

**T.C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Anabilim Dalı
İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bilim Dalı**

**İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ UZAMSAL
YETENEKLERİNİN SOLO MODELİ İLE İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Sevda GÖKTEPE

İSTANBUL, 2013

**T.C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Anabilim Dalı
İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bilim Dalı**

**İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ UZAMSAL
YETENEKLERİNİN SOLO MODELİ İLE İNCELENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Danışman
Doç. Dr. Ahmet Şükrü ÖZDEMİR**

Sevda GÖKTEPE

İSTANBUL, 2013

**Tüm kullanım hakları
M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.
2013**

T.C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Anabilim Dalı
İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bilim Dalı

ONAY

SEVDA GÖKTEPE tarafından hazırlanan İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ UZAMSAL YETENEKLERİNİN SOLO MODELİ İLE İNCELENMESİ başlıklı bu çalışma 16.01.2013 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

ADI SOYADI

İMZA

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ahmet Şükrü ÖZDEMİR

.....


Jüri Üyesi : Doç. Dr. İlyas YAVUZ

.....


Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Alaattin PUSMAZ

.....


ÖZGEÇMİŞ

- 2006 Balıkesir Sırrı Yırcalı Anadolu Lisesi'nden mezun olma
- 2010 Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalından mezun olma
- 2010 Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalında Araştırma Görevliliği
- 2011 Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Matematik Öğretmenliği Bilim Dalı Yüksek Lisans Programına Giriş
- 2011 Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalında Araştırma Görevliliği

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Görev Yaptığı Kurum : Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi

E-Posta : sevda.goktepe@marmara.edu.tr

Telefon : 0 216 345 90 90 / 299

ÖNSÖZ

“İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Uzamsal Yeteneklerinin SOLO Modeli ile İncelenmesi” konulu tezimde öğretmen adaylarının uzamsal yeteneğin iki bileşeni olan uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerileri SOLO modeline göre incelenmiştir. Öğrencilere uzay ve boyut kavramlarının kavratılması oldukça zordur. Uzamsal yeteneğin ve 3 boyutlu düşüncenin gelişiminde öğretmenlere büyük görev düşmektedir. Etkili öğretim için öncesinde öğrencilerin düşünme yollarını ve düştükleri kavram yanılgılarını bilmek ve yapılacak doğru tespitler ileriki araştırmalara yol gösterecektir.

Yüksek lisans çalışmalarımın her aşamasında benden desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, zaman ayıran, yol gösteren değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Ahmet Şükrü ÖZDEMİR’e içtenlikle teşekkür ederim.

Çalışmalarında görüş ve önerilerinden yararlandığım, benimle bilgi ve deneyimlerini paylaşan değerli hocam Dr. Özlem ÇEZİKTÜRK KİPEL’e, her türlü yardımlarıyla bana destek olan değerli meslektaşlarım ve sevgili arkadaşlarım Arş. Gör. Pınar GÜNER, Arş. Gör. İbrahim KEPCEOĞLU ’na teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisansa başladığımdan itibaren bana inanıp güvenerek destek sağlayan TÜBİTAK-Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (BİDEB)’e teşekkür ederim.

Tezimin uygulama aşamasında çalışmama gönüllü olarak katılan ve bana vakit ayırıp özellikle klinik mülakatlar kısmında bana yardımcı olan ilköğretim matematik öğretmeni adaylarına teşekkürlerimi sunarım.

Bana her zaman inanan ve güvenen, maddi ve manevi destekleriyle yanımda olan canım anneme, babama, kardeşime ve tezimin her aşamasında her zaman yanımda olan ve sonsuz destek veren ikiz kardeşim Arş. Gör. Seda GÖKTEPE’ ye sonsuz şükranlarımı sunarım.

Sevda GÖKTEPE

Ocak, 2013

ÖZET

Öğrencilerin bir konuyu ya da kavramı öğrenip öğrenmediklerini ölçmek oldukça zor bir iştir. Bu yüzden son yıllarda eğitimde dolayısıyla matematik eğitiminde alternatif ölçme değerlendirme tekniklerine bir yöneliş vardır. Bu amaçla öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinin bileşenlerinden olan uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerinin ölçülmesinde ve değerlendirilmesinde SOLO Modeli alternatif olarak kullanılabilir. Uzamsal yeteneğin ve 3 boyutlu düşüncenin gelişiminde öğretmenlere büyük görev düşmektedir. Öncesinde öğrencilerin düşünme yollarını ve düştükleri kavram yanılgılarını da bilmek etkili bir öğretim yapılması için gereklidir. Öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerinin gelişmesi için yapılacak doğru tespitler ileriki araştırmalar için bir basamak olacaktır. Bu araştırmanın amacı ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini SOLO Modeli ile değerlendirmektir.

Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Hem nicel hem de nitel yöntem olmak üzere karma yöntem kullanılmıştır. İlk aşamada, Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi kullanılarak 81 öğretmen adayının uzamsal yetenekleri incelenmiştir. İkinci aşamada bu teste göre seçilen 6 öğretmen adayıyla klinik mülakatlar yürütülmüştür. Nicel veriler analiz edilirken istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Nitel veriler ise tek tek okunmuş, analiz edilmiş ve öğretmen adaylarının cevapları SOLO Modelinin düşünme seviyelerine yerleştirilmiştir.

Araştırmanın sonuçlarına göre ilköğretim matematik öğretmen adaylarının çoğunluğu orta düzeyde uzamsal yeteneğe sahiptir. Öğretmen adaylarının hem uzamsal görselleştirme hem de uzamsal yönelim becerileri SOLO Modelinin düşünme evrelerine göre ağırlıklı olarak Çok Yönlü Yapı (ÇY) seviyesindedir. Uzamsal görselleştirme becerileri ile ilgili farklı boyutlar arasında geçiş yapmayı gerektiren problemlere verdikleri cevapların seviyeleri ilişkisel yapı seviyesinin altında kalmıştır. Dolayısıyla derinlemesine bir öğrenme söz konusu değildir. Ayrıca araştırmadan elde edilen bulgulara göre uygulayıcılara ve araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: SOLO Seviyeleri, Uzamsal Yönelim, Uzamsal Görselleştirme, İlköğretim Matematik Öğretmen Adayları

ABSTRACT

It is really difficult to measure the comprehension level of a student about a topic or a concept. Thus, there is an increasing tendency towards alternative measurement methods lately. SOLO model can be used as an alternative to measure and evaluate the abilities of spatial visualization and spatial orientation which are components of spatial skills. Teachers play an important role in the improvement of spatial skills and three dimension thinking ability. It is necessary to know students' thinking ways and misconceptions before designing the model for effective education. Accurate determination about pre-service teachers' spatial visualization and spatial orientation will be steps for further research. The aim of this study is to evaluate the spatial visualization and spatial orientation abilities of pre-service mathematics teachers with SOLO model.

This research consists of two stages. Mixed methodology method (both quantitative and qualitative methods) is used in this study. In the first stage 81 pre-service teachers' spatial abilities is measured by using Purdue Spatial Visualization Test. In the second stage clinical interviews are done with 6 pre-service teachers that were chosen according to Purdue Spatial Visualization Tests' results. Statistical methods are used while analyzing quantitative data. Qualitative data are evaluated, analyzed one by one and pre-service teachers' answers are put in SOLO levels.

According to results of the research most of the elementary mathematics pre-service teachers have middle level spatial ability. Most of the pre-service teachers are at the multistructural level in both spatial visualization and spatial abilities according to SOLO model thinking stages. Also their answer levels in the spatial visualization questions which require transition between different dimensions are lower than the relational structure level. Thus, there is no deep comprehension. Recommendations for further research to academicians and implementers are made according to findings of the study.

Key Words: SOLO Levels, Spatial Orientations, Spatial Visualization, Elementary Mathematics Pre-service Teachers

İÇİNDEKİLER

ONAY.....	ii
ÖZGEÇMİŞ.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR VE SEMBOLLER.....	xvii
BÖLÜM I: GİRİŞ	1
1.1 Problem.....	1
1.2 Amaç.....	5
1.3 Önem	6
1.4 Sınırlılıklar.....	7
1.5 Sayıtlar (Varsayımlar)	8
1.6 Tanımlar	8
BÖLÜM II: ALAN YAZIN/İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	9
2.1 Geometrik ve Uzamsal Düşünme	9
2.1.1 Geometrik Düşüncenin Gelişimi	11
2.1.2 Geometrinin İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Öğretim Programındaki Yeri.....	18
2.2 Uzamsal Yetenek.....	28
2.2.1 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri	31
2.2.2 Uzamsal Yetenek ile İlgili Yapılan Çalışmalar	39
2.3 Boyut Kavramı	45
2.4 SOLO Modeli	47
2.4.1 SOLO Modelinin Kullanıldığı Çalışmalar	56
BÖLÜM III: YÖNTEM.....	58
3.1 Araştırmanın Modeli	58
3.2 Çalışma Grubu.....	60
3.3 Veri Toplama Araçları.....	61
3.3.1 Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT).....	62
3.3.2 Geometri Başarı Testi.....	64

3.4 Verilerin Toplanması.....	80
3.4.1 Klinik Mülakatlar	82
3.5 Verilerin Çözümlemesi.....	83
3.5.1 Klinik Mülakatların Analizi	83
BÖLÜM IV: BULGULAR	85
4.1 Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi ile İlgili Bulgular	85
4.2 Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin SOLO Modeline Göre İncelenmesi ile İlgili Bulgular	88
4.2.1 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Bulgular.....	94
4.2.2 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Bulgular.....	94
4.2.3 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Bulgular...	101
4.2.4 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Bulgular	108
4.2.5 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Bulgular ...	117
4.2.6 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Bulgular	122
4.2.7 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Bulgular ..	128
4.2.8 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Bulgular	133
4.3 Uzamsal Yönelim Becerilerinin SOLO Modeline Göre İncelenmesi ile İlgili Bulgular...	139
4.3.1 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Bulgular	139
4.3.2 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Bulgular	143
4.3.3 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Bulgular	148
4.3.4 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Bulgular.....	153
4.3.5 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Bulgular.....	160
4.3.6 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Bulgular	164
4.3.7 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Bulgular	168
4.3.8 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Bulgular.....	172
4.4 Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Farklı Boyutlarda İncelenmesi ile İlgili Bulgular..	178
4.4.1 İki Boyuttan İki Boyuta Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin İncelenmesi	178
4.4.2 İki Boyuttan Üç Boyuta Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin İncelenmesi	179
4.4.3 Üç Boyuttan İki Boyuta Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin İncelenmesi	180
4.4.4 Üç Boyuttan Üç Boyuta Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin İncelenmesi.....	181
4.4.5 Farklı Boyutlara Göre Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi	182
4.5 Uzamsal Yönelim Becerilerinin Farklı Boyutlarda İncelenmesi ile İlgili Bulgular...	184
4.5.1 İki Boyuttan İki Boyuta Uzamsal Yönelim Becerilerinin İncelenmesi.....	184
4.5.2 İki Boyuttan Üç Boyuta Uzamsal Yönelim Becerilerinin İncelenmesi.....	185
4.5.3 Üç Boyuttan İki Boyuta Uzamsal Yönelim Becerilerinin İncelenmesi.....	186

4.5.4 Üç Boyuttan Üç Boyuta Uzamsal Yönelim Becerilerinin İncelenmesi	187
4.5.5 Farklı Boyutlara Göre Uzamsal Yönelim Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi.....	188
BÖLÜM V: SONUÇ.....	190
5.1 Yargı.....	190
5.2 Tartışma.....	191
5.2.1 Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi ile İlgili Bulguların Tartışılması	191
5.2.2 Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin SOLO Modeline Göre İncelenmesi ile İlgili Bulguların Tartışılması	193
5.2.3 Uzamsal Yönelim Becerilerinin SOLO Modeline Göre İncelenmesi ile İlgili Bulguların Tartışılması.....	194
5.2.4. Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Farklı Boyutlarda İncelenmesi ile İlgili Bulguların Tartışılması.....	195
5.2.5 Uzamsal Yönelim Becerilerinin Farklı Boyutlarda İncelenmesi ile İlgili Bulguların Tartışılması.....	197
5.3 Öneriler.....	198
KAYNAKLAR.....	201
EKLER.....	210

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1 Van Hiele Geometrik Düşünme Seviyeleri ile SOLO Seviyelerinin Karşılaştırılması.	15
Tablo 2.2 6. Sınıf Düzeyinde Geometri Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar	20
Tablo 2.3 6. Sınıf Düzeyinde Ölçme Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar	21
Tablo 2.4 7. Sınıf Düzeyinde Geometri Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar	21
Tablo 2.5 7. Sınıf Düzeyinde Ölçme Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar	22
Tablo 2.6 8. Sınıf Düzeyinde Geometri Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar	23
Tablo 2.7 8. Sınıf Düzeyinde Ölçme Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar	23
Tablo 2.8 9. Sınıf Düzeyinde Geometri Dersinde Yer Alan Kazanımlar	25
Tablo 2.9 10. Sınıf Düzeyinde Geometri Dersinde Yer Alan Kazanımlar	25
Tablo 2.10 11. Sınıf Düzeyinde Geometri Dersinde Yer Alan Kazanım	26
Tablo 2.11 12. Sınıf Düzeyinde Geometri Dersinde Yer Alan Kazanımlar	27
Tablo 2.12 Piaget'in Bilişsel Gelişim Evreleri ile SOLO Düşünme Evrelerinin Karşılaştırılması	50
Tablo 2.13 SOLO ve van Hiele Modellerinin Sınıflandırmalarının Karşılaştırılması	55
Tablo 3.1 Nicel Verilerin Elde Edildiği Çalışma Grubunun Dağılımı	60
Tablo 3.2 Klinik Mülakatların Gerçekleştirildiği Çalışma Grubunun Dağılımı	60
Tablo 3.4 Geometri Başarı Testinde Yer Alan Soruların Dağılımı	65
Tablo 4.1 Purdue Uzamsal Görselleştirme Testine Ait Bulgular	86
Tablo 4.2 Purdue Uzamsal Görselleştirme Testine Göre Öğretmen Adaylarının Seviyeleri...	86
Tablo 4.3 Uzamsal Görselleştirme ile Uzamsal Yönelim Becerileri Arasında İlişkinin Belirlenmesi	87
Tablo 4.4 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Düzeylerine Göre Uzamsal Görselleştirme Becerileri	137
Tablo 4.5 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi	138
Tablo 4.6 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Düzeylerine Göre Uzamsal Yönelim Becerileri	177
Tablo 4.7 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Uzamsal Yönelim Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi	178
Tablo 4.8 2B-2B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Seviyeleri	178
Tablo 4.9 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 2B-2B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi	179
Tablo 4.10 2B-3B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Seviyeleri	179
Tablo 4.11 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 2B-3B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi	180
Tablo 4.12 3B-2B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Seviyeleri	180
Tablo 4.13 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 3B-2B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Seviyelerinin Genel Değerlendirilmesi	181
Tablo 4.14 3B-3B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Seviyeleri	181
Tablo 4.15 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 3B-3B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi	182
Tablo 4.16 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Düzeylerine Göre Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Değerlendirilmesi	182
Tablo 4.17 2B-2B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Seviyeleri	184
Tablo 4.18 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 2B-2B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi	184
Tablo 4.19 2B-3B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Seviyeleri	185

Tablo 4.20 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 2B-3B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi.....	185
Tablo 4.21 3B-2B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Seviyeleri	186
Tablo 4.22 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 3B-2B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi.....	186
Tablo 4.23 3B-3B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Seviyeleri.....	187
Tablo 4.24 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 3B-3B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi.....	187
Tablo 4.25 Öğretmen Adaylarının Düzeylerine Göre Uzamsal Yönelim Becerilerinin Değerlendirilmesi	188

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (1)	32
Şekil 2.2 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (2)	32
Şekil 2.3 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (3)	33
Şekil 2.4 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (4)	34
Şekil 2.5 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (5)	34
Şekil 2.6 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (6)	35
Şekil 2.7 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (7)	35
Şekil 2.8 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (8)	36
Şekil 2.9 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (9)	36
Şekil 2.10 SOLO Düşünme Seviyelerinin Bulundukları Evreler.....	52
Şekil 2.11 SOLO Modelinde Yer Alan Evreler, Seviyeler ve Döngüler	53
Şekil 2.12 Somut Sembolik Evredeki İki Öğrenme Döngüsü.....	53
Şekil 3.1 PUGT'nin Açılımlar Kısımında Yer Alan Sorulardan Bir Örnek	62
Şekil 3.2 PUGT'nin Döndürme Kısımında Yer Alan Sorulardan Bir Örnek.....	63
Şekil 3.3 PUGT'nin Görünümler Kısımında Yer Alan Sorulardan Bir Örnek	63
Şekil 3.4 Uygulama Sürecini Gösteren Akış Şeması	81
Şekil 4.1 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü	88
Şekil 4.2 Taner'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü.	89
Şekil 4.3 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü.	90
Şekil 4.4 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü	91
Şekil 4.5 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü.	92
Şekil 4.6 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü	93
Şekil 4.7 Öğretmen Adaylarının Birinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	94
Şekil 4.8 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü	95
Şekil 4.9 Taner'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü.	96
Şekil 4.10 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü.	97
Şekil 4.11 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü	98
Şekil 4.12 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü.	99
Şekil 4.13 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü	100
Şekil 4.14 Öğretmen Adaylarının İkinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	101
Şekil 4.15 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü	102

Şekil 4.16 Taner'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü	103
Şekil 4.17 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü	104
Şekil 4.18 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü	106
Şekil 4.19 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü	106
Şekil 4.20 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü	107
Şekil 4.21 Öğretmen Adaylarının Üçüncü Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	108
Şekil 4.22 Merve'nin Klinik Mülakatta Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü.....	109
Şekil 4.23. Taner'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü	110
Şekil 4.24 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü	112
Şekil 4.25 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü	113
Şekil 4.26 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü	114
Şekil 4.27 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü	115
Şekil 4.28 Öğretmen Adaylarının Dördüncü Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	116
Şekil 4.29 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü	117
Şekil 4.30 Taner'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü	118
Şekil 4.31 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü..	119
Şekil 4.32 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü	120
Şekil 4.33 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü	120
Şekil 4.34 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü	121
Şekil 4.35 Öğretmen Adaylarının Beşinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	122
Şekil 4.36 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü	122
Şekil 4.37 Taner'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü	123
Şekil 4.38 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü	124
Şekil 4.39 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü	125
Şekil 4.40 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü..	125

Şekil 4.41 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü	126
Şekil 4.42 Öğretmen Adaylarının Altıncı Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	127
Şekil 4.43 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü	128
Şekil 4.44 Taner'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü	129
Şekil 4.45 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü..	129
Şekil 4.46 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü	130
Şekil 4.47 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü	131
Şekil 4.48 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü	132
Şekil 4.49 Öğretmen Adaylarının Yedinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	132
Şekil 4.50 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü	133
Şekil 4.51 Taner'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü	134
Şekil 4.52 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü	134
Şekil 4.53 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü	135
Şekil 4.54 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü	136
Şekil 4.55 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü	136
Şekil 4.56 Öğretmen Adaylarının Sekizinci Problemin Cevabına göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	137
Şekil 4.57 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü.	139
Şekil 4.58 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü.	139
Şekil 4.59 Elif'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü	140
Şekil 4.60 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü ..	141
Şekil 4.61 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü ..	141
Şekil 4.62 Gamze'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü.	142
Şekil 4.63 Öğretmen Adaylarının Birinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	143
Şekil 4.64 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü ..	143
Şekil 4.65 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü...	144
Şekil 4.66 Elif'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü	145
Şekil 4.67 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü .	146
Şekil 4.68 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü	146
Şekil 4.69 Gamze'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü.	147

Şekil 4.70 Öğretmen Adaylarının İkinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	148
Şekil 4.71 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü.....	149
Şekil 4.72 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü ..	149
Şekil 4.73 Elif'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü...	150
Şekil 4.74 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü.....	151
Şekil 4.75 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü ..	151
Şekil 4.76 Gamze'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü.....	152
Şekil 4.77 Öğretmen Adaylarının Üçüncü Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	153
Şekil 4.78 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü..	153
Şekil 4.79 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü.....	154
Şekil 4.80 Elif'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü.....	155
Şekil 4.81 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü.....	157
Şekil 4.82 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü.....	157
Şekil 4.83 Gamze'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü	158
Şekil 4.84 Öğretmen Adaylarının Dördüncü Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	159
Şekil 4.85 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü.....	160
Şekil 4.86 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü.....	160
Şekil 4.87 Elif'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü ...	161
Şekil 4.88 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü.....	162
Şekil 4.89 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü.....	162
Şekil 4.90 Gamze'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü.....	163
Şekil 4.91 Öğretmen Adaylarının Beşinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	163
Şekil 4.92 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü.....	164
Şekil 4.93 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü ..	165
Şekil 4.94 Elif'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü	165
Şekil 4.95 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü ..	166
Şekil 4.96 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü ..	166
Şekil 4.97 Gamze'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü.....	167
Şekil 4.98 Öğretmen Adaylarının Altıncı Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri.....	167

Şekil 4.99 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü	168
Şekil 4.100 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü	169
Şekil 4.101 Elif'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü	169
Şekil 4.102 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü	170
Şekil 4.103 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü	170
Şekil 4.104 Gamze'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü	171
Şekil 4.105 Öğretmen Adaylarının Yedinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri	172
Şekil 4.106 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü	173
Şekil 4.107 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü	173
Şekil 4.108 Elif'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü	174
Şekil 4.109 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü	174
Şekil 4.110 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü	175
Şekil 4.111 Gamze'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü	175
Şekil 4.112 Öğretmen Adaylarının Sekizinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri	176

KISALTMALAR VE SEMBOLLER

2B: İki Boyutlu

3B: Üç Boyutlu

SOLO: Structure of Observed Learning Outcomes (Öğrenme Çıktılarının Gözlenen Yapısı)

PUGT: Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi

TIMMS: Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslar arası Matematik ve Fen Araştırması)

PISA: Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)

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

ALES: Akademik Personel ve Lisansüstü Eğitimi Giriş Sınavı

BÖLÜM I: GİRİŞ

Bu bölümde; “problem”, “amaç/hipotez”, “önem”, “sınırlılıklar”, “sayılılar (varsayımlar)”, “tanımlar” alt başlıklarına yer verilmiştir.

1.1 Problem

Matematiksel düşünme aritmetik, cebir, geometri, olasılık gibi farklı öğrenme alanlarındaki düşünme biçimlerinden oluşmaktadır. Dindyal (2003) tarafından düşünme ve düşünme biçimleri arasındaki ilişkiyi ifade etmek için oluşturulan modele göre matematiksel düşünme geometrik düşünme, cebirsel düşünme ve olasılıklı düşünmeyi kapsamaktadır. Ayrıca matematiksel düşünme de genel anlamda düşünmenin alt kümesidir. Elbette ki tüm düşünme alanları birbiriyle ilişkilidir ama matematiksel düşünmenin farklı boyutlarına vurgu yapmak için böyle bir modellemeye gidilmiştir (Çelik, 2007). Uzamsal düşünme ise nesneleri ve mevcut durumu zihinde görsel olarak oluşturma becerisidir. Problem çözerken açıklayıcı şekiller çizmek, sözel problemler verildiğinde tablo ve grafiğe dökülebilmek, geometrik şekiller arasındaki ilişkiyi anlayabilmek bu becerinin geliştiğini göstermektedir (Turgut, 2010). Bu yüzden soyut geometrik kavramları, uzamsal durumları zihinde canlandırarak uzamsal yeteneğin kullanılması uzamsal düşünmenin temelini oluşturmaktadır. Uzamsal yeteneğin geliştirilmesi aynı zamanda matematik ve geometrik konularının daha kolay kavranmasını sağlayacaktır. Bununla birlikte uzamsal yeteneğin en iyi hangi yöntemlerle geliştirileceği konusu halen farklı alanlardaki araştırmaların ilgi noktası olmaya devam etmektedir.

Uzamsal yeteneğin geometriyi anlamada önemli bir rolü olduğu pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir (Ünal, Jakubowski ve Corey, 2009). Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi NCTM (2000) geometrinin önemini "Geometri öğrencilerin muhakeme ve ispat yeteneklerinin gelişimi için doğal bir alandır. " cümlesi ile vurgulamıştır. Ayrıca “Öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesindeki temel neden uzamsal anlamalar ile nesneleri yorumlamak ve öğrencilerin geometri dünyasını anlamaktır.” ifadesiyle geometri öğrenimi ve öğretiminde uzamsal yeteneğin üzerinde durulmaktadır (NCTM, 1989/2000). Uzamsal yeteneği yüksek olan bireyler geometrik şekilleri daha kolay akıllarında tutarlar ve şekiller arasındaki ilişkileri çözebilirler (Turgut, 2010). Her düzeyde geometri dersi içerisinde uzamsal becerilere oldukça fazla yer verilmektedir. Örneğin geometrik şekilleri yorumlamak, şekiller arasındaki ilişkileri anlamak ve çeşitli dönüşümler

sonunda zihinde canlandırmak için uzamsal görselleştirme becerisine sahip olmak gereklidir (Kösa, 2011).

Howard Gardner (1983) teorisinde bir bireyde sekiz farklı zekâ çeşidinin varlığından bahsetmiştir ve matematiksel-mantıksal zekâ ile görsel-uzamsal zekâyı birbirinden ayırmıştır. Başaran (2004) bu iki zekâ türünün birbirinden ayrılan yönlerini şu şekilde belirtmektedir:

Matematiksel-mantıksal zekâ akıl yürütme zekâsı olarak da belirtilmektedir ve daha çok sayılarla ilgilidir. Tümdengelim ve tümevarımı kullanarak akıl yürütme, soyut düzeyde problem çözebilme ve kavramlar arasındaki ilişkileri anlama yeteneğidir. Görsel-uzamsal zekâ ise resimler ve imgeler zekâsı olarak belirtilmektedir. Kişinin çevresini doğru olarak algılaması ile ilgilidir. Şekilleri, renkleri zihin gözü ile görme ve bunları somutlaştırabilme yeteneğidir. Özellikle görsel/uzamsal zekâ ve mantıksal/matematiksel zekâyı sahip olan öğrenciler geometrik düşünme konusunda bir adım öndedirler denebilir. Bu durumda diğer zekâ türlerine sahip öğrencilerin geometrik düşünme konusunda gelişebilmesi için ise öğretmenlere büyük görev düşmektedir. Öğrencilerin kendilerini en yakın hissettikleri, en çok zevk aldıkları yetenek alanlarının etkili birer araç olarak kullanılarak öğretim yapılması, onların ilgisini çekerek öğretimi kolaylaştıracaktır. Örneğin, görsel yanı güçlü, resimler, şekiller yoluyla düşünen, çizmekten zevk alan bir öğrenci için, matematik gibi soyut bir dersi öğrenmede zorlandığı durumlarda görsel tarafı bir araç olarak kullanılabilir (Saban, 2001). Uzay geometri konuları daha çok üç boyutlu geometri etkinliklerinden oluştuğu için görsel-uzamsal zekâ önem kazanmaktadır.

