b) Öğrenciler soruyu anlayamayabilir veya çözümünde zorlanabilirler. Bu durumlar görülürse, ellerinde bulunan kare piramide, 3D yazıcı kalemle $|DB|$ kenarortayını oluşturmaları istenebilir. Böylece cismi ve çözümü daha rahat görebileceklerdir.



h için,

$$[(4.2^{1/2})/2]^2 + h^2 = 8^2 \text{ ise,}$$

$$h^2 = 56, h = 2.14^{1/2} \text{ dir.}$$

Kare Piramidin Tüm Yüzey Alanı

$$= a^2 + 4 \cdot [(a \times h)/2] = a^2 + 2 \cdot (a \times h)$$

$$= (4.2^{1/2})^2 + 2 \cdot [(4.2^{1/2}) \times (2.14^{1/2})]$$

$$= 32 + 32.7^{1/2} \text{ cm}^2 \text{ dir.}$$

EK-11: ÇALIŞMA YAPRAĞI-5

PASTAYA KAKAOYU NASIL KATACAĞIZ?

GRUP ADI:

GRUP ÜYELERİNİN İSİMLERİ:

1.Zeliha restoranda çalışmaya başlamıştır. Ancak yemek yapmak konusunda pek bilgi sahibi değildir. Kakaolu bir pasta yapmak için tarif kitabına bakmaktadır.

2.



3.



4.Hadi Zeliha' ya Yardım Edelim.

Pasta kalıbının üçte birini bir piramitle nasıl dolduracağımızı bulabilmek için, önce bizimde elimizde bir küp ve bir kare piramit bulunmalı. Hadi bu cisimleri oluşturalım.

5) i) Deftere kenar uzunlukları 9 birim olan bir kare çizin. Deftere çizdiğiniz karenin kenarlarının üzerinden 3D yazıcı kalemle geçerek oluşturun. Bu karenin içini doldurun ve defterden ayırın. Bu işlemi 5 kere yapın. Oluşan kareleri 3D kalemle birleştirip sabitleyerek *küp* elde edin.

ii) Deftere taban kenarı ve yüksekliği 9' ar birim bir üçgen çizin. Deftere çizdiğiniz üçgenin kenarlarının üzerinden 3D yazıcı kalemle geçerek oluşturun. Bu üçgenin içini doldurun ve defterden ayırın. Bu işlemi 4 kere yapın. Oluşan üçgenleri 3D kalemle birleştirip sabitleyerek *kare tabanlı piramit* elde edin.

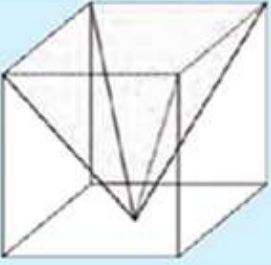
iii) Gelin hadi içlerine kakao yerine boncuk doldurarak inceleyelim.

Oluşturduğunuz piramidin tamamını boncuklarla doldurup, bu boncukları küpe boşaltın. Küpü doldurabilmek için piramidi kaç kere boncuklarla doldurmanız gerektiğini aşağıya yazın.

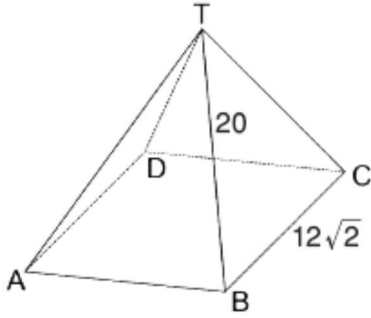
6) Küpün hacim formülü ile piramidin hacim formülü arasında nasıl bir ilişki vardır? Küp hacmi üzerinden kare piramit hacim formülünü aşağıya yazın. Lütfen dikkat edin; sizlerden işlem değil, yöntem ve formül istiyoruz.

7) Oluşturduğunuz küpün içine oluşturduğunuz piramidi, aşağıdaki tabloda olduğu gibi, yerleştirin.

Aşağıdaki tabloyu doldurun.

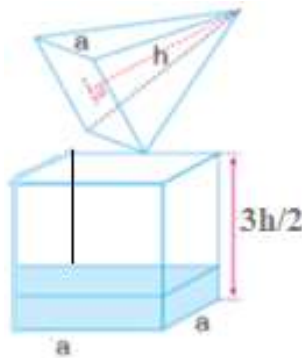
GEOMETRİK CİSİM	
CİSMİN ÖZELLİKLERİ	
İç Kısımın Kenar Sayısı	
İç Kısımın Köşe Sayısı	
İç Kısımın Yüzey Sayısı	
Taban Şeklinin Adı	
Taban Alanı	
Cismın Hacmi	
Cismın İç Hacmi	

8) a)



Yandaki şekilde verilen düzgün kare piramitte $|TB|= 20$ cm ve $|BC|= 12.2^{1/2}$ cm olduğuna göre (T, ABCD) düzgün kare piramidin hacminin kaç cm^3 olduğunu bulunuz.

b)



Yandaki şekilde verilen küp şeklindeki kap boş, kare dik piramit şeklindeki kap ise su ile dolu iken piramit kaptaki su, küp kaba dolduruluyor.

Şekilde verilenlere göre doldurulan suyun yüksekliği küpün yüksekliğinin kaçta kaç olur?

EK-12: ÇALIŞMA YAPRAĞI-5 KILAVUZU

MEB Kazanımları

10.6. Uzay Geometri

10.6.1. Katı Cisimler

Terimler ve Kavramlar: dik prizma, dik piramit, yükseklik, taban alanı, yüzey alanı, yanal alan, hacim

10.6.1.1. Dik prizmalar ve dik piramitlerin uzunluk, alan ve hacim bağıntılarını oluşturur.

- a) Üçgen, dörtgen ve altıgen dik prizma\piramit ile sınırlandırılır.
- b) Gerçek hayat problemlerine yer verilir.
- c) Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanır.

Çalışma Kazanımları

- a) Piramit hacmini keşfeder.
- b) Taban kenarları ve yüksekliği eşit olan piramidin hacminin, yine aynı kenar uzunluğuna sahip küpün hacminin üçte birine eşit olduğunu keşfeder.
- c) İçine kare tabanlı piramit yerleştirilen küpün özelliklerini keşfeder.
- d) Belirli bir hacmin başka cisimlerde değişmediğini fark eder.
- e) Küp prizmanın ve kare tabanlı piramidin farklı konumlarda özelliklerinin değişmediğini fark eder.
- f) Üç boyutlu cisim\cisimleri oluşturur.

Sınıf: 10. Sınıf

Konu: Katı Cisimler; Piramit Hacmi; İçine Kare Tabanlı Piramit Yerleştirilen Küpün Özellikleri

Süre: 2 Ders Saati

Amaç 1. Piramit hacmini keşfeder.

Amaç 2. İçine kare tabanlı piramit yerleştirilen küpün özelliklerini keşfeder.

Bu çalışma yaprağının amacı; öğrencilerin, taban kenarları ve yüksekliği eşit olan piramidin hacminin, yine aynı kenar uzunluğuna sahip küpün hacminin üçte birine eşit olduğunu keşfetmeleridir. Bir kare piramitle bir küpün üçte birini doldurabileceklerini görmeleri istenmektedir. Böylece küp hacmi ile kare piramidin hacmine ulaşabileceklerini fark etmeleri mümkün olacaktır. Bu iki hacim formülü arasındaki ilişkiyi kurmaları beklenir.

1,2,3,4 başlıklarının bütünü; 5E öğrenim modelinin giriş aşamasını temsil etmektedir. Öğrencilerin dikkatlerini çekmeyi amaçlamaktadır.

Öğretmen, öğrencilerden 1,2,3,4 başlıklı kısımları okumalarını ister.

5) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.

i) Bir küp ve bir kare piramit oluşturma sürecinde, öğretmen rehberlik edecektir.

Beş içi dolu kareden (bir yüzeyi açık olan) bir küp oluşturmaları istenir. Oluşturdukları kareleri birleştirerek, 3D yazıcı kalemle sabitlerler(Bkz. 10.sınıf Uzay Geometrisi Ünitesinde 3D Yazıcı Kalemin Kullanımını Öğrenme Kağıdının Kılavuzu 1.kısım ve 5.kısım; i).

ii) Dört içi dolu üçgenden (taban yüzeyi olmayan) bir kare tabanlı piramit oluşturmaları istenir. Oluşturdukları üçgenleri birleştirerek, 3D yazıcı kalemle sabitlerler(Bkz. 10.sınıf Uzay Geometrisi Ünitesinde 3D Yazıcı Kalemin Kullanımını Öğrenme Kağıdının Kılavuzu 1.kısım ve 5.kısım; i).

iii) Kare piramidin tamamını boncuklarla doldurup, bu boncukları küpe boşaltırlar. Küpü doldurabilmek için piramidi 3 kere boncuklarla doldurmaları gerektiğini keşfederler.

6) Bu aşama da 5.soruda olduğu gibi; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.

Öğrencilerin piramit hacmiyle küp hacmine; küp hacmiyle de piramit hacmine ulaşabileceklerini fark etmeleri beklenir. Küp hacminin üçte biri ile piramit hacminin elde edebileceklerini keşfetmeleri beklenir.

Küp hacmi= a^3 ve kare piramit küpün üçte biri ise,

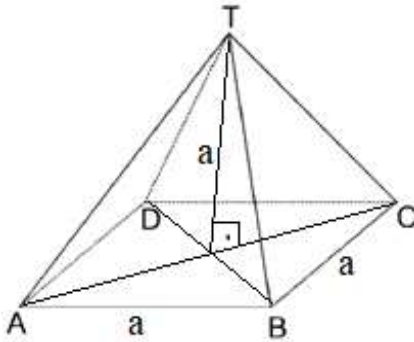
Kare Piramit Hacmi= $a^3/3$

yazmaları beklenir. Eğer bu sonuca ulaşamazlarsa, şu şekilde yönlendirilebilirler;

i) Küpün hacminin taban alanı ve yüksekliğin çarpımıyla elde edildiği hatırlatılabilir. Burada da aynı düşüncüyü kullanabilecekleri şeklinde rehberlik edilebilir. Ancak küpü, kaç adet piramitle doldurduklarına dikkat etmeleri gerektiği vurgulanmalıdır.

ii) Eğer gerekirse, genel bir formül haline getirebilmeleri için, kenarları isimlendirmeleri gerektiği hatırlatılabilir.

Bu yönlendirmelerle,



Kare Piramit Hacmi= $a^3/3$

yazmaları beklenir.

Belki aşağıdaki formülü de yazabilirler.

Kare Piramit Hacmi

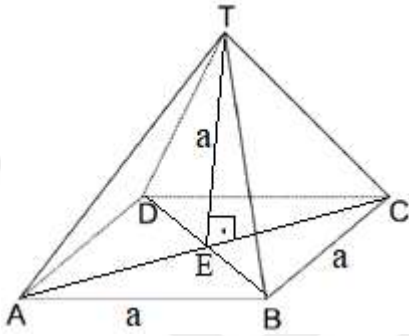
=1/3(Taban Alanı x Yükseklik)

Bu aşamada birbirinden çok farklı cevaplar da ortaya çıkabilir.

7) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin açıklama aşamasını temsil etmektedir.

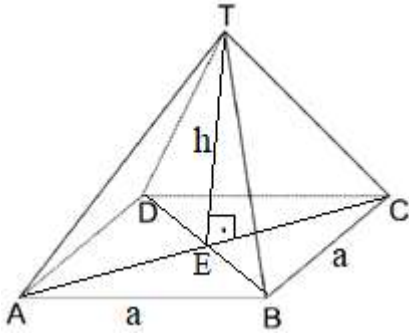
Öğretmen, öğrencilere, **taban kenarları ve yüksekliği eşit olan piramidin hacminin, yine aynı kenar uzunluğuna sahip küpün hacminin üçte birine eşit olduğunu ifade eder. Burada kenar uzunluklarının eşit olduğu için küp hacminin üçte birinin, piramit hacmine eşit olabildiği vurgulanmalıdır.** Ayrıca herhangi bir piramidin hacmini hesaplamak için, taban alanı ile yüksekliğinin çarpımının üçte birini hesaplamak gerektiği belirtilir. Aşağıdaki formülü tahtaya yazar ve bu bilgileri öğrencilerin kendi ifadelerini kullanarak not almalarını ister.

Elimizdeki kare piramidin taban alanı ve yüksekliği aynı olduğu için, bu uzunluklara a denilirse;



$$\text{Kare Piramit Hacmi} = a^3/3$$

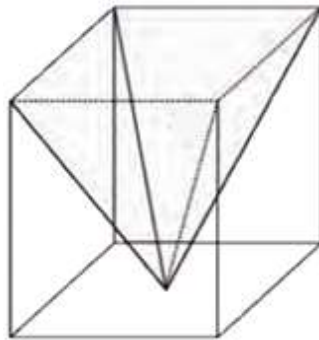
dir. Burada $|TE|$ uzunluğunun aslında cismin yüksekliği olduğu söylenir. Ellerindeki piramidlerin tabanları zemindeyken, zeminden uç noktaya kadar olan kısmın yükseklik olduğu şekil üzerinde gösterilebilir. O halde yükseklik h olarak yazılırsa;



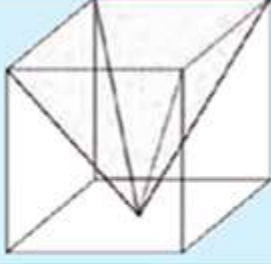
$$\begin{aligned} \text{Kare Piramit Hacmi} \\ = 1/3(\text{Taban Alanı} \times \text{Yükseklik}) \end{aligned}$$

genel formülüne ulaşılır ve bu formülün herhangi bir üçgen piramit için geçerli olduğu vurgulanır.

8) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin derinleştirme aşamasını temsil etmektedir.



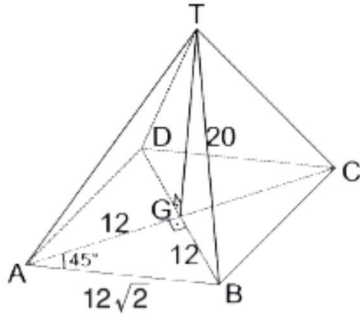
Öğrencilerin cismi yukarıdaki hale getirip, inceleyip, tabloyu aşağıdaki gibi doldurmaları beklenir.

GEOMETRİK CİSİM	
CİSİMİN ÖZELLİKLERİ	
İç Kısımın Kenar Sayısı	16
İç Kısımın Köşe Sayısı	9
İç Kısımın Yüzey Sayısı	9
Taban Şeklinin Adı	Kare
Taban Alanı	$9 \times 9 = 81 \text{ br}^2$
Cismin Hacmi	$9 \times 9 \times 9 = 729 \text{ br}^3$
Cismin İç Hacmi	$\text{Küpün Hacmi} - \text{Piramidin Hacmi} = 729 - 243 = 486 \text{ br}^3$

Ancak tablodakinden farklı değerler yazabilirler. Ancak bu yanlışları cisim üzerinden göstererek düzeltmek gerekir.

9) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin değerlendirme aşamasını temsil etmektedir.

a)

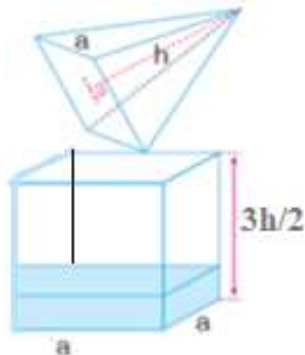


G noktası ABCD karesinin ağırlık merkezidir. Bu durumda

$[TG] \perp [GB]$ olduğundan \widehat{TGB} dik üçgen olur. TGB dik üçgeninde 3 birim - 4 birim - 5 birim dik üçgeni yardımıyla piramidin yüksekliği $h = |TG| = 16 \text{ cm}$ bulunur.

Piramidin hacmi $\frac{A(ABCD) \cdot h}{3} = \frac{(12\sqrt{2})^2 \cdot 16}{3} = 1536 \text{ cm}^3$ bulunur.

b)



Yandaki şekilde verilen küp şeklindeki kap boş, kare dik piramit şeklindeki kap ise su ile dolu iken piramit kaptaki su, küp kaba dolduruluyor.

O halde,

1.YOL: Suyun Hacmi= Kare Piramidin Hacmi= $(a \times h)/3$
dir.

$$\text{Küpün hacmi} = a^3 = [a^2 \times (3h/2)] = (3a^2h)/2$$

dir. Buradan

Küpü yüksekliğinin doldurulan suyun yüksekliğine oranı,

$$[(3a^2h)/2] / [(a \times h)/3] = 9a^2h/2ah = 9a/2$$

dir.

2.YOL: Suyun Hacmi= Kare Piramidin Hacmi= $(a \times h)/3$
dir.

$$\text{Küpün hacmi} = a^3 = [a^2 \times (3h/2)] = (3a^2h)/2$$

dir. Buradan doldurulan suyun yüksekliği h_1 olmak üzere,

$$a^2 \times h_1 = (a \times h)/3 \text{ ise,}$$

$$\text{Doldurulan Suyun Yüksekliği} = h_1 = ah/3a^2 = h/3a$$

dir. Küpü yüksekliğinin doldurulan suyun yüksekliğine oranı,

$$(3h/2) / (h/3a) = 9a/2$$

dir.

EK-13: ÇALIŞMA YAPRAĞI-6

BİR PASTADAN KAÇ PİRAMİT ÇIKAR?

GRUP ADI:

GRUP ÜYELERİNİN İSİMLERİ:

1.Mine, Ayla ve Sezgin lise öğrencisi üç arkadaştır. Bir kafeye sohbet etmeye giden arkadaşlar pasta siparişi verirler. Pasta aşağıdaki gibi bir dilim olarak gelince, Ayla' nın aklına bir fikir gelir:

2.“Arkadaşlar pasta aynı hocamızın derste anlattığı gibi üçgen prizmaya benziyor değil mi? Acaba kitaptaki sorularda yaptığımız gibi piramit biçiminde dilimleyebilir miyiz pastayı?”

3.Sezgin:

“Neden olmasın?”

4.Mine ise hevesle:

“Hadi deneyelim o zaman ☺”

5.



6.Hadi bizde yapalım ☺

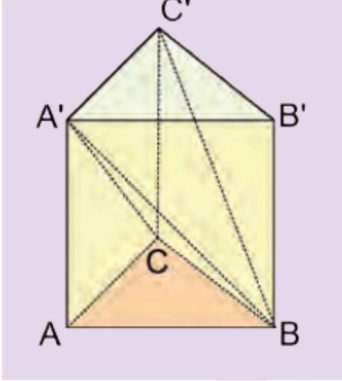
Bunun için önce bizimde elimizde bir üçgen prizma olmalı. Hadi şimdi üçgen prizma oluşturalım.

7) i) Deftere iki dik kenarı 4'er cm olan bir dik üçgen çizin. 3D yazıcı kalem ile üzerinden geçerek şekli oluşturun. Oluşturduğunuz şeklin içini 3D yazıcı kalemle doldurun ve defterden ayırın. Aynı işlemi tekrar yaparak içi dolu iki eş üçgen oluşturun.

ii) Şimdi bu iki üçgeni arkadaşınızın yardımıyla, defterinizin üzerinde birbirine paralel olarak yerleştirin. Üçgenlerin arasındaki mesafenin 10 birim olmasını sağlayın. Bu yöntemle, yüksekliği 10 birim olan bir üçgen prizma oluşturun.

iii) Artık bizimde elimizde üçgen prizma bir pasta var ☺

Şimdi de buradan kaç tane düzgün üçgen piramit çıkartabileceğimize bakalım.



Yukarıdaki şekildeki $A'B$ köşegeni ve $C'B$ köşegenini 3D yazıcı kalemle oluşturun.

iv) Şimdi $A'BC$ üçgenini ve $BC'B'$ üçgenini iki kağıt parçasıyla kapatın. Bu kağıtları 3D kalemle cisme sabitleyin.

Sonuç olarak elinizdeki prizmada kaç adet üçgen piramit görüyorsunuz?

8) Size verilen kabı boncuklarla doldurun. Grup arkadaşlarınızın elleriyle yan yüzlerini kapattığı üçgen prizmanın bir gözüne boncukları boşaltın. Aynı yöntemle diğer gözleri de boncuklarla doldurun.

a) Elinizdeki üçgen prizmanın köşe noktaları yukarıdaki şekilde gördüğümüz gibi isimlendirilmiş olsun. Buna göre bu üçgen piramitlerin hacimlerini, piramitlerin ismini yazarak büyükten küçüğe doğru sıralayın?

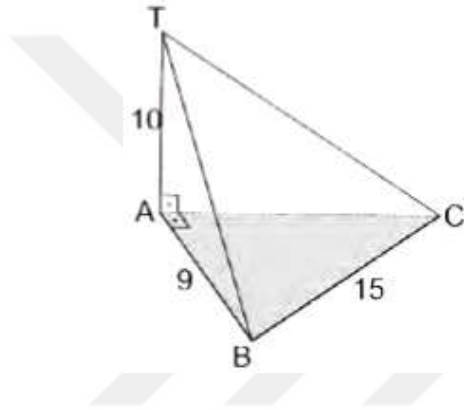
b) Sizce bu piramitlerin hacmi ne olabilir? Üçgen prizmanın hacmini kullanarak, piramitlerin hacim formüllerini aşağıya yazın. Lütfen dikkat edin; sizlerden işlem değil, yöntem ve formül istiyoruz.

9) Elinizdeki üçgen prizmanın ölçülerinde 3 adet daha üçgen prizmanızın olduğunu düşünün (A^1B ve C^1B köşegenleri de dâhil olmak üzere). Bu 4 üçgen prizmayı bir dikdörtgen prizma oluşacak biçimde bir araya getirdiğinizi düşünün.

a) Bu dikdörtgenler prizması kaç tane üçgen piramit içermektedir?

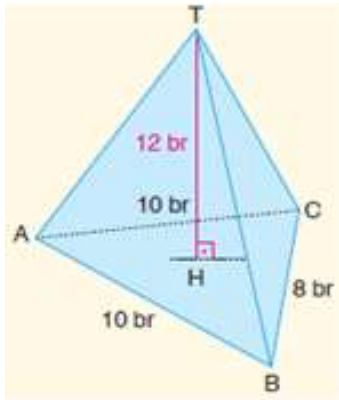
b) Dikdörtgen prizmanın hacminin, bir piramit hacmine oranı nedir?

10) a)



Yandaki şekilde (T, ABC) piramidinde $[BA]$ diktir $[CA]$, $[CA]$ diktir $[TA]$ olmak üzere $|AB|=9$ cm, $|BC|=15$ cm, $|TA|=10$ cm olduğuna göre piramidin hacminin kaç cm^3 olduğunu bulunuz.

b)



Yandaki ikizkenar üçgen dik piramitte $|AB|=|AC|=10$ br, $|BC|=8$ br ve $|TH|=12$ br olduğuna göre piramidin hacminin kaç birim küp olduğunu bulunuz.

EK-14: ÇALIŞMA YAPRAĞI-6 KILAVUZU

MEB Kazanımları

10.6. Uzay Geometri

10.6.1. Katı Cisimler

Terimler ve Kavramlar: dik prizma, dik piramit, yükseklik, taban alanı, yüzey alanı, yanal alan, hacim

10.6.1.1. Dik prizmalar ve dik piramitlerin uzunluk, alan ve hacim bağıntılarını oluşturur.

- Üçgen, dörtgen ve altıgen dik prizma\piramit ile sınırlandırılır.
- Gerçek hayat problemlerine yer verilir.
- Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanır.

Çalışma Kazanımları

- Bir üçgen dik prizmanın üç eş parçaya ayrılmasıyla, üç eş üçgen piramit oluştuğunu keşfeder.
- Üç eş üçgen piramit ile bir üçgen dik prizmanın oluşturulabileceğini fark eder.
- Bir üçgen prizmanın hacminin üçte birinin, bir piramit hacmine eşit olduğunu keşfeder.
- Üç eş üçgen piramidin hacimlerinin toplamının bir üçgen prizmanın hacmine eşit olduğunu keşfeder.
- Üçgen dik prizmanın farklı konumlarda özelliklerinin değişmediğini fark eder.
- Dört eş üçgen dik prizmanın birleşmesi ile bir dikdörtgen prizma oluştuğunu keşfeder.
- Dört eş üçgen dik prizmanın hacminin toplamının bir dikdörtgenler prizmasının hacmine eşit olduğunu keşfeder.
- On iki eş üçgen piramit ile bir dikdörtgen prizmanın oluştuğunu keşfeder.
- On iki eş üçgen dik piramidin hacimleri toplamının bir dikdörtgen prizmanın hacmine eşit olduğunu keşfeder.
- Dikdörtgen prizmanın farklı konumlarda özelliklerinin değişmediğini fark eder.
- Üçgen piramidin farklı konumlarda özelliklerinin değişmediğini fark eder.
- Üç boyutlu cisim\cisimleri oluşturur.

Sınıf: 10. Sınıf

Konu: Katı Cisimler; Üçgen Piramidin Hacmi

Süre: 2 Ders Saati

Amaç 1. Üçgen piramidin hacmini keşfeder.

Amaç 2. Bir üçgen dik prizmanın üç eş parçaya ayrılmasıyla, üç eş üçgen piramit oluştuğunu keşfeder.

Bu çalışma yaprağının amacı; üçgen prizmanın hacminin üçte birinin piramit hacmine eşit olduğunun keşfedilmesidir.

1,2,3,4,5,6 başlıklarının bütünü; 5E öğrenim modelinin giriş aşamasını temsil etmektedir. Öğrencilerin dikkatlerini çekmeyi amaçlamaktadır

Öğretmen, öğrencilerden 1,2,3,4,5,6 başlıklı kısımları okumalarını ister.

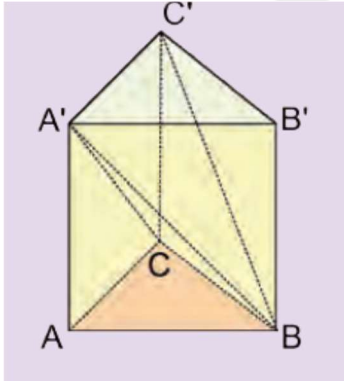
7) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.

i-ii) 4-4-4.2^{1/2} cm kenar uzunluklarına sahip iki dik üçgeni oluşturup birleştirmeleri sürecinde, 10 cm yüksekliğe sahip üçgen prizma oluşabilmesi için, öğretmen rehberlik edecektir(Bkz. 10.sınıf Uzay Geometrisi Ünitesinde 3D Yazıcı Kalemın Kullanımını Öğrenme Kağıdının Kılavuzu 2.kısım; I, II, III ve 5.kısım; i).

Öğrencilerin oluşturdukları cismin adlandırmasının üçgen dik prizma olduğu söylenir.