İlköğretim matematik öğretim programında yer alan öğrenme alanlarından biri geometri öğrenme alanıdır (MEB, 2009). Ortaöğretim düzeyine geçildiğinde geometri ve analitik geometri dersi matematik dersinden bağımsızlaşarak ayrı dersler olarak verilir. İlköğretim matematik öğretmenliği lisans programında ise birinci sınıfın ikinci yarısında geometri, üçüncü sınıfta Analitik Geometri I ve Analitik Geometri II dersleri yer alır. Bununla beraber geometri ile ilgili olarak geometri öğretimi gibi seçmeli dersler de yer verilebilmektedir. Bu açıdan her düzeyde geometri öğrenme alanı önemli yer kaplamaktadır dolayısıyla geometri öğretimi de önem kazanmaktadır. Aslında lisans programına bakıldığında öğretmen adayları geometri bilgilerini analiz, lineer cebir, diferansiyel denklemler dersleri ile de geliştirirler. Hans Freudenthal lineer cebir dersinin öklid geometri gibi “yerel aksiyomatik” sistemler için uygun olmadığını savunmaktadır (Freudenthal, 1973). Banchoff and Wermer (1992) ise lineer cebir dersinin iyi bir şekilde öğrenilmesinin iki ve üç boyutlu geometri için temel oluşturduğunu belirtmiştir.

Dobrovolny ve O'Bryant (1984) geometrik resim olarak adlandırılan üç boyutlu nesnelerin iki boyutlu yüzeylerde resmedilmesi becerisinin tarihten günümüze gelişerek ulaştığını belirtmektedir (akt. Anderson ve Scribner, 2005).

Geometri derslerinde öğrencilerin zorlandıkları noktalardan birisi de geometrik şekillerin çizimleridir. Doğru çizimler öğrencilerin geometrik yapıları doğru bir şekilde algılamasında oldukça önemlidir (Accascina ve Rogara, 2006). İlköğretimin ilk kademesinden itibaren üç boyutlu cisimlerle tanışan öğrenciler daha sonraki dönemlerde verilen şekillerin çizimlerini kendileri yapmaktadırlar. Doğru çizim yapabilmek ve çizimleri doğru yorumlayabilmek için öğrencilerin çizim becerilerinin ve dolayısıyla uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerinin gelişmiş olması gerekmektedir.

Ülkemizde genel olarak geometri dersleri iki boyutlu Öklid geometrisine yöneliktir. Bunun yanı sıra üç boyutlu uzay geometri ve uzayın analitiği de ortaöğretim ve yükseköğretim düzeyinde okullarda az da olsa okutulmaktadır. Ancak ortaöğretimde uzay geometri konularının yer aldığı geometri dersleri genelde varılmak istenen hedeflere ulaşılmadan tamamlanmaktadır (Kösa, 2011). Bunun başlıca sebeplerinden biri üç boyutlu geometrik cisimlerin görünümünün yorumlanmasında güçlük çekilmesidir (Accascina ve Rogara, 2006). Yapılan bir araştırma sonucuna göre 15 yaş grubundaki öğrencilere en itici gelen matematik konuları uzay geometri ve istatistiktir. Araştırmaya katılan öğretmenlerin sadece % 10'u, uzay geometri konularını öğretmede başarılı olduklarını belirtmişlerdir. Uzay geometri öğretiminde karşılaşılan zorlukların temel nedeni olarak da öğrencilerin üç boyutta görememesi olarak gösterilmektedir (Bako, 2003).

Uzay geometri konularının anlaşılması için temel oluşturan boyut kavramının matematiksel düşünmenin gelişiminde önemli bir yeri vardır (Manin, 2006). Bu kavram son yıllarda ilköğretim ve ortaöğretim müfredatında yer almaya başlamıştır. Geometri konularının anlaşılabilmesi için nokta, doğru, düzlem, hacim kavramlarının da iyi bir şekilde anlaşılması gerekmektedir. Bu kavramlar anlatılırken sahip oldukları boyut sayısı vurgulanmalıdır. Bu açıdan geometri boyut kavramının yardımcı aracılığıyla şekillenebilir diyebiliriz. Okul öncesinden yükseköğretim de dâhil olmak üzere eğitim-öğretimin her kademesinde geometri konularının kavratılmasında öğretmenlere büyük görev düşmektedir. Burada öğretmenin sahip olması gereken bilgi ve becerilerin neler olduğuna değinecek olursak Shulman (1986) bir öğretmenin sahip olması gereken üç tür bilgi olduğunu belirtmektedir. Bunlar; konu bilgisi (subject matter knowledge), pedagojik içerik bilgisi (pedagogical content knowledge) ve müfredat bilgisi (curriculum knowledge) dir. Türkiye'de ise Milli Eğitim Bakanlığı

öğretmenlerin sahip olması gereken yeterlilikleri özel alan bilgi ve becerileri, eğitim ve öğretme yeterlilikleri, genel kültür bilgi ve becerileri olmak üzere üç ana başlık altında toplamıştır (MEB, 2002).

Hem Dünya’da hem de Türkiye’de öğretmenin yeterli konu bilgisine sahip olması gerektiği yani yeterli matematik bilgisinin olması gerektiği vurgulanmaktadır. Öğretimin istenilen seviyede gerçekleşebilmesi için öğretmenin konu ile ilgili ayrıntılı bilgi sahibi olması gerektiği belirtilmektedir (Fennema ve Loef, 1992; Kahan, Cooper ve Bethea, 2003). Ayrıca araştırmalara göre öğretmenin matematik bilgisi, öğrenme ortamlarında verdiği kararları da etkilemektedir (Fennema ve Loef, 1992; Lloyd ve Wilson, 1998; Van Dooren, Verschaffel ve Onghena, 2002).

Öğretmenlerin öğrencilerin hangi konularda eksikliklerini olduğunu bilmesi kadar kendi öğrenmelerini sorgulaması da önemlidir. Yani neyi bilip bilmediğinin farkında olması etkili bir öğretim için gereklidir. Bu farkındalığın oluşturulmasında da onların durumlarını, seviyelerini tespit eden çalışmaların yapılması faydalı olacaktır. Bu amaçla yapılan çalışmalardan biri de Piaget’in gelişim kuramıdır. Bireylerin gelişim seviyelerini Piaget zihinsel aktivitelere mantıksal bir sıra içinde bireylerin yaşlarına göre yer vererek her yaş düzeyine uygun bir tespit yapmaya olanak tanıyan bir kuram geliştirmiştir. Ancak bazı öğrenciler aynı yaş düzeyinde farklı evrelerde olabilmektedirler. Bu durum Piaget tarafından “decalage “ olarak adlandırılmıştır. Bu duruma okullarda sık sık rastlanmaktadır. Bir öğrenci matematikte erken soyut düzeyde iken tarihte somut işlemler düzeyinde olabilir. Hatta matematikte bir gün somut işlemler düzeyinde iken ertesi gün soyut işlemler düzeyinde olabilir. SOLO Modeli de bu durumun yetersizliği üzerine ortaya çıkmıştır. Dikkatleri bireylerin bilişsel evresine değil verdiği cevaba çekmiştir. SOLO modelinin kritik noktası öğrencinin cevabı değil, bu cevaba ulaşırken kullandığı düşünme süreçleridir (Biggs ve Collis, 1991; Pegg ve Tall, 2004).

SOLO modelinde, evreler Piaget'in bilişsel gelişim aşamasındaki mevcut evrelerle yakından ilgilidir ve gittikçe soyutlaşan bir yol izler. Bunlar sensori-motor (bebeklik), ikonik (okul öncesi erken çocukluk), somut-sembolik (çocukluktan ergenliğe geçiş), soyut (erken yetişkinlik) ve soyut sonrası (yetişkinlik) dönemleridir (Biggs ve Collis, 1982). Bu beş evrenin sırası basitten karmaşığa doğru gitse de yaygın görüş bireylerin her zaman gelişimsel yaşlarının gerektiği seviyede işlem yapmadıkları ya da tutarlı bir performans sergilemedikleridir. Örneğin, matematikte soyut evrede bir öğrenci tarafından verilen cevabı somut sembolik evrede verilen bir dizi cevap takip edilebilir. Dahası, bu hafta matematikte bir

öğrenci tarafından verilen somut-sembolik evreye uygun cevabı önümüzdeki hafta soyut evre cevabı takip edilebilir. Bu özellikteki bir öğrenci somut-işlemler evresinde midir yoksa soyut evrede midir? SOLO modeline göre bu tür zorluklar bir soruya öğrencinin verdiği cevaba göre çözülebilir (Biggs ve Collis, 1982). Diğer bir deyişle, SOLO modeli bir evre içinde belirli bir soruya verilen cevabın yapısının karmaşıklığını tarif ederek bu soruya cevap verilebilir.

SOLO (Structure of the Observed Learning Outcomes) farklı konu alanı ve seviyelerde öğrencilerin özellikle bilişsel bilgi ve becerilerini değerlendirmek amacıyla kullanılan bir taksonomidir (Biggs ve Collis, 1991; Pegg ve Tall, 2004). SOLO taksonomisi farklı alanlarla birlikte matematikte de öğrencilerin belli kavramlarla ilgili anlamalarını ve matematiksel düşünme becerilerini tanımlamak ve yorumlamak için kullanılmaktadır (Pegg ve Coady, 1993; Lam ve Foong, 1996; Jones ve diğerleri, 1997; Pegg ve Davey, 1998; Jones ve diğerleri, 2000; Money, 2002; Vallecillos ve Mareno, 2002; Groth, 2002; Wongyai ve Kamol, 2004; Lian ve Idris, 2006; Groth ve Bergner, 2006). Öğretmenlerin öğrencilerinin uzamsal yönlerini geliştirebilmeleri için kendilerini de görsel-uzamsal alanda yeterli olmaları gereklidir. Bununla birlikte öğrencilerin uzay geometri derslerinde başarılı olabilmeleri için gerekli geometrik alt yapılarının ve seviyelerinin ne olduğunu bilmek gerekmektedir. Bu çalışmaların sonuçlarına göre SOLO Modeli öğrencilerin öğrenmelerini değerlendirmede etkili bir araç olarak kullanılabilir.

Tüm bu bilgiler ışığında araştırmanın temel problem cümlesini “İlköğretim matematik öğretmen adayları uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerileri açısından SOLO modeline göre hangi seviyelerde yer almaktadır?” sorusu oluşturmaktadır.

1.2 Amaç

Bu araştırmanın temel amacı ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini SOLO Modeli ile değerlendirmektir.

Araştırmanın amacı doğrultusunda şu alt problemlere cevap aranmıştır:

1. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri ile uzamsal yönelim becerileri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
2. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri SOLO Taksonomisine göre hangi seviyelerde yer almaktadır?
 - a. Uzamsal görselleştirme becerileri hangi seviyelerde yer almaktadır?
 - b. Uzamsal yönelim becerileri hangi seviyelerde yer almaktadır?

3. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri farklı boyutlarda incelendiğinde SOLO Taksonomisine göre hangi seviyelerde yer almaktadır?
 - a. İki boyuttan iki boyuta düşünme gerektiren durumlarda hangi seviyelerde yer almaktadır?
 - b. İki boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren durumlarda hangi seviyelerde yer almaktadır?
 - c. Üç boyuttan iki boyuta düşünme gerektiren durumlarda hangi seviyelerde yer almaktadır?
 - d. Üç boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren durumlarda hangi seviyelerde yer almaktadır?
4. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yönelim becerileri farklı boyutlarda incelendiğinde SOLO Taksonomisine göre hangi seviyelerde yer almaktadır?
 - a. İki boyuttan iki boyuta düşünme gerektiren durumlarda hangi seviyelerde yer almaktadır?
 - b. İki boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren durumlarda hangi seviyelerde yer almaktadır?
 - c. Üç boyuttan iki boyuta düşünme gerektiren durumlarda hangi seviyelerde yer almaktadır?
 - d. Üç boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren durumlarda hangi seviyelerde yer almaktadır?

1.3 Önem

Literatüre baktığımızda geometrik düşünme ya da anlama üzerine yapılan çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır ve bu çalışmalarda daha çok van Hiele geometrik anlama düzeyleri kullanılmıştır (ör. Usiskin, 1982; Van Hiele, 1986; Crowley, 1987; Duatepe, 2000; Kılıç, 2003; Halat, 2006; Gökbulut, Sidekli ve Yangın, 2010; Bal, A.P., 2012) Ancak uzay geometride düşünmelerin nasıl gerçekleştiği ile ilgili sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir (Güven, 2006; Kösa, 2011; Guillen, 1996; Gutierrez ve diğerleri, 2004).

Öğrencilerin bir konuyu ya da kavramı öğrenip öğrenmediklerini ölçmek oldukça zor bir iştir. Bu yüzden son yıllarda eğitimde dolayısıyla matematik eğitiminde alternatif ölçme değerlendirme tekniklerine bir yöneliş vardır. Bu amaçla öğretmen adaylarının uzamsal

yeteneklerinin bileşenlerinden olan uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerinin ölçülmesinde ve değerlendirilmesinde SOLO Modeli alternatif olarak kullanılabilir. Bu açıdan araştırma önem arz etmektedir.

Ayrıca öğrencilere uzay ve boyut kavramlarının kavratılması oldukça zordur. Öğrenciler özellikle üç boyutlu şekillerin iki boyutta gösterimi konusunda zorluk yaşamaktadırlar (Ben-Chaim ve diğerleri, 1988). Verilen şekilleri bir kâğıt üzerine çizmek kolay değildir. Bakış açısı ve geometrik cismin özellikleri göz önünde bulundurularak cisimlerin iki boyutlu görünümelerini doğru bir şekilde çizmek bir beceri gerektirmektedir. Doğru çizimler bu cisimler hakkında doğru yorumlar yapılabilmesi adına oldukça önemlidir. Ayrıca boyut kavramını anlama ile ilgili olarak da az sayıda çalışma yapılmıştır (ör. Skordoulis ve diğerleri, 2009; Vitsas ve Koleza, 2000; Ural, 2011). Bu açıdan çalışma bir boşluğu dolduracaktır.

Öğrencilerin düşünme yollarını ve düştükleri kavram yanlışlarını da bilmek etkili bir öğretim yapılması için gereklidir. Uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerinin gelişmesi için yapılacak doğru tespitler ileriki araştırmalar için bir basamak olacaktır. Uzamsal yeteneğin ve üç boyutlu düşüncenin gelişiminde öğretmenlere büyük görev düşmektedir.

Bu araştırma, şekilleri değişik şekillerde döndürme, açık hali verilen şekillerin kapalı görünümelerini ya da tam tersi kapalı görünümeleri verilen şekillerin açılımını düşünebilme, şekillere farklı açılardan bakma konularında fikir vermesi, elde edilen veriler ışığında geometri öğretiminde nelere dikkat edilmesi gerektiği konusunda yardımcı olması açısından önem taşımaktadır. Gelecekte bu konuda yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır. Ayrıca bu araştırma öğretmenlere ve diğer araştırmacılara kaynak oluşturması bakımından da önemlidir. Öğretmenler için alternatif bir değerlendirme yöntemi olarak kullanılabileceğinden ayrıca önem taşımaktadır. İlaveten çalışmanın öğretmen adaylarının görsel yetenekleri hakkında farkındalık oluşturmalarını sağlayarak onlara eksiklerini görme ve giderme olanağı sağlayabileceği düşünülmektedir.

1.4 Sınırlılıklar

- Konu açısından ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri ile sınırlıdır.
- Örneklem açısından İstanbul ilindeki bir devlet üniversitesinde eğitim-öğretimi sürdüren ilköğretim matematik öğretmen adayları ile sınırlıdır.
- Zaman açısından 2012-2013 eğitim-öğretim yılı ile sınırlıdır.

- Purdue uzamsal görselleştirme testi, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen geometri başarı testi ile sınırlıdır.

1.5 Sayıtlar (Varsayımlar)

Bu araştırmada;

- Öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini ölçen geometri başarı testini, Purdue Uzamsal Görselleştirme Testini ve klinik mülakatlardaki soruları içtenlikle yanıtladıkları varsayılmaktadır.
- Araştırmada çalışılan grubunun yeterli olduğu varsayılmaktadır.
- Öğretmen adaylarına uygulanan test ve ölçeklerin yeterli olduğu varsayılmaktadır.

1.6 Tanımlar

Uzamsal Yetenek: Görsel bir imgeyi meydana getirebilme, bir şekli devam ettirebilme, yeniden düzenleme ve başka bir şekle dönüştürebilmedir (Lohman, 1993).

Uzamsal Yönelim: Görsel olarak verilen bir nesneyi oluşturan elamanlarının yapısını kavrayabilme, cisme farklı yönlerden bakılması ile elde edilen yapıyı zihinde canlandırabilme, uzamsal örüntüleri anlama ve birbirleri ile karşılaştırabilme, bir nesnenin farklı yönelimleri verildiğinde ayırt edebilme yeteneğidir (McGee, 1979).

Uzamsal Görselleştirme: Zihinde hareket ettirme, döndürme ya da verilen şekli ters çevirebilme yeteneğidir (McGee, 1979).

SOLO Modeli: SOLO (Structure of the Observed Learning Outcomes) farklı konu alanı ve seviyelerde öğrencilerin bilgi ve becerilerini değerlendirmek amacıyla kullanılan taksonomidir (Biggs ve Collis, 1991; Pegg ve Tall, 2004).

Boyut: Bir cismin herhangi bir yöndeki uzantısı (TDK, 2012).

BÖLÜM II: ALAN YAZIN/İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1 Geometrik ve Uzamsal Düşünme

Geometri yaşadığımız dünyayı anlama, tanıma ve uzay dediğimiz yapı ile iletişime geçmek için bir araç olarak düşünülebilir ayrıca belki de matematiğin en çok sezgiler ile öğrenilebilen parçasıdır (ICMI, 1998, p. 337, akt. Barrantes ve Blanco, 2006). Uzay ise bireyin bulunduğu, yaşadığı her yeri kapsar. Uzayı; nesnelerin bulundukları yerlere, uzayda meydana gelen olaylar ve nesneler arasındaki ilişkilere, vücudumuzun nesnelerle olan ilişkilerine göre algılarız. Çocuğun yaşadığı dünyayı daha iyi anlayabilmesi için uzayı tanımayı, keşfetmeyi öğrenmesi gerekmektedir (Freudenthal, 1989, p.48).

Geometri her öğrenci için önemlidir çünkü öğrencilerin düşünme ve ispat yapma becerilerinin gelişmesi için doğal bir ortam sağlar (NCTM, 2000). Öğrencilerin geometriyi öğrenmeleri uzamsal algılarının gelişimine katkı sağlar ve matematiksel beceri gerektiren çeşitli meslekler için ve daha ileri düzeydeki matematik ve diğer bilimler için onları hazırlar (Sherard, 1981; French, 2004). Ancak çok sayıda çalışma öğrencilerin ihtiyaçları olduğu kadar ya da kendilerinden öğrenilmesi beklenen kadar geometriyi öğrenemediklerini belirtmektedir (Clements ve Battista, 1992). Geometri matematikte de olduğu gibi öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerinin gelişimi için bir alan sağlar (Mogari, 2002; French, 2004). Ayrıca geometri matematiğin uzay, boyut kavramları ile ilgilenen ve şekiller üzerine yoğunlaşan en eski dallarından biridir ve günümüzde öklid geometrisinden başka yeni geometri alanları da ortaya çıkmaktadır. Özellikle geometrinin gelişimine katkıda bulunan başlıca araştırmacılardan biri olan Felix Klein'in en genel olarak topolojiden özel olarak öklid geometriye kadar farklı geometri türleri karşımıza çıkmaktadır (Jones, 2000). Ülkemizde daha çok 2B geometri üzerinde durulmaktadır ancak uzamsal ilişkileri belirleme konusunda yeterli ve geometrik kavramları iyi bilen öğrencilerin daha ileri düzeyde matematik konularını öğrenmede hazırbulunuşluk düzeyleri daha yüksek olmaktadır. Geometrik kavramlar için sınıf ortamında kazanılan deneyimler öğrencilerin uzamsal yönlerini geliştirmektedir (Hoover, 1996).

Geometrinin günlük hayatta pek çok alanda uygulaması olduğu kadar ölçme, cebir gibi matematik alanları ile de ilişkileri vardır (Van de Walle, 2007). Goos ve diğerleri (2007) geometri çalışmanın öğretmenler ve öğrenciler için görsel düşünme ve öğrenme konusunda geometri ve diğer matematik kavramları arasında zengin bağlantılar kurmayı sağladığını belirtmişlerdir. Geometri derslerinin matematik derslerinden farklı olan bir özelliği bu

derslerde bol miktarda geometrik çizim yapılması ya da geometrik çizimlerin yorumlanmasıdır. Özellikle uzaysal geometrik durumların çizimi düzlemsel geometrik yapıların çizimine göre çok daha zor olmaktadır.

Yolcu (2008) geometrinin uzayın matematiği olarak da düşünülebileceğini belirtmiştir. Matematikçiler uzaya bakış açısı sanatçılara, mühendislere, coğrafyacılar göre farklıdır. Matematik eğitimcileri uzayın matematiksel yorumunu araştırmaktadırlar. Bishop (1983) geometrinin yaşadığımız üç boyutlu uzayda bulunan uzamsal ilişkiler ve üç boyutlu uzayda bulunan her herhangi bir iki boyuttaki nesnelerle çalışmak olduğunu belirtmiştir (akt. Bennie, 1998).

Uzamsal düşünme bireyin nesneleri ve karşılaşılan durumu görsel olarak zihinde yaratma becerisidir. Ayrıca uzamsal düşünme problem çözerken açıklayıcı şekiller çizmeyi, sözel problemler verildiğinde verileri zihninde organize etmeyi, tablo ve grafik oluşturmayı, geometrik şekilleri akılda daha kolay tutmayı ve aralarındaki ilişkileri daha iyi kavramayı gerektirir (Turgut, 2010).

Develi ve Orbay (2003) geometrinin matematiğin diğer alanları başta olmak üzere birçok bilim dalında ve sanatta yön ve konum kavramları, madde-hareket ilişkiler gibi konularda bilgi ve beceri kazanmada etkili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca geometri öğretimi bulmaca, oyun gibi eğlenceli araçlar ile gerçekleştirilirse oldukça zevkli bir alan olarak algılanır böylelikle öğrenciler matematiğe karşı pozitif bir tutum geliştirirler. Yani, geometri alanında başarılı olmak için uzamsal becerilerin rolü büyüktür. Özellikle geometrik şekilleri yorumlamak, parçalar arası ilişkileri kurma ve bazı dönüşümleri zihinde yapabilmek için uzamsal görselleştirme becerisi gerekmektedir. Örneğin üç boyutlu bir cismin iki boyutlu bir düzlemdeki görünümünü hayal etmek oldukça zor bir iştir. Tasarı Geometrinin temelini oluşturan bu uğraş, üç boyutlu geometri öğretiminde de önemli bir yer tutmaktadır. Ancak üç boyutlu bir cismin iki boyutlu düz bir kâğıt üzerindeki çizimleri ya eksik olup göz yanılmalarına ve farklı algılamalara sebep olabilmektedir. Ayrıca, çizimler kusursuz dahi olsalar ortamın statikliğinden, şekillerin farklı cephelerden görünümelerini tek bir çizimde görmek imkânsız olmaktadır. Kâğıt üzerindeki bu çizimler, dinamik bir yapıya sahip olmadıklarından, çoğu zaman üçüncü boyutu hissettirmede zayıf kalmaktadırlar. Bu yüzden bir düzlem üzerindeki çizimleri yorumlama ve geometrik elemanlar arasındaki ilişkileri görmede uzamsal görselleştirme becerisi önemli rol oynamaktadır (Kösa, 2011).

Geometri öğretiminin amacı, düzlemde ve uzayda geometrik nesnelerin özelliklerini tanıma, aralarındaki ilişkileri bulma, geometrik yeri tanımlama, dönüşümleri açıklama ve ifade etme,

geometrik önermeleri kanıtlama olarak özetlenebilir (Baki, 2008). Yani, geometrik nesneleri tanıma ve özelliklerini bilme, bu nesneler arasındaki ilişkileri bulma ve geometrik önermeleri kanıtlama gibi amaçlar hem iki boyutlu hem de üç boyutlu geometride temel hedeflerdir. Bununla birlikte, okullarımızda okutulan geometri derslerinde üç boyutlu uzay geometriden ziyade iki boyutlu düzlem geometri üzerinde durulmaktadır. Baki (2008) geometri eğitiminin genel amacını; öğrencinin kendi fiziksel dünyasını, çevresini, evreni açıklamada ve problem çözme sürecinde geometriyi kullanabilmesi şeklinde ifade etmiştir. Üzerinde yaşadığımız dünya üç boyutlu olduğundan ve öğrenciler çevrelerini anlamak için üç boyutlu geometriye daha çok ihtiyaç duyduklarından geometri öğretiminde uzay geometriye daha fazla önem verilmelidir.

Yapılan araştırmalar uzamsal düşünmenin matematikten daha çok geometri ile ilgili olduğunu ortaya koymaktadır (Battista, 1990; Grande, 1990; Karaman, 2000). Hatta uzamsal becerileri kullanmanın iki boyutlu geometriden daha çok üç boyutlu geometriyle ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Baki ve diğerleri, 2008). Uzay geometrinin öğrencilerin uzamsal becerilerinin gelişimi için çok daha elverişli bir alan olması sebebiyle bu disiplinin öğretimine verilen önemin artırılması gerekmektedir.

2.1.1 Geometrik Düşüncenin Gelişimi

Bireylerde geometrik düşünmenin nasıl bir gelişim gösterdiğini anlamak için Hollandalı Pierre ve Dina van Hiele Geldof çiftinin (1957) belirlediği geometrik düşünme seviyelerini incelemek faydalı olacaktır. Araştırmaya göre her birey aynı yaşlarda olmasa bile aynı sırayla verilen seviyelerden geçer. Bu düzeyler sıralı ve hiyerarşik olarak kabul edilir. Yani bireyler daha düşük seviyelerin yeterliliklerini sağlayınca belli Van Hiele düzeyine veya daha yüksek düzeylere geçerler (Clements ve Battista, 1992).

Literatüre baktığımızda Van Hiele geometrik düşünme seviyelerini isimlendirmede ve numaralandırmada farklılıklar olduğu görülmektedir. Düşünme seviyelerinin ilk haline bakıldığında araştırmacıların beş seviye belirlediği görülmektedir (akt. Fuys, Geddes ve Tischler, 1984). Van Hiele teorisi beş hiyerarşik geometrik düşünme seviyesinden oluşmaktadır (Hoffer, 1981; Usiskin, 1982; Senk, 1989). Literatürde van Hiele seviyelerini açıklayan daha çok kullanılan iki farklı numaralandırma vardır (Senk, 1989). Van Hieleler ilk olarak oluşturdukları numaralandırma sistemini seviye sıfırdan seviye dörde kadar şeklinde yapmışlardır. Ancak sonrasında Hoffer (1981) ve van Hiele (1986; 1999) çifti tarafından seviye 1 ve seviye 5 şeklinde numaralandırmaya gidilmiştir.

Van de Walle (2007) van Hiele seviyelerini görselleştirme, analiz, informal tümdengelim, tümdengelim ve rigor olarak adlandırmıştır. Usiskin (1982) ve Carroll (1998) van Hiele hiyerarşisindeki en düşük seviye olan görsel seviyenin altında bir seviye daha olması gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca Senk (1989) van Hiele seviyelerinden basit bir seviyede bile olmayanlar için sıfır seviyesini kullanmıştır. Clements ve Battista (1992) böyle bir düzeyi Düzey 0: Ön-Tanım (Pre-recognition) olarak isimlendirmiştir. Bu seviye de eklenerek numaralandırılmaya gidilmeden altı seviye için beklenen yeterlilikleri kısaca aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

Ön Tanım (Pre-recognition) Seviyesi

Clements ve Battista (1992) okula başlayan çoğu çocuğun geometrik kavramlar hakkında van Hielelerin ilk seviyesinden daha düşük düşünme becerisi gösterdiğini belirtmektedir. Bu yüzden prerecognition olarak adlandırdığı bir alt seviyeyi oluşturmuştur. Bu seviyede öğrenciler eğrisel ve doğrusal şekiller arasındaki farkı anlayabilir ama aynı sınıf içindeki şekiller arasındaki farkı anlayamaz. Örneğin bu sınıftaki bir öğrenci bir çember ile bir dikdörtgen ayırt edebilir fakat bir eşkenar dörtgen ile bir kare arasındaki farkı ayırt edemez. Bireyler bilinen şekilleri tanımlayamazlar çünkü kendi hareketleri sonucu olarak oluşturulması gereken görsel görüntüleri oluşturamayabilirler (Clements ve Battista, 1992).

Görsel (Recognition/Visualization) Seviye

Şekilleri sadece görünüşleriyle değerlendirirler ve genellikle şeklin bilinen bir prototipi ile karşılaştırma yapabilirler (Fuys ve diğerleri, 1988). Şekillerin özelliklerine odaklanmazlar (Mayberry, 1983). Geometrik kavramlar özelliklerinden ve bileşenlerinden çok bir bütün olarak algılanırlar (Usiskin, 1982; Clements ve Battista, 1992; van de Walle, 2007; Shaughnessy ve Burger, 1985). Bu düzeydeki bir birey geometrik dili öğrenebilir, belirli şekilleri ve verilen bir şekli tanıyabilir ve onu yeniden oluşturabilir (Burger ve Shaughnessy, 1986; Crowley, 1987; Erdoğan, Akkaya ve Akkaya, 2009; Karaman, 2000; Mistretta, 2000; van Hiele, 1999).

Bu seviyede düşünmenin amacı şekiller ve şekillerin neye benzedikleridir, düşünme ürünleri ise şekillerin sınıfları veya gruplarıdır yani ne gibi göründükleri ile ilgilidir. (van de Walle, 2007). Örneğin öğrencilere bir şekil verildiğinde neden dikdörtgen olarak adlandırdığı sorulduğunda bir dikdörtgene benziyor ya da pencereye, kapıya benziyor cevabını verirler (Shaughnessy ve Burger, 1985).

Analiz (Analysis/Descriptive) Seviyesi

Bir şekil sadece dış görünüşüne göre değil özellikleriyle birlikte değerlendirilir (Usiskin, 1982; van Hiele, 1999) ve şeklin kenar, köşe gibi bileşenlerine de odaklanılır. Yani şekiller özelliklerin toplamı olarak görülür. Öğrenciler şeklin ilgili özelliklerini anlayabilir ve bunları ilgili olmayanlardan ayırt edebilir. Öğrenciler geometrik şekilleri tanıyabilir ve özelliklerini isimlendirebilir fakat bu özellikler veya farklı şekiller arasındaki özellikleri anlayamaz (Hoffer, 1981; van Hiele, 1986; Mason, 1998).

Şekillerin özelliklerini tümüyle açıklayabilirler. Örneğin “Yamuğun dört kenarı vardır. Dört açısı vardır. İki kenarı birbirine paraleldir. Kapalı bir şekildir.” şeklinde düşünüp yamuğun bu özelliklerin bir araya gelmesiyle oluştuğunu anlarlar (Altun, 2008). Ayrıca bu seviyede çocuklar uzunluk, büyüklük, genişlik gibi bir takım kriterlere göre sınıflama yapabilir (Arıcı, 2012). “Eşkenar dörtgenin dört eş kenarı vardır.” gibi şekillerle ilgili bazı genellemelere ulaşabilirler. Ancak şekil sınıflarının özellikleri arasındaki ilişkiyi göremezler. Bir şeklin birden çok sınıfa ait olabileceğini ve çeşitli şekillerde isim alabileceğini anlayamazlar. Örneğin “Kare aynı zamanda bir dikdörtgendir çünkü bir dikdörtgenin dörtkenarı ve dört dik köşesi vardır kare de bu özelliklere sahiptir.” şeklinde bir düşünce geliştiremezler. Bu seviyedeki bir öğrenci ortak özellikleri olsa da kare ve dikdörtgenin birbirinden tamamen farklı türde şekiller olduğunu düşünür (Burger ve Shaughnessy, 1986; Crowley, 1987; Erdoğan, Akkaya ve Akkaya, 2009; Karaman, 2000; Mistretta, 2000; van Hiele, 1999). Analiz düzeyinde geometri öğretiminde kullanılan şekillerin değişik özellikleri vurgulanmalı ve çeşitli sınıflandırmalar yapılmalıdır (Altun, 2008).

Mantıksal Çıkarım Öncesi (Informal Deduction/Order/Theoretical level) Seviyesi

İnformal çıkarım düzeyi olarak da bilinmektedir. Öğrenciler mantıksal bir sıralama içinde şekillerin özelliklerini sayabilirler ve bir özellikten diğerini çıkartabilirler (Usiskin, 1982; van Hiele, 1999) ve bir şeklin özellikleri arasındaki ilişkileri veya farklı şekil sınıfları arasındaki özellikleri algılamaya başlar (Pegg, 1995). Şekiller içindeki karşılıklı ilişkileri (dörtgenlerde paralel olan karşılıklı kenarlar karşılıklı açıların eş olmasını gerektirir gibi) hangi şekillerin birbirini içerdiğini veya kapsadığını (bir kare bir dikdörtgendir çünkü bir dikdörtgenin bütün özelliklerine sahiptir gibi) belirlerler. İspatlama için anlamlı tanımlamalar yapabilir ve informal çıkarımlarda bulunabilir ancak usule uygun formal çıkarım yapamazlar. Farklı ve tanıdık olmayan terimler kullanılarak başlayan bir ispatı yapamazlar (Burger ve Shaughnessy, 1986; Crowley, 1987; Erdoğan, Akkaya ve Akkaya, 2009; Karaman, 2000; Mistretta, 2000; van Hiele, 1999; Altun, 2008).

Geometrik bir ispatı takip edebilir ama kendi kendilerine ispat yapamazlar (van de Walle, 2007). “Dikdörtgen iç açıları doksanar derece olan paralelkenardır.” gibi şekil sınıfları arasında bağ kurarlar. Şekil sınıflarının ortak özelliklerini söyleme, genellemeye varma, hipotez kurma ve test etme gibi etkinlikleri yapılabirler. Çocuklar bu aşamada şeklin özelliklerinden sonuç çıkarmak için mantıksal muhakeme yapabilir ve verilen bilgiyi kullanabilirler (Altun, 2008).

Mantıksal Çıkarım (Deduction) Seviyesi

Formal çıkarım düzeyi olarak da bilinmektedir. Bu aşamada çocuklar sonuç çıkarmak için kanıtların, teoremlerin ve ispat yapmanın önemini anlar. Öğrenciler hipotezleri kullanarak istenilen bilgiyi tanımlayabilir ve bunlardan farklı çıkarımlar yapabilir (van de Walle, 2007). Tanımlanmamış terimleri, aksiyomları, teoremleri ve formal ispatları anlarlar (Clements ve Battista, 1992; Usiskin, 1982; van de Walle, 2007). Aksiyomatik yapıyı kullanabilirler ve kendi kendilerine ispat yapabilirler. Bir teoremin farklı uygulamalarını yapabilirler. Bu düzeyde artık şekillerin özellikleri şekil ve cisimden bağımsız bir obje haline gelir (van de Walle, 2007).

Bu seviyeye uygun olarak liselerde geometri derslerinde yer alan ispatlar öğrenciler tarafından yapılmalıdır (Burger ve Shaughnessy, 1986; Crowley, 1987; Erdoğan, Akkaya ve Akkaya, 2009; Karaman, 2000; Mistretta, 2000; Usiskin, 1982; van de Walle, 2007).

Kesinlik (Rigour) Seviyesi

Yüksek derecede soyut bir düzeydir. Bu düzeyde bireyler geometriyi bir bilim olarak ele alıp inceleyebilir ve soyut çıkarımlar yapabilir. Geometriyi anlamak için postulatlar ve aksiyomlar üzerine odaklanılır. Doğrudan olmayan ispatlar, devrik (contrapositive) ispatlar, öklitsel olmayan geometri sistemleri anlaşılabilir ve genellikle bu düzey üniversite ve sonrası olarak düşünülmektedir (Burger ve Shaughnessy, 1986; Crowley, 1987; Erdoğan, Akkaya ve Akkaya, 2009; Karaman, 2000; Mistretta, 2000). Kesinliğin gereğini anlarlar ve soyut çıkarımlar yapabilirler (Usiskin, 1982). Öklidsel olmayan geometrileri çalışabilir ve farklı sistemleri karşılaştırabilir (Mayberry, 1983; Feza ve Webb, 2005).

Bu bilgiler ışığında matematik öğretmenlerinin genel olarak her bir geometrik düşünme seviyesi ile ilgili bilgi sahibi olabileceğini söyleyebiliriz. Jurdak (1991) çalışmasında van Hiele geometrik düşünme becerileri ile araştırmada kullanılan SOLO modelinin karşılaştırmasını yapmıştır. SOLO seviyeleri öğrencilerin kendilerinin seviyelerini belirlemek için değil öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar için oluşturulmuştur yani bu

karşılaştırmada genel olarak sorulara verilen cevaplar doğrultusunda öğrencilerin van Hiele seviyelerinden hangisinde yer aldığı belirlenmeye çalışılmıştır. Aşağıdaki tabloda van Hiele geometrik düşünme seviyeleri ve SOLO modelinin her bir düşünme evresinde yer alan cevap seviyelerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Jurdak (1991) çalışmasında tüm disiplinler için geçerli olan SOLO taksonomisi geometriye uygulandığında SOLO düşünme düzeyleriyle özel olarak geometri için oluşturulan van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin benzer olduğu belirtilmektedir. Birbiriyle eşleşmeyen iki durum vardır. Birincisi yapı öncesi SOLO seviyesi hiçbir van Hiele düzeyi ile eşleşmemektedir. Bu durum anlaşılabilir çünkü yapı öncesi SOLO düzeyi ya reddetmedir ya da odaklanmada yaşanan yetersizliktir. İkincisi dördüncü van Hiele seviyesi (rigour) solo seviyelerinin hiçbirisi ile eşleşmemektedir. Çünkü dördüncü seviye üniversite öncesi düzey için tanımlanmamıştır daha çok özel olarak matematik çalışan öğrenciler bu düzeydedir.

Tablo 2.1 Van Hiele Geometrik Düşünme Seviyeleri ile SOLO Seviyelerinin Karşılaştırılması

Van Hiele Seviyeleri	SOLO Seviyeleri
	Yapı öncesi
Düzy 0 (Görsel Düzy)	Tek yönlü yapı
Düzy 1 (Analiz Düzyi)	Çok yönlü yapı
Düzy 2 (İnformel Çıkarım)	İlişkisel
Düzy 3 (Formal Çıkarım)	Genişletilmiş soyut
Düzy 4 (Kesinlik)	

Yapılan genellemeler her bir öğrenci için uygun olamayabilir nitekim SOLO modeli de bu düşünceye karşılık olarak ortaya çıkmıştır ama öğretmenlerin ortalama olarak nasıl hareket etmesi gerektiği konusunda fikir verebileceği için önemlidir.

Önemli olan noktalardan biri de alt seviyeden bir üst seviyeye geçişte öğretmenin etkili bir rol oynadığı gerçeğidir. Gerekli öğrenme ortamlarının hazırlanarak eğitim yapılması seviyeler arası geçişleri de kolaylaştıracak ve istenilen seviyeye ulaşmayı sağlayacaktır.

Bilişsel psikolog Duval (1998) geometri öğretiminin diğer alanların öğretimine göre daha karmaşık ve farklı olduğunu söylemiştir. Ayrıca öğrencilerin geometrik kavramları kavrarken karşılaştığı güçlüklerin kaynağının belirlenmesi için geometrik düşünme sırasında zihinde meydana gelen süreçlerin ilk olarak belirlenmesi gerektiğini belirtmiştir. Smith (2010) de geometrik düşünmenin bilişsel sürecine odaklanmaktadır.

Geometrik düşünme düzeyleri konusunda yapılan çalışmalar daha çok düzlem geometri üzerinde van Hiele çiftinin oluşturduğu seviyeleri temel almaktadır (Guillen, 1996; Gutierrez ve diğerleri, 2004). Van Hiele teorisine temellendirilmiş 3B geometri için çeşitli düzey tanımlama çalışmaları bulunmaktadır (Gutierrez, 1992; Guillen, 1996; Güven, 2006).

Güven (2006) küresel geometri ile ilgili belirlediği düşünme seviyelerini ve seviyelerin her birinin özelliklerini aşağıdaki gibi sıralamıştır:

Seviye 1 (Geçiş): Bu seviyedeki bir öğrenci öklid geometrisinden farklı geometriler olabileceğini düşünmektedir. Küresel geometriyi öğrenirken de yine öklid geometrisine ait kavramları kullanır. Geçiş seviyesindeki bir öğrenciye göre farklı bir geometri demek farklı bir düzlem demektir.

Seviye 2 (Tanıma-Karşılaştırma): Bu seviyedeki bir öğrenci yeni karşılaştığı küresel geometri için artık tanımları ve mevcut geometrinin özelliklerini kullanır. Tanımları ve özellikleri öğrenen öğrenci öklid geometrisini ve küresel geometriyi kolaylıkla ve mantıklı bir şekilde karşılaştırabilir. Yeni geometriyi oluşturan temel kavramları ve özellikleri teorik olarak açıklayabilir ve çizebilir, öklid geometrisinde çizilen şekillerin yeni geometride çizilip çizilemeyeceğini belirleyebilir.

Seviye 3 (Mantıksal Çıkarım Öncesi): Bu seviyedeki bir öğrenci öklid geometrisinden ve küresel geometriden edindiği bilgilerle çıkarımlar yapmaya başlar. Bu iki geometrinin özelliklerini kullanarak yeni geometri ile ilgili formal olmayan çıkarımlar yapabilir. Ancak yaptığı bu çıkarımları matematiksel olarak ispatlayamaz. Öklid geometrisinde yaptığı bir teoremin ispatının yeni geometri için geçerli olamayabileceğini bilir ve nasıl bir yolla ispatlanacağını kestirebilir.

Seviye 4 (Mantıksal Çıkarım): Bu seviyedeki bir öğrenci öklid geometrisinden ve küresel geometriden edindiği bilgileri sıra halinde kullanarak yaptığı tümevarımsal çıkarımlardan tündengelim yolunu kullanarak ilerler.

Van Hiele'yi temel alarak Guillen (1996), uzay geometri için anlama seviyeleri oluşturmuştur. Bu seviyeler ve her birinin özellikleri aşağıdaki gibidir:

Seviye 1 (Tanıma): Bu seviyedeki bir öğrenci yalnızca görsel uyarıcılara dikkat eder. Nesneleri tanır, adlandırır ve farklı boyutlardaki üç boyutlu nesneler oluşturabilir. Nesnelerin özelliklerini kullanarak benzerlikleri ve farklılıkları belirlemek yoluyla karşılaştırmalar yapar, sınıflandırmaya gider. Basit düzeyde açılımı verilen şekilleri oluşturabilir. Somut materyal kullanımı ile üç boyutlu nesneleri parçalayıp birleştirebilir. Bir şekil sınıfını tanıma için

nesnenin en belirgin prototipini kullanır. Nesneleri tanımlamak için doğru olmayan ifadeler kullanabilir.

Seviye 2 (Analiz): Bu seviyedeki bir öğrenci nesneleri tanımada yine onların fiziksel özelliklerini kullanır ama beraberinde nesnelerin matematiksel özelliklerini de kullanmaya başlar. Ayrıca verilen bir nesnenin sınıfının örneği olup olmadığını anlayabilir ve anlama sürecinde öğrendiği tanımların haricinde kendi tanımlarını da kullanabilir. Bir nesnenin ait olduğu sınıfı belirleyerek sınıfın genel özelliklerini belirleyebilir. Farklı cisimlerin de hangi şekil sınıfına girdiğini belirleyerek her birinin örneklerini doğru sınıflara yerleştirir. Bu işlemleri daha çok çizim yaparak ve materyal kullanarak yapar. Kapalı hali verilen şekillerin farklı açık görünümelerini oluşturabilir. Ölçme işlemi yaparak ya da bilinen sonuçlarla karşılaştırarak verdikleri cevapları karşılaştırır. İspat yaparken matematiksel yollar kullanmayabilir.

Seviye 3 (İnformal Çıkarım Yapma): Bu seviyedeki bir öğrenci ileri düzeyde mantık yürütebilir. Şekil sınıflarının özellikleri için tam ve doğru sınıflandırmalar oluşturur ve matematiksel çıkarımlar yapar. Öğretmenin yaptığı ispatları takip edebilir ama tek başına ispat yapamaz. Katı cisimlerin çoğu özelliğini informal olarak çıkartabilmesine rağmen somut deneyimlere gereksinim duyabilir. Matematiğin aksiyomatik yapısını tam olarak kavrayamaz. “ $p \Rightarrow q$ ” ve “ $q \Rightarrow p$ ” önermeleri arasındaki farkı anlayamaz.

Seviye 4 (Formal Çıkarım Yapma): Bu seviyedeki bir öğrenci üst düzey düşünme becerilerine sahiptir, tümevarım ile akıl yürütebilir ve tek başına ispat yapabilir. Formal olarak verilen bir tanımın özelliklerini (gerek ve yeter şartlar gibi) anlayabilir ve bir tanıma eş başka bir tanım oluşturabilir. Çoğu kişinin hayal etmekte zorlandığı üç boyutlu düşünme gerektiren durumları zihninde oluşturabilir. İspatları istenen duruma örnek veya karşıt örnek çizimi yaparak yapar. Tümdengelim yolunu kullanarak da verilen durumun yanlış olduğunu ispatlama yoluna gidebilir.

Aslında öğrenciler farklı geometrileri öğrenirlerken de öklid geometrisinde takip ettikleri aşamalara benzer aşamalar izlemektedir. Genel olarak öklid dışındaki geometriler için dört seviye belirlenmiştir. Mevcut geometri ile ilgili olarak ilki görsel düzey, ikincisi analiz düzeyi, üçüncüsü informal çıkarım, dördüncüsü formal çıkarım düzeyidir (Kösa, 2011).

Ayrıca uzayda nesnelerin çizimi ile ilgili Gutierrez (1992) üç boyutlu nesnelerin düzlemde gösterimlerini açıklamış ve beş farklı temsil biçiminden bahsetmiştir:

- 1) Perspektif Çizimi: Genellikle çocuklar tarafından yapılan bir çizim türüdür.

- 2) Tabakalar: Bu temsil şeklin farklı görünüşleri arasındaki farklılıklar hakkında fikir vermesi için bir nesnenin belirli bir yükseklikteki bazı yatay bölümlerinden oluşur.
- 3) Dikey ve Yandan Görünümler: Daha çok teknik çizimler için kullanılır. Bir küpün 6 yüzü dikey olarak yansıtılır. Ön, üst, sağ (sol) görünüm genel olarak görünüşler kullanılır çünkü karşıt görünüm çiftleri (ön/arka, alt/üst, sağ/sol) simetrikler.
- 4) Kodlu dikey görünüşler: Dikey görünüşlerden farklıdır çünkü bu temsilde her bir sütundaki küplerin sayısı sunulur. Nümerik görünüm olarak da adlandırılır.
- 5) İzometrik: İzometrik çizimler genellikle eşkenar üçgenler ağı üzerine yapılır böylelikle katı cisimlerin köşeleri bu ağ üzerindeki noktalar üzerine işaretlenir.

Nitekim geometri derslerinin en zor kısımlarından biri de çizim yapmaktır. Hem iki boyutlu hem de üç boyutlu şekillerin öğrenciler tarafından çizimi ve öğretmenler tarafından yorumlanması hem zaman alıcıdır hem de güçtür. Bu duruma özellikle üç boyutlu şekillerin çiziminde rastlanmaktadır Uzamsal cisimlerin çizimlerini doğru yapabilmek için cisimlerin özelliklerini de tam anlamıyla bilmek gerekir (Kösa, 2010). Ayrıca iki boyuttan üç boyuta ve üç boyuttan iki boyuta geçiş yapmayı gerektiren durumlarda hem çizimde hem de değerlendirme de zorluklarla karşılaşma ihtimali daha fazladır denilebilir.

2.1.2 Geometrinin İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Öğretim Programındaki Yeri

Geometri, öğrencilere matematik teorilerini gerçek hayat durumlarıyla birleştirerek çıkarımsal bir yapı oluşturma imkânı sağladığından matematik müfredatında kritik bir rol oynamaktadır (Hvizdo, 1992).

Ülkemizdeki ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretim programı incelendiğinde öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmek amacıyla çeşitli kazanımlara yer verilmektedir. Ancak uzamsal yeteneğin geliştirilmesi konusunda 3B uzay geometri ile ilgili etkinliklere ağırlık verilmesi gerektiği halde ülkemizde daha çok 2B düzlem geometriye yoğunlaşmaktadır (Kösa, 2011).

2004-2005 eğitim-öğretim yılından itibaren 1-5. sınıflarda, 2005-2006 yılından itibaren ise 6-8. sınıflarda uygulanmaya başlayan yeni ilköğretim matematik öğretim programında yer alan öğrenme alanlarından biri de geometri öğrenme alanıdır. 2012-2013 eğitim-öğretim yılından itibaren ise ilköğretim ve ortaokul şeklinde ayrılan sistemde matematik dersinin haricinde yer alan seçmeli derslerde de öğrencilerin uzamsal yetenekleri ile ilgili kazanımlar bulunmaktadır.

5., 6., 7. ve 8. sınıflar için zekâ oyunları ve matematik uygulamaları dersi de bu kapsamdadır (MEB, 2012).

Bu çalışmada uzamsal görselleştirme, uzamsal yönelim becerileri ve boyut kavramları ile ilgilenildiğinden özellikle bu konularla ilişkili kazanımlara ilerleyen kısımlarda yer verilmiştir.

1-5. sınıf düzeyinde müfredatta şekiller bütün olarak verilerek adlandırılmıştır. Gruplandırma cisimlerin şekillerine, cinslerine ve görünümüne göre yapılmıştır ve benzerlikler esas alınmıştır. Bu da aslında daha önce de bahsedilen van Hiele geometrik düşünme seviyelerinden görsel düzeye karşılık gelmektedir. Kazandırılması istenen bilgi ve beceriler, çevrelerindeki nesneleri gözlemlene, kendilerinin materyalleri kullanarak keşfetmelerini sağlama yoluyla vermeye çalışılmaktadır. Soyut bilgi aktarımına fazla gidilmemektedir (MEB, 2009).

6-8. sınıf matematik öğretim programı ilk beş sınıftaki öğrenme alanlarının sayıları artırılarak ve yeni kavramlar eklenerek karşımıza çıkmaktadır. Dönüşüm geometrisi, iz düşümü, örüntü ve süslemeler, geometrik cisimler alt öğrenme alanları özellikle uzamsal yetenekler ile ilgilidir. Bu alt öğrenme alanlarının altında bulunan öteleme, dönme, yansıma ve perspektif gibi konularda ise uzamsal yetenekleri geliştirme ile uzay ve boyut kavramlarını kazandırma ilgili kazanımlar bulunmaktadır (MEB, 2009). Eski adıyla ilköğretim yeni adıyla ilkököl ve ortaokul müfredatında uzamsal yetenekler ile ilgili kazanımlar özellikle geometri öğrenme alanında yer almakla birlikte ölçme öğrenme alanında da konuyla ilgili önemli sayıda kazanım vardır. İlköğretim düzeyinde uzay kavramının gelişimi için boyut kavramı üzerinde informal olarak durulmuştur. Şekil ve cisimler boyutlarına göre sınıflandırılmıştır (Matematik Öğretim Programı ve Kılavuzu, 2007).

Yenilenen ilköğretim matematik müfredatında yer alan ilişkilendirme becerisi ile 6-8. sınıflarda yer alan beş öğrenme alanının bağımsız olarak ele alınsalar da birbirleriyle ilişkili oldukları belirtilmektedir (MEB, 2009). Ayrıca uzamsal yetenekler ile psikomotor becerilerin de birbirini etkilediği ifade edilmektedir.

Geometri soyut kavramlar içerdiğinden özellikle ilköğretimin ilk kademesinde üzerinde dikkatli bir şekilde durulması gereken bir derstir. 1-3. sınıf düzeylerinde öğrencilere mümkün olduğunca somut nesneler verilerek çevresinden örnekler verilmelidir. 4 ve 5. sınıflardan itibaren şekiller arasındaki benzerlikler ve farklılıklar vurgulanarak karşılaştırma yapmaları sağlanmalıdır. Karşılaştırmalar sonunda şekil sınıfları ile ilgili genellemelere varmaları

istenebilir. İlköğretimin 3, 4 ve 5. sınıflarında kavramlar başlangıçta somut ve sonlu modellerle sonrasında soyutlamalarla verilmelidir. Örneğin; nokta, doğru, düzlem gibi kavramlar öncelikle somut ve sonlu modellerle tanıtılmalı, 6, 7 ve 8. sınıflarda tanımları verilmelidir (MEB, 2009).

İlköğretim düzeyinde uzamsal yeteneğin uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme bileşenlerini içeren kazanımlar aslında daha çok geometri öğrenme alanında yer almaktadır. Örneğin; birey bulunduğu yerdeki konumunu ve yönünü ifade ederken aslında geometrinin konum/duruş ve yönler ile ilgili terimlerini kullanmaktadır ve bu uzamsal yönelim becerisiyle ilgilidir. Örneğin “Yüzlerinin farklı yönlerden görünümüne ait çizimleri verilen yapıları, birim küplerle oluşturur ve izometrik kâğıda çizer.” kazanımı tam olarak bu bileşen ile ilgilidir. Yine verilen nesneleri farklı şekillerde döndürme, açınımı verilen şekilleri oluşturarak 2B ile 3B arasında geçişler yapma uzamsal görselleştirme becerisi ile ilgilidir. Bu beceri ile ilgili programda yer alan kazanımlardan bir örnek “Koordinat düzleminde bir çokgenin eksenlerden birine göre yansıma, herhangi bir doğru boyunca öteleme ve orijin etrafındaki dönme altında görüntülerini belirleyerek çizer.” verilebilir.

İlköğretim 6.sınıf matematik programında geometri öğrenme alanında toplam 17 adet kazanım vardır ve bunlardan özellikle 7 tanesi öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmeye yöneliktir. Genel olarak iki boyutta düşünmeyi gerektiren bu kazanımlar alt öğrenme alanlarına göre şunlardır:

Tablo 2.2 6. Sınıf Düzeyinde Geometri Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar

<i>Alt Öğrenme Alanı: Doğru, Doğru Parçası ve Işın</i>
1.Uzayda bir doğru ile bir düzlemin ilişkisini belirler.
<i>Alt Öğrenme Alanı: Dönüşüm Geometrisi</i>
1. Öteleme hareketini açıklar.
2. Bir şeklin öteleme sonunda oluşan görüntüsünü inşa eder.
<i>Alt Öğrenme Alanı: Örüntü ve Süslemeler</i>
1. Çokgenler ile çokgensel bölgelerin eş ve benzerlerini kullanarak örüntüler oluşturur.
2. Öteleme ile süsleme yapar.
<i>Alt Öğrenme Alanı: Geometrik Cisimler</i>
1. Prizmaların temel elemanlarını belirler.
2. Eş küplerle oluşturulmuş yapıların farklı yönlerden görünümünü çizer.

Sonuç olarak uzamsal yetenekleri içeren kazanımlar geometri öğrenme alanının yaklaşık olarak % 41'ini oluşturmaktadır.