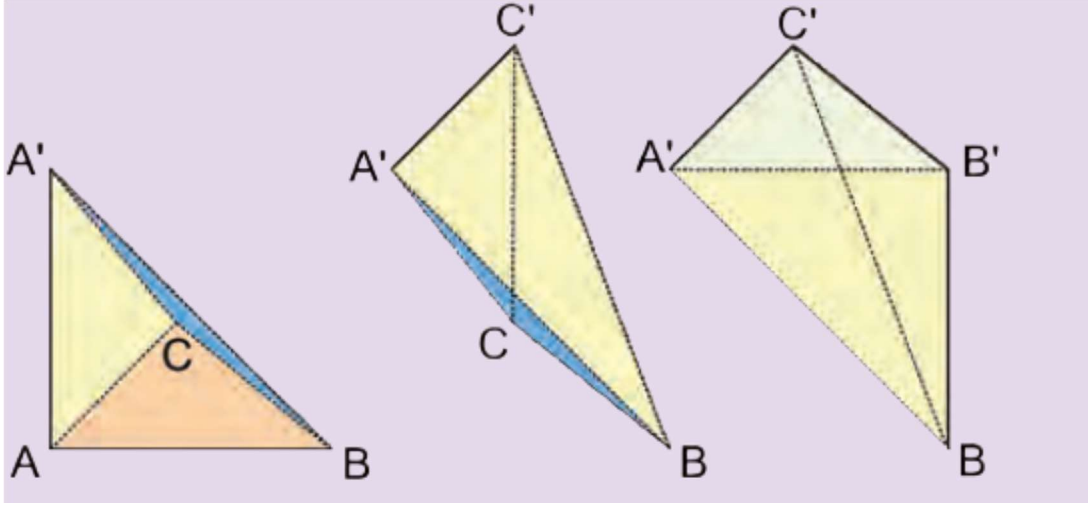
Öğrencilere, aslında cismin yüzeylerinin doldurulmasının daha doğru olduğu söylenmelidir. Ancak zamandan dolayı öyle düşünülmesinin yeterli olacağı vurgulanmalıdır.

iii) Öğrencilerin aşağıdaki şekilde olduğu gibi, A'B köşegeni ve C'B köşegenini 3D yazıcı kalemle oluşturmaları sağlanır.



iv) Şimdi A'BC üçgenini ve BC'B' üçgenini, defterlerinden kestikleri iki kağıt parçasıyla kapatmaları istenir. Böylece üçgen prizmalarını, üç üçgen piramide böldüklerini keşfedebilirler.

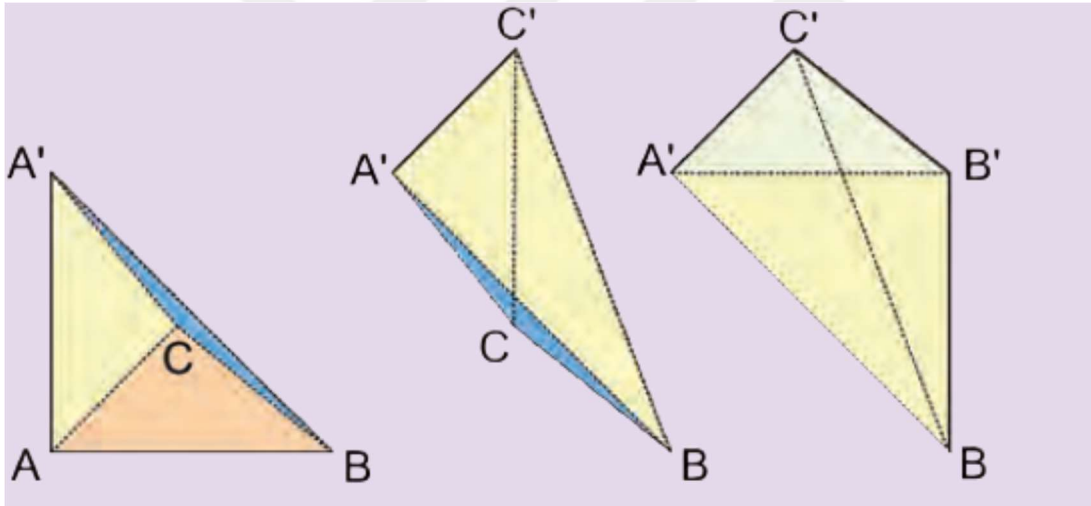
Sonuç olarak ellerindeki prizmada üç adet üçgen piramit olduğunu yazmaları beklenir.



8) Bu aşama da; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.

a) Öğrencilerin yönergeleri takip ederek boncukları üçgen prizmaya doldurmaları istenir. Bu esnada verilen kabı üç kere doldurduklarında, üç piramidi doldurabildiklerini keşfetmeleri beklenir. Böylece üç piramidin eş olduklarını da fark etmeleri beklenir.

a) Öğrenciler aşağıdaki gibi isimlendirilen üç piramidin, hacimlerini sıralamaya çalışır.



Bu sıralamada üç piramidin eş olduklarını yazmaları beklenir. Ancak farklı sıralamaları da yazabilirler. Bu ise yanlıştır. Öğrencilere geri bildirimde bulunulmalıdır.

b) Prizma hacminin üçte birinin bir piramit hacmine eşit olduğunu yazmaları beklenir.

Bu yapıyı fark edemezlerse şu şekilde yönlendirilebilirler;

i) Bir kabı üç kere doldurarak, üçgen prizmanın bütününi doldurabildikleri hatırlatılır. Üçgen prizmanın, gördükleri gibi üç eş piramitten oluştuğu vurgulanır. Ayrıca üçgen prizmanın hacminin, taban alanı \times yükseklik olduğu hatırlatılabilir.

ii) Eğer gerekirse, genel bir formül haline getirebilmeleri için, kenarları isimlendirmeleri gerektiği hatırlatılabilir.

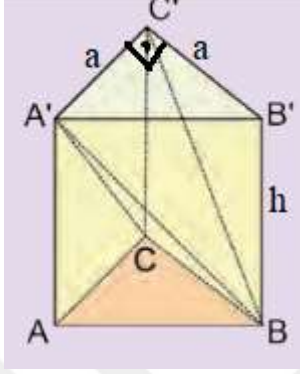
Bu yönlendirmelerle,

Dik
Piramitlerin
Hacmi

Bir dik piramidin hacmi, tabanı ve yüksekliği piramidin tabanı ve yüksekliğine eş olan dik prizmanın hacminin üçte birine eşittir. Buna göre,

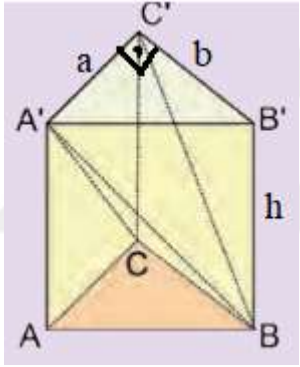
$$\text{Hacim} = \frac{1}{3} \cdot (\text{Taban Alanı}) \cdot (\text{Yükseklik})$$

bağıntısıyla bulunur.



$$\text{Dik Piramidin Hacmi} = [(a^2/2) \times h] / 3$$

biçiminde formülü yazmaları beklenir. Belki,



$$\text{Dik Piramidin Hacmi} = \{[(a \times b)/2] \times h\} / 3$$

genel formülünü de yazabilirler.

Ancak farklı veya yanlış yöntemler, fikirler ve formülleri de yazabilirler.

9) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin açıklama aşamasını temsil etmektedir.

Her gruptan bir temsilci öğrenci sırasıyla tahtaya kaldırılarak 8.sorudaki fikirlerini anlatmaları istenir.

Sonrasında, aşağıdaki ifadeler öğretmen tarafından açıklanır.

Prizmanın tabanları birbirine eş olan ABC üçgeni ile A'B'C' üçgeninden oluşmaktadır. Bu durumda (A', \widehat{CAB}) ile (B, $\widehat{C'A'B'}$) piramidlerinin taban alanları ve yükseklikleri eşittir. Buradan hacimlerinin de eşit olduğu görülür. Yine A'AC ile CC'A' eş olduğundan (B, $\widehat{A'AC}$) ile (B, $\widehat{C'A'C}$) piramidlerinin taban alanları ve yükseklikleri eşit dolayısıyla hacimleri de birbirine eşittir.

Bu aşamada oluşturulan üç üçgen piramidin de tabanları ve yüksekliklerinin aynı olduğu ve hacimlerinin bu yüzden eşit olduğu ifade edilir.

Daha sonra görüldüğü gibi üçgen prizmanın hacminin 3 adet üçgen piramidin hacmine eşit olduğu öğretmen tarafından aşağıdaki ifadelerle tahtaya yazılır. Öğrencilerin defterlerine not alması istenir. Burada dik üçgen prizma olmasının şart olmadığı, herhangi bir üçgen prizmanın da bu özelliği sağladığı vurgulanır.



Bilgi

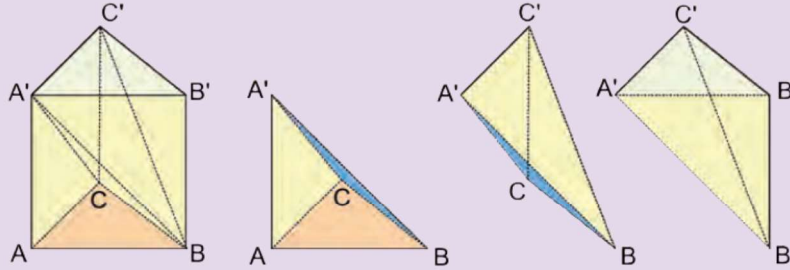
Herhangi bir piramidin hacmi, taban alanı ile yüksekliğinin çarpımının üçte biridir.

Bu özelliğin doğruluğu aşağıdaki gibi gösterilebilir.



Buluyorum

Şekildeki üçgen dik prizma aşağıdaki gibi kesilerek üç tane eş üçgen piramide ayrılır.



Prizmanın tabanları birbirine eş olan ABC üçgeni ile $A'B'C'$ üçgeninden oluşmaktadır. Bu durumda (A', \widehat{CAB}) ile $(B, \widehat{C'A'B'})$ piramidlerinin taban alanları ve yükseklikleri eşittir. Buradan hacimlerinin de eşit olduğu görülür. Yine $\widehat{A'AC}$ ile $\widehat{C'A'C}$ eş olduğundan $(B, \widehat{A'AC})$ ile $(B, \widehat{C'A'C})$ piramidlerinin taban alanları ve yükseklikleri eşit dolayısıyla hacimleri de birbirine eşittir.

Sonuç olarak üçgen dik prizma aynı hacimli olan 3 tane üçgen piramide ayrılmış oldu. Bu durumda her bir piramidin hacmi üçgen prizmanın hacminin $\frac{1}{3}$ idir.

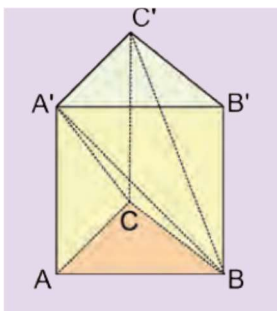
Dik
Piramitlerin
Hacmi

Bir dik piramidin hacmi, tabanı ve yüksekliği piramidin tabanı ve yüksekliğine eş olan dik prizmanın hacminin üçte birine eşittir. Buna göre,

$$\text{Hacim} = \frac{1}{3} \cdot (\text{Taban Alanı}) \cdot (\text{Yükseklik})$$

bağıntısıyla bulunur.

10) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin derinleştirme aşamasını temsil etmektedir.



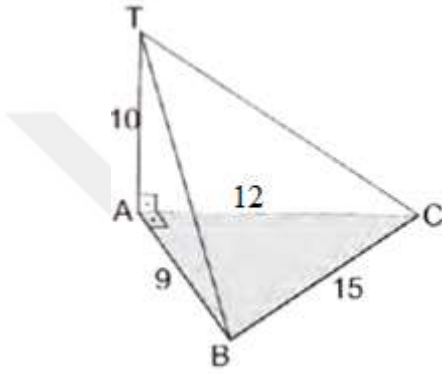
Bu aşamada öğrenciler yukarıdaki cismin aynısı olan (A'B ve C'B köşegenleri de dâhil olmak üzere) dört adet dik üçgen prizmayı düşünürler. Bu 4 üçgen prizmadan, bir dikdörtgen prizma oluşturduklarını zihinlerinde canlandırırlar veya kağıda çizerler.

a) Bir üçgen prizma 3 tane eş üçgen piramitten oluşuyorsa, 4 üçgen prizmadan oluşturulan bir dikdörtgen prizmanın 12 eş üçgen piramitten oluştuğunu yazmaları beklenir.

b) Dikdörtgen prizmanın hacmi / bir üçgen piramidin hacmi = 12 olduğunu yazmaları beklenir.

11) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin değerlendirme aşamasını temsil etmektedir.