Ayrıca 6.sınıfta ölçme öğrenme alanında da uzamsal yetenekler ile ilgili kazanımlar yer almaktadır. Bu alandaki 21 adet kazanımın konu ile ilgili 10 tanesi aşağıdaki gibidir:

Tablo 2.3 6. Sınıf Düzeyinde Ölçme Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar

<i>Alt Öğrenme Alanı: Uzunlukları Ölçme</i>
1.Düzlemsel şekillerin çevre uzunluklarını strateji kullanarak tahmin eder.
2.Düzlemsel şekillerin çevre uzunlukları ile ilgili problemleri çözer ve kurar.
<i>Alt Öğrenme Alanı: Alan Ölçme</i>
1. Düzlemsel bölgelerin alanlarını strateji kullanarak tahmin eder.
2. Düzlemsel bölgelerin alanları ile ilgili problemleri çözer ve kurar.
3. Dikdörtgenler prizması, kare prizma ve küpün yüzey alanlarını hesaplar.
4. Dikdörtgenler prizması, kare prizma ve küpün yüzey alanı ile ilgili problemleri çözer ve kurar.
<i>Alt Öğrenme Alanı: Hacmi Ölçme</i>
1. Dikdörtgenler prizması, kare prizma ve küpün hacmine ait bağıntıları oluşturur.
2. Dikdörtgenler prizması, kare prizma ve küpün hacmini strateji kullanarak tahmin eder.
3. Dikdörtgenler prizması, kare prizma ve küpün hacmi ile ilgili problemleri çözer ve kurar.
4. Hacim ölçme birimlerini açıklar ve birbirine dönüştürür.

Bu kazanımlar ölçme alanındaki kazanımların yaklaşık olarak % 48'ini oluşturmaktadır. Genele bakıldığında ise altıncı sınıfta yer alan 83 kazanımın 17'si uzamsal yetenek ile uzay ve boyut kavramlarıyla ilgilidir. Yani bu kazanımlar tüm kazanımların yaklaşık olarak % 12'sini oluşturmaktadır.

7.sınıfta geometri öğrenme alanında 23 adet kazanım vardır bu kazanımlardan 15 tanesi uzamsal yetenek ile ilgilidir. Bahsedilen kazanımlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 2.4 7. Sınıf Düzeyinde Geometri Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar

<i>Alt Öğrenme Alanı: Doğrular ve Açılar</i>
1. Bir doğrunun üzerindeki veya dışındaki bir noktadan bu doğruya dikme inşa eder.
2. Bir doğru parçasının orta dikmesini inşa eder.
3. Bir doğruya dışındaki bir noktadan paralel doğru inşa eder.
4. Aynı düzlemde olan üç doğrunun birbirine göre durumlarını belirler ve inşa eder.
<i>Alt Öğrenme Alanı: Çember ve Daire</i>
1. Çember ile doğrunun ilişkisini belirler.

Tablo 2.5 7. Sınıf Düzeyinde Geometri Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar (devamı)

Alt Öğrenme Alanı: Geometrik Cisimler

1. Dairesel silindirin temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açılımını çizer.
2. Yüzlerinin farklı yönlerden görünümüne ait çizimleri verilen yapıları, birim küplerle oluşturur ve izometrik kâğıda çizer.

Alt Öğrenme Alanı: Dönüşüm Geometrisi

1. Yansımayı açıklar.
2. Dönme hareketini açıklar.
3. Düzlemde bir nokta etrafında ve belirtilen bir açıya göre şekilleri döndürerek çizimini yapar.

Alt Öğrenme Alanı: Örüntü ve Süslemeler

1. Çokgensel bölge modelleriyle bir bölgeyi döşeyerek süsleme yapar.
2. Düzgün çokgensel bölge modelleriyle oluşturulan süslemelerdeki kodları belirler.
3. Yansıma, öteleme ve dönme hareketleri ile süsleme yapar.
4. Çokgenler ile çokgensel bölgelerin eş ve benzerlerini kullanarak örüntüler oluşturur.
5. Öteleme ile süsleme yapar.

Yüzde olarak ifade edecek olursak geometri öğrenme alanında uzamsal yetenekler ile ilgili kazanımlar % 65'e karşılık gelmektedir.

Ayrıca ölçme öğrenme alanında da uzamsal yetenekler ile ilgili kazanımlar yer almaktadır. Bu alandaki 20 adet kazanımın 6 tanesi aşağıdaki gibidir:

Tablo 2.6 7. Sınıf Düzeyinde Ölçme Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar

Alt Öğrenme Alanı: Dörtgensel Bölgelerin Alanı

1. Kenar uzunluğu ile alan arasındaki ilişkiyi açıklar.
2. Çevre uzunluğu ile alan arasındaki ilişkiyi açıklar.

Alt Öğrenme Alanı: Geometrik Cisimlerin Yüzey Alanı

1. Dik dairesel silindirin yüzey alanı bağıntısını oluşturur.
2. Dik dairesel silindirin yüzey alanı ile ilgili problemleri çözer ve kurar.

Alt Öğrenme Alanı: Geometrik Cisimlerin Hacmi

1. Dik dairesel silindirin hacmini tahmin eder ve hacim bağıntısını oluşturur.
2. Dik dairesel silindirin hacmi ile ilgili problemleri çözer ve kurar.

Bu kazanımlar ölçme alanındaki kazanımların yaklaşık olarak % 30'unu oluşturmaktadır.

Genele bakıldığında ise yedinci sınıfta yer alan 79 kazanımın 21'i uzamsal yetenek ile ilgilidir. Yani yaklaşık olarak % 26'sını oluşturmaktadır.

8.sınıfa gelindiğinde ise geometri öğrenme alanında 21 adet kazanım vardır bu kazanımlardan 12 tanesi uzamsal yetenekler ile ilgilidir. Kazanımlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 2.7 8. Sınıf Düzeyinde Geometri Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar

Alt Öğrenme Alanı: Geometrik Cisimler

1. Prizmayı inşa eder, temel elemanlarını belirler ve yüzey açılımını çizer.
2. Piramidi inşa eder, temel elemanlarını belirler ve yüzey açılımını çizer.
3. Koninin temel elemanlarını belirler, inşa eder ve yüzey açılımını çizer.
4. Kürenin temel elemanlarını belirler ve inşa eder.
5. Bir düzlem ile bir geometrik cismin ara kesitini belirler ve inşa eder.
6. Çok yüzlüleri sınıflandırır.
7. Çizimleri verilen yapıları çok küplülerle oluşturur, çok küplülerle oluşturulan yapıların görünümünü çizer.

Alt Öğrenme Alanı: Örüntü ve Süslemeler

1. Doğru, çokgen ve çember modellerinden örüntüler inşa eder, çizer ve bu örüntülerden fraktal olanları belirler.

Alt Öğrenme Alanı: Dönüşüm Geometrisi

1. Koordinat düzleminde bir çokgenin eksenlerden birine göre yansıma, herhangi bir doğru boyunca öteleme ve orijin etrafındaki dönme altında görüntülerini belirleyerek çizer.
2. Geometrik cisimlerin simetrilerini belirler.
3. Şekillerin ötelemeli yansımasını belirler ve inşa eder.

Alt Öğrenme Alanı: İz Düşümü

1. Bir küpün, bir prizmanın belli bir mesafeden görünümünün perspektif çizimini yapar.

Bu kazanımlar geometri öğrenme alanındaki kazanımların yaklaşık olarak % 57'sini oluşturmaktadır.

Ölçme öğrenme alanındaki kazanımlar incelendiğinde ise 15 adet kazanım vardır bu kazanımlardan 12 tanesi uzamsal yetenek ile ilgilidir.

Tablo 2.8 8. Sınıf Düzeyinde Ölçme Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar

Alt Öğrenme Alanı: Geometrik Cisimlerin Hacimleri

1. Dik prizmaların hacim bağıntılarını oluşturur.
2. Kürenin hacim bağıntısını oluşturur.
3. Geometrik cisimlerin hacimleri ile ilgili problemleri çözer ve kurar.

Tablo 2.9 8. Sınıf Düzeyinde Ölçme Öğrenme Alanında Yer Alan Kazanımlar (devamı)

Alt Öğrenme Alanı: Geometrik Cisimlerin Yüzey Alanları

1. Dik prizmaların yüzey alanının bağıntılarını oluşturur.
2. Dik piramidin yüzey alanının bağıntısını oluşturur.
3. Dik dairesel koninin yüzey alanının bağıntısını oluşturur.
4. Kürenin yüzey alanının bağıntısını oluşturur.
5. Geometrik cisimlerin yüzey alanları ile ilgili problemleri çözer ve kurar.
6. Geometrik cisimlerin yüzey alanlarını strateji kullanarak tahmin eder.

Bu kazanımlar geometri öğrenme alanındaki kazanımların yaklaşık olarak % 80'nini oluşturmaktadır.

Genele bakıldığında ise sekizinci sınıfta yer alan 71 kazanımın 24'ü uzamsal yetenek ile ilgilidir. Yani yaklaşık olarak % 34'ünü oluşturmaktadır.

Görüldüğü gibi sınıf seviyesi yükseldikçe uzamsal yeteneği içeren kazanımların sayısı da artmaktadır. Bu durumun konunun soyutluk derecesinin yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Ortaöğretim geometri dersinin genel amaçları arasında konumsal ve uzamsal farkındalık kazandırma, geometrik sezgi ve hayal gücünü geliştirebilme, geometrik şekiller arasındaki dönüşümleri keşfedebilme, geometrik problemleri cebirsel problem hâline dönüştürme ve çözümlerine geometrik yorumlar yapabilme, düzlem ve uzay geometrisi arasındaki ilişkiyi fark edebilme, uzamsal düşünme yeteneğini geliştirebilme vardır (MEB, 2010).

Ortaöğretim geometri öğretim programı, öğrencilerin uzamsal becerilerinin gelişimine katkıda bulunabilecek, onların fiziksel çevrelerini anlamlaştırmalarına yardımcı olacak ve görsel düşüncelerini yükseltebilecek içeriğe sahip bulunmaktadır. Uzamsal becerilerin geometri ile yakından ilişkili olduğu göz önünde bulundurulduğunda geometri öğretiminde istenilen hedeflere varılabilmesi için uzamsal becerilerin gelişimine de fırsat tanımak gerekmektedir (Baki, Kösa ve Karakuş, 2008).

9. sınıf geometri dersinin amaçları arasında birim küplerle oluşturulan yapıların izometrik ve dik görüntü (ortografik) çizimlerini yapma, dik dairesel silindirin yüzey alanı ve hacim bağıntılarını elde etme, dik dairesel koninin yüzey alanı ve hacim bağıntılarını elde etme, kürenin yüzey alanı ve hacim bağıntılarını elde etme yer almaktadır (MEB, 2010). Uzamsal yetenekleri ve uzay ve boyut kavramlarını içeren kazanımlar ünitelere göre şunlardır:

Tablo 2.10 9. Sınıf Düzeyinde Geometri Dersinde Yer Alan Kazanımlar

I. Ünite: Temel Geometrik Kavramlar ve Koordinat Geometriye Giriş

1. Nokta, doğru, doğru parçası, ışın, düzlem ve uzay kavramlarını açıklar.

III. Ünite: Dik Prizmalar ve Piramitler

1. Birim küplerle oluşturulan yapıların izometrik ve dik görüntü (ortografik) çizimlerini yapar, hacimlerini hesaplar.

2. Dik prizma ve dik piramidi açıklar.

3. Dik prizmaların ve dik düzgün piramitlerin yüzey alan bağıntılarını oluşturur, uygulamalar yapar.

4. Dik prizmaların ve dik piramitlerin hacim bağıntılarını oluşturur, uygulamalar yapar.

V. Ünite: Dik Dairesel Silindir, Dik Dairesel Koni ve Küre

1. Dik dairesel silindiri açıklar, yüzey alanı ve hacim bağıntılarını oluşturur, uygulamalar yapar.

2. Dik dairesel koniyi açıklar, yüzey alanı ve hacim bağıntılarını oluşturur, uygulamalar yapar.

3. Küreyi açıklar, hacim ve yüzey alan bağıntılarını oluşturur, uygulamalar yapar.

9.sınıfta geometri öğretim programında yer alan toplam 20 kazanımın 8 tanesi doğrudan uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme ile uzay ve boyut kavramları ile ilgilidir. Bu da tüm kazanımların % 40'ını oluşturmaktadır.

10. sınıf geometri dersinin amaçları arasında doğrultu ve yönü tanımlarını ve bunları yaşadığı çevre ile ilişkilendirmeleri, düzlemdeki nesnelerin şekillerini tanımlarını ve bunlar arasındaki ilişkileri dönüşümler yardımıyla ifade etmeleri, şekillerde eşlik, benzerlik, yansıma, öteleme ve dönme hareketlerini kavramaları ve uygulamalar yapmaları yer almaktadır (MEB, 2010). Uzamsal yetenekler ile uzay ve boyut kavramlarını içeren kazanımlar ünitelere göre şunlardır:

Tablo 2.11 10. Sınıf Düzeyinde Geometri Dersinde Yer Alan Kazanımlar

I. Ünite: Düzlemde nokta, doğru ve vektörler

1. Nokta, doğru ve düzlem arasındaki ilişkileri açıklar.

VI. Ünite: Dönüşümlerle Geometri

1. Düzlemde öteleme, dönme ve bunların bileşke dönüşümlerini yapar.

2. Düzlemde yansıma ve ötelemeli yansıma dönüşümlerini yapar.

10.sınıf geometri öğretim programında yer alan toplam 44 kazanımın 3 tanesi doğrudan uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme ile uzay ve boyut kavramları ile ilgilidir. Bu da tüm kazanımların yaklaşık % 7 'sini oluşturmaktadır. Bu düzeyde daha çok düzlem geometri üzerinde durulduğunda araştırma konusu ile ilgili kazanımların sayısı azdır.

11. sınıf geometri dersi öğretim programı, 10. sınıf geometri dersi öğretim programının devamı olup, düzlemin doğal geometrisi olarak Öklid geometrisi; analitik geometri kurgusunda cebirsel yapı olarak vektörel yapı; geometrik ispatlarda da sentetik, analitik ve vektörel yaklaşımlar esas alınmıştır (MEB, 2010). Uzamsal yetenekler ile uzay ve boyut kavramlarını içeren kazanımlar ünitelere göre şunlardır:

Tablo 2.12 11. Sınıf Düzeyinde Geometri Dersinde Yer Alan Kazanım

V. Ünite: Konikler

1. Koniği, koniğin temel elemanlarını açıklar ve konikleri sınıflandırır.

11. sınıf geometri dersi öğretim programına bakıldığında dörtgenler, özel dörtgenler, çokgenler, çember ve konikler olmak üzere 5 üniteden oluştuğu görülmektedir. Bu ünitelerden ilk dördü düzlem geometri ile ilgilidir dolayısıyla araştırma ile ilgili kazanım yer almamaktadır. Konikler ünitesinin de sadece ilk kazanımı araştırmayı ilgilendirmektedir.

12. sınıf ortaöğretim geometri öğretim programında kazandırılması hedeflenen temel becerilerin içerisinde uzamsal beceriler de yer almaktadır. Bu programa göre, uzamsal beceriler, bireyin konumuna bağlı olarak veya olmadan düzlemde ve uzayda şekilleri/nesneleri ve bunların parçalarını zihinde canlandırma (şekli/ nesneyi canlandırma, şekillerin/nesnelerin ilişkisel olarak konumundaki değişikliği canlandırma, bunların farklı açılardan nasıl görüneceğini canlandırma vb.), hareket ettirme (döndürme, katlama, bütünleme, açma, öteleme, modelde değişiklik yapma, yeniden düzenleme, ters çevirme vb.) ve uzamsal ilişkileri belirleyebilme (şekillerin/nesnelerin farklı konumlarda tanınabilmesi vb.) uzamsal becerilerdir. Bu beceriler günlük yaşamı ve dünyayı anlamaya, çevrenin zihinsel haritalarını oluşturmaya, geometrik/matematiksel kavramların/teoremlerin anlaşılmasına, problem çözme ve mantıksal düşünme becerisini geliştirmeye, meslek hayatına, matematik, fen, teknolojik ve sanatsal çalışmalara önemli katkıları bulunmaktadır. Uzamsal çalışmaların, öğrencilerin yaşantısına ve farklı alanlara katkılarının farkında olmaları sağlanmalıdır. Bu süreçte sorgulama eylemleri gerçekleştirilmelidir. Programda, öğrencilerin uzamsal becerilerinin gelişimine önem verilmektedir. Bunun için öğrencilere aşağıdakilerin kazandırılması hedeflenmiştir:

- Şekilleri ve nesneleri zihinde canlandırır.
- Şekilleri ve nesneleri zihinde hareket ettirir.
- Görsellik içeren ve içermeyen durumlarda uzamsal bilgi ve becerileri kullanır.
- Uzamsal ilişkileri analiz eder ve açıklar.
- Şekilleri ve nesneleri kâğıt üzerinde veya bilgisayar ortamında canlandırır.
- Şekilleri ve nesneleri kâğıt üzerinde veya bilgisayar ortamında hareket ettirir.
- Görsellik içeren ve içermeyen durumları somut materyalleri kullanarak modeller.
- Uzamsal çalışmalarda özgüven duyar.
- Uzamsal çalışmalarla ilgili olumlu duygu ve düşüncelere sahip olur (MEB, 2011).

Tablo 2.13 12. Sınıf Düzeyinde Geometri Dersinde Yer Alan Kazanımlar

I. Ünite: Uzayda vektörler

1. Uzayı; uzayda nokta, doğru, düzlem ve bunlar arasındaki ilişkileri açıklar.

II. Ünite: Uzayda Doğru ve Düzlem

1. Uzayda iki düzlemin birbirine göre durumlarını açıklar ve uygulamalar yapar.
2. Uzayda bir doğru ve bir düzlemin birbirlerine göre konumunu belirler ve uygulamalar yapar.
3. Uzayda iki doğrunun birbirine göre konumunu belirler ve uygulamalar yapar.

III. Ünite: Tek ve Çokyüzeyle Kapalı Yüzeyler ve Katı Cisimler

1. Katı cisimleri ve kapalı yüzeyleri sınıflandırır.
2. Çokyüzeyle katı cisimlerin temel elemanlarını açıklar.
3. Verilen çokyüzlülerin açınımlarını yapar ve açınımları verilen çokyüzlüleri oluşturur.
4. Çokyüzeyle katı cisimlerin yüzey alanı ile ilgili uygulamalar yapar.
5. Çokyüzeyle katı cisimlerin hacimleri arasındaki ilişkiyi açıklar ve uygulamalar yapar.

IV. Ünite: Uzayda Süslemeler, Dönme ve Perspektif Çizimler

1. Katı cisimler, tek ve çokyüzeyle yapılar oluşturur, verilen yapıları açıklar.
2. Çokyüzlülerle oluşturulmuş uzaysal kaplamaları açıklar.
3. Çokyüzlülerin yüzeylerini süsler ve bu yüzeylerdeki süslemeleri açıklar.
4. Verilen yapılara dönme hareketini uygular ve açıklar.
5. Verilen yapıların bir ve iki nokta perspektif çizimlerini yapar ve açıklar.

12. sınıf geometri dersinde yer alan toplam 30 kazanımın 14 tanesi uzamsal görselleştirme, uzamsal yönelim ile uzay ve boyut kavramları ile ilgilidir. Özellikle tek ve çok yüzeyle kapalı

yüzeyle ve katı cisimler ünitesi ve uzayda süslemeler, dönme ve perspektif, çizimler ünitesi araştırma ile doğrudan ilgilidir.

NCTM'nin 1989 ve 2000 yıllarındaki raporuna göre ortaöğretim müfredatı iki ve üç boyutlu nesnelerin zihindeki hareketini, nesnelere farklı açılardan bakma ile ilgili çalışmaları içermelidir. Örneğin 12. sınıflar için (K-12) öğretim programları için, NCTM (2000) öğrencilerden beklenen dört yeteneği şu şekilde belirtmiştir:

- İki ve üç boyutlu geometrik şekillerin özelliklerini analiz etme ve geometrik ilişkileri belirlemek,
- Koordinat geometrisi ve temsil sistemlerini kullanarak uzamsal ilişkileri tanımlamak ve konumları belirtmek,
- Matematiksel durumları analiz etmek için simetri kullanmak ve dönüştürmeler uygulamak,
- Problemleri çözmek için geometrik modelleme, uzamsal akıl yürütme ve görselleştirme kullanmak

Sonuç olarak hem Türkiye'de hem de Dünya'da okullarda takip edilen müfredat programlarında uzamsal yeteneğin uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme bileşenleri ile ilgili kazanımlara oldukça fazla sayıda yer verilmektedir. Ayrıca uzamsal düşünmenin gelişimi için temel oluşturacak uzay ve boyut kavramlarının ve bu konularla ilişkili diğer kavramların da üzerinde durulmaktadır. Ancak bu kazanımlarla ilgili olarak öğretim faaliyetlerine bakıldığında yeterli düzeyde olduğu söylenemez bu açıdan ilköğretim öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesi hususunda öğretmenlere önemli görevler düşmektedir.

2.2 Uzamsal Yetenek

Geometri uzay ve şekil kavramlarından oluşan matematiğin önemli alanlarından ve bireyin bizzat yaşadığı, zamanını geçirdiği uzayı içermektedir. Ayrıca geometrik düşünme kişilerin şekillerin özelliklerini öğrenmesine, şekilleri tanımasına ve şekillerin özellikleriyle ilgili bilgi birikimine sahip olmasına bağlıdır. Bunun için de birey geometrik sezgiye ve bilgiye sahip olmalı, geometrik düşünme ve geometrik problem çözme becerisini geliştirmelidir (Han, 2007).

Matematik ve geometri, fen ve diğer alanlarla da ilgili olduğundan ayrıca önemlidir. Geometrik şekillerin sınıflandırılması ve özelliklerinin anlaşılması gerçek yaşam ve

matematiğin diğ er alanlarıyla ( l me, cebir ve rasyonel sayılar) ilgili problemlerin çözümüne katkı sunmaktadır (NCTM, 2000). Uzayı tanıma ve uzamsal d    nmenin gelişimi geometrik d    ncenin gelişimi ile paralellik g  sterir (Altun, 2009).

Geometrik d    nme becerileri matematiğin d   ında birçok meslek grubu için  rneğ n mühendisler, mimarlar, heykeltıra lar, fizikçiler için de önemlidir (Baki, K sa ve Güven, 2011; Olkun, 2003; Tekin, 2007). Terao, Koedinger, Sohn, Anderson ve Carter (2004)  alı masında matematiksel d    nmenin sembolik ve görsel-uzamsal sistemlerin arasındaki ilişkiden ortaya çıktığını söylemiştir.  rneğ n sözel cebirsel problemler aslında sadece dilsel süreçlerden oluşan problemler değildir. Onların çözülmesi için de görsel-uzamsal sistemlerin çalışması gereklidir.

Uzamsal yeteneğ n önemi konusunda araştırmacılar arasında büyük bir fikir birliği varken, tanımı hususunda bu birlik bozulmaktadır. Oliveira (2004) uzamsal yeteneğ n ifade edilmesinde ortaya çıkan karışıklığın nedenlerini uzamsal yeteneğ n farklı araştırmacılar tarafından farklı şekilde tanımlanması, farklı sayıda ve farklı isimlerde bileşenlerinin ortaya koyulması ve uzamsal yetenek testlerinin hangi uzamsal bileşeni ölçtüğüne ilişkin farklı açıklamaların yapılması olarak belirtmiştir.

Literatür incelendiğinde uzamsal d    nme, uzamsal algı, uzamsal akıl yürütme gibi kavramlar uzamsal yetenek yerine kullanılmaktadır (Clements ve Battista, 1992; NCTM, 2000; Olkun, 2003). Bu farklılığın uzamsal yeteneğe farklı bakış açılarından bakma durumundan kaynaklandığı söylenebilir. Türkiye’de ve Dünya’da uzamsal yetenek çerçevesinde kullanılan kavramları ve tanımları genel olarak aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

Uzamsal yetenek kavramı French (1951) tarafından    boyutlu uzaydaki nesnelerin hareketlerinin canlandırması ve bireyin zihninde nesneleri hareket ettirebilme yeteneği olarak tanımlamıştır (akt. McGee, 1979).

Ekstrom, French, Harman ve Derman (1976) ise uzamsal yeteneği uzamsal şekilleri kavrama ve uzayda oluşan yeni durumlardaki yönelim yeteneği olarak tanımlamıştır.

Lord (1985) uzamsal yeteneği zihinde görüntü oluşturabilme, bu görüntüyü değiştirebilme ve kullanabilme becerisi olarak tanımlamıştır.

Linn ve Petersen (1985) uzamsal yeteneği sembolik olan ve sözel olmayan bilgileri sunma, oluşturma, d  nd rme ve yeniden adlandırma konusundaki yeteneklere verilen genel isim olarak tanımlamıştır.

Tartre (1990) uzamsal yeteneği nesneler arasındaki ilişkileri görsel olarak anlama ve kullanabilme, yeniden düzene koyma olarak ifade etmiştir.

Uzamsal yeteneği Lohman (1993) iyi yapılandırılmış görselleri zihinde kurabilme, dönüştürebilme, hatırlayabilme yeteneği olarak ifade etmiştir (akt. Bayrak, 2008).

Stockdale ve Possin (1998), uzamsal becerileri kişinin kendi ile çevresi arasındaki veya kendi dışındaki nesneler arasındaki uzamsal ilişkiyi kavrayabilme becerisi olarak tanımlamışlardır.

Olkun (2003) uzamsal yeteneği, nesnelerin iki ve üç boyutlu parçalarını zihinde canlandırabilme, döndürebilme, yorumlayabilme yeteneği olarak tanımlamıştır.

Towle ve diğerleri (2005) tarafından uzamsal yetenek, iki boyutlu görünümeleri verilen nesnelerin üç boyutlu hallerini zihinde tasvir edebilme yeteneği olarak tanımlanmıştır.

Kayhan (2005) uzamsal beceriyi ifade ederken ilişkilerin görsel olarak manipüle edilmesi, yeniden düzenlenmesi veya açıklanması ifadesini kullanmıştır.

Uzamsal yetenek Turgut (2007) tarafından üç boyutlu uzayda bir ya da daha çok parçadan oluşan cisimleri ve bileşenlerini zihinde hareket ettirilebilme veya zihinde canlandırabilme yeteneği olarak ifade edilmiştir.

Diğer bir tanımda uzamsal yetenek bilişsel, algısal ve görselleştirme yeteneklerinin toplamı olarak ifade edilmiştir. Sutton ve Williams (2008) tarafından yapılan bu tanıma göre uzamsal yetenek nesnelerin zihinde döndürülmesi, nesnelerin değişik yönlerden nasıl görüldüğünü anlama, uzayda nesnelerin diğer nesnelerle ilişkisini zihinde canlandırma ve üç boyutlu yapıları kavrama becerilerini içermektedir.

Yıldız'a (2009) göre uzamsal yetenek, uzaydaki nesnelerin zihinde canlandırılabilmesi, farklı açılardan tanınabilmesi, bütün olarak ya da parçalarının ayrı ayrı hareket ettirilebilmesi yeteneklerinin bütünü olarak tanımlanmaktadır.

Carroll'a (1982) göre uzamsal yetenek, hayal etme, algılama, yorumlama, nesnelerin veya şekillerin görsel ilişkilerini anlama yeteneğidir.

Yukarıda uzamsal yetenek için farklı araştırmacılar tarafından yapılan 14 tanıma yer verilmiştir. Bu tanımların sayısı artırılabilir ancak genel olarak tanımlara bakıldığında çıkartılan ortak özellikler olduğunu söyleyebiliriz. Bunlar şekillerin iki boyutlu ve üç boyutlu parçalarını zihinde canlandırabilme, değiştirebilme, yeniden düzenleyebilme; hareket ettirme ve döndürme; şekillerin birbirleri arasındaki ilişkiyi anlayabilme; değişik yönlerden bakıldığında nasıl görüldüğünü anlayabilme becerileri olarak sayılabilir.

2.2.1 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri

Farklı araştırmacılar tarafından uzamsal yeteneğin farklı sayıda ve farklı isimlendirmeler ile bileşenleri oluşturulmuştur. Bu konuda yapılan çalışmalardan öne çıkanlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Bu çalışmada uzamsal yetenek için McGee (1979) tarafından belirlenen iki bileşen kullanılmıştır. Bu bileşenler uzamsal görselleştirme ile uzamsal yönelim becerileridir ve aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

Uzamsal görselleştirme (Spatial Visualization): Görsel olarak verilen bir nesnenin açılımının yapılması, zihinde döndürme, bükme veya tersyüz etme becerisidir.

Uzamsal yönelim (Spatial Orientation): Görsel olarak sunulan bir objenin elamanlarının düzenini kavrayabilme ve bu düzenin, cisme bakılan yönün değiştirilmesi sonucu oluşan yeni yapıyı oluşturma ve uzamsal örüntüleri kavrama ve birbirleri ile karşılaştırabilme, uzamsal bir nesnenin farklı yönelimleri verildiğinde karıştırmama becerisidir.

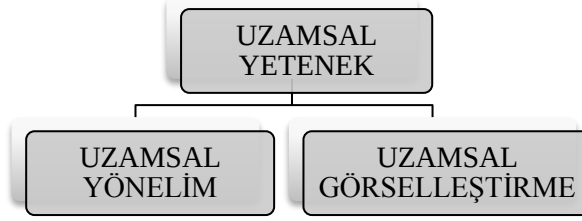
McGee (1979) uzamsal görselleştirme uzamsal yönelimden, neyin hareket ettirildiğiyle farklılık gösterdiğini belirtmektedir. Eğer yapılacak iş, bir gösterimin parçası veya tamamını zihinde hareket ettirme veya değiştirmeyi ileri sürüyorsa, bu iş uzamsal görselleştirme işi olarak düşünülebilir. Uzamsal yönelim soruları bir nesnenin zihinde hareket ettirilmesini gerektirmez. Uzamsal yönelim sorularında sadece kişinin algısal perspektifiyle nesnenin görünümünün değiştirilmesi veya hareketi söz konusudur.

Clements (1998) tarafından uzamsal yeteneğin iki ana bileşeni olan uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelimi için yapılan tanımlamalar ise aşağıdaki gibidir:

Uzamsal görselleştirme: İki boyutlu ve üç boyutlu nesnelerin zihinde canlandırılan hareketlerini anlama ve gerçekleştirebilme becerisidir.

Uzamsal yönelim: Bireyin kendi konumuna göre uzaydaki farklı pozisyonlar arasındaki ilişkiler üzerinde yapılan işlemleri anlama becerisidir.

Ayrıca Battista (1994), Bodner ve Guay (1977), Ekstrom, French, Harman ve Derman (1976), Hegarty ve Waller (2004), Lohman (1979), Sorby (1999) ile Tartre (1990) de uzamsal yeteneği uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim olarak ikiye ayırmışlardır.



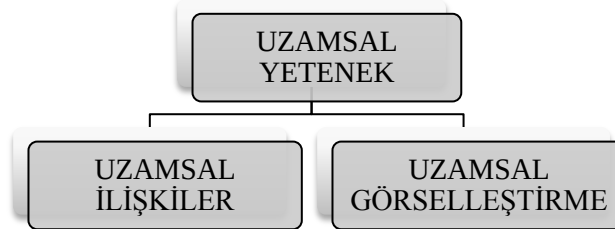
Şekil 2.1 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (1)

Olkun ve Altun (2003) uzamsal yeteneği iki alt bileşene ayırarak bu bileşenlerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal ilişkiler olduğunu belirtmişlerdir.

Uzamsal görselleştirme: Bir ya da birden çok parçadan oluşan 2 ve 3 boyutlu nesnelerin uzayda hareket ettirilmeleri sonucu oluşacak yeni durumlarını zihinde canlandırma becerisidir.

Uzamsal ilişkiler: İki ve üç boyutlu nesnelerin bir bütün olarak zihinde döndürülmesi ve şekilleri döndürülmüş biçimleri üzerinden tanıyabilme becerisidir.

Ayrıca McGee (1979), Burnett ve Lane (1980), Elliot ve Smith (1983), Pellegrino, Alderton ve Shute (1984) ile Clements ve Battista (1992) da uzamsal yeteneğin uzamsal ilişkiler ve uzamsal görselleştirme olmak üzere iki alt boyutundan bahsetmektedir:



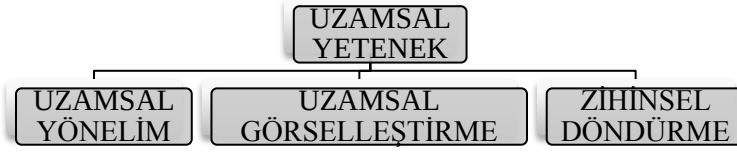
Şekil 2.2 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (2)

Lohman (1988) ve Smith (1998) uzamsal yeteneğin üç bileşeninden bahsetmektedir. Bunlar uzamsal yönelim, uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme bileşenleridir.

Uzamsal Yönelim: Bireyin bir şeklin başka bir pozisyondan görüntüsünün nasıl olduğunu zihinde canlandırabilme yeteneğidir (Lohman, 1988) yani perspektif değişimi vardır. Ayrıca Smith (1998) uzamsal yönelim becerisinde kişinin kendinin hareket ettiğini, cismin hareket etmediğini ifade etmiştir.

Zihinsel döndürme: Görsel olarak verilen bir nesnenin dönmesini hayal edebilme yeteneğidir.

Uzamsal Görselleştirme: Bir nesnenin uzayda dönmesi veya hareket etmesidir.



Şekil 2.3 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (3)

Linn ve Petersen (1985) de uzamsal yeteneğin 3 alt bileşeninden bahsetmiştir. Bunlar uzamsal algı (spatial perception), zihinsel döndürme (mental rotation) ve uzamsal görselleştirme (spatial visualisation) dir.

Uzamsal algı: Kişinin yönelimi algılama ve uzamsal ilişkileri belirleyebilme becerisidir.

Zihinsel döndürme: İki ve üç boyutlu uzaydaki bir nesneyi çabuk ve hızlı bir şekilde döndürebilme becerisidir.

Uzamsal görselleştirme: Bireyin bir nesnenin birden fazla aşama ile hareket yapmasını gerektiren etkinlikleri yapabilme becerisidir.

Araştırmacılar uzamsal görselleştirmeyi diğer iki bileşenden çoklu çözme stratejisinin var olması özelliği ile ayırmıştır ve uzamsal görselleştirmede çözüme ulaşmak için birden çok adım kullanılmaktadır (Linn ve Petersen, 1985).

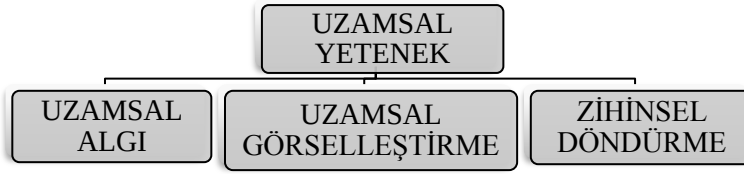
Benzer şekilde Okagaki ve Frensch (1996) de uzamsal algı, zihinsel döndürme ve uzamsal görselleştirme olmak üzere uzamsal yeteneğin üç farklı bileşenden oluştuğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar tarafından yapılan tanımlamalar da aşağıdaki gibidir:

Uzamsal algı: Bir nesnenin yönelimini diğer bir nesnenin yönelimine göre çıkarabilme becerisidir.

Zihinsel döndürme: Görsel olarak verilen nesnenin döndürülmesini zihinde canlandırabilme becerisidir.

Uzamsal görselleştirme: Uzamsal olarak verilen nesnelerle birden çok işlem gerçekleştirebilme becerisidir.

Ayrıca Boulter (1992), Tartre (1990) ile Voyer, Voyer ve Bryden (1995) de uzamsal yeteneği; uzamsal algılama, zihinsel döndürme ve uzamsal görselleştirme olarak 3 bileşene ayırmışlardır.



Şekil 2.4 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (4)

Contero ve diğerleri (2005) 3 farklı alt bileşenden söz etmiştir. Bunlar uzamsal ilişkiler (spatial relations), uzamsal görselleştirme (visualization) ve uzamsal yönelim (spatial orientation) dir.

Uzamsal ilişkiler: İki boyutlu uzayda zihinsel döndürebilme becerisidir.

Uzamsal görselleştirme: Nesnelerin uzamsal formlarını zihinde canlandırabilme becerisidir.

Uzamsal yönelim: Bir cismin görüntüsünü başka bir açıdan zihinde canlandırabilme becerisidir.



Şekil 2.5 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (5)

Karaman (2000) uzamsal yeteneğin üç alt bileşeni olduğunu belirtmiştir. Bunları uzamsal görselleştirme, zihinde döndürme ve bütünleştirme olarak sıralamıştır.

Uzamsal görselleştirme: Zihinde imgeler oluşturabilme ve bu imgeleri değiştirebilme ve kullanabilme becerisidir.

Zihinsel döndürme: Nesnelerin farklı perspektiflerden görünüşlerini kendi konumuna göre hayal edebilme becerisidir.

Bütünleştirme: Bir nesne çeşitli şekiller ile karıştırıldığında ilk durumunu aklında tutabilme becerisidir.



Şekil 2.6 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (6)

Kurt (2002) uzamsal yeteneğin uzamsal algı, uzamsal biliş ve uzamsal yönelim bileşenlerinden oluştuğunu belirtmiştir.

Uzamsal algı: Bir kişinin kendi konumuna göre nesneleri ve nesneler arasındaki ilişkileri açıklayabilme becerisidir.

Uzamsal biliş: İki boyutlu ve üç boyutlu nesneleri zihinde döndürebilme becerisidir.

Uzamsal yönelim: Bireyin bulunduğu yere göre bir nesneyi ve o nesnenin diğer nesnelerle olan ilişkilerini belirleyebilme becerisidir.



Şekil 2.7 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (7)

Contero ve diğerleri (2005) uzamsal yeteneğin üç alt bileşeni olduğunu ifade etmişlerdir. Bu bileşenler uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelimdir.

Uzamsal ilişkiler: İki boyutlu uzayda zihinde döndürebilme becerisidir.

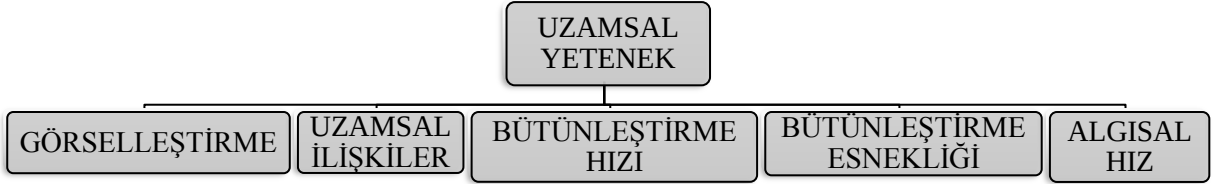
Uzamsal görselleştirme: Nesnelerin uzamsal oluşumlarını zihinde canlandırabilme becerisidir.

Uzamsal yönelim: Bir nesnenin görüntüsünü farklı açılardan hayal edebilme becerisidir.



Şekil 2.8 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (8)

Carroll (1993) ise uzamsal yeteneğin beş bileşeninin olduğunu ifade etmiştir. Bu bileşenler görselleştirme, uzamsal ilişkiler (spatial relations), bütünleştirme hızı (closure speed), bütünleştirme esnekliği (flexibility of closure) ve algısal hız (perceptual speed) dir.



Şekil 2.9 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (9)

Maier (1998) de uzamsal yeteneğin beş bileşeni olduğunu belirtmiştir. Bunlar zihinsel döndürme, uzamsal algı, uzamsal yönelim, uzamsal ilişkiler ve görselleştirme.

Görselleştirme: içinde belli hareketlerin gerçekleştiği ve parçalarının yer değiştiği yapıları zihinde canlandırma becerilerini içermektedir.

Zihinsel döndürme: İki ve üç boyutlu şekillerin çabuk bir şekilde zihinde döndürülmesidir.

Uzamsal ilişkiler: Şekillerin parçaları ile ve birbirleri ile arasındaki ilişkileri anlama becerilerini kapsamaktadır.

Uzamsal yönelim: Kişinin kendisini başka bir noktaya yöneldiğini hayal etmesidir.

Uzamsal algı: Bazı yanıltıcı uyaranlar olmasına rağmen dikey ve yatay konumdaki şekillerin algılanmasıdır.

Grande (1990) ise uzamsal yetenek için bileşen sayısını yediye çıkarmıştır. Göz-beden eş güdümü, şekil-zemin algısı, algısal süreklilik, uzayda konum algısı, uzaysal ilişkiler algısı, görsel ayırım ve görsel hafıza bileşenleridir.

Göz-beden eş güdümü: Noktalı ya da izometrik kâğıtta noktaları birleştirerek yatay, dikey ve eğik doğrular çizebilme becerisi, bedenın göz ile eş güdümlü olarak çalışmasıdır.

Şekil-zemin algısı: Farklı zeminlerde üst üste çizilmiş şekillerin bulunduğu durumlar için istenen şekilleri ve bu şekillerin parçalarını bulabilme becerisidir.

Algısal süreklilik: Farklı farklı büyüklüklerde ve konumlarda verilen şekilleri tanıma, benzer şekillerden ayırabilme ve büyüklüklerine göre sıralama becerisidir.

Uzayda konum algısı: Bir nesnenin uzaydaki konumunu algılayabilme becerisidir.

Uzamsal ilişkiler algısı: İki ve daha çok sayıda nesnenin birbirleriyle olan ilişkisini algılayabilme becerisidir.

Görsel ayırım: Nesneleri bulundukları konumlarından bağımsız olarak algılayabilme, birbirleriyle benzer ve farklı yönlerini ayırt edebilme becerisidir.

Görsel hafıza: Şekiller bir kere gösterildikten sonra özelliklerini doğru bir şekilde hatırlayabilme ve birbirleriyle olan ilişkilerini belirleyebilme becerisidir.

2.2.1.1 Uzamsal Görselleştirme

Uzamsal yeteneğin bileşenleri bölümünde çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilen uzamsal görselleştirme bileşenine ait tanımlar farklı araştırmacıların yaptıkları da eklenerek bu kısımda yer almaktadır. Ayrıntılı bir şekilde daha önce bahsedildiğinden burada özet halinde yazılmaktadır. Ancak bu çalışmada McGee (1979) tarafından ifade edilen tanım temel alınmıştır.

Uzamsal Görselleştirme McGee (1979) tarafından verilen bir şekli ters çevirebilme, zihinde hareket ettirebilme ve döndürebilme yeteneği olarak tanımlanmıştır.

Uzamsal görselleştirme bir ya da birden çok parçadan oluşan iki ve üç boyutlu şekillerin ve bunların parçalarına ait görüntülerin üç boyutlu uzayda hareket ettirilmesi ile oluşan yeni şekilleri zihinde canlandırabilmedir (Burnet ve Lane, 1980; Olkun ve Altun, 2003).

Sorby (1999) göre uzamsal görselleştirme bir nesneyi zihinde hareket ettirebilme becerisi olarak tanımlamıştır.

İki ve üç boyutlu uzayda nesnelerin hareketlerini hayal edebilme ve bu hareketleri kavrama becerisi de Clements ve Battista (1992) tarafından uzamsal görselleştirme olarak adlandırılmıştır.

Uzamsal görselleştirme becerileri, nesneleri oluşturan parçaların katlama, geri açma (McGee, 1979), yeniden düzenleme, yüzeyi kaplama (Battista, Wheatley ve Talsma, 1989; Smith, Olkun ve Middleton, 1999) etkinliklerini içerebilir. Maier'e (1998) göre bir düzlemin katlanması veya bir nesnenin açılımının yapılması gibi işlemler görselleştirme içinde yer almaktadır.

2.2.1.2 Uzamsal Yönelim

Uzamsal Görselleştirme bileşenin de olduğu gibi uzamsal yönelim için de McGee (1979) tarafından yapılan tanım göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca uzamsal yeteneğin bileşenleri kısmında yer alan tanımlardan bazıları ve daha farklı araştırmacılar tarafından yapılan tanımlamalara bu kısımda yer verilmiştir.

Uzamsal yönelim görsel olarak sunulan bir objenin elamanlarının düzenini kavrayabilme ve bu düzenin, cisme bakılan yönün değiştirilmesi sonucu oluşan yeni yapıyı oluşturma ve uzamsal örüntüleri kavrama ve birbirleri ile karşılaştırabilme, uzamsal bir nesnenin farklı yönelimleri verildiğinde karıştırmama becerisidir (McGee, 1979).

Bir şeklin görüntüsünün başka bir pozisyondan nasıl olduğunu hayal edebilme yeteneğidir (Lohman, 1988).

Sorby (1999) tarafından uzamsal yönelim bir kişinin bakış noktasını zihninde hareket ettirebilme becerisi olarak tanımlanmıştır.

Uzamsal yönelim yeteneği, bütün düzlemlerde şekilleri zihinde döndürme; verilen nesneye ve olaya göre şeklin uzayda alabileceği durumu belirleme yeteneğidir. Uzamsal yönelim, görsel uyarıcı örüntüsü içerisindeki elemanların düzenini anlayabilme, bir nesnenin kendi kısımları ve nesnenin diğer nesnelere göre olan konumu arasındaki ilişkinin karşılaştırılması ve vücudun pozisyonuna göre uzamsal yönelimi belirleyebilme yeteneğidir (Bishop 1980, McGee 1979).

Strong ve Smith (2002) bir yüzücünün dalış yaptığında yönünü değiştirmesi, döndüğünde konumunu belirleyebilmesi ya da bir pilot manevra yaptığında yerini bilebilmesi örneğini uzamsal yönelim için vermişlerdir.

Birçok kişi haritaya baktığında nerede olduğunu ve etrafındaki nelerin olduğunu belirlemede güçlük çekerler. Bu açıdan uzamsal yönelim becerisinin gelişmesi için zihinsel haritalar yapma ve onları kullanma önem taşımaktadır. Öğrencilerin çevrelerinde bulunanları belirleyip zihnine yerleştirmesi yani çevrelerinin haritalarını çıkarmaları gerekmektedir. Uzamsal

yönelim becerisinin gelişebilmesi için bu tür etkinliklere küçük yaşlardan itibaren başlanmalıdır (Clements, 1998). Bilgisayarların kullanımı bu konuda etkilidir ve öğrencilerin harita ve denizcilik becerilerini öğrenmesini kolaylaştırır (Clements, Battista, Sarama, Swaminathan ve McMillen, 1997; Clements ve Meredith, 1994).

Uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim birbirlerine benzer olmalarına rağmen uzamsal görselleştirme, nesnenin hareketini ve parçalarının zihinde yeniden oluşturulmasını gerektirir (Kim, 2002). Bu nedenle de uzamsal görselleştirmenin uzamsal yönetime göre daha zor olduğu söylenebilir.

2.2.2 Uzamsal Yetenek ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Uzamsal becerilerle ilgili çalışmaların başlangıcına bakıldığında 1940 ve 1950’li yıllara dayandığı görülmektedir (Ünal, 2005). Murray (1949), Barakat (1951) ve Wrigley (1958) uzamsal yetenek ile cebir ve geometri konularında matematik başarısı arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre uzamsal yetenek cebirden çok geometriyle ilişkilidir.

Kayhan (2005) araştırmasında lise öğrencileriyle çalışmıştır. Okul türünün 9. sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini ayrıca matematik başarısı ve mantıksal düşünme becerisi ile uzamsal yetenek arasında ilişki olup olmadığını araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre okul türünün öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur ancak matematik başarısı ile uzamsal yetenek arasında güçlü ve anlamlı pozitif yönde bir ilişki vardır. Ayrıca mantıksal düşünme yeteneği ile uzamsal yetenek arasında da anlamlı ve pozitif bir ilişki vardır.

Dursun (2010) çalışmasında 1007 adet ilköğretim öğretmen adayının (İlköğretim matematik öğretmenliği, ilköğretim fen bilgisi öğretmenliği, okul öncesi öğretmenliği) uzamsal görselleştirme yetenekleri, geometriye yönelik öz-yeterlik algıları ve uzamsal kaygıları cinsiyet ve devam edilen program açısından incelemiştir. Ayrıca ilköğretim öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme yetenekleri, geometriye yönelik öz-yeterlik algıları ve uzamsal kaygıları arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Sonuçlara göre devam edilen programlar arasında uzamsal görselleştirme yeteneği açısından anlamlı fark vardır. İlköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin uzamsal görselleştirme puanları diğer bölümlerin öğrencilerinkinden anlamlı derecede yüksektir. Ayrıca, erkeklerin uzamsal görselleştirme puanları, kızlarınkinden anlamlı derecede yüksektir. Diğer bir sonuca göre ilköğretim fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin geometriye yönelik öz-yeterlik algıları diğer öğrencilerden

anlamli derecede dūřūktūr. Bunun yanında, kız ęřretmen adaylarının geometriye yęnelik ęz-yeterlik algıları erkeklerinkinden anlamli derecede dūřūktūr. Uzamsal kaygı dūzeyine bakıldıęında ise anlamli fark yalnızca ilköęretim matematik ęřretmenlięi ve ilköęretim fen bilgisi ęřretmenlięi ęřrencileri arasında bulunmuřtur ve ilköęretim matematik ęřretmenlięi ęřrencilerinin uzamsal kaygı seviyeleri ilköęretim fen bilgisi ęřretmenlięi ęřrencilerinininkinden daha yūksektir. Ayrıca, okul ęncesi ęřretmenlięi ęřrencilerinin uzamsal kaygıları dięer programlardaki ęřrencilerden daha dūřūk çıkmıřtır. Arařtırmaya katılan ęřretmen adaylarından erkeklerin uzamsal kaygı dūzeyleri kızlarınkinden daha dūřūktūr.

Işık'ın (2008) araştırmasının amacı alana bağımlı/alandan bağımsız bilişsel stil, uzamsal yetenek ve geometriye yęnelik tutum ile geometri başarının ne derece açıklanacağını araştırmaktır. Araştırmaya beř farklı tūr liseden 378 dokuzuncu sınıf ęřrencisi katılmıştır. Analiz sonuçlarına gęre bilişsel stil ęřrencilerin geometri başarılarındaki değişimi en iyi açıklayan değişkendir. Dięer değişkenler de ęřrencilerin geometri başarılarını açıklama konusunda yine etkili olmuştur. Bulgular, alana bağımlı ve alandan bağımsız bilişsel stilin geometri konularını ęřrenmede ve ęřretmede ęnemli bir rolünün olduğunu gęstermektedir.

Uygan (2011) araştırmasında katı cisimlerin ęřretiminde Google SketchUp (GSU) ve somut model (SM) destekli uygulamaların uzamsal yeteneğe etkisini incelemiş ve uygulamalarla ilgili 72 ęřretmen adayının gęrūřünü almıştır. Verilerin toplanmasında Santa Barbara Solids Test (SBST) ve Purdue Spatial Visualization Test (PSVT) kullanılmıştır. Çalışmanın deneysel kısmının sonuçlarına gęre GSU kullanan grubun tūm testlere ilişkin puanları; SM kullanan grubun SBST ve PSVT testinin “Açılımlar” bęlümü puanları; kontrol grubunun ise sadece “Açılımlar” bęlümü puanlarında artış olmuştur. Ayrıca, GSU kullanan grubun PSVT testinin “Gęrūnūmler” bęlümü son test ortalaması kontrol grubundan anlamli derecede yūsek çıkmıştır. Yapılan durum çalışmasının sonuçlarına gęre ise ęřretmen adayları uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde ve katı cisimlerin ęřretimi konusunda en çok GSU destekli uygulamaların etkili olduğunu dūřūnmektedirler.

Turgut (2007) ilköğretim ikinci kademe ęřrencileri ile yaptığı araştırmasında uzamsal yetenekle matematik başarısı arasında orta dūzeyde pozitif bir ilişki; uzamsal yeteneğin alt bileşenleri olan uzamsal gęrselleřtirme ve uzamsal ilişkiler ile matematik başarısı arasında da orta dūzeyde pozitif bir ilişki bulmuştur.

Turgut (2010) doktora çalışmasında ise ilköğretim matematik ęřretmeni adaylarının uzamsal yetenekleri ile cinsiyet, geometrik dūřūnme dūzeyleri, lineer cebir dersi başarıları ve akademik başarıları arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara

göre öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri ile cinsiyetleri ve geometrik düşünme düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamazken, uzamsal yetenekleri ile lineer cebir başarıları ve akademik başarıları arasında orta düzeyde pozitif bir ilişki saptanmıştır.

Yıldız (2009) 3B sanal ortam ve somut materyal kullanımının beşinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine olan etkisini incelemiştir. Bu amaçla bir 3-B sanal birim küp simülasyonu hazırlanmıştır. İki farklı okulda gerçekleştirilen deneysel çalışmasının sonuçlarına göre birinci okuldaki hem deney hem de kontrol gruplarında Uzamsal Görselleştirme ve Zihinsel Döndürme Testleri sonuçlarında artış olmuştur. Uzamsal Görselleştirme puanlarına göre deney grubu yönünde anlamlı fark bulunurken, Zihinsel Döndürme puanları açısından gruplar arasında anlamlı farklılık yoktur. İkinci okulda ise Uzamsal Görselleştirme ve Zihinsel Döndürme Testi puanları sadece deney grubunda yükselirken, kontrol grubunda bir artış gözlenmemiştir.

Kakmacı (2009) ilköğretim altıncı sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada cinsiyet, matematik başarıları ve geometriye olan ilgi değişkenlerinin uzamsal görselleştirme üzerine etkisinin olup olmadığını araştırmıştır. Sonuçlara göre erkek öğrencilerin uzamsal görselleştirme yetenekleri kız öğrencilerinkilerden daha yüksektir ve matematik başarıları yüksek olan öğrencilerin uzamsal görselleştirme seviyeleri diğerlerine göre daha yüksektir. Ayrıca geometriye ilgisi yüksek olan öğrencilerin uzamsal görselleştirme puanları daha yüksektir.

Gürsoy ve diğerleri (2009) 12. sınıf öğrencilerinin üç boyutlu geometrik şekillerin iki boyutlu düzleme aktarılması sırasında oluşan farklı algılamalar konusunda Cabri 3D yazılımının etkisini araştırmıştır. Özellikle öğrencilerin farklı algılayabilecekleri düşünülen geometrik şekil ve cisimlerin resimlere çalışmalarda yer verilmiştir. Purdue Spatial Visualization Test sonuçlarına göre seçilerek belirlenen deney ve kontrol grubundan yedişer öğrenci ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Sonuçlara göre deney grubundaki öğrenciler kontrol grubundaki öğrencilere göre daha az algı yanılgılarına sahiptir.

Yolcu (2008) araştırmasında ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin birim küplerden oluşan üç boyutlu nesnelerdeki birim küp sayısını bulma, bu yapıların değişik açılardan görünümelerini çizme, farklı yönlerden görünümeleri verilen yapıları birim küplerle oluşturma becerilerini belirlemeye çalışmıştır. Ayrıca bu becerilerin somut materyal kullanımı ve bilgisayar uygulamaları ile hangi oranda geliştirilebileceğini araştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre uygulamalar uzamsal yeteneklerle ilgili ilköğretim matematik öğretim programında yer alan kazanımları geliştirmede etkili olmuştur. Elde edilen sonuç doğrultusunda ilköğretim

öğrencilerinin iki boyutlu verilen şekillerin üç boyutlu halini düşünebilmeleri ve tersine üç boyutlu verilen nesneleri iki boyuta aktarabilmeleri için farklı bilgisayar programlarının kullanılabileceği belirtilmiştir.

Bulut ve Köroğlu (1998) araştırmalarında on birinci sınıf öğrencilerinin ve matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini incelemişlerdir. Çalışmanın örneklemini 40 adet on birinci sınıf öğrencisi 73 adet matematik öğretmen adayı olmak üzere toplam 113 kişi oluşturmuştur. Katılımcıların uzamsal yeteneklerini belirlemek için Ekstrom ve arkadaşları tarafından geliştirilen kart çevirme, küp karşılaştırma, kâğıt katlama ve yüzey oluşturma testleri kullanılmıştır. Sonuçlara göre on birinci sınıf öğrencilerinin ve matematik öğretmen adaylarının “Uzamsal Yetenek Testi” puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmiştir. Ayrıca gruplar arasında “Uzamsal Yönelim” ve “Uzamsal Görme” puanları ortalamaları açısından da anlamlı fark bulunmuştur. Her iki durum için de anlamlı farklılık matematik öğretmen adaylarının lehinedir. Ancak öğretmen adaylarının testlerden elde ettikleri puan ortalamaları oldukça düşüktür. Bu sonuca göre, matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesinin ve bunların nasıl geliştirilebileceği konusunda eğitim verilmesinin gerekliliği açıkça ortaya çıkmaktadır.