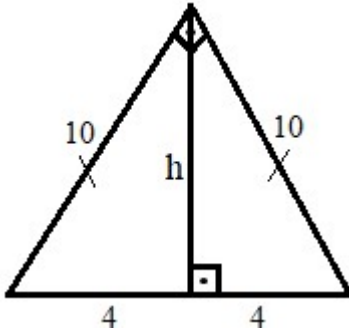
a)



Dik Piramidin Hacmi

$$\begin{aligned}
 &= \{[(a \times b)/2] \times h\} / 3 \\
 &= \{[(9 \times 12)/2] \times 10\} / 3 \\
 &= (54 \times 10)/3 = 540/3 \\
 &= 180 \text{ cm}^3 \text{ dir.}
 \end{aligned}$$

b)



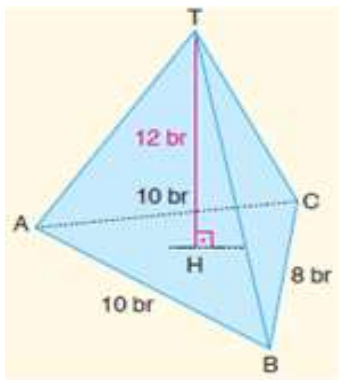
İkizkenar üçgen için Pisagordan,
 $h^2 + 16 = 100$ ise, $h = 2.21^{1/2}$ cm
 olmak üzere,

İkizkenar Üçgenin Alanı

$$= (8 \times 2.21^{1/2}) / 2 = 8.21^{1/2} \text{ cm}^2 \text{ dir.}$$

Üçgen Prizmanın Hacmi

$$\begin{aligned}
 &= (\text{İkizkenar Üçgen Alanı} \times \text{Yükseklik}) / 3 \\
 &= (8.21^{1/2} \times 12) / 3 \\
 &= 32.21^{1/2} \text{ cm}^3 \text{ dir.}
 \end{aligned}$$



EK-15: ÇALIŞMA YAPRAĞI-7

VASVİYE TEYZE NEREDE?

GRUP ADI:

GRUP ÜYELERİNİN İSİMLERİ:

1. Vasviye Teyze ve Burhan, bir müze evi gezmektedirler. Evin dikdörtgen prizma biçiminde yapılmış olan odasına girdiklerinde çok etkilenirler. Burası evin kütüphanesidir. Tüm duvarlar; raflar ve kitaplarla doludur.

2.



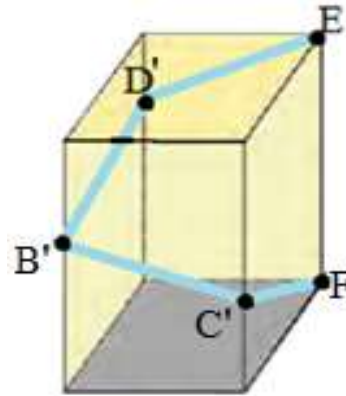
3. Bu sırada Vasviye Teyze çantasından cep telefonunu çıkartıp, telefonun fenerini açar. Işığı duvarlarda gezdirmeye başlar.

4.



Burhan, ben şu an odanın bir köşesinde duruyorum. Şimdi şu şekilde ışığın geçtiği yerlerden yürüsem. Işığı getirdiğim şu son noktada dursam.

5. Vasviye Teyze, yandaki şekilde görülen mavi çizgiyi feneriyle hayali olarak oluşturur.



6.

3



Söyle bakalım, ben bu ışığı durdurduğum son kenarda mıyım?

4

Senin oralarda ne işin var Vasviye Teyze? 😊
Bakışından anladım, sen ciddisin. Çizginin sonunda var mısın, yok musun acaba? Nasıl çözerim ki bunu?



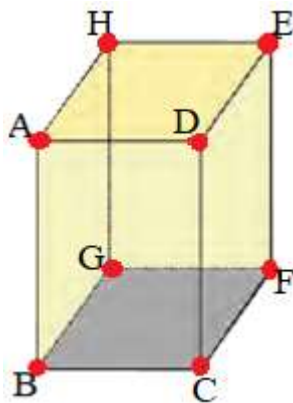
7. Hadi biz de inceleyelim. Vasviye Teyze odanın neresinde acaba 😊

8) i) Taban kenarları 4' er cm ve yüksekliği 7 cm olan bir dikdörtgen prizmayı, 3D yazıcı kalemle oluşturun.

ii) Elinizdeki dikdörtgen prizmanın üzerine hayali mavi çizgileri, 3D yazıcı kalemle oluşturun. Şimdi cisminizin bu halini inceleyin.

Cismin üzerine 3D kaleminizle oluşturduğunuz doğru parçasının uzunluğunu nasıl bulabilirsiniz? Düşündüğünüz yöntemleri aşağıya yazın.

9)



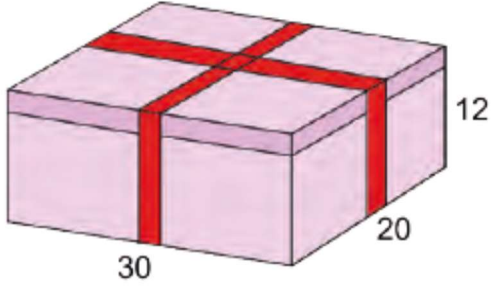
Elinizdeki cisminizi, yandaki şekilde gösterilen kırmızı noktalardan dikkatlice kesin. Açılmış olan cisminizin, dikdörtgen yan yüzeylerini sırasıyla yan yana dizin ve inceleyin.

Aşağıdaki soruların cevaplarını yazın.

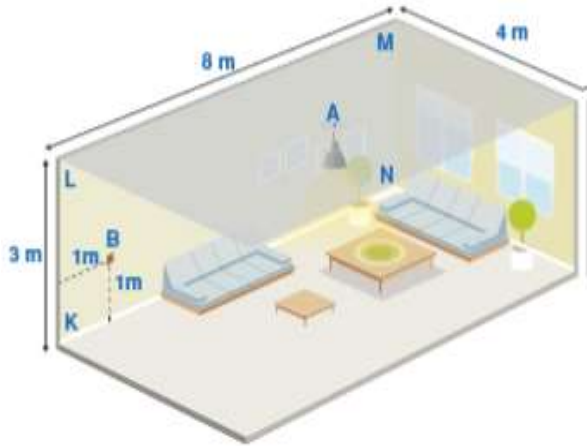
a) Vasviye Teyze, çizdiği doğrunun sonundaki **ayrıtta** mı?

b) Bu çizilen doğrunun uzunluğu kaç birimdir?

10) Aşağıda santimetre cinsinden uzunlukları verilmiş olan hediye paketi, kırmızı kurdele ile (altıda dâhil olmak üzere) sarılacaktır. Kaç cm kurdele gereklidir?



11)



Dikdörtgenler prizması şeklindeki bir odanın tavanının ağırlık merkezi olan A noktasına bir lamba ve KLMN yüzeyi olan duvarının üzerindeki B noktasına da lamba anahtarı konulacaktır. B noktasının [KL] ve [KN] na uzaklığı 1 m dir. Odanın tavan boyutları şekildeki gibi 8 m ve 4 m dir. Odanın yüksekliği ise 3 m dir.

Buna göre odanın duvarları üzerinden lamba anahtarı ile lamba arasına çekilecek olan kablonun uzunluğu *en az* kaç m dir?

EK-16: ÇALIŞMA YAPRAĞI-7 KILAVUZU

MEB Kazanımları

10.6. Uzay Geometri

10.6.1. Katı Cisimler

Terimler ve Kavramlar: dik prizma, dik piramit, yükseklik, taban alanı, yüzey alanı, yanal alan, hacim

10.6.1.1. Dik prizmalar ve dik piramitlerin uzunluk, alan ve hacim bağıntılarını oluşturur.

- Üçgen, dörtgen ve altıgen dik prizma\piramit ile sınırlandırılır.
- Gerçek hayat problemlerine yer verilir.
- Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanır.

Çalışma Kazanımları

- Dikdörtgen prizmanın yüzeylerine çizilen doğru parçasının uzunluğunu bulur.
- Dikdörtgen prizma üzerinde çizilen bir doğru parçasının, başlangıç köşe noktası ve bitiş köşe noktası birbirine paralel ise, bu iki noktanın aynı ayırıt üzerinde olduğunu fark eder.
- Üç boyutlu cisim üzerinde doğru parçaları oluşturur.

Sınıf: 10. Sınıf

Konu: Katı Cisimler; Dikdörtgen Prizmanın Yüzeyine Çizilen Doğru Parçasının Uzunluğu

Süre: 1 Ders Saati

Amaç 1. Dikdörtgen prizmanın yüzeylerine çizilen doğru parçasının uzunluğunu bulur.

Bu çalışma yaprağının amacı; dikdörtgen prizmanın yüzeylerine çizilen doğru parçasının uzunluğunu bulmaktır. Ayrıca, dikdörtgen prizma üzerinde çizilen bir doğru parçasının, başlangıç köşe noktası ve bitiş köşe noktası birbirine paralel ise, bu iki noktanın aynı ayırıt üzerinde olduğunu fark etmeleri de beklenmektedir.

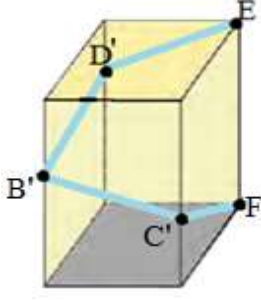
1,2,3,4,5,6,7 başlıklarının bütünü; 5E öğrenim modelinin giriş aşamasını temsil etmektedir. Öğrencilerin dikkatlerini çekmeyi amaçlamaktadır

Öğretmen, öğrencilerden 1,2,3,4,5,6,7 başlıklı kısımları okumalarını ister.

8) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.

i) Taban kenarları 4' er cm ve yüksekliği 7 cm olan bir dikdörtgen prizma oluşturmaları sürecinde, öğretmen rehberlik edecektir(Bkz. 10.sınıf Uzay Geometrisi Ünitesinde 3D Yazıcı Kalemin Kullanımını Öğrenme Kağıdının Kılavuzu 2.kısım; I, II, III).

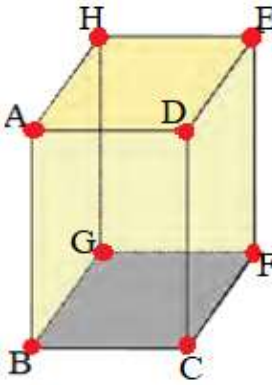
ii) Öğrencilerin oluşturdukları cisim üzerine, 3D yazıcı kalemle, aşağıdaki hayali mavi çizgileri de oluşturmaları istenir.



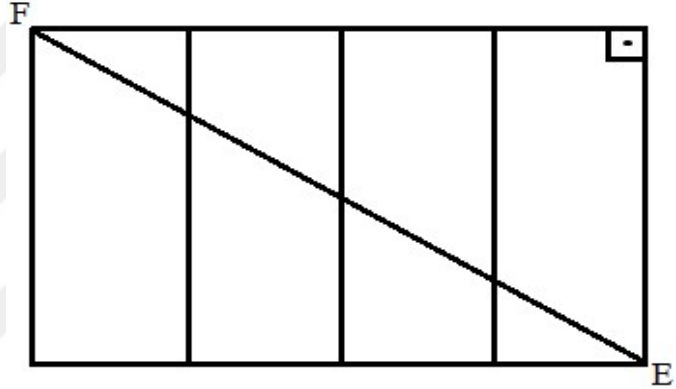
Sonrasında ise, bu doğru parçasının uzunluğunu hesaplamak için yöntemler yazmaları istenir. Burada öğrenciler, her bir yüzeydeki doğru parçalarını tek tek bulup sonra onları toplayarak hesaplama yapabilirler. Belki cismi açarak, direk doğru parçasının uzunluğunu hesaplamayı düşünebilirler.

9) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.

Öğrenciler ellerindeki cismi Şekil-1 deki gibi belirtilen noktalardan kestiklerinde, Şekil-2 deki gibi cismin yan yüzeylerinin açılımını elde edeceklerdir.



Şekil-1

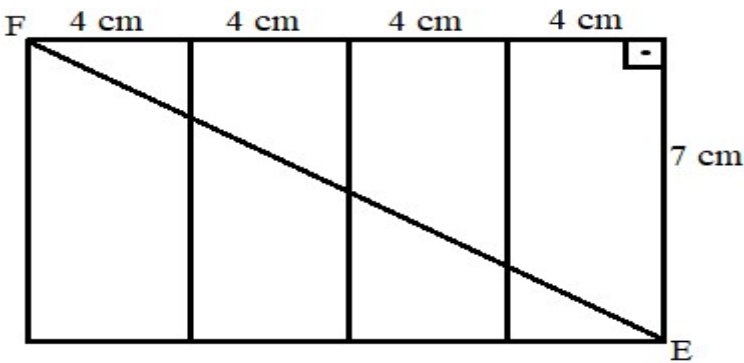


Şekil-2

Eğer bu esnada cisimden ayrılan, parçalanan, eksik kalan doğru parçaları olursa; bu doğru parçalarının yan yüzeylere, 3D yazıcı kalemle, tekrar oluşturulması istenir.

a) Kendi dizdikleri Şekil-2 deki hali inceleyerek, Vasviye Teyze' nin aynı ayırt üzerindeki köşe noktasında olduğunu yazmaları beklenir.

b) Öğrencilerin, Şekil-2 deki gibi dizdikleri hali, aşağıdaki gibi hesaplama yaparak sonuca ulaşmaları beklenir.

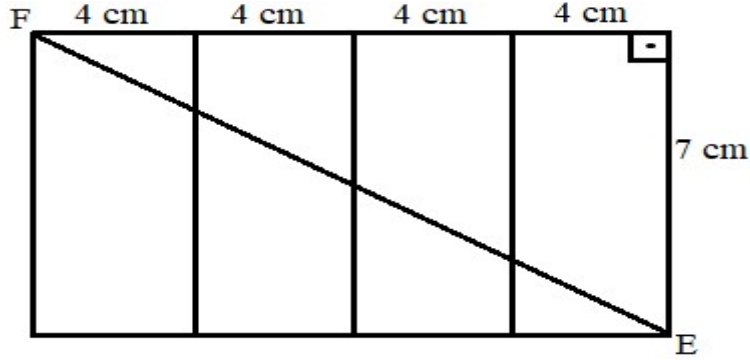


$$|FE| = (16^2 + 7^2)^{1/2} = (305)^{1/2} \text{ cm dir.}$$

10) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin açıklama aşamasını temsil etmektedir.