Olkun, Smith, Geretson, Yuan ve Joutsenlahti (2007) Amerikalı ve Türk sınıf öğretmeni adaylarının uzamsal yeteneklerinin karşılaştırılmasını yapmaktadır. Deneysel çalışmaya iki farklı zamanda ve toplam 263 kişilik katılmıştır. Ön test sonuçlarına bakıldığında Türk öğretmen adayları Amerikalı adaylara göre üç boyutlu görselleştirmede daha düşük ortalama elde etmişlerdir. Mathmagic ve Web tabanlı bilgisayar uygulamalarıyla ise ortalamalarını yükseltmelerini sağlamıştır. İkinci çalışmada ölçülen iki boyutlu görselleştirmede ise Türk öğretmen adayları hem ön testte hem de son testte Amerikalı adaylardan daha yüksek ortalama elde etmişlerdir. Bu sonuçlar doğrultusunda uygun eğitsel araç kullanımı uzamsal becerilerini geliştirme konusunda yardımcı olacaktır.

Baki ve Güven (2007) çalışmasında dinamik geometri yazılımı Cabri 3D’nin öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. 40 ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencisi ile gerçekleştirilen çalışmanın başında Purdue Spatial Visualization Testi uygulanmış sonrasında Cabri 3D kullanılarak sekiz hafta boyunca uygulamalar yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre uygulanan program öğrencilerin uzamsal becerilerinin gelişmesine katkıda bulunmuştur.

Kösa (2011) çalışmasında üç boyutlu dinamik geometri yazılımı ve şeffaf geometrik cisim modelleriyle zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamının öğrencilerin uzamsal görselleştirme

becerileri, üç boyutlu düşünme düzeyleri ve üç boyutlu çizim yapabilme becerileri üzerindeki etkisini araştırmıştır. 36 deney ve 38 kontrol grubu olmak üzere 74 on ikinci sınıf öğrencisiyle birlikte yürütülen deneysel çalışmada öğrencilere uygulama öncesinde ve sonrasında uzamsal görselleştirme becerisi testi, uzay geometri anlama sınavı ve çizim etkinliği uygulanmıştır. Ayrıca deney ve kontrol gruplarından belirlenen altışar öğrenciyle klinik mülakatlar yapılmıştır. Mülakat sonuçlarına göre deney grubundaki öğrenciler uzay geometri problemlerini çözerlerken daha çok dinamik zihinsel şemalar kullanmışlardır. Bulgulara göre uygulama sonunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üç boyutlu düşünme seviyelerinde ve 3B çizim yapma becerilerinde bir artış olmuştur. Uzamsal görselleştirme becerilerinde ise yalnızca deney grubu öğrencilerinin puanlarında anlamlı bir artış gözlenmiştir.

Arıcı (2009) çalışmasında 184 adet onuncu sınıf öğrencisinin üçgenlerle ilgili bazı konularda uzamsal görselleştirme, geometri başarısı ve geometrik akıl yürütmeleri üzerine origami temelli öğretimin ve geleneksel öğretimin etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre origami temelli öğretim gören öğrencilerin uzamsal görselleştirme, geometri başarıları ve geometrik akıl yürütme yeteneklerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir artış gözlenmiştir.

Durmuş, Olkun ve Toluk (2002) çalışmasında matematik öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerinin geometri alan bilgi düzeylerini incelemiştir. Geometri dersinde, aksiyom ve teoremlere yönelik farklı modeller kullanmanın öğrencilerin bilgi düzeylerini geliştirip geliştirmediğini araştırmışlardır. Araştırma 78 ilköğretim matematik birinci sınıf öğrencisi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ölçeği veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak öğrencilerin geometrik düşünme düzeyleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ayrıca öğrencilerin hiçbirisinin en üst seviyede olmadıkları görülmüştür.

Halat ve Şahin (2008) görev yapmakta olan sınıf öğretmenlerinin ve sınıf öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeyleri üzerine cinsiyet faktörünün etkisinin olup olmadığını incelemiştir. Araştırmada 186 katılımcı üzerinde gerçekleştirilmiş ve ölçme aracı olarak Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri testi kullanılmıştır. Sonuçlara göre katılımcıların hiçbirisi en üst seviyede değildir; aday olan ve çalışan sınıf öğretmenlerinin geometrik düşünme düzeyleri arasında anlamlı bir fark yokken, aday sınıf öğretmenlerinde, erkeklerin düzeyleri kızlara göre daha yüksek seviyede bulunmuştur.

Erdoğan ve Durmuş (2009) Van Hiele öğretim modeline dayalı geometri öğretiminin sınıf öğretmenliği öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerine etkisini incelemiştir. Araştırma 72'si deney, 70'i kontrol olmak üzere 142 öğretmen adayı üzerinde gerçekleştirilmiş ve veri

toplama aracı olarak Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri testi kullanılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre, deney grubunun son test puanları anlamlı derecede kontrol grubunun puanlarından yüksek çıkmıştır.

Öğrencilerin matematik dersi içinde yer alan geometri konularını öğrenirken karşılaştıkları sıkıntıları anlayabilmek için matematik öğretmenlerinin bu konuları anlatırken öğrencilerinde gözlemledikleri ve onların karşılaştıkları durumlar hakkında 25 matematik öğretmenin görüşleri alınmıştır. Buna göre öğretmenler, öğrencilerinin “iki ve üç boyutlu şekillerin özelliklerini tanıyamadıklarını”, “tahtadaki şekilleri defterlerine geçirirken zorlandıklarını”, “nesneleri beceriyle kullanamadıkları ve onların farklı yönlerden görünümelerini gözlerinde canlandıramadıklarını”, “soyut düzlem geometrisi konularıyla ilgili sorular yerine, sayısal örnekleri tercih ettiklerini” belirtmişlerdir (Karaman, 2000). Bu zorlukların bazıları geometri dersi ile ilgili özel bir yeteneğin olmasının yanı sıra matematik öğretim programındaki konuların sıralanmasından da kaynaklanmaktadır.

Eryaman (2009) üç boyutlu nesnelerin iki boyutlu gösterimleri ile ilgili çalışmasında uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerinin altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal muhakeme becerilerine etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini içeren etkinlikler beş ders saati boyunca öğrencilere uygulanmıştır. Etkinliklerden önce ve sonra öğrencilere Uzamsal Yönelim Testi ve üç boyutlu nesnelerin iki boyutlu gösterimleri ve izometrik çizim soruları içeren bir başarı testi uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin uzamsal muhakemelerinde ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin görsel muhakeme gerektiren etkinliklerde ilerleme gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini de geliştirdikleri gözlenmiştir.

Naraine'nin (1989) uzamsal yetenek ile geometrik düşünme arasındaki ilişkiyi incelediği araştırmasının sonuçlarına göre üniversite öğrencilerinin van Hiele düşünme düzeyleri ile uzamsal yetenekleri arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Battista (1990) tarafından lise düzeyindeki öğrenciler üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Araştırmacı çalışmasında uzamsal görselleştirme, mantıksal muhakeme, geometri başarısı ve cinsiyet arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Elde edilen bulgulara göre uzamsal görselleştirme yeteneği ve mantıksal muhakemenin geometri başarısıyla pozitif ilişkilidir.

İlköğretim matematik öğretmenleriyle yapılan bir çalışmada ise Battista ve diğerleri (1989) öğretmen adaylarının geometrik problem çözme becerileri ile uzamsal görselleştirme ve biçimsel muhakeme yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bununla birlikte görselleştirme yeteneği ile geometrik problemler çözülürken izlenen çözüm yolları incelenmiştir. Derinlemesine inceleme yapmak için 8 problem geliştirmişler, öğretmen adaylarının bu soruları çözerken şekil çizmelerine izin vermişlerdir. Sonuç olarak uzamsal görselleştirme, biçimsel muhakeme ve problem çözme performansları geometri başarısı ile ilişkili ve uzamsal görselleştirme ve biçimsel muhakemenin geometrik problem çözme ile ilişkili olduğu saptanmıştır (akt. Turgut, 2010).

2.3 Boyut Kavramı

“Boyut” kavramı TDK (2012) sözlüğünde bir cismin herhangi bir yöndeki uzantısı ya da genişlik, kapsam olarak yer almaktadır. Aynı yerde boyut matematiksel olarak doğruların, yüzeylerin veya cisimlerin ölçülmesinde ele alınan üç doğrultudan uzunluk, genişlik ve derinlikten her biri şeklinde tanımlanmıştır.

1900’lü yılların başından itibaren özellikle topoloji bilim dalının gelişme göstermesiyle birlikte boyut kavramı daha da önemli hale gelmiştir (Pears, 1975). Boyut kavramının matematikte önemli bir yeri vardır (Manin, 2006). Geometrik kavramlarının temelini oluşturan en ufak bir noktadan farklı boyutlarda şekillere geçiş için boyut kavramının bireylerin zihninde sağlam bir şekilde yerleşmesi gerekmektedir. İlköğretim düzeyinden yükseköğretime kadar her aşamada farklı ağırlıklar verilerek bu konunun üzerinde durulması gerekmektedir.

Ülkemizde bu anlamda boyut kavramıyla ilgili öğretim programlarında kazanımlar yer almaktadır. 5. sınıfta geometri öğrenme alanında geometrik cisimler alt öğrenme alanında “*Boyutu açıklar ve nesneleri boyutlarına göre sınıflandırır.*” kazanımı yer almaktadır. Ayrıca bu sınıf düzeyinde alanın iki boyutlu, hacmin üç boyutlu nesneler için karakteristik özellikler olduğu vurgulanır (MEB, 2009). Bu kazanımlara “Geometrinin ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretim programlarındaki yeri” bölümünde ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir. Örnek verilecek olursa 9. sınıfta “*Nokta, doğru, doğru parçası, ışın, düzlem ve uzay kavramlarını açıklar.*” kazanımı ve 10. sınıf düzeyinde “*Nokta, doğru ve düzlem arasındaki ilişkileri açıklar.*” kazanımı doğrudan boyut kavramı ile ilişkilidir (MEB, 2011). Ancak

Skordoulis, Vitsas, Dafermos ve Koleza (2009) ders kitaplarında bu kavramın pek üzerinde durulmadığından bahsetmektedir.

Boyut kavramının açıklanması için nokta, doğru, eğri, düzlem, uzay, alan, hacim gibi kavramları ile ilişkilendirme yapılması gerekmektedir (Ural, 2011). Öklid geometrisinde bir nesne yalnızca uzunluğa sahipse bir boyutlu, uzunluğu ile birlikte derinliği varsa iki boyutlu, bu iki özelliğe ilaveten bir de yüksekliği varsa üç boyutludur denir (Manin, 2006). Devlin (1994) ise düz bir doğru bir boyutludur, nesne bu doğruya dik bir yönde genişlemişse iki boyutludur, ilk iki doğruya da dik bir yönde genişlemişse üç boyutludur demiştir. Menger (1943) yaptığı topolojik açıklamalardan sonra doğru, eğri, çember gibi çizgisel şekillerin bir boyutlu, düzlem, daire gibi yüzeylerin iki boyutlu ve küresel, silindirik bölgeler gibi katı cisimlerin üç boyutlu olduğunu belirtmiştir. Ayrıca beşinci sınıf matematik öğretim programında sadece uzunluk, boy, en, yükseklik büyüklüklerinde biri kullanılıyorsa şekillerin bir boyutlu; uzunluk ve en, boy ve en, en ve derinlik birlikte kullanılıyorsa iki boyutlu; uzunluk, en, yükseklik özelliklerinin üçünü de içeriyorsa üç boyutlu olarak ifade edilmesi gerektiği belirtilmiştir (MEB, 2009).

Üçüncü boyut kavramına, günlük hayatımızda olduğu gibi, coğrafya derslerinde haritalarla çalışırken de rastlamaktayız. Sanat ve el işlerinde üç boyutlu nesneler doğrudan (kil, odun, metal) ve dolaylı olarak iki boyuta dönüştürülürken, çizerken kullanılmaktadır (Lubojacky, Duzi ve Tercova, 1999).

Matematik eğitimi literatürüne bakıldığında boyut kavramı ile ilgili az sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Ural (2011) matematik öğretmen adaylarının boyut ölçütleri adlı çalışmasında bilinen bazı geometrik nesnelerin kaç boyutlu olduğunu 2., 3., 4. sınıf ve yüksek lisans öğrencilerine sormuştur. Ayrıca bir şeklin kaç boyutlu olduğuna nasıl karar verdiklerini de sorgulamıştır. Elde edilen sonuçlara göre öğrenciler bir şeklin boyutuna karar verirken alan-hacim, en-boy-yükseklik, eksen sayısı, düzlem-uzay konumu şeklinde ölçütler kullanmışlardır ve bir ve iki boyutlu nesnelerin boyutlarını belirlemede aralarında önemli farklılaşmalar olmuştur.

Butler (1982) araştırması için üç farklı deney yapmıştır. Birincisi telden yapılmış cisimlerin, ikincisi katı cisimlerin ve üçüncüsü olarak bu iki bölümde verilen çizimlerin boyutlarını belirleme ile ilgilidir. İlk iki deneyde resimlerde tanıtılan konular düz veya üç boyutlu nesneye ait gibi algılanmıştır. Ayrıca sonuçlara göre daha basit çizimler daha düz gibi algılanmakta, karışık çizimler ise üç boyutlu gibi algılanmıştır. Bazı çizimlere araştırmacının düşündüğünden farklı üç boyutlu yorumlamalar yapılmıştır. Araştırmacı bir nesnenin üç

boyutlu çizimleri yapılırken karışık çizimler kullanmak gerektiğini belirtmektedir. Aksi takdirde çizimler çok düz veya belirsiz anlamlı gibi görünebilir (Karaman, 2000).

Skordoulis ve diğerleri (2009) öğretmen adayları ile çalışmış ve bazı şekillerin boyutlarını öklid düzleminde ve analitik düzlemde belirlemelerini istemiştir. Ayrıca bu aşamada karşılaştıkları zorlukların sebebinin koordinat sisteminden ve kavram yanılgılarından ne kadar etkilendiğini araştırmıştır. Sonuçlara göre öğretmen adaylarının yaklaşık % 96'sı doğru parçasını bir boyutlu olarak değerlendirebilmektedirler. Şekil boyutunu tahmin etmede koordinat sisteminde yer alış biçiminin etkili olduğunu belirtmiştir. Örneğin doğru parçası koordinat sistemine yatay olarak yerleştirilmişse açılı olarak verilmiş haline göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Vitsas ve Koleza (2000) öğrencilerin boyutu algılamaları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Öğrencilerin geometrik şekillerin boyutlarını doğru bir şekilde belirleme düzeyleri ve kullandıkları boyut ölçütleri araştırılmıştır. Sonuç olarak bir şeklin boyutunu belirlemede x-y koordinat sisteminin etkili olduğu ve basit öklid düzleminde aynı şekille ilgili olarak boyutları belirlemenin daha kolay olduğunu belirtmişlerdir.

2.4 SOLO Modeli

SOLO Modeli öğrenenlerin cevaplarının niteliğini sistematik bir şekilde değerlendirmek için oluşturulan genel bir çerçevedir (Biggs ve Collis, 1982; Vallecillos ve Moreno, 2002; Chick, 1988; Collis, Romberg ve Jurdak, 1986). SOLO kelimesi modelin açılımında İngilizce olarak yer alan kelimelerin baş harflerinden kısaltma yapılarak oluşturulmuştur.

S Structure of

O Observed

L Learning

O Outcomes

Dolayısıyla SOLO gözlenen öğrenme çıktılarının yapısı olarak çevrilebilir. SOLO Modeli John Biggs ve Kevin Collis tarafından 1982 yılında oluşturulan bilişsel gelişim kuramıdır. Daha sonra kendileri ve diğer araştırmacılar modeli daha da geliştirilmiştir (Biggs ve Collis, 1991; Pegg, 1992; Pegg ve Davey, 1998; Collis, Romberg ve Jurdak, 1986). Model Piaget'in gelişim teorisi üzerine yaptığı çalışmalar ayrıntılı bir şekilde incelenerek ve bilgi-işlem kavramları geliştirilerek oluşturulmuştur. SOLO Modeli öğrencilerin ne kadar

hatırlayabildiklerine karşılık ne kadar iyi anlıyorlar sorusuna cevap arar ve öğrencilerin anlamalarının yapısını ölçmek için öğrenme çıktılarını değerlendirerek öğretmenlere yardımcı olur (Halloway, 2010).

SOLO Modeli öğrencilerin bilişsel bilgilerini değerlendirmek için kullanılabilir (Biggs ve Collis, 1991; Vallecillos ve Moreno, 2002; Lian ve Idris, 2006; Jurdak, 1991). SOLO taksonomisi öğrencilerin verdikleri cevapları, her bir seviye için belirlenen yeterlilikler doğrultusunda sınıflandırma imkânı verir. Model daha çok öğrencilerin verdikleri cevapların niteliği üzerine odaklanmaktadır (Lian ve Idris, 2006). Özellikle son 20 yıldır öğrencilerin okuldaki çalışmalarını ve sınıfta yapılan değerlendirmeleri, müfredat gelişimini incelemek için kullanılmaktadır (Pegg ve Coady, 1993; Pegg ve Davey, 1998; Lian ve Idris, 2006; Money, 2002; Groth, 2002; Brabrand ve Dahl, 2009; Pegg ve Tall, 2005). Ayrıca farklı sınıf seviyelerinde ve farklı disiplinlerde öğrenme çıktılarının gözlemlenen yapılarını belirlemek için kullanılmaktadır (Vallecillos ve Moreno, 2002; Chick, 1998; Groth ve Bergner, 2006; Lian ve Idris, 2006; Panizzon, 2003; Pegg ve Coady, 1993; Burnett, 1999; Lam ve Foong, 1996; Jones ve diğerleri, 2000).

Halloway'e (2010) göre SOLO modelinin 3 önemli özelliği vardır:

1. *Düşünme Evreleri (The Mode of Thinking)*. Cevapların soyutluk derecesi ile ilgilidir.
2. *Cevabın seviyesi (The Level of the Response)*. Öğrenenin artan karmaşıklıkla birlikte ilgili ipuçları ile başa çıkabilme kabiliyetine bağlıdır.
3. *Cevapların seviyesi öğrenme döngülerine bağlıdır*. Döngüler cevabın yapısının hiyerarşik tanımını sağlar.

Bu üç önemli özelliğin ilki olan düşünme evreleri aşağıda açıklanmaktadır. Düşünme evreleri ile ilgili diğer araştırmacıların sunduğu bilgiler de ilave edilmiştir.

1. Düşünme Evreleri (The Mode of Thinking)

SOLO modelinin 5 adet gözlenebilen öğrenme evresi vardır:

1. Duyusal Motor (Sensorimotor): Birey fiziksel çevreye tepki gösterir. 0-2 yaş arasına karşılık gelir ve bu evrede çocuklar motor becerilerini geliştirir.
2. İmgesel (İkonik): Birey olayları görüntüler aracılığıyla içselleştirir. Genel olarak okul öncesi (2-5 yaş) döneme karşılık gelir. Bu evrede çocuklar olayları ve nesneleri temsil eden görüntüleri ve kelimeleri geliştirir. Yetişkinler bu evreyi sanat ve müzikten sezgisel olarak zevk almak için kullanır.

3. Somut sembolik (Concrete symbolic). Birey yazılı dil, harita ve sayı sistemleri gibi sembolik sistemleri kullanır. Gerçek dünya kaynaklı olarak düşünür. Genel olarak çocukluktan ergenliğe geçiş dönemine tekabül eder.
4. Soyut (Formal). Birey verilen soyut kavramı düşünebilir ve artık kendini somut gerçek dünya göstergeleri ile sınırlandırmaz, “ilkeler” ve “teoriler” ile meseleleri ele alır. Bu evre erken yetişkinlik dönemine denk gelir.
5. Soyut sonrası (Post formal). Bu evrede birey teorilerin ve disiplinlerin temel yapılarını sorgulayabilir. Yetişkinlik dönemine karşılık gelir.

(Biggs ve Collis, 1982; Panizzon ve diğerleri, 2005).

SOLO modelinde yer alan beş düşünme evresi ile Piaget’in bilişsel gelişim evreleri örtüşmektedir. Ancak bazı farklılıklar bulunmaktadır. Bunlardan biri Piaget’in işlem öncesi evresi SOLO modelinde imgesel (ikonik) evreye karşılık gelmektedir ayrıca SOLO modeline soyut sonrası evre eklenmiştir (Pegg ve Tall, 2004).

SOLO ile Piaget’in teorisinin arasındaki temel fark bireylerin gelişim evreleri kavramından bir öğrencinin cevapları ile gösterilen öğrenme kalitesine yöneliştir. SOLO belirli bir zamanda yalnız bir cevaptan ölçülen bireyin performansının alt yapısını tarif eder. Cevabın yapısı kendi içinde değerlendirilir ve öğrenenin bilişsel gelişimi hakkındaki bir genel evreye işaret etmez. SOLO modeli öğrencileri değil öğrenme çıktılarını sınıflandırır (Pegg, 2003; Biggs ve Collis, 1982).

Piaget bilişsel gelişim kuramında zihinsel aktiviteleri mantıksal bir sıra içinde bireylerin yaşlarına göre yer vermiştir. Fakat aynı evrede olduğu düşünülen öğrenciler farklı etkinliklerde farklı evreye uygun özellikler gösterebilmektedir (Biggs ve Collis, 1991). Bu durumu Piaget “decalage” olarak tanımlamış, bu tür kararsızlıkların nadiren görüldüğünü belirtmiştir. Ancak bu duruma öğrenme ortamlarında sıklıkla rastlanmaktadır. Matematikte bir gün somut işlemler düzeyinde iken ertesi gün soyut işlemler düzeyinde olabilir. SOLO modeli de bu durumun yetersizliği üzerine ortaya çıkmıştır. Dikkatleri bireylerin bilişsel evresine değil verdiği cevaba çekmiştir. SOLO modelinin kritik noktası öğrencinin cevabı, bu cevaba ulaşırken kullandığı düşünme süreçleridir (Biggs ve Collis, 1991; Pegg ve Tall, 2005). SOLO modelinde öğrencinin kendisinin bulunduğu gelişim evresine odaklanılmamaktadır, verdiği cevabın niteliğine ve yapısına yoğunlaşmaktadır (Pegg ve Davey, 1998; Pegg ve Tall, 2005).

Piaget’in kuramında son aşama soyut işlemler olup bundan daha üst düzey bir aşama yoktur. Ancak SOLO modelinde soyut evreye ilaveten bir üst düzey daha vardır ve bu evrenin adı

soyut sonrası evredir. Çelik (2007) çalışmasında Piaget ile SOLO düşünme evrelerine karşılaştırmalı olarak aşağıdaki gibi yer vermiştir:

Tablo 2.14 Piaget’in Bilişsel Gelişim Evreleri ile SOLO Düşünme Evrelerinin Karşılaştırılması

Piaget’in Bilişsel Gelişim Evreleri	SOLO Düşünme Evreleri
Duyusal motor	Duyusal motor
İşlem öncesi	İmgesel (ikonic)
Somut işlemler	Somut sembolik (concreate simbolic)
Soyut işlemler	Soyut (formal)
	Soyut sonrası (post formal)

Bir üst SOLO düşünme evresine geçiş soyut düşünebilmeyi gerektirir. Öğrenme teorilerine de uygun olarak somuttan soyuta doğru bir sıra izlenir. SOLO modelinde soyut evre 2 aşamaya genişletilmiştir. Soyut sonrası (post formal) düzey eklenerek aslında soyut işlemler evresinden daha sonra başka evrelerinde var olduğu konusuna yer verilmiştir (Bigss ve Collis,1991). Bu açıdan bakıldığında SOLO Modeli Case (1992) ile Fisher ve Knight (1990) gibi neo-Piagetian düşüncesini savunanların temsilcisidir denilebilir (Pegg ve Tall, 2004).

Uzamsal düşünme ilköğretimden itibaren her dönemde yer almakla birlikte özellikle soyut evrede tam anlamıyla yerini bulmaktadır. Lisans öğrencileri SOLO modelindeki soyut evrededir (Çelik, 2007).

2. Cevabın seviyesi (The Level of the Response)

SOLO modelinde yer alan her bir düşünme evresi beş alt seviyeyi (levels of response) içermektedir. Bu seviyelere “SOLO Taksonomisi” de denilmektedir. Bunlar yapı öncesi (Prestructural), Tek yönlü Yapı (Unisturctural), Çok Yönlü Yapı (Multistructural), İlişkisel (Relational) yapı ve Genişletilmiş Soyut (Extended Abstract) seviyeleridir. Cevapların karmaşıklığı arttıkça seviye yükselmektedir. Ayrıca düzey arttıkça tutarlı açıklamalar yapma, ilişkilendirme yapma, birden fazla durumu hesaba katarak düşünme becerileri de artmaktadır (Biggs ve Collis, 1991; Çelik, 2007).

SOLO Taksonomisinin düşünme seviyelerine ait bilgiler aşağıdaki gibidir:

Yapı Öncesi Düzey (YÖ): Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemin cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözümüne ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.

Tek Yönlü Yapı (TY): Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.

Çok Yönlü Yapı (ÇY): Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.

İlişkisel Yapı (İY): Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.

Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY): Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir. (Biggs ve Collis, 1991; Çelik, 2007).

Tek yönlü yapı seviyesi için TY, Çok yönlü yapı seviyesi için ÇY, İlişkisel yapı seviyesi için İY kısaltmasına Çelik (2007) çalışmasında yer vermiştir. Ancak Yapı öncesi seviyesi için YÖ, genişletilmiş soyut yapı seviyesi için GSY kısaltmaları araştırmacı tarafından belirlenmiştir.

Tek yönlü yapı düzeyi ile çok yönlü yapı düzeyi arasındaki temel fark çok yönlü yapı düzeyinde birden fazla ilişkili verinin kullanılmasıdır. Çok yönlü yapı düzeyinde öğrenci belli adımları takip ederek sonuca ulaşır ve verileri tanımlama ve sıralama işlemlerini yapar. Çok yönlü yapı düzeyinden ilişkisel yapı düzeyine geçişte veriler tanımlandıktan sonra onlara geniş bir bakış açısıyla yaklaşmak gerekir. İlişkisel düzeyde çok yönlü yapı düzeyinde çözüme ulaştıran veriler tanımlandıktan sonra onlar bütün içine yerleştirilir. İlişkisel düzeyden genişletilmiş soyut düzeyine geçiş en zor olandır ve olması istenilen kısımdır. Öğrenci genişletilmiş soyut düzeyinde bulduğu genellemeleri daha da sorgulayarak geliştirir ve daha ileri boyutta çıkarımlarda bulunur (Pegg ve Davey, 1998; Çelik, 2007).

İlişkisel yapı ve genişletilmiş soyut yapı düzeyinde öğrenci aynı anda birden çok şeyi hesaba katar ve onlar arasında ilişkilendirmeler yapar. Tek yönlü yapı düzeyinde çözüm için tek bir yöne odaklanıldığından ve bir başka yön olmadığından dolayısıyla ilişkilendirme de yoktur. Çok yönlü yapı düzeyinde birden fazla veri kullanılır ama bu yönler arasında ilişkilendirme yapılamaz. Genişletilmiş soyut düzeyinde bir genellemeye ulaşılır ama bu genelleme mevcut durumun ilerisindedir (Hattie ve Brown, 2004).