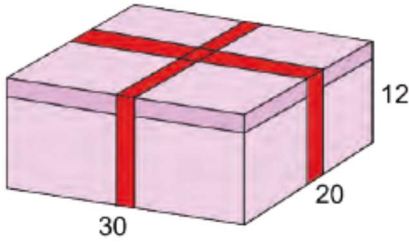
Öğrencilerin gruplarından birer temsilci seçmeleri istenir. Tahtaya sırayla gelen her bir temsilci grubunun düşüncelerini açıklar. Cismi açarak doğru parçasını gördükleri ve Pisagor teoreminden faydalanarak sonuca ulaştıkları aşamaları sırasıyla ifade etmeleri beklenir.

Sonrasında öğretmen, tahtaya aşağıdaki şekli çizer, işlemi yazar ve aşamaları açıklar.



$$|FE| = (16^2 + 7^2)^{1/2} = (305)^{1/2} \text{ cm dir.}$$

11) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin derinleştirme aşamasını temsil etmektedir.

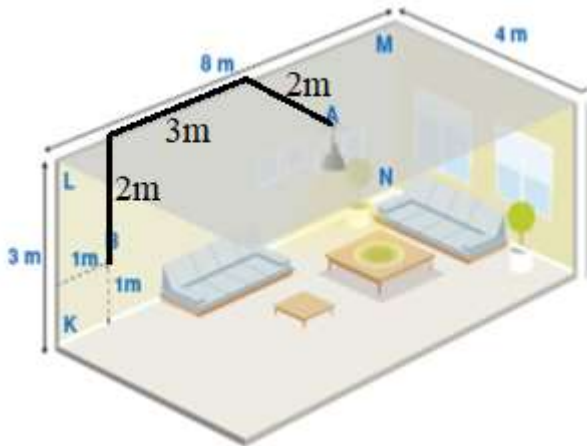


Dikdörtgenler prizması şeklindeki hediye kutusu yandaki gibi verilsin. Bu prizmanın hacmi, taban alanı ile yüksekliğinin çarpımı olduğundan $12 \cdot 20 \cdot 30 = 7200 \text{ cm}^3$ olur.

Prizmanın yüzey alanı,

$$\begin{aligned} 2 \cdot (12 \cdot 20 + 12 \cdot 30 + 20 \cdot 30) &= 2 \cdot (240 + 360 + 600) \\ &= 2 \cdot 1200 \\ &= 2400 \text{ cm}^2 \text{ bulunur.} \end{aligned}$$

12) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin değerlendirme aşamasını temsil etmektedir.



$2 + 3 + 2 = 7\text{m}$ kablo gereklidir.

EK-17: ÇALIŞMA YAPRAĞI-8

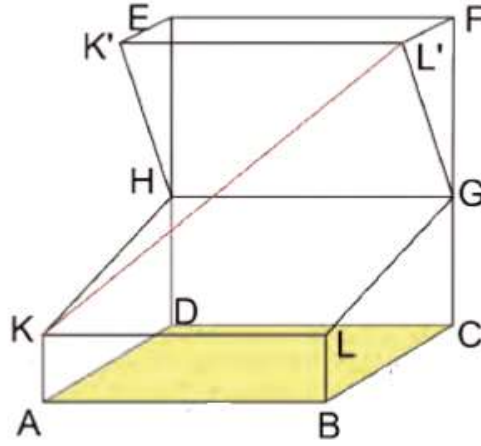
MİMAR YETENEĞİ

GRUP ADI:

GRUP ÜYELERİNİN İSİMLERİ:

1.Mimar Sinan Bey, bir kütüphane projesi almıştır. Bu proje için, ortasından açılmış kitap görüntüsüne sahip, bina çizimi oluşturacaktır. Bunun için destekler kullanması gerekmektedir. Aşağıdaki şekilde gösterilen bir destek kullanmayı planlar. Ancak bunu nasıl ve ne ölçülerde yapmasının uygun olacağını hesaplamalıdır.

2.



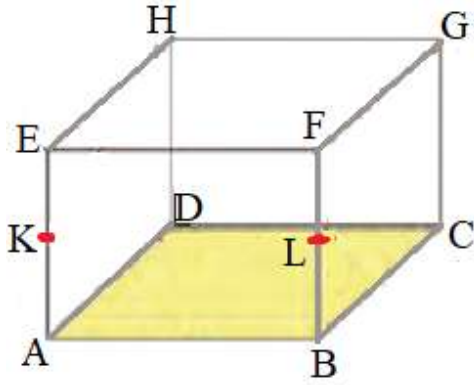
3.Gelin Sinan Beye bu projesinde yardım edelim. $|KL^1|$ uzunluğunu bulmaya çalışalım.

4) i) Taban kenarları 4' er cm ve yüksekliği 5 cm olan bir dikdörtgen prizmayı, 3D yazıcı kalemle oluşturun.

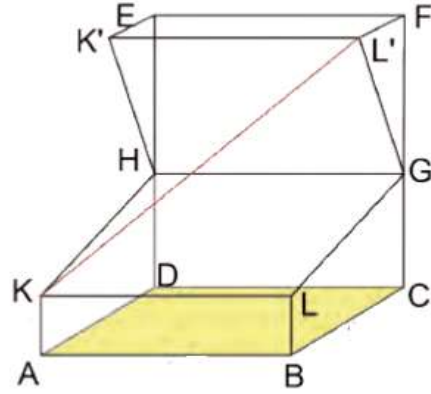
ii) Şekil-1 de kırmızı ile gösterilen K ve L noktaları, buldukları kenarların orta noktaları olsun. Bu K ve L noktalarını makasla kesin. Cismi Mimar Sinan Beyin düşünöğü gibi açın (Şekil-2).

iii) 3D yazıcı kalemle, Şekil-2 de kırmızı ile gösterilen $|KL^1|$ uzunluğunu cisminizde oluşturun.

iv) $|KL^1|$ uzunluğu kaç cm dir? Aşağıdaki boşluğa açık ifadelerle yazın.

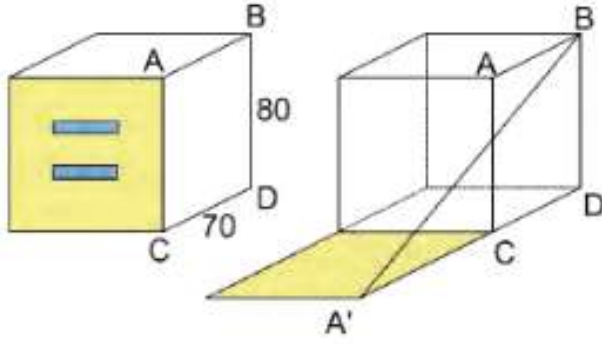


Şekil-1



Şekil-2

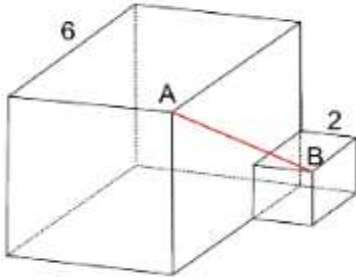
5)



Yandaki şekilde $|CD|=70$ cm ve $|BD|=80$ cm olan dikdörtgen prizması biçimindeki bir dolabın ön yüzündeki kapağın A köşesi ile arka yüzündeki B köşesi tel ile bağlanmıştır. Dolabın kapağı açıldığında şekildeki gibi A noktası A^I noktasına gelmektedir ve $[AC] \perp [A^I C]$ olacak şekilde tel gergin olarak durmaktadır.

Buna göre A^I ile B arasındaki telin uzunluğunun kaç cm olduğunu bulunuz.

6)



Yandaki şekilde ayrıt uzunlukları 6 cm ve 2 cm olan iki küp verilmiştir. Buna göre $|AB|$ uzunluğunun kaç cm olduğunu bulunuz.

EK-18: ÇALIŞMA YAPRAĞI-8 KILAVUZU

MEB Kazanımları

10.6. Uzay Geometri

10.6.1. Katı Cisimler

Terimler ve Kavramlar: dik prizma, dik piramit, yükseklik, taban alanı, yüzey alanı, yanal alan, hacim

10.6.1.1. Dik prizmalar ve dik piramitlerin uzunluk, alan ve hacim bağıntılarını oluşturur.

- Üçgen, dörtgen ve altıgen dik prizma\piramit ile sınırlandırılır.
- Gerçek hayat problemlerine yer verilir.
- Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanır.

Çalışma Kazanımları

- Farklı bir cisimde köşeden köşeye çizilen doğru parçasının uzunluğunu bulur.
- Üç boyutlu cisimde doğru parçaları oluşturur.

Sınıf: 10. Sınıf

Konu: Katı Cisimler; Prizmalara Çizilen Doğru Parçalarının Uzunluğu

Süre: 1 Ders Saati

Amaç 1. Prizmalara çizilen farklı doğru parçalarının uzunluğunu bulur.

Bu çalışma yaprağının amacı; öğrencilerin, kesilip açılan bir dikdörtgen prizmada köşeden köşeye çizilen doğru parçasının uzunluğunu bulmalarıdır.

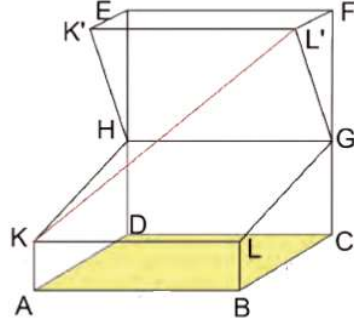
1,2,3 başlıklarının bütünü; 5E öğrenim modelinin giriş aşamasını temsil etmektedir. Öğrencilerin dikkatlerini çekmeyi amaçlamaktadır

Öğretmen, öğrencilerden 1,2,3 başlıklı kısımları okumalarını ister.

4) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin keşfetme aşamasını temsil etmektedir.

i) Taban kenarları 4' er cm ve yüksekliği 5 cm olan bir dikdörtgen prizma oluşturma sürecinde, öğretmen rehberlik edecektir(Bkz. 10.sınıf Uzay Geometrisi Ünitesinde 3D Yazıcı Kalemin Kullanımını Öğrenme Kağıdının Kılavuzu 2.kısım; I, II, III).

ii-iii) Soruda da belirtildiği gibi, prizmayı K ve L orta noktalarından keserler. Cismi aşağıdaki gibi açarlar. Sonrasında kırmızı çizgi ile gösterilen doğru parçasını 3D yazıcı kalemle oluştururlar.

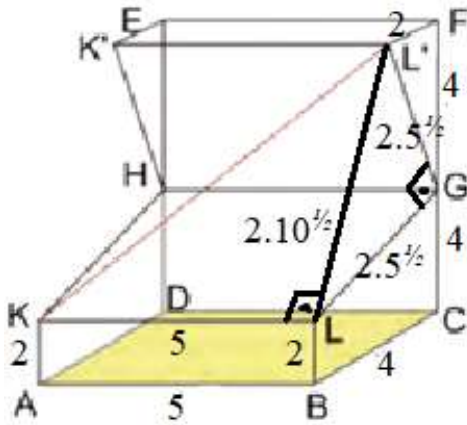


iv) $|KL'|$ uzunluğunu, aşağıdaki boşluğa yazarak hesaplarlar.

5) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin açıklama aşamasını temsil etmektedir.

Öğrencilerin gruplarından birer temsilci seçmeleri istenir. Tahtaya sırayla gelen her bir temsilci grubunun düşüncelerini açıklar. Pisagor teoreminden faydalanarak sonuca ulaştıkları aşamaları sırasıyla ifade etmeleri beklenir.

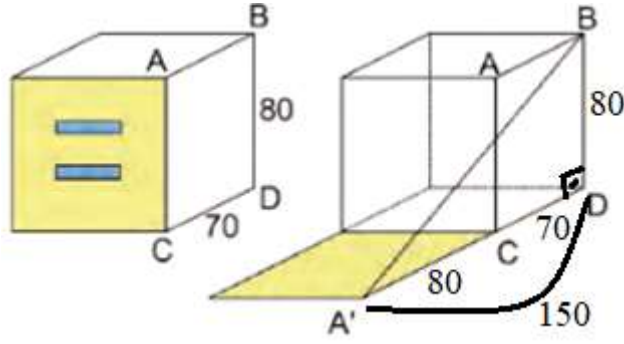
Sonrasında öğretmen, tahtaya aşağıdaki şekli çizer, işlemi yazar ve aşamaları açıklar.



$$|KL'| = (5^2 + (2.10^{1/2})^2)^{1/2}$$

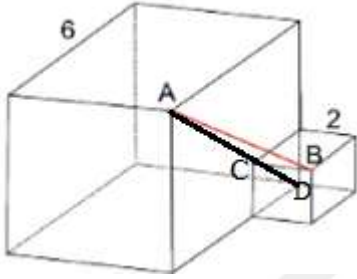
$$= (25 + 40)^{1/2} = 65^{1/2} \text{ cm dir.}$$

6) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin derinleştirme aşamasını temsil etmektedir.



$$|A'B| = (80^2 + 150^2)^{1/2} = (6400 + 22.500)^{1/2} = 170 \text{ cm dir.}$$

7) Bu aşama; 5E öğrenim modelinin değerlendirme aşamasını temsil etmektedir.



$|AD| = 6\sqrt{2}$ ve $|CD| = 2\sqrt{2}$ olmak üzere, $|AC| = 4\sqrt{2}$ dir. O halde,

ABC dik üçgeni için Pisagordan,

$$|AB| = (2^2 + (4\sqrt{2})^2)^{1/2} = (36)^{1/2} = 6 \text{ cm dir.}$$

EK-19:

**UYGULAMA SINIFININ MATEMATİK ÖĞRETMENİ İÇİN HAZIRLANAN YARI
YAPILANDIRILMIŞ MÜLAKAT İÇİN SORULAR**

1. Sizce, 3D yazıcı kalemle işlenen derste öğrencilerinizin derse ilgisi artmış mıydı?
2. Sizce, öğrencileriniz derse iştirak etmede ve soruları çözmede daha istekliler miydi?
3. Sizce, öğrencileriniz derste daha aktifler miydi? Bu derste, normalden daha fazla görüş bildiriyorlar mıydı?
4. Sizce öğrencilerin bütünü arasındaki iletişim artmış mıydı?
5. Grupların kendi içlerindeki iletişimleri olumlu muydu?
6. Sizce, öğrencileriniz dersi 3D yazıcı kalemle işlemekten memnun görünüyorlar mıydı?
7. Öğrencilerinizin 3D yazıcı kalemle işlenen derste, önceki bilgilerini kullanarak yeni bilgiye ulaşmalarının normalden daha hızlı gerçekleştiğini düşünüyor musunuz?
8. Sizce, öğrencilerinizin 3D yazıcı kalemle ders işlemeleri konuyu keşfetmelerine katkı sağladı mı? Bu katkıların hangi noktalarda gerçekleştiğini düşünüyorsunuz?

EK-20:

YARI YAPILANDIRILMIŞ GRUP MÜLAKATI İÇİN SORULAR

1. 3D yazıcı kalem öğrencilerin derse ilgisini artırır mı?
2. Öğrencilerin 3D yazıcı kalemle ders işlemleri konuyu keşfetmelerine katkı sağlar mı? Bu katkıların hangi noktalarda gerçekleşebileceğini düşünüyorsunuz?
3. 3D yazıcı kalem öğrenci merkezli eğitime olumlu yönde katkı sağlar mı? Bu katkılar 3D yazıcı kalemin hangi nitelikleriyle sağlanır?
4. 3D yazıcı kalemle matematik dersi işlenmesinin avantaj ve dezavantajlarının neler olduğunu düşünüyorsunuz?
5. 3D yazıcı kalemi derslerinizde kullanmaktan memnun olur musunuz? Derslerinizde kullanma imkânınız olduğunda, kullanmak istemeyeceğinizi düşündüren sebepler olur muydu?
6. Çalışma yapraklarıyla ilgili genel olarak düşünceleriniz nelerdir? Gördüğünüz eksikler var mı?
7. Çalışma yaprakları, 3D kalemle uyumlu mu? Uyumlu gördüğünüz ve görmediğiniz noktalar nelerdir?
8. Çalışma yaprakları, öğrencilerin ön bilgileriyle yeni bilgiye ulaşmalarına elverişli mi?

EK-21:**AD - SOYAD:****10.Sınıf Katı Cisimler Konusuna İlişkin 3D Yazıcı Kalem Etkililiğiyle İlgili Öğrenci Görüş Formu**

Sevgili Öğrenciler;

Katılımanız halinde bütün bilgileriniz gizli tutulacak, hiçbir şekilde size özel veri toplanmayacaktır. Aşağıda 6 saattir işlediğimiz derslere ilişkin sorular bulunmaktadır. Sizden istenen, maddelere ilişkin düşüncenizi işaretlemenizdir. Düşüncenizi “Kesinlikle Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum”, “Kesinlikle Katılmıyorum” kutucuğuna (X) işaret koyarak işaretleyiniz.

Lütfen, formu işlediğimiz derslerin bütünü göz önüne alarak doldurun.

Yardımlarınız ve göstereceğiniz ilgi için teşekkür ediyorum.

Kişisel Bilgiler:**1.Cinsiyetiniz:**

() Kadın () Erkek

2.Yaşınız: ...

GÖRÜŞLER		KESİNLİKLE KATILYORUM	KATILYORUM	KARARSIZIM	KATILMIYORUM	KESİNLİKLE KATILMIYORUM
1	Katı cisimleri 3D yazıcı kalemle rahatlıkla yapabildim					
2	Yönergeler/sorular/ifadeler yeterince anlaşılırdı					
3	Yönergeleri, grup olarak kolaylıkla yapabildik					
4	Arkadaşlarımla grup halinde iyi iletişim kurabildik					
5	Çalışma yaprakları dikkat çekiciydi					
6	Çalışma yapraklarındaki sorular bende merak uyandırdı					
7	Çalışma yapraklarındaki konular günlük hayatla ilişkiliydi					
8	Derslerimde 3D kalem kullanmak isterim					
9	Derslerimde 3D kalem kullanılması hoşuma gider					
10	3D kalemle oluşturulan modeller çok hoşuma gitti					
11	3D kalemle oluşturulan modeller konuları anlamamı sağladı					
12	Matematik derslerinde 3D kalem kullanılmalıdır					

13	Çalışma yapraklarında yer alan kavramları kavradım					
14	Çalışma yapraklarında istenilen işlemleri yapmamda modeller etkili oldu					
15	Modeller sayesinde gözümde canlandırmakta zorlandığım şeyleri anlayabildim					
16	Yaptığımız modeller sayesinde bu konuda sorulan soruları çözerken, zihnimde şekilleri rahatlıkla canlandırabilirim					
17	Kalemle hazırlanan modeller olmasaydı problemlerde istenilenleri anlamakta zorlanırdım					
18	Etkinlikleri yaparken aklıma birçok soru geldi					
19	Etkinlikleri yaparken öğretmenin veya çalışma yaprağının sormadığı birçok soruya cevap buldum					
20	İstenilen modelleri yapmak çok zamanımızı aldı					
21	Matematik derslerinde nesnelerin bize hazır olarak verilmesinden kendimizin yapması daha iyidir					
22	Derste 3D kalem kullanmak, hareket ettirmek, nesneye dokunmak hoşuma gitti					
23	3D kalemle yapılan modelleri, başka materyal kullanarak elimle yapsaydım daha çok zamanımı alırdı					
24	3D kalemle yapılan modelleri, başka materyal kullanarak elimle yapamazdım					
25	3D kalemle yaptığım materyallerden memnun kaldım					
26	Etkinlikleri yaparken arkadaşlarımla sık sık görüş alışverişinde bulunduk					
27	3D kalem kullandığımız derslerimizde, diğer derslerimize nazaran daha çok görüş alışverişinde bulunduk					
28	Etkinlikleri yaparken öğretmenle sık sık görüş alışverişinde bulunduk					
29	3D yazıcı kalemle çalışmak zevkliydi					
30	3D yazıcı kalemle çalışmak hoşumu gitti					
31	3D yazıcı kalemle çalışmak beni derste daha aktif kıldı					
32	3D yazıcı kalemin kullanımının kolay olduğunu düşünüyorum					
33	3D yazıcı kalem kullanımı tehlikeli olabilir					
34	Nesneleri gerektiğinde cetvel, iletke gibi araçlarla ölçmek hoşuma gitti					
35	Oluşturduğumuz nesneleri gerektiğinde makasla kesip, 3D kalemle yeni bir cisim haline getirebilmek hoşuma gitti					
36	Tahmin etmek, sonra çizerek doğruluğunu görmek hoşuma gitti					
37	Sadece öğrenmedim aynı zamanda bildiklerimle ilişkilendirebildim					
38	3D yazıcı kalem katı cisimler konusu dışındaki konularda da kullanılabilir					
39	Matematik bu şekilde işlenirse daha zevkli hale gelir					
40	Daha önceden hiç bu kadar derse katılmamıştım					
41	3D kalemle yapabildiklerime ben de şaşırdım					

EK- 22:

**10.Sınıf Katı Cisimler Konusunda 3D Yazıcı Kalem Kullanımının Etkililiğiyle İlgili
Akademisyen\Öğretmen Görüş Formu**

Saygıdeğer Akademisyenler/Öğretmenler;

Katılıminız halinde bütün bilgileriniz gizli tutulacak, hiçbir şekilde size özel veri toplanmayacaktır. Aşağıda **10.sınıf katı cisimler konusunda, 3D yazıcı kalem kullanılmasını içeren, 5E modeline uygun hazırlanan çalışma yapraklarının etkililiğini tespit etmeyi amaçlayan** sorular bulunmaktadır. Sizden istenen maddelere ilişkin düşüncenizi işaretlemenizdir. Düşüncenizi **“Kesinlikle Katlıyorum”, “Katlıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum”, “Kesinlikle Katlıyorum”** kutucuğuna (X) işaret koyarak işaretleyiniz.

Lütfen, formu çalışma yapraklarının bütününe inceledikten sonra ve size verilen çalışma yapraklarının sınıfta uygulanışını içeren video görüntülerini izledikten sonra doldurunuz.

Yardımlarınız ve ilginizden dolayı teşekkür ediyorum.

Kişisel Bilgiler:

1.Cinsiyetiniz:

() Kadın () Erkek

2.Yaşınız: ...

3. Kariyeriniz/ Kariyer Yılıınız:

() Öğretmen /...
() Araştırma görevlisi /...
() Dr. Öğr. Üyesi /...
() Doç. Dr. /...
() Prof. Dr. /...

4. Öğretmenler için, Öğretmenlik Yapılan Düzey:

() İlköğretim () Ortaöğretim(Lise)

5. Öğretmenler için:

() Yüksek lisans yaptım () Yüksek lisans yapıyorum () Yüksek lisans yapmıyorum () Doktora yapıyorum

GÖRÜŞLER		KESİNLİKLE KATILYORUM	KATILYORUM	KARARSIZIM	KATILMIYORUM	KESİNLİKLE KATILMIYORUM
1	3D yazıcı kalem, katı cisimler konusunda etkinlik yapmaya uygundur					
2	3D yazıcı kalem kullanımı öğrenci merkezli eğitimin felsefesine uygundur					
3	3D yazıcı kalem, grup çalışması yapılabilmesine elverişlidir					
4	Öğrenciler, 3D yazıcı kalemle ders işlemekten memnun olurlar					
5	Öğrenciler, 3D yazıcı kalem kullanımında zorlanmazlar					
6	Öğrencilerin, üzerinde çalışacakları cisimleri kendilerinin oluşturması, öğrenme açısından daha etkilidir					
7	Öğrencilerin, 3D yazıcı kalemle cisim oluşturması cismin her ayrıntısını fark etmelerini sağlar					
8	3D yazıcı kalem kullanımı 5E öğrenme modelinin doğasıyla uyumludur					
9	Çalışma yapraklarının tamamındaki ifadeler/yönergeler/sorular, anlaşılabilirlik bakımından, öğrenci düzeyine uygundur					
10	Çalışma yaprakları öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirebilecek yapıdadır					
11	Çalışma yapraklarının giriş aşaması, 5E öğrenme modelinin yapısına uygundur					
12	Çalışma yapraklarının keşfetme aşaması, 5E öğrenme modelinin yapısına uygundur					
13	Çalışma yapraklarının açıklama aşaması (kılavuzda yer alan), 5E öğrenme modelinin yapısına uygundur					
14	Çalışma yapraklarının derinleştirme aşaması, 5E öğrenme modelinin yapısına uygundur					
15	Çalışma yapraklarının değerlendirme aşaması, 5E öğrenme modelinin yapısına uygundur					
16	Çalışma yapraklarının kılavuzları yeterince ayrıntılı/anlaşılır hazırlanmıştır					
17	Çalışma yapraklarında, öğrencilerin önceki bilgileriyle ilişki kurarak yeni bilgiye ulaşabilmesi öğrenme açısından olumludur					
18	Çalışma yapraklarının bütünü, 3D yazıcı kalemle katı cisimler konusunun kavranmasına elverişlidir					
19	Çalışma yapraklarının sınıfta uygulanabilirlik düzeyi yüksektir					
20	3D yazıcı kalem, katı cisimler konusunda geçen modelleri oluşturmada etkilidir					
21	Öğrencilerin, 3D yazıcı kalemle cisim oluşturmaları, cismin özelliklerini keşfetmelerine yardımcı olur					
22	Öğrencilerin cisimler üzerinde cetvelle ölçüm yapabilmesi öğrenim açısından olumludur					
23	Öğrencilerin, cisimleri makasla kesip 3D yazıcı kalem yardımıyla farklı bir cisim haline getirebilmesi, öğrenim açısından olumludur					
24	3D yazıcı kalem kullanımı soyut yapıyı somutlaştırmayı sağlar					
25	3D yazıcı kalem kullanımı soyutlamayı kolaylaştırır					
26	3D yazıcı kalem kullanımı kavramsal öğrenmeyi artırır					
27	3D yazıcı kalem kullanımı işlemsel öğrenmeyi artırır					

28	3D yazıcı kalemle işlenen derslerin sonrasında problem çözerken, öğrencilerin cisimleri zihinlerinde canlandırması daha kolay olur					
29	Öğrencilerin zorlandıkları katı cisim problemlerinde, 3D yazıcı kalem kullanımı etkili olur					
30	Büyük sayılarla işlem gerektiren problemleri çözmek için 3D yazıcı kalem uygun bir araçtır					
31	3D yazıcı kalem kullanımı problem çözme becerisinin gelişmesine katkı sağlar					
32	3D yazıcı kalem problem kurma becerilerini geliştirir					
33	3D yazıcı kalem, problem çözmeye, keşfetme ve araştırma yapmayı kolaylaştırır					
34	Derslerimde 3D yazıcı kalem kullanmak isterim					
35	3D yazıcı kalem kullanımına matematik derslerinde yer verilmelidir					



EK- 23: UYGULAMA SINIFININ MATEMATİK ÖĞRETMENİ M1' İN (Ö6' NİN) CEVAPLADIĞI GÖRÜŞ FORMUNUN TAMAMI

Kişisel Bilgiler:

1.Cinsiyetiniz:

() Kadın Erkek

2.Yaşınız: 35

3. Kariyeriniz/ Kariyer Yılıınız:

Öğretmen /110
() Araştırma görevlisi /...
() Dr. Öğr. Üyesi /...
() Doç. Dr. /...
() Prof. Dr. /...