Tek yönlü yapı, çok yönlü yapı ve ilişkisel yapı bir evrenin içinde yer alan seviyelerdir. Bu üç seviye her evrenin içinde döngü halinde tekrar eder. Yapı öncesi düzey ve genişletilmiş soyut düzeyleri belirtilen evrenin dışında yer almaktadır. Yani yapı öncesi düzey bir önceki evreye aittir. Yani belirtilen evre için çok düşük bir soyutlama düzeyindedir. Genişletilmiş soyut

düzeyinde ise verilen cevaplar bir sonraki evreye uygun olabilecek bir soyutlama seviyesindedir ve bir üst seviyeye geçişi gösterir. Yani bir sonraki evrenin yapı öncesi seviyesi olur (Çelik, 2007; Biggs ve Collis, 1991). Belirtilen konu şu şekilde özetlenebilir:



Şekil 2.10 SOLO Düşünme Seviyelerinin Bulundukları Evreler

TY ve ÇY seviyesinde öğrenci sadece verilen bilgileri kullanılır çözüm içinse gerekirse geri çağırma yoluna başvurur. Bu düzeylerde geri çağırdıkları bilgileri probleme uygun olup olmadığına karar vermeksizin kullanmaya başlar. İY ve GSY de ise problem ile sonuç arasında bir tutarsızlık olmaması için kontrol yoluna gidilir.

Hattie ve Brown (2004) tek yönlü ve çok yönlü yapı düzeylerinde verilen cevapları yüzeysel, ilişkisel ve genişletilmiş soyut yapı düzeyindeki cevapları da derin bilgi gerektirdiğini belirtmektedir. Ayrıca kavramsal anlamının olabilmesi için en az ilişkisel yapı düzeyinde cevap verilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

3. Cevapların seviyesi öğrenme döngülerine bağlıdır.

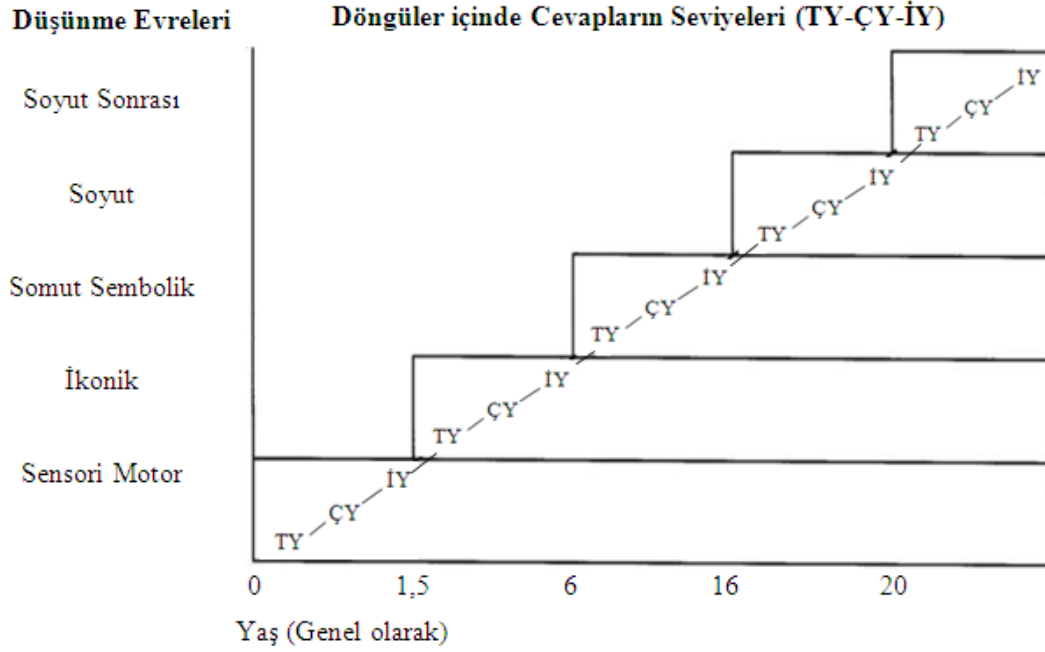
SOLO modeli özellikle “tek yapı”, “çok yapı” ve “ilişkisel” seviye olarak adlandırılan yinelemeli bir döngüyü kapsar.

Bir döngüyü oluşturan 3 cevap seviyesi vardır.

1. Tek yönlü yapı (Unistuctural): Birey verilen göreve odaklanır ilgili verinin ancak **tek bir** parçasını kullanır. Cevabı tutarlı olmayabilir.
2. Çok yönlü yapı (Multistuctural): Verilerin iki veya daha fazla parçası bağımsız birimler olarak tanımlanır. Veriler arasında tutarlı olamayan ilişkilendirmeler yapılır.
3. İlişkisel (Relational): Bu seviyede bütün veriler kullanılır ve her bir parça mantıksal bir sonuca ulaştırır. Verilen içerik içinde tutarlı bir yapı vardır.

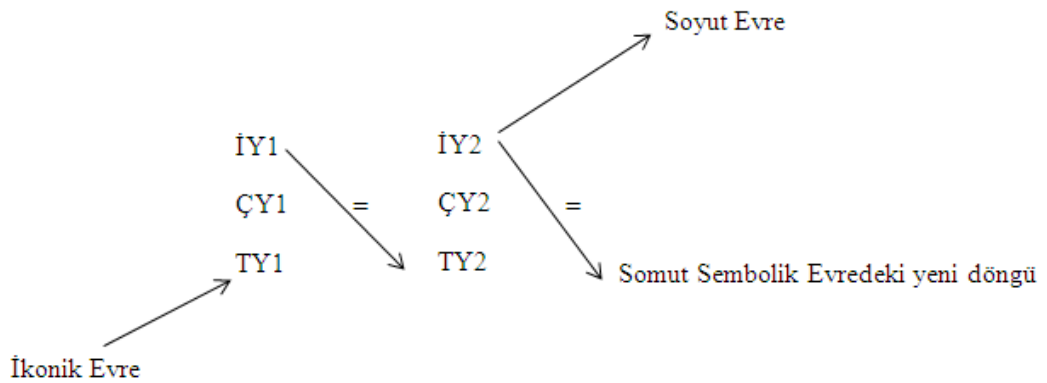
Bu bilgiler ışığında çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde kısaltma olarak cevapların seviyelerine yer verilirken Çelik (2007) tarafından da belirtilen Tek yönlü yapı için TY, Çok yönlü yapı için ÇY, ilişkisel yapı düzeyi için İY kullanılacaktır.

Aşağıdaki şekil ise SOLO modelinin üçüncü önemli özelliğini açıklamaktadır. Basamak basamak artan soyutluk derecesi içinde düşünme evrelerinin nasıl yer aldığını göstermektedir. Ayrıca cevapların seviyesi (TY-ÇY-İY) evreler içinde döngüler olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.11 SOLO Modelinde Yer Alan Evreler, Seviyeler ve Döngüler
(Biggs ve Collins, 1991; Panizzon ve diğerleri, 2005'den uyarlanmıştır.)

Son yıllardaki çalışmalar tek bir döngünün sınırlayıcı olduğunu ve bireyin kaç tane kavram geliştirdiğini açıklamada yeterli olmadığını belirtmektedir (Campbell ve diğerleri, 1992; Panizzon, 2003; Pegg, 1992; Levins ve Pegg, 1993; Watson ve diğerleri, 1995). Aşağıda iki TY-ÇY-İY döngüsü modeldeki somut sembolik ve soyut evreler için birleştirilmektedir.



Şekil 2.12 Somut Sembolik Evredeki İki Öğrenme Döngüsü
(Panizzon ve diğerleri, 2005 den uyarlanmıştır.)

Şekil 2.12’de yer alan önceki evre ikonik evredir. Altı cevap seviyesi (TY1, ÇY1, İY1 ve TY2, ÇY2, İY2) somut sembolik evrededir. İY1 den TY2 ye yol üzerindeki eşittir işareti yeni içerik ilave edilmesinden çok zihinsel bölümlleme ile ilgilidir. Ok işaretleri bireyin somut sembolik evrede üçüncü bir döngünün yerini ya da soyut evreye yani daha soyut bir evreye geçişi göstermektedir (Panizzon ve diğerleri, 2005).

SOLO modelinde yer alan düşünme evreleri birbiri ile bağlantılıdır. Bir önceki evre bir sonraki evre için destek amaçlı kullanılabilir (Pegg ve Coady, 1993). Soyut evrede yer alan biri çözüme ulaşırken gerçek yaşam durumlarından yani somut sembolik evreden yararlanabilir (Çelik, 2007).

Halloway (2010) SOLO modelinin tüm disiplinler için kullanılabileceğini belirtmektedir. Ayrıca matematikte SOLO modelinin kullanımı ile ilgili aşağıdaki örneği vermiştir.

Soru kökü şu şekildedir:

“Bir matematik makinesi şekli vermiştir. Bu makine sayıları değiştirmektedir. Sayıları 3 ile çarpıp 2 eklemektedir. Örneğin matematik makinesine 4 konulduğunda 14 olarak çıkmaktadır.”

Bu bilgi doğrultusunda aşağıdaki soruları sormuş ve TY, ÇY ve İY seviyelerine karşılık gelen cevaplara örnekler vermiştir.

“Eğer 14 sonucu elde ediliyorsa bu sayı kaçtır?” sorusu tek cevabı olan bir sorudur. Tek yönlü yapı düzeyinde birey bilginin bir parçasını kullanır ve bu bilgiye de soru kökünde yer alan son cümleden ulaşır.

Çok yapıli düzey için “Makineye 5 konulursa hangi sayı dışarı çıkacaktır?” sorusu sorulduğunda soru kökündeki bütün bilgileri (2 parçayı da) kullanması beklenmektedir. Yine tek cevabı vardır ve cevap 17 dir.

“Makine sayıyı 41 olarak dışarı çıkarıyorsa, konulan sayı kaçtır?” sorulduğunda öğrenci hem soruda verilen tüm bilgileri kullanarak ve tersten giderek 13 cevabına ulaşıyorsa hem de soru ile ilgili temel genellemeyi çıkarıyorsa ilişkisel düzeydedir.

Bu döngü somut sembolik düşünme evresine aittir çünkü gerçek dünya ortamında sayı sistemlerini temel almaktadır. Yani günlük hayat problemi oluşturulmaya çalışılmıştır.

Daha ileri evrede yer alabilecek karmaşık bir örnek ise şu şekildedir:

“Makineye x konulduğunda y elde ediliyorsa, herhangi bir x değeri için y sonucuna ulaştıran formülü yazınız.

Artık bu soru soyut evrededir. Öğrenciden genellemeyi bulması ve soyut bir formda $y = \frac{(x-2)}{3}$ olarak yazması beklenmektedir.

Bir geometri probleminin SOLO modeline göre incelenmesi ise aşağıdaki gibidir. Aynı zamanda van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ile de karşılaştırma yapılmıştır.

Jurdak (1991) öğrencilere çeşitli dörtgenler (kare, dikdörtgen, paralelkenar, eşkenar dörtgen) verilmiş ve bu dörtgenleri oluşturan gerekli ve yeterli özellikleri yazmalarını istemiştir.

Tablo 2.15 SOLO ve van Hiele Modellerinin Sınıflandırmalarının Karşılaştırılması

Öğrenci Cevabı	SOLO Seviyesi	Van Hiele Seviyesi
Bazı dörtgenlerin ne olduğunu belirler ama ilgisiz verilere odaklandığından dolayı aynı dörtgen çeşidinin diğer örneklerini tanımlayamaz.	Tek yapılı düzey: Sadece bir özellik ile ilgilenir (örneğin şekil ile).	Görsel Düzey
Belirli bir sınıfa dâhil etmeden dörtgenlerin çeşitlerini belirleyebilir.	Çok yapılı düzey: Farklı özelliklerle ayrı ayrı ilgilenir (dörtgen ve onun ayrı özelliklerinin kullanımı)	Analiz Düzeyi
Dörtgenleri doğru bir şekilde belirler ve özellikleriyle birlikte tanımlar.	İlişkisel düzey: Verilen bütün bilgileri ve onlar arasındaki ilişkileri kullanır (dörtgen, parçalarının özellikleri, şekli tanımlayan yeterli koşullar)	İnformal Çıkarım Düzeyi
Farklı dörtgenlerin her birini ayrı ayrı tanımlar ve dâhil olduğu sınıfın özelliklerini taşıyıp taşımadığını kontrol eder.	Genişletilmiş Soyutlama: Verilen bilgilerin (şekil, özellikler ve ilişkiler) ilgili kuramsal yapıları ve soyut özellikleriyle kapsamlı kullanımı (veriler ile testi)	Formal Çıkarım Düzeyi

2.4.1 SOLO Modelinin Kullanıldığı Çalışmalar

Rider (2004) iki üniversiteden toplam 313 öğrenci ile çalışmış ve yarı deneysel çalışmasında çoklu gösterimlere dayalı müfredatın cebir kavramlarının sembolik, tablo ve grafik gösterimler ve aralarındaki ilişkiyi anlamaya etkisini araştırmıştır. Konu ile ilgili beş problem oluşturmuş ve her iki gruba da ön test ve son test olarak uygulamıştır. Deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları daha yüksektir. Sonra her iki gruptan sekiz öğrenci ile mülakat yapmış ve elde edilen nitel veriler SOLO modeline göre incelenmiştir. Sonuçlara göre deney grubundaki öğrenciler ilişkileri daha iyi bir şekilde ortaya koymuştur.

Groth ve Berner (2006) 46 öğretmen adayı ile çalışmış ve istatistik kavramları konusundaki anlamalarını belirlemek için yazılı sınav yapmış ve soruları SOLO taksonomisi çerçevesinde değerlendirmiştir. Araştırma bulgularına göre öğretmen adaylarının cevapları genel olarak Çok Yönlü yapı (ÇY) seviyesindedir.

Lian ve Idris (2006) çalışmasında 10. sınıf öğrencilerinin lineer denklemler konusunda cebirsel çözüm becerilerini ölçmek için SOLO Taksonomisini kullanmıştır. İlk bölümde 40 öğrenciye 8 açık uçlu problem uygulamış sonra 8 öğrenciyi seçerek klinik mülakat yapmıştır. Araştırmadan elde edilen verilere göre öğrencilerin çoğunluğu tek yönlü yapı ve çok yönlü yapı düzeyindedir.

Çelik (2007) nitel olarak gerçekleştirdiği çalışmasında 8 matematik öğretmen adayı ile çalışmıştır. Öğretmen adaylarının cebirsel düşünme becerilerinin değerlendirmek için 11 problem üzerinden klinik mülakatlar gerçekleştirmiştir. SOLO modeli ile yapılan analiz sonuçlarına göre öğretmen adaylarının çoğunluğu semboller ve cebirsel ilişkileri kullanma, çoklu gösterimlerden yararlanma ve genellemeleri formüle etme becerilerinde ilişkilendirilmiş yapı seviyesinin altında kalmıştır. Araştırmacı bu durumu öğretmen adaylarının bilgi ve becerilerini tutarlı bir şekilde bütünleştirememelerine bağlamıştır.

Pegg ve Tall (2004) çalışmasında cebirsel düşüncenin gelişiminde SOLO Modeli ile Dubinsky'nin process-object encapsulation modelini karşılaştırmıştır ve SOLO modelinin farklı seviyelerde yer alan öğrencilerin cevaplarının yapısını belirlemek için uygun olduğunu ifade etmiştir.

Koç ve diğerleri (2011) yaptıkları çalışmada öğrencilerin görselleştirme becerilerini SOLO modeli ile belirlemek amacıyla 15 açık uçlu sorudan oluşan Uzamsal Görselleştirme Testi geliştirmişlerdir. Soruların her biri SOLO seviyelerine uygun daha fazla karşılaşılan 4 seviyeye (Tek yönlü yapı seviyesi, çok yönlü yapı seviyesi, ilişkisel yapı seviyesi,

genişletilmiş soyut yapı seviyesi) uygun dört alt sorudan oluşmaktadır. Geliştirilen testin 385 6-8. sınıf ğrencisi ile pilot çalışması gerçekleştirilmiş ve geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılmıştır.

Ardıç, Yıldız ve Demir (2012) 8. sınıf ğrencilerinin merkezi eēilim ve yayılım ölçülerine yönelik istatistiksel okuryazarlık düzeylerinin SOLO Taksonomisine göre hangi seviyede olduēunu araştırmıştır. Araştırmaya 9 ğrenci ile gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin merkezi eēilim ve yayılım ölçülerine yönelik istatistiksel düşünme seviyelerini belirlemek için 3 soru sorulmuştur. Veriler klinik mülakatlar ve öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre öğrencilerin cevapları genellikle çok yönlü seviyedir ayrıca soyutlanmış yapı seviyesinde ğrenci bulunmamaktadır.

Uzamsal düşünme daha çok soyut evrede gerekleřtirildiēi için çalışmada ilköēretim matematik ēretmen adaylarının soyut evrede olduēu varsayılmıştır. Biggs ve Collis (1991) lisans çalışmalarının genellikle soyut evrede olduēunu belirtmişlerdir. Soyut evrede birey soyut bir kavramı somut nesnelere ihtiyaç duymadan ērenebilir (Pegg ve Davey, 1998).

BÖLÜM III: YÖNTEM

Bu bölümde “Araştırmanın Modeli”, “Çalışma Grubu”, “Veri Toplama Araçları”, “Verilerin Toplanması”, “Verilerin Çözümlemesi” kısımları yer almaktadır.

3.1 Araştırmanın Modeli

Son yıllarda hemen her alanda meydana gelen hızlı gelişmeler ve değişimler bilimsel çalışmaları daha da önemli hale getirmiştir. Hem nicelik hem de nitelik açısından uygun bir araştırma yapılabilmesi için en önemli noktalardan biri araştırmacının çalışma için hangi yöntemin uygun olduğuna karar verme aşamasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Araştırma modeli ise araştırmacı tarafından cevap aranan soruları cevaplamak ve hipotezleri test etmek için bilinçli bir şekilde seçilen bir plandır (Büyüköztürk, 2001).

Nicel araştırma Ekiz (2003) tarafından elde edilen bulguların sayısal değerlerle ölçülebilmesi ve ifade edilmesi olarak belirtilmiştir. Nicel araştırmalar genellenebilir, geçerli ve güvenilir bilgi elde etme amacı taşırlar (Kuş, 2011). Nitel araştırma ise “Gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama araçlarının kullanıldığı, olayların doğal ortamda izlendiği gerçekçi ve bütüncül bir sürecin izlendiği araştırmadır.” (Yıldırım, 1999). Nitel araştırmalar aynı zamanda karışık olayları ve durumları açıklamaya yardımcı olur (Miles ve Huberman, 1994). Creswell (1998) ise nitel araştırmayı, sosyal yaşamı kendine has yöntemlerle anlamlandırma süreci olarak ifade etmektedir. Genel itibari ile nitel araştırmacı gözlem, görüşme ve dokümanlardan yola çıkarak kavramları, anlamları ve ilişkileri açıklayarak araştırma sürecini sürdürür (Merriam, 1998). Son yıllarda eğitim ile ilgili araştırmalara bakıldığında nitel araştırma yöntemlerinin kullanımında artış olduğu görülmektedir (Boz ve Boz, 2006; Ubuz ve Sarı, 2008; Beauchamp ve Parkinson, 2008).

Her iki araştırma türünün de birbirlerine göre üstün ve zayıf yönleri vardır. Örneğin nitel araştırmada nicel araştırmadan farklı olarak açıkça belirlenmiş bir başlangıç noktası ve değişmeyen aşamalar yoktur (Maxwell, 1996). Bu yüzden kritik nokta hangi yöntemin çalışma için daha iyi olduğunu belirlemektir (Frankel ve Devers, 2000). Bu yöntemlerin her ikisini birden kullanmanın uygun olacağı belirtilmektedir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Demirel ve Karadeniz, 2011; Frankel ve Devers, 2000). Ancak nicel ve nitel araştırma yöntemlerini birlikte kullanıldığı çalışmalar sınırlı sayıdadır (Mirzalar, Kabapınar ve Adik, 2005; Yıldırım, 2008).

İlköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim gören üçüncü sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin SOLO Modeline göre hangi seviyelerde olduğunu belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada hem nicel hem de nitel yöntem olmak üzere karma yöntem kullanılmıştır.

Karma yöntemle ilgili olarak Cresswell üç farklı karışık desenden bahsetmektedir (akt. Fraenkel ve Wallen, 2006). Bunlar zenginleştirilmiş desen (Triangulation design), açıklayıcı desen (Explanatory design), keşfedici desen (Exploratory design) dir.

Zenginleştirilmiş desen (Triangulation design) de nitel ve nicel veriler eş zamanlı olarak toplanır. Bu iki tür verinin birbirini destekleyip desteklemediği incelenir.

Keşfedici desen (Exploratory design) de öncelikle nitel veriler toplanır ve bu bulgular doğrultusunda nicel veriler toplanır.

Açıklayıcı desende ise öncelikle nicel veriler toplanır ve analiz edilir ardından bu verileri tamamlamak için nitel veriler toplanır (akt. Fraenkel ve Wallen, 2006). Çalışmada açıklayıcı desen kullanılmıştır. Böylelikle nicel olarak elde edilen veriler hakkında daha detaylı bilgi edinilebilecek ve sonrasında öğretmen adaylarının yer aldıkları SOLO düşünme seviyeleri hakkında derinlemesine bilgi elde edilecektir. Her iki yöntemin de birbirini desteklemesi sağlanacaktır.

Araştırmanın nicel kısmında ilköğretim matematik öğretmen adaylarına uzamsal yeteneklerini ölçen Purdue uzamsal görselleştirme testi (Purdue spatial visualization test) kullanılmıştır. Özellikle öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerileri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Ayrıca Purdue uzamsal görselleştirme testinde yer alan üç bölümden (açılımlar, döndürme, görünüm) aldıkları puanlar incelenmiştir.

Çalışmanın nitel kısmında ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim gören üçüncü sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim bileşenlerinin SOLO Modeline göre hangi düzeylerde olduğu belirlendiğinden ve mevcut durumun kendi koşulları içerisinde araştırılması şeklinde yürütüldüğünden bir “keşfedici durum çalışması” dır. Keşfedici durum çalışmaları bir durumun altında yetan sebepleri açıklamaya çalışır (Jon ve Greene, 2003; Yin, 2009). Seçilen bir konunun derinlemesine ayrıntılı bir şekilde araştırılmasına olanak veren durum çalışması (Çepni, 2010) bu araştırmada yöntem olarak belirlenerek daha çok “Nasıl?”, “Niçin?” ve “Ne?” sorularına cevap aranmıştır. Elde edilen verilere göre SOLO seviyeleri tablo ve grafik haline getirilmiştir. Bu amaçla Purdue Uzamsal Görselleştirme (PUGT) testi sonuçlarına göre

belirlenen 6 öğretmen adayıyla klinik mülakat yapılmıştır. SOLO modeli ile yapılan çalışmalar incelendiğinde hemen hepsinin nitel çalışmalar olması görülmüş ve bu çalışmanın bu bölümünde de nitel bir yöntem kullanılmasının uygun bulunmuştur. Klinik mülakatlar aracılığıyla niçin ve nasıl sorularına yanıt verilerek öğrencilerin düşünme süreçleri ayrıntılı bir şekilde incelenebilmektedir (Güven, 2006; Çelik ve Baki, 2007). Görüşme ise en çok kullanılan nitel yöntemdir ve bireylerin olaylara bakış açılarını, duygu ve düşüncelerini ortaya koymada kullanılır (Bogdan ve Biklen, 1992). Nitel verilerin analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Mann (1995) betimsel analiz yöntemini toplanan verilerin temel özelliklerinin nicel olarak ifade edilmesi olarak tanımlamıştır.

3.2 Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2012-2013 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinde ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim gören öğretmen adayları oluşturmaktadır.

Veriler nicel ve nitel olmak üzere iki yolla elde edildiği için her iki şekilde ulaşılan kişi sayısı bu kısımda ayrı ayrı verilmektedir.

Tablo 3.1 Nicel Verilerin Elde Edildiği Çalışma Grubunun Dağılımı

Veri Toplama Aracı	Sınıf Düzeyi	Kişi Sayısı
Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT)	3	81

Nicel kısımda öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini ölçmek üzere kullanılan Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT) toplam 81 kişiye uygulanmıştır.

Nitel kısımda nicel verilere göre seçilen öğretmen adaylarının uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme becerilerinin SOLO taksonomisine göre incelenmesi amacıyla klinik mülakatlar yapılmıştır.

Tablo 3.2 Klinik Mülakatların Gerçekleştirildiği Çalışma Grubunun Dağılımı

Veri toplama Aracı	Düzeyler (Kişi Sayısı)			TOPLAM
	Kötü	Orta	İyi	
Klinik Mülakat	2	2	2	6

Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT) sonuçlarına göre 3 düzeyde (kötü, orta, iyi) belirlenen öğrencilerin her birinden ikişer öğrenci seçilmiştir. Toplamda 6 öğretmen adayı ile klinik mülakat yapılmıştır. 81 aday arasından klinik mülakatlara seçilen adayların sınıflarını temsil etmesine dikkat edilmiştir. Gönüllülük esasına göre seçim yapılmıştır.

3.3 Veri Toplama Araçları

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini belirlemek ve klinik mülakatlara öğrenci seçmek amacıyla Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT) kullanılmıştır. Ayrıca testin 3 bölümünden (görünümler, döndürme, açılımlar) alınan puanlarının her biri değerlendirilmiş ve ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri ile uzamsal yönelim becerileri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı incelenmiştir. Bu kısım çalışmanın nicel bölümünü oluşturmaktadır.

Çalışmanın nitel bölümünde klinik mülakatlar yapılmış ve ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinin (uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme) SOLO Taksonomisine göre hangi seviyelerde yer aldığı araştırılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının uzamsal yönelim becerilerinin farklı boyutlarda (iki boyuttan iki boyuta, iki boyuttan üç boyuta, üç boyuttan iki boyuta, üç boyuttan üç boyuta) SOLO Taksonomisine göre hangi seviyelerde olduğu incelenmiştir. Benzer şekilde uzamsal görselleştirme becerilerinin de farklı boyutlarda (iki boyuttan iki boyuta, iki boyuttan üç boyuta, üç boyuttan iki boyuta, üç boyuttan üç boyuta) SOLO Taksonomisine göre seviyeleri araştırılmıştır.

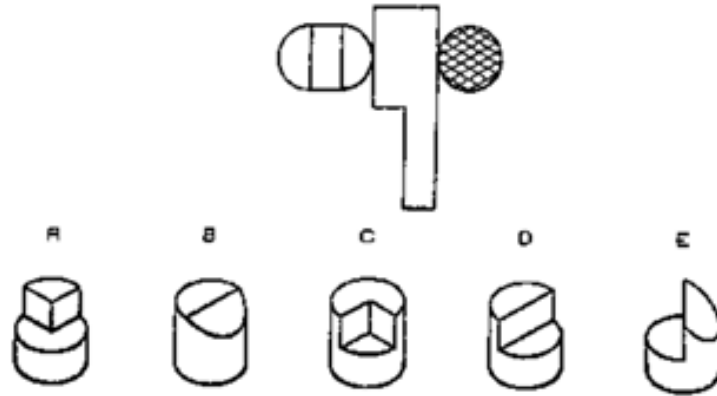
Klinik mülakatlarda kullanılmak üzere uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini farklı boyutlar arasında ölçen “Geometri Başarı Testi” hazırlanmıştır. Teste pilot çalışma sonrasında son hali verilmiştir. Bu süreç hakkında ayrıntılı bilgi ilerleyen kısımlarda verilmektedir.