4. Öğretmenler için, Öğretmenlik Yapılan Düzey:

() İlköğretim Ortaöğretim(Lise)

5. Öğretmenler için:

() Yüksek lisans yaptım Yüksek lisans yapıyorum () Yüksek lisans yapmıyorum () Doktora yapıyorum

GÖRÜŞLER		KESİNLİKLE KATILYORUM	KATILYORUM	KARARSIZIM	KATILMIYORUM	KESİNLİKLE KATILMIYORUM
1	3D yazıcı kalem, katı cisimler konusunda etkinlik yapmaya uygundur	X				
2	3D yazıcı kalem kullanımı öğrenci merkezli eğitimin felsefesine uygundur	X				
3	3D yazıcı kalem, grup çalışması yapılabilmesine elverişlidir		X			
4	Öğrenciler, 3D yazıcı kalemle ders işlemekten memnun olurlar	X				
5	Öğrenciler, 3D yazıcı kalem kullanımında zorlanmazlar	X				
6	Öğrencilerin, üzerinde çalışacakları cisimleri kendilerinin oluşturması, öğrenme açısından daha etkilidir	X				
7	Öğrencilerin, 3D yazıcı kalemle cisim oluşturması cismin her ayrıntısını fark etmelerini sağlar	X				

8	3D yazıcı kalem kullanımı 5E öğrenme modelinin doğasıyla uyumludur	X				
9	Çalışma yapraklarının tamamındaki ifadeler/yönergeler/sorular, anlaşılabilirlik bakımından, öğrenci düzeyine uygundur	X				
10	Çalışma yaprakları öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirebilecek yapıdadır	X				
11	Çalışma yapraklarının giriş aşaması, 5E öğrenme modelinin yapısına uygundur	X				
12	Çalışma yapraklarının keşfetme aşaması, 5E öğrenme modelinin yapısına uygundur	X				
13	Çalışma yapraklarının açıklama aşaması (kılavuzda yer alan), 5E öğrenme modelinin yapısına uygundur	X				
14	Çalışma yapraklarının derinleştirme aşaması, 5E öğrenme modelinin yapısına uygundur	X				
15	Çalışma yapraklarının değerlendirme aşaması, 5E öğrenme modelinin yapısına uygundur	X				
16	Çalışma yapraklarının kılavuzları yeterince ayrıntılı/anlaşılır hazırlanmıştır	X				
17	Çalışma yapraklarında, öğrencilerin önceki bilgileriyle ilişki kurarak yeni bilgiye ulaşabilmesi öğrenme açısından olumludur	X				
18	Çalışma yapraklarının bütünü, 3D yazıcı kalemle katı cisimler konusunun kavranmasına elverişlidir	X				
19	Çalışma yapraklarının sınıfta uygulanabilirlik düzeyi yüksektir			X		
20	3D yazıcı kalem, katı cisimler konusunda geçen modelleri oluşturmada etkilidir	X				
21	Öğrencilerin, 3D yazıcı kalemle cisim oluşturmaları, cismin özelliklerini keşfetmelerine yardımcı olur	X				
22	Öğrencilerin cisimler üzerinde cetvelle ölçüm yapabilmesi öğrenim açısından olumludur	X				
23	Öğrencilerin, cisimleri makasla kesip 3D yazıcı kalem yardımıyla farklı bir cisim haline getirebilmesi, öğrenim açısından olumludur	X				
24	3D yazıcı kalem kullanımı soyut yapıyı somutlaştırmayı sağlar	X				
25	3D yazıcı kalem kullanımı soyutlamayı kolaylaştırır	X				
26	3D yazıcı kalem kullanımı kavramsal öğrenmeyi artırır	X				
27	3D yazıcı kalem kullanımı işlemsel öğrenmeyi artırır	X				
28	3D yazıcı kalemle işlenen derslerin sonrasında problem çözerken, öğrencilerin cisimleri zihinlerinde canlandırması daha kolay olur	X				
29	Öğrencilerin zorlandıkları katı cisim problemlerinde, 3D yazıcı kalem kullanımı etkili olur	X				
30	Büyük sayılarla işlem gerektiren problemleri çözmek için 3D yazıcı kalem uygun bir araçtır			X		
31	3D yazıcı kalem kullanımı problem çözme becerisinin gelişmesine katkı sağlar	X				
32	3D yazıcı kalem problem kurma becerilerini geliştirir	X				
33	3D yazıcı kalem, problem çözmede, keşfetme ve araştırma yapmayı kolaylaştırır	X				
34	Derslerimde 3D yazıcı kalem kullanmak isterim	X				
35	3D yazıcı kalem kullanımına matematik derslerinde yer verilmelidir	X				

EK-24: ÖĞRENCİLERİN VELİLERİNE İMZALATILAN İZİN BELGESİNİN ÖRNEĞİ

İZİN BELGESİ

Saygıdeğer veliler,

3D yazıcı kalem teknolojisinin 10.Sınıf “Katı Cisimler” konusunda kullanımını üzerine, tez çalışması gerçekleştirilecektir. Amaç, 3D yazıcı kalemin derslerde ki etkililiğini incelemektir. Bu olgunun incelenebilmesi için, sınıf içerisinde çalışma gerçekleştirilecek ve video kaydı alınacaktır. Öğretmen ve akademisyenlerin 3D yazıcı kalemle ders işlenişini görebilmeleri ve kalemin etkililiğini inceleyebilmeleri için, görsel kayıtlara ihtiyaç vardır. Bu bilgiler sadece bilimsel araştırma amacıyla kullanılacaktır. Öğrencilerin haklarını ihlal eden veya kimliğini belli eden herhangi bir görüntü ve isim hiçbir yerde paylaşılmayacaktır. Ayrıca tez çalışmasında da yer almayacaktır.

Öğrencilere çalışmanın sonunda birer görüş formu verilecektir. Bu görüş formuyla, 3D yazıcı kalem teknolojisinin derslerde kullanımının öğrenci üzerindeki etkilerini incelemek amaçlanmaktadır. Görüş formu sonrasında öğrencilerden, eğer gerekli görülürse, tekrar bilgi alma ihtiyacı duyulabilir.

Bu çalışmada bizlere yardımcı olmanızın; matematik derslerinde bulunan bu gibi konuların 3D yazıcı kalem teknolojisi ile yürütülebilmesine ve ders işlenişinin iyileştirilmesine önemli derecede katkı sağlayacağını umuyoruz.

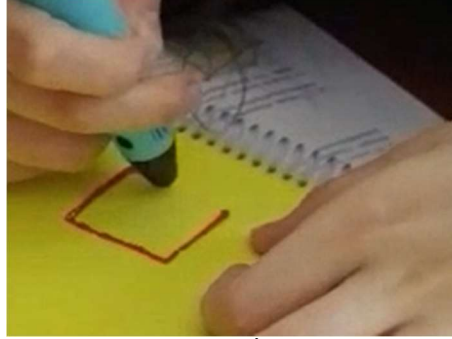
Saygılarımızla, bilgilerinize sunarız. Yardımcı olduğunuz için teşekkür ederiz.

Velisi olduğum nın, yukarıda belirtilen bilgiler doğrultusunda, tez çalışmasına katılmasına izin veriyorum.

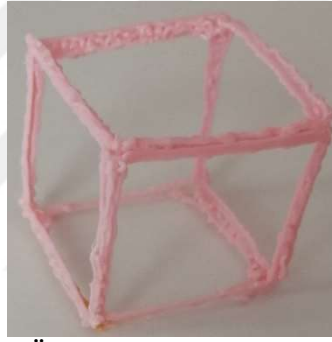
İsim Soyisim

İmza

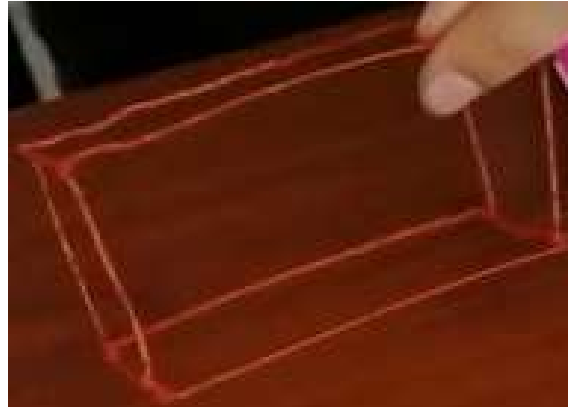
EK-25: ÖĞRENCİLERİN OLUŞTURDUKLARI VE KESEREK DÖNÜŞTÜRDÜKLERİ MATERYALLERDEN SORU SIRASINA GÖRE ÖRNEKLER



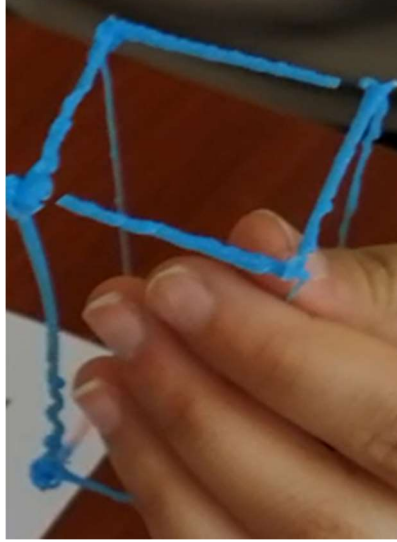
Şekil 8. 1. A Grubunun Öğrenme Kağıdı 1.Soru İçin Küpün Bir Yüzeyini Oluşturduğu Aşama



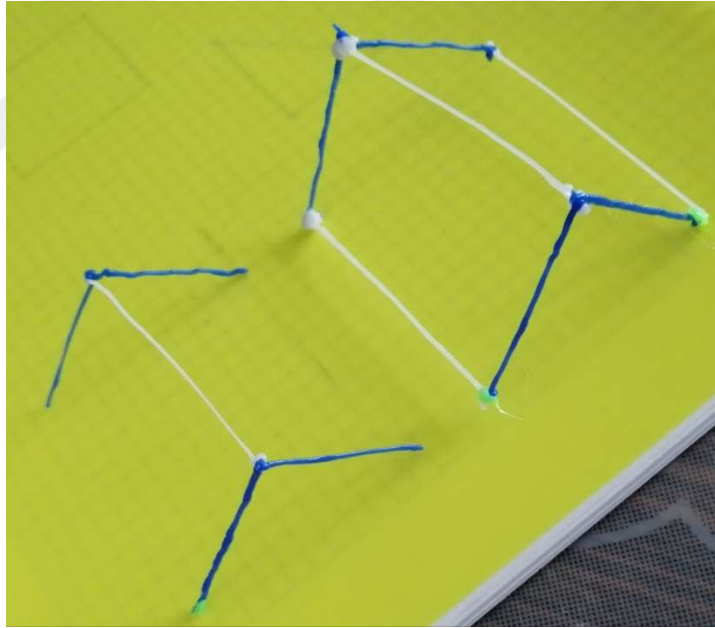
Şekil 8. 2. C Grubunun Öğrenme Kağıdı 1.Soru İçin Oluşturduğu Küp



Şekil 8. 3. B Grubunun Öğrenme Kağıdı 2.Soru İçin Oluşturduğu Dikdörtgen Prizma



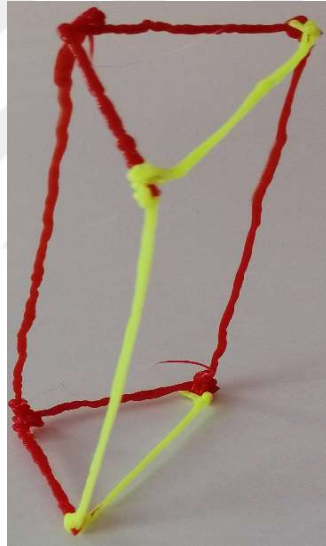
Şekil 8. 4. C Grubunun Öğrenme Kağıdı 2.Soru İçin Oluşturduğu Dikdörtgen Prizmayı 3.Soru İçin Kesme Aşaması



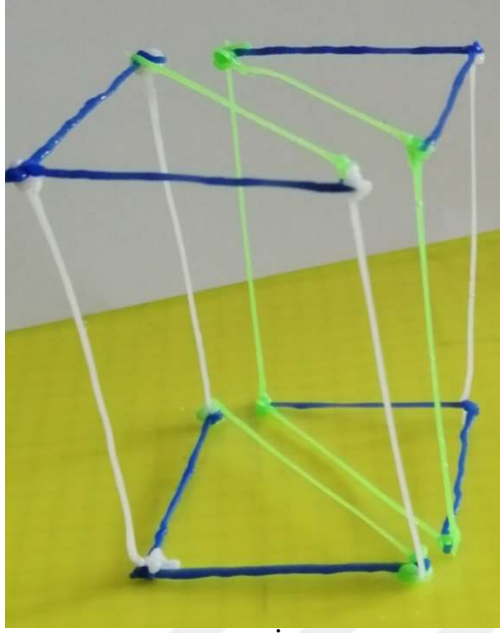
Şekil 8. 5. D Grubunun Öğrenme Kağıdı 2.Soru İçin Oluşturduğu Dikdörtgen Prizmayı 3.Soru İçin Kestikten Sonra Kalan Parçalar