Özetle araştırmanın nicel kısmında Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT) kullanılmıştır (Bkz. Ek 1). Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı bölümün ilk kısmında 6 kişi ile yapılan klinik mülakatlarda kullanılan geometri başarı testi (Bkz. Ek 2) kullanılmış ve klinik mülakatları değerlendirmek için kullanılan değerlendirme ölçeği Ek 3’te yer almaktadır. Her bir veri toplama aracı ile ilgili ayrıntılı bilgi ilerleyen kısımlarda verilmektedir.

3.3.1 Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT)

Araştırmada öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini belirlemek amacıyla kullanılan Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (Purdue Spatial Visualization Test) 1977 yılında Guay tarafından oluşturulmuştur. Test 3 bölümden ve toplam 36 sorudan oluşmaktadır. Her bir bölümde 12 adet çoktan seçmeli soru vardır (Bodner ve Guay, 1997). Bölümler Açılımlar (Developments), Döndürme (Rotations), Görünümler (Views) şeklindedir. Üç bölümde de sorulara geçilmeden önce yönergeler verilmiş, yer alan soru tiplerine uygun bir örnek çözülmüştür. Testin kullanıldığı araştırmaların sayısının fazla olması (Hacıömeroğlu, 2007; Güven ve Kösa, 2008; Uygan, 2011; Sevimli, 2009; Gürsoy ve diğerleri, 2009; Baki ve Güven, 2007) testin geçerli ve güvenilir bir test olduğunu da göstermektedir. Purdue Uzamsal Görselleştirme testi daha çok görsel bir testtir yönergeler sözel kısımları oluşturmaktadır. Uygan (2011) tarafından bu kısımların Türkçe'ye uyarlanması yapılmış olup araştırmacının izniyle mevcut çalışmada kullanılmıştır ayrıca testin orijinal halini geliştiren Guay ile birlikte çalışan George Bodner'dan da izin alınmıştır.

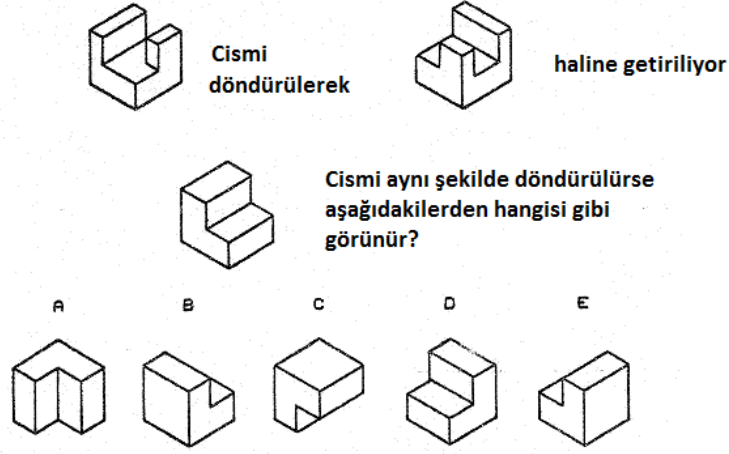
Açılımlar: Bu bölüm uzamsal yeteneğin bileşenlerinden uzamsal görselleştirme ile ilişkilidir. Ferguson (2008) PUGT'nin bireyin “uzamsal görselleştirme” becerisini ölçmesi açısından geçerli ve güvenilir bir veri toplama aracı olduğunu belirtmektedir. Sorunun üst kısmında açılımı verilen bir şekil bulunmaktadır. Taranmış kısım şeklin tabanını göstermek üzere şekil kapatıldığında oluşan üç boyutlu cisim öğretmen adaylarının şıklar arasından seçmeleri istenmiştir. Bu bölüm için bir örnek soru aşağıdaki yer almaktadır:



Şekil 3.1 PUGT'nin Açılımlar Kısımında Yer Alan Sorulardan Bir Örnek

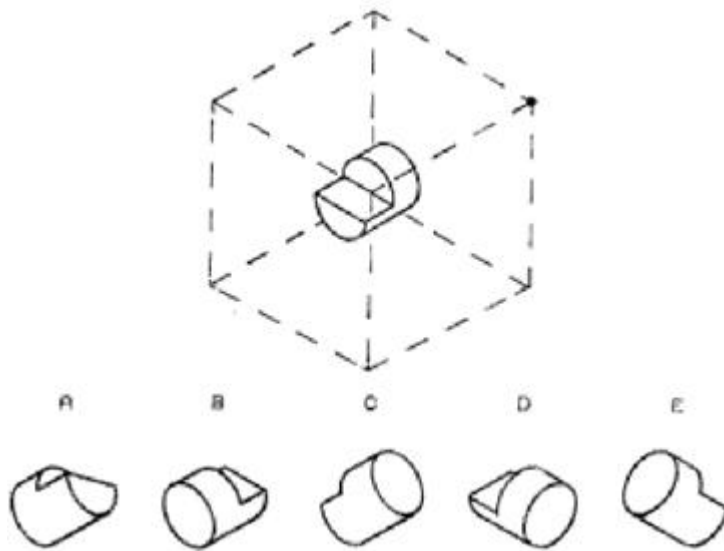
Döndürme: Bu bölüm, bireylerin “geometrik cisimleri zihinde döndürme” becerilerini ölçmektedir. Bu beceri uzamsal yeteneğin bileşenlerinden uzamsal ilişkiler ile ilgilidir. Üç boyutlu geometrik cisimlerin döndürülmesi ile oluşan şekillerin belirlenmesi için oluşturulmuştur. Soru kökünde üç boyutlu bir şekil ve onun döndürülmüş hali verilmiştir. Bu

bilgiyi kullanarak öğretmen adaylarının aynı döndürmeyi yapıp alt kısımda verilen şeklin döndürülmüş halini bulmaları istenmiştir. Bu bölümde sorulan sorulardan bir örnek aşağıdaki gibidir:



Şekil 3.2 PUGT'nin Döndürme Kısımında Yer Alan Sorulardan Bir Örnek

Görünümler: Bu bölüm cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma becerisini ölçmektedir. Bu beceri, uzamsal yeteneğin bileşenlerinden “uzamsal yönelim” ile ilgilidir. Görünümler bölümünü kapsamında, geometrik bir cisim cam bir küpün tam merkezine yerleştirilmiş olup küpün köşelerinden birisi işaretlenmiştir. Öğretmen adaylarından işaretlenen noktadan baktıklarında geometrik cismi nasıl göreceklarını bulmaları istenmiştir. Görünümler bölümünde yer alan sorulardan biri aşağıdaki gibidir:



Şekil 3.3 PUGT'nin Görünümler Kısımında Yer Alan Sorulardan Bir Örnek

Test için yapılan geçerlik ve güvenirlik çalışmalarına bakıldığında ise Branoff (1998) PUGT için yaptığı KR-20 analizinde testin iç tutarlılık katsayılarını 0.82 ve 0.80 olarak bulmuştur. Battista ve diğerleri (1982), 82 öğretmen adayı üzerine uyguladıkları testin güvenirlik katsayısını 0.80 olarak hesaplamıştır. Ayrıca Guay (1980), PUGT'yi üç farklı çalışma grubuna (217 üniversite öğrencisi, 51 makinist ustası ve 101 üniversite öğrencisi) uygulamış ve güvenirlik katsayılarını sırasıyla 0.87, 0.89 ve 0.92 olarak elde etmiştir.

Türkiye'de Purdue Uzamsal Görselleştirme Testinin kullanıldığı çalışmalara bakıldığında ise Uygan (2011) testi 181 üniversite öğrencisine uygulanmış ve KR 20 güvenirlik analizi sonucunda güvenirlik katsayısını 0.84 olarak hesaplamıştır. Ayrıca Açılımlar, Döndürme ve Görünümler bölümlerinin KR-20 güvenirlik katsayıları sırasıyla 0.67, 0.69 ve 0.66 olarak hesaplanmıştır. Sevimli (2009) 110 öğretmen adayı ile yaptığı güvenirlik çalışmasında testin testi-yarılama (split-half) yöntemi ile ölçülen güvenirlik katsayısını 0,82 ve formlar arasındaki korelasyon katsayısını 0,23 olarak bulmuştur. Ayrıca paralel-test yöntemi ile elde edilen güvenirlik katsayısı ise 0,88 olarak hesaplanmıştır.

Yapılan bu araştırmada ise Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi 81 ilköğretim matematik öğretmen adayına uygulanmış ve KR-20 güvenirlik analizine göre alfa güvenirlik katsayısı 0,834 olarak bulunmuştur. $0,80 \leq \alpha < 1,00$ olduğundan Kalaycı (2010) tarafından belirtildiği üzere ölçek yüksek derecede güvenilirdir.

3.3.2 Geometri Başarı Testi

Geometri Başarı Testi için ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini ölçmek amacıyla 16 adet soru hazırlanmıştır. Sorular uzamsal yeteneğin McGee (1979) tarafından belirlenen iki bileşeni olan uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini ölçmektedir. Sorulardan 8 tanesi uzamsal görselleştirmeye yönelikken, diğer 8 tanesi uzamsal yönelim ile ilgilidir. Sorular açık uçlu, çoktan seçmeli ve çizim yapmayı gerektiren sorulardır. Ayrıca sorular boyutların kendi içinde ve boyutlar arasında geçiş yapmayı gerektiren tarzda düzenlenmiştir. İki boyutta ve üç boyutta düşünmeyi gerektiren ayrıca iki boyuttan üç boyuta ve üç boyuttan iki boyuta geçişi gerektiren sorular vardır. Özetle iki boyuttan iki boyuta, iki boyuttan üç boyuta, üç boyuttan iki boyuta, üç boyuttan üç boyuta düşünmeyi gerektiren uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen 8 soru, iki boyuttan iki boyuta, iki boyuttan üç boyuta, üç boyuttan iki boyuta, üç boyuttan üç boyuta düşünmeyi gerektiren uzamsal yönelim becerilerini ölçen 8 soru olmak üzere 16 soru testi oluşturmaktadır. Her bir kategori ile ilgili iki soru bulunmaktadır. Soruların dağılımı aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.3 Geometri Başarı Testinde Yer Alan Soruların Dağılımı

Boyutlar	Uzamsal Görselleştirme	Uzamsal Yönelim
2B-2B	7, 8	5, 6
2B-3B	1, 4	3, 4
3B-2B	2, 3	1, 2
3B-3B	5, 6	7, 8

Geometri başarı testine yukarıdaki şekli verilmeden önce yapılan pilot uygulamaya, geçerlik ve güvenirlik çalışmalarına bu kısımda yer verilmiştir. Ölçme aracına son hali verildikten sonra klinik mülakatlarda kullanılmak üzere uygun hale getirilmiştir.

3.3.2.1 Geometri Başarı Testinin Pilot Çalışmasının Yapılması

Araştırmacıya klinik mülakatlar öncesi yol göstermesi, verileri nasıl analiz edip yorumlayacağı hakkında önceden bilgi vermesi için pilot çalışmanın yapılması uygun görülmüştür. SOLO taksonomisinin farklı matematik konularında kullanımı ile ilgili çalışmalara rastlanmaktadır (Money, 2002; Lian ve Idris, 2006; Rider, 2004; Groth, 2002; Pegg ve Tall, 2004) ancak geometri konularında (Pegg ve Davey, 1998; Jurdak, 1991) daha az sayıda çalışma vardır. Dolayısıyla böyle bir çalışmanın yapılması SOLO taksonomisinin araştırmanın konusu olan uzamsal yetenekle ilgili seviyelerin nasıl belirleneceği hakkında fikir sahibi olmayı sağlayacaktır. Pilot çalışma ile elde edilen veriler doğrultusunda her bir seviyeye karşılık gelen yeterliliklere örnekler verilerek problemlerin nasıl değerlendirildiği ile ilgili değerlendirme ölçeği oluşturulmuştur.

Pilot çalışma için oluşturulan yazılı sınav öncelikle 66 adet dördüncü sınıf ilköğretim matematik öğretmen adayına uygulanmıştır. Geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapıldıktan sonra klinik mülakatlarda kullanılmak üzere teste son şekli verilmiştir.

Görünüş Geçerliği: Görünüş geçerliği testin amacı ve kapsamı hakkında bilgiler içermesi ve ilk görünüşte hangi disiplin ile ilgiliyse onunla ilgili olduğu izlenimi vermesidir (Anastasi, 1988). Bu kapsamda testin geçerliğini incelemek amacıyla beş uzmanın görüşüne başvurulmuştur. Testteki imla ve yazım hataları dönütler doğrultusunda düzeltilmiştir. Farklı anlamalara sebep olabilecek durumlar incelenmiş; soruların veriliş sırası, sayfa yapısı gibi özellikler de gözden geçirilmiştir.

Kapsam Geçerliği: Kapsam (İçerik) geçerliği test maddelerinin ölçülmek istenen davranışı yansıtıp yansıtmadığı ile ilgilidir. Kapsam geçerliğini kontrol etmenin bir yolu uzman

görüşlerinden yararlanılmasıdır ve her bir uzmana değerlendirme formu verilir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2011). Bu kapsamda öncelikle yeterli literatür taraması yapılarak öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini ölçebilecek 39 adet açık uçlu ve çoktan seçmeli soru hazırlanmıştır. Sorular yükseköğretime geçiş sınavlarında, ALES, TIMMS ve PISA sınavlarında sorulan sorulardan ve MEB onaylı matematik ders kitaplarında ve çeşitli yayınların test kitaplarında yer alan sorulardan oluşturulmuştur. Bu doğrultuda hazırlanan test, uzman değerlendirme formu ile birlikte biri tez danışmanı olmak üzere beş uzmana verilerek onların görüşleri alınmıştır. Kapsam geçerliği araştırılırken soruların hem uzamsal yeteneğin çalışmada araştırılan iki bileşeni olan uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme becerilerini ölçüp ölçmediğine hem de verilen boyutlara uygun olup olmadığına bakılmıştır. Bunun için bir uzman değerlendirme formu oluşturulmuş ve her bir soru için zorluk derecesi, seviyeye uygunluk, soruların ifade edilişi ve soruların belirtilen uzamsal yetenek bileşenlerine göre verilen boyutlara uygun olup olmadığının incelenmesi istenmiştir. Evet, kabul edilebilir ve hayır şeklinde verdikleri cevaplara göre değerlendirme yapılmıştır. Daha sonra uzman değerlendirme formları incelenerek bazı maddeler tamamen çıkarılmış bazı maddeler ise yeniden düzenlenmiştir. Dönütler doğrultusunda testin kapsam geçerliğini sağladığı sonucuna ulaşılarak teste son şekli verilmiştir.

Testin Güvenirliği: Testin güvenirliliği için Miles ve Huberman (1994) tarafından çift-kodlama olarak adlandırılan yöntem kullanılmıştır. Bu amaçla başka bir araştırmacı SOLO modeli hakkında bilgilendirilmiştir. Her bir soruya verilen cevaplara SOLO taksonomisinde karşılık gelen seviyeye uygun yeterliliklerin yer aldığı değerlendirme ölçeği de verilmiştir. Bu ölçek ile öğretmen adaylarının verdiği cevapları karşılaştırmış ve en uygun seviyeyi belirlemiştir. Sonrasında araştırmacılar arası güvenirlik (intercoder reliability) Miles ve Huberman (1994) tarafından verilen aşağıdaki formül ile belirlenmiştir:

$$Güvenirlik = \frac{Anlaşılan Durumların Sayısı}{Anlaşılan Durumların Sayısı + Anlaşılamayan Durumların Sayısı} = \frac{92}{92+4} = 0,958$$

Miles ve Huberman (1994) bu değerin yüzde 70'in üzerinde olduğu durumlarda güvenilir bir kodlama gerçekleştiğini belirtmiştir. Yürütülen çalışmada bu değer yaklaşık olarak % 96 olduğundan öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinin SOLO Modeline göre incelendiği bu çalışma için geliştirilen ölçeğin tutarlı ve güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

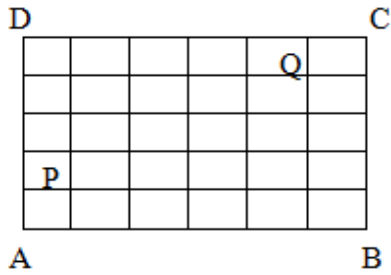
3.3.2.1.1 Klinik Mülakatlarda Kullanılan Problemler

Klinik mülakatlarda kullanılmak üzere son hali verilen geometri başarı testi iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde uzamsal görselleştirme bileşeni ile ilgili sorular yer almaktadır. İkinci bölüm ise uzamsal yönelim ile ilgili problemlerden oluşmaktadır. Öğretmen adaylarının yer alacakları SOLO seviyelerini belirleyen değerlendirme ölçeğini oluşturan yeterliliklere örnekler bu bölümde yer almaktadır. Her bir becerinin nasıl değerlendirildiğine dair ilk sorular örnek olarak verilmiştir. Tüm sorular için belirlenen değerlendirme ölçeği Ek 3'tedir.

1. Bölüm: Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Problemler

Problem 1

Birim karelerden oluşan dikdörtgen biçimindeki aşağıdaki kartonun AB ve CD kenarları yapıştırılarak bir silindir elde ediliyor.



Bu silindirin P noktasında bulunan bir karmca en kısa yoldan giderek Q noktaya ulaştığına göre, bu karmca kaç birim yol almıştır?

İlk soru öğretmen adaylarının iki boyuttan üç boyuta geçiş yapmalarını gerektirmektedir. Birim karelerden oluşan bir dikdörtgensel bölge verilmiş ve soruda belirtilen kenarlarından birleştirilerek bir silindir elde etmeleri istenmiştir. Problem ile öğretmen adaylarının üç boyutlu bir cismin yüzeyinden giderek iki nokta arasındaki en kısa yolu bulmada izledikleri yol incelenmiştir.

Öğretmen adaylarının çözüm için kullanabileceği yollardan biri öncelikle silindiri oluşturmalarıdır. Silindir üzerinde verilen noktaları işaretleme yoluyla iki boyuttan üç boyuta geçiş yaparlar. Bu süreçte araştırmacı da öğrencilerin ne gibi sıkıntılarla karşılaştıklarını görme imkânı bulur.

Öğretmen adayları genellikle silindiri oluşturduktan sonra düzde P ve Q noktaları arasındaki uzaklığı saat yönünde ilerleyerek 3 birim olarak alma eğilimindedirler. Ancak tersine saat yönünün tersine hareket edildiğinde P ve Q noktaları arasındaki uzaklık 2 birim

olacaktır. Bu mesafe daha kısadır. Sorunun cevaplanmasındaki kritik nokta burasıdır. Yatayda bakıldığında ise her iki durumda da 3 birimlik bir mesafe vardır. Buradan üçgende Pisagor teoremini kullanarak iki nokta arasındaki en kısa mesafeyi bulacaktır.

Problemle ilgili verilen cevaplar SOLO taksonomisine göre incelenirken her bir seviye için belirlenen açıklamalar şu şekildedir:

Yapı Öncesi (YÖ) seviyede öğrenci sorunun ne istediğini anlayamaz, sonuç olarak çözüm için hiçbir açıklama yapamaz.

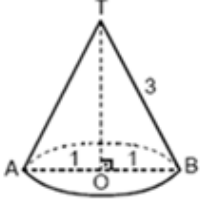
Tek Yönlü Yapı (TY) seviyesinde öğrenci sorunun tek bir özelliğine odaklanmaktadır. P noktasından Q noktasına ulaşırken izlenilebilecek sadece bir yolu düşünür. Alternatif yollar düşünerek mesafeler arasında karşılaştırma yapamaz. Neden izlediği yolun en kısa olduğu konusunda tatmin edici bir açıklama yapamaz.

Çok Yönlü Yapı (ÇY) seviyesinde karıncanın silindir üzerinde izleyebileceği birkaç tane yol belirler. Farklı yollar üzerinden mesafeyi hesaplarlar. Ancak yaptığı açıklamalar yine ezber üzerindendir, çok fazla düşünmeden hesap yapmaya başlar. Yani derinlemesine bir düşünme yoktur daha yüzeysel olarak soru incelenir.

İlişkilendirilmiş Yapı (İY) seviyesinde öğrenci birden fazla durumu ilişkilendirerek cevap verir. Ezberden değil düşünerek sonuca ulaşmaya çalışır. Neden bu yolu seçtiğini gerekçeleri ile birlikte açıklar.

Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY) seviyesinde verilenlerin ötesinde akıl yürütebilir ve genellemelere ulaşabilir.

Problem 2



T dik koninin tepesi
 $|AB|$ koni tabanının bir çapı
 $|AO|=|OB|=1$ km
 $|TB|=3$ km

Yukarıdaki şekil, dik koni biçiminde idealleştirilmiş bir dağ, A ve B noktaları ise bu dağ eteğindeki iki köyü temsil etmektedir. Bu iki köyü birleştiren, dağ yüzeyi üzerindeki en kısa yol kaç km dir?

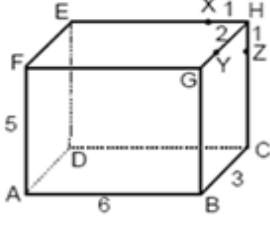
İkinci problem gerçek hayat durumlarına uyarlanarak matematiksel modellemeye gidilmiştir.

Üç boyutlu şekillerden biri olan koni bir dağa benzetilmiş, dağın eteğine temsilen iki köy yerleştirilmiştir. Bu köyler arasındaki en kısa yolun bulunması istenmektedir.

Problem öğretmen adaylarının üç boyuttan iki boyuta geçiş yapmalarını gerektirmektedir. Kapalı bir şeklin açılımını kullanmayı gerektirdiğinden uzamsal görselleştirme becerisi ile ilgilidir (McGee, 1979).

Sorunun çözümü için izlenecek yollardan biri koninin açılarak iki boyutlu düzleme aktarılması ve harflendirmeler yapılarak köylerin yerlerinin belirtilmesidir. Doğru yerleştirme yapıldıktan sonra çözüm için uygun yöntem araştırılır. Öncelikle verilen uzunluk değerleri ile birlikte tabandaki dairenin çevresi kullanılarak en kısa mesafenin hesaplanması için gerekli olan açı değeri hesaplanır. Soru için kritik nokta burasıdır. Açının değeri bulunduktan sonra eşkenar üçgenin kenarlarının uzunluklarının birbirine eşit olduğu özelliği kullanılarak köyler arasındaki en kısa mesafe hesaplanır.

Problem 3



$|AB| = 6$ birim
 $|BC| = 3$ birim
 $|AF| = 5$ birim
 $|HX| = |HZ| = 1$ birim
 $|HY| = 2$ birim

Yukarıdaki gibi dikdörtgenler prizması şeklindeki bir kutunun A köşesinden harekete başlayan 3 karıncadan birincisi X, ikincisi Y, üçüncüsü Z noktasına sırasıyla x, y ve z birim yol alarak ulaşmıştır. Kutunun ABCD tabanından geçemeyen bu karıncalar X, Y ve Z noktalarına kutu yüzeyinde kalarak en kısa yollardan ulaştıklarına göre, aşağıdaki sıralamalardan hangisi doğrudur?

A) $x < y < z$ B) $x < z < y$ C) $y < x < z$ D) $y < z < x$ E) $z < y < x$

Üçüncü problem de ikinci problem gibi öğretmen adaylarının üç boyuttan iki boyuta geçiş yapmalarını gerektirmektedir. Yine kapalı bir şeklin açılımını kullanmayı gerektirdiğinden uzamsal görselleştirme becerisi ile ilgilidir (McGee, 1979).

Sorunun çözümü için izlenecek yollardan biri dikdörtgenler prizmasının açılarak iki boyutlu düzleme aktarılmasıdır. Noktalar arasında karşılaştırma yapılırken doğru cevaba ulaşmak için şeklin açılımı yapılmalıdır. Pisagor bağıntısı kullanılarak en kısa yollar hesaplanır. Önemli noktalardan bir tanesi ABCD tabanı kullanılmadan en kısa yolun bulunmaya çalışılmasının gerekliliğidir.

Problem 4

Bir kenarının uzunluğu 24 cm olan kare şeklindeki bir kartonun her köşesinden kesip katlanarak üstü açık dikdörtgenler prizması şeklinde bir kutu yapılacaktır. Bu kutunun hacmi en fazla kaç cm^3 tür?

Bu problem öğretmen adaylarının iki boyuttan üç boyuta düşünmelerini gerektiren sözel bir problemdir. Karesel bir bölge olan karton kutu katlanarak dikdörtgenler prizması elde edilecektir.

Öğretmen adaylarının hem alan formülünü hem de hacim formülünü kullanarak oluşacak dikdörtgenler prizması şeklindeki kutunun hacminin en fazla olması için yorumlamalar yapması gerekmektedir.

Sorunun çözümü için izlenecek yollardan biri sözel olarak verilen ifadenin görselleştirilmesi ve oluşacak dikdörtgenler prizması şeklini çizmesidir. Sorunun çözümü için önemli olan nokta karesel bölgenin kenarlarından ne kadar kesileceğidir. Çünkü kesilen miktarlara göre yükseklik belirlenecek ve hacim değişecektir. Hacim taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olduğundan hacmin taban alanı ile yüksekliğin beraber aldığı farklı değerlere göre değişeceğinin farkında olmaları gerekmektedir. Sonuç olarak en büyük hacme ulaşmak için her iki değişkeni de birlikte kullanmak gerekmektedir. Sadece birinin değişimine odaklanılarak yapılan hesaplamalar yanlış sonuçlara götürecektir. Ayrıca karenin kenarından kesilecek miktarın uzunluklarının eşit mi farklı mı olacağının da gerekçelendirilerek belirlenmesi gerekmektedir. Cebirsel olarak dikdörtgenler prizması hacim formülünü yazıp o ifade üzerinden yorumlamaya gitmesi çözüm için bir yoldur. Kesin sonuca ulaştıracak çözüm ise problem üzerine türevin bir uygulamasını yapmak olacaktır.

Problem 5

Yarıçapı 12 cm olan bir küre içine yerleştirilebilecek en büyük hacimli silindirin hacmini bulunuz.

Bu problem öğretmen adaylarının üç boyuttan üç boyuta düşünmelerini gerektiren sözel bir problemdir. Bir kürenin içine bir silindir yerleştirilecektir ancak bu silindirin hacminin en büyük olması istenmektedir.

Silindirin hacminin en fazla olması için koninin içine nasıl yerleştirileceğine öğrenci karar verecektir. Önemli olan noktlardan birisi budur. Silindirin yüksekliği ve yarıçapı ifade edilerek hacim formülü yazılır. Ancak burada yüksekliğin ve yarıçapın ne şekilde ifade

edileceği ya da birbiri cinsinden ifade edilmesi için ne gibi bir dönüşüm yapılacağını belirlemek önemli olan diğer noktadır. Bu aşamada da öğrencinin çeşitli yorumlar getirmesi gerekmektedir. Benzerlik, pisagor bağıntısı vb. yollar kullanarak kullandığı sembolleri birbiri cinsinden ifade etmesi gerekmektedir. Hacim taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olduğundan hacmin taban alanı ile yüksekliğin birbirine bağlı olarak aldığı farklı değerlere göre değişeceği hesaba katılmalıdır. En büyük hacme ulaşmak için her iki değişkeni de birlikte kullanmak gerekmektedir. Sadece birinin değişimine bağlı hesaplamalar yanlış sonuçlar elde edilmesine sebep olacaktır.

Silindirin hacim formülü cebirsel olarak ifade edildikten sonra elde edilen ifade üzerinde düşünülerek çözüm yolu aranması gerekmektedir. Yine çözüme ulaştıran bir yol da türev almak olacaktır.

Problem 6

Yarıçapı 4 cm olan bir küreyi içine alabilen en küçük hacimli koninin hacmini hesaplayınız.

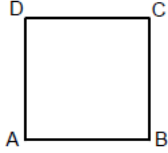
Altıncı problem öğretmen adaylarının üç boyuttan üç boyuta düşünmelerini gerektiren ikinci bir problemidir. Bu sefer koninin içine bir küre yerleştirilmesi istenmiştir. En büyük değil en küçük hacim istenmektedir