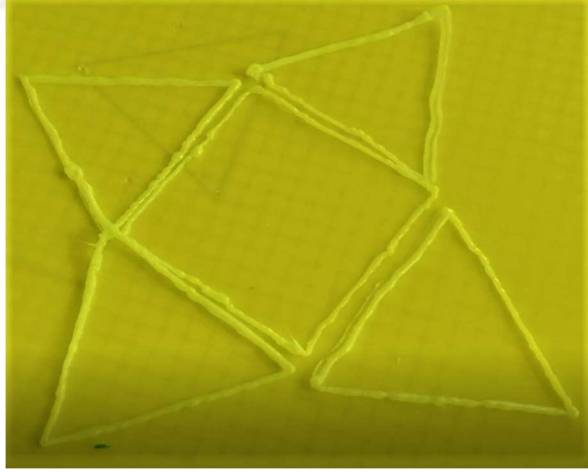
Şekil 8. 6. A Grubunun Öğrenme Kağıdı 3.Soru İçin Dikdörtgen Prizmayı Keserek Üçgen Prizmayı Oluşturma Aşaması



Şekil 8. 7. A Grubunun Öğrenme Kağıdı 3.Soru İçin Dikdörtgen Prizmayı Keserek Oluşturduğu Üçgen Prizma



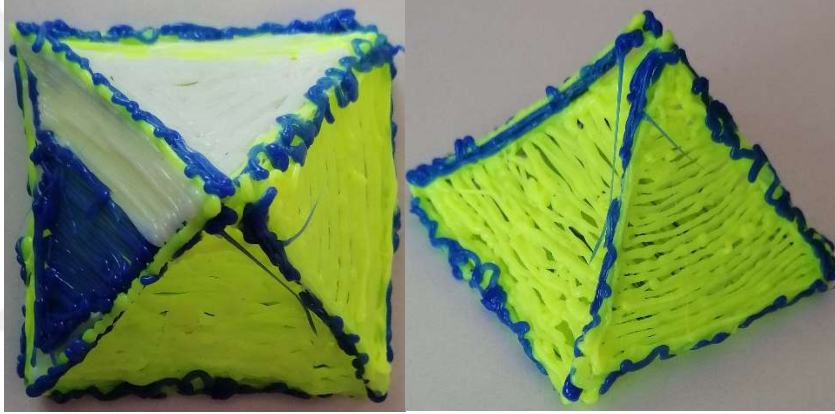
Şekil 8. 8. D Grubunun Öğrenme Kağıdı 2.Soru İçin Oluşturduğu Dikdörtgen Prizmayı 3.Soru İçin Kesip İki Üçgen Prizma Elde Etmeleri



Şekil 8. 9. A Grubunun Öğrenme Kağıdı 4.Soru İçin Oluşturduğu Kare Piramit Yüzeyleri



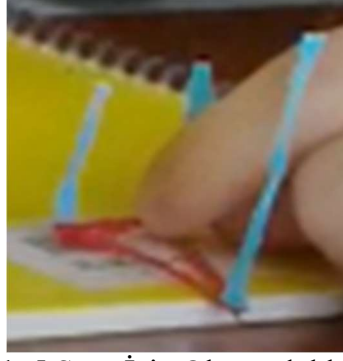
Şekil 8. 10. C Grubunun Öğrenme Kağıdı 4.Soru İçin Oluşturduğu Kare Piramit Yüzeylerini
5.Soru İçin Doldurma Aşaması



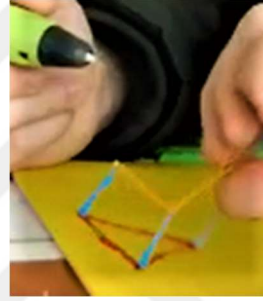
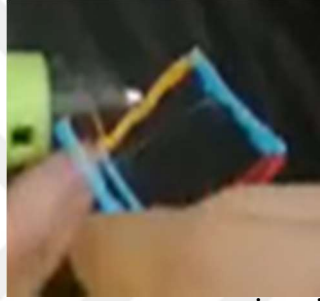
Şekil 8. 11. A Grubunun Öğrenme Kağıdı 5.Soru İçin Oluşturdukları Kare Tabanlı Piramit;
Soldaki Piramidin Üstten Görünümü, Sağdaki Piramidin Yandan Görünümü



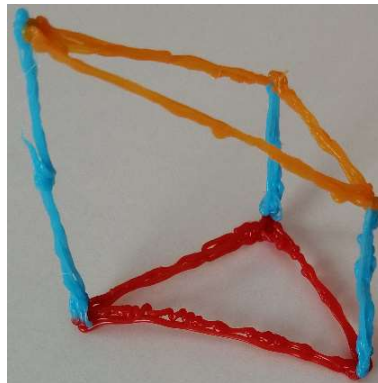
Şekil 8. 12. D Grubunun ÇY-1, 5.Soru İçin Oluşturdukları Üçgen Prizma



Şekil 8. 13. D Grubunun ÇY-1, 5.Soru İçin Oluşturdukları Üçgen Prizmayı 8.Soru İçin Kesmeleri Aşaması



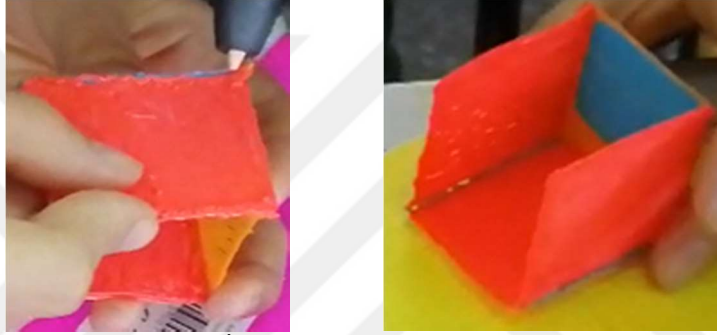
Şekil 8. 14. D Grubunun ÇY-1, 8.Soru İçin Üçgen Prizmayı Keserek Kesik Üçgen Prizma Oluşturma Aşaması



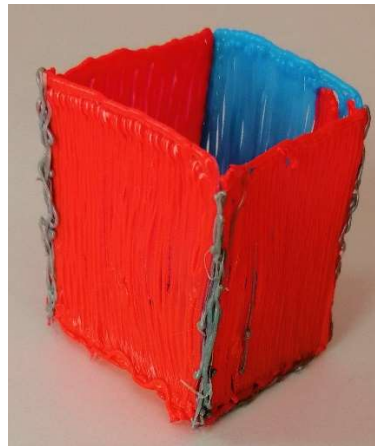
Şekil 8. 15. D Grubunun ÇY-1, 8.Soru İçin Üçgen Prizmayı Kesip Oluşturdukları Kesik Üçgen Prizma



Şekil 8. 16. B Grubunun ÇY-2, 5.Soru İçin Dikdörtgen Prizmanın Bir Yüzeyini Oluşturma Aşaması



Şekil 8. 17. A Grubunun ÇY-2, 5.Soru İçin Dikdörtgenleri Ve Tabanı Birleştirerek Üstü Açık Dikdörtgen Prizma Oluşturdukları Aşama



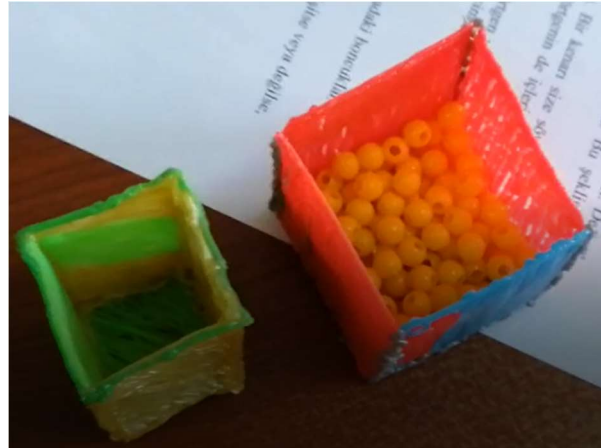
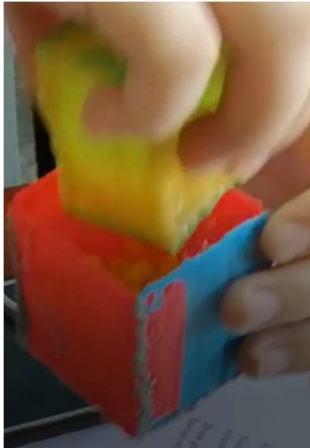
Şekil 8. 18. A Grubunun ÇY-2, 5.Soru İçin Oluşturdukları Dikdörtgen Prizmanın Üstten Görünümü Solda, Alttan Görünümü Sağda



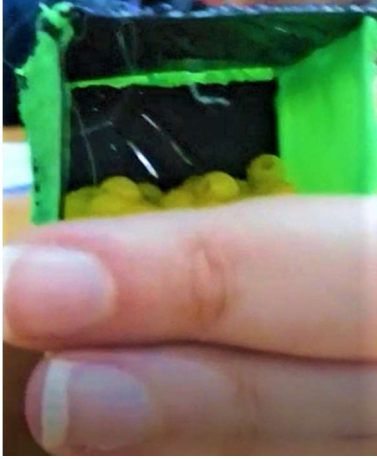
Şekil 8. 19. ÇY-2, 5.Soru İçin (Araştırmacı Tarafından 3D Kalemle Oluşturulup) Gruplara Hazır Verilen Dikdörtgen Prizmalardan Biri



Şekil 8. 20. ÇY-2, 5.Soru İçin (Araştırmacı Tarafından 3D Kalemle Oluşturulup) Gruplara Hazır Verilen Dikdörtgen Prizmalardan Birinin Boncukla Doldurdukları Hali



Şekil 8. 21. A Grubunun ÇY-2, 5.Soruda Hazır Verilen Dikdörtgen Prizmaya Doldurdukları Boncukları, Oluşturdukları Dikdörtgen Prizmaya Boşaltma ve Bunu İnceleme Aşaması (Soldaki Şekil Boncuklar Boşaltılırken; Sağdaki Şekil Boşaltılan Boncuklar ve Prizmalar Karşılaştırılırken)



Şekil 8. 22. Araştırmacının ÇY-2, 8.Soruda Hazır Verilen Dikdörtgen Prizmaya Doldurdukları Boncukları, Öğrencilerin Oluşturduğu Dikdörtgen Prizmaya Boşaltıp Elini Siper Ederek Prizmayı Yan Yatırıp Öğrencilere Yüksekliğin ve Tabanın Değiştiğini Göstermesi

EK-26: MİLLİ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ İZİN BELGESİ



T.C.
SİVAS VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü



Sayı : 92255297-604.01.01-E.5471982
Konu : Araştırma İzni (Sibel ÇOPUR)

15.03.2019

VALİLİK MAKAMINA

- İlgi : a) Sibel ÇOPUR'un 11/03/2019 tarihli dilekçesi.
b) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 22/08/2017 tarihli ve 35558626-10.06.01-E.12607291 sayılı 2017/25 no'lu genelgesi.
c) Valilik Makamının 30/08/2018 tarihli ve 92255297-605.99-E.15131201 sayılı onayı.

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi Sibel ÇOPUR, "3D Yazıcı Kalem Teknolojisinin Katı Cisimler Konusunda Kullanımının Etkinliğinin İncelenmesi" konulu tez çalışması kapsamında, ilimiz merkezinde bulunan Gazi Anadolu Lisesi, Şehit Furkan Peker Anadolu Lisesi ve Şehit Muhammet Onur Demir Anadolu Lisesinde çalışma yapmak istemektedir.

İlgi (a) dilekçe ekindeki çalışma; Valilik Makamının ilgi (c) onayı ile oluşturulan araştırma değerlendirme komisyonu tarafından incelenmiş olup çalışmanın, eğitim öğretimin aksatılmaması ve katılımcıların izni olmadan resim, video ve ses kayıtlarının alınmaması kaydıyla, ilimiz merkezinde bulunan Gazi Anadolu Lisesi, Şehit Furkan Peker Anadolu Lisesi ve Şehit Muhammet Onur Demir Anadolu Lisesinde uygulanmasında bir sakınca görülmemektedir.

Onaylarınıza arz ederim.

Ayhan BÜLBÜL
Müdür a.
Müdür Yardımcısı

Ek : Araştırma Değerlendirme Formu (1 sayfa)

OLUR
15.03.2019

Ebubekir Sıddık SAVAŞCI
Vali a.
Millî Eğitim Müdürü

Güvenli Elektronik İmza
Asiri ile Ayarlıdır.
15/03/2019
Lutfi KELDAL
Şef

Adres: Muhsin Yazıcıoğlu Bulvarı Merkez/ SİVAS
Elektronik Ağ: <http://sivas.meb.gov.tr/>
e-posta: butce58@meb.gov.tr

Bilgi için: Leyla SÜZEN
Tel: 0 (346) 280 58 81
Faks: 0 (346) 280 59 48

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 17ec-890a-347b-8282-e10c kodu ile teyit edilebilir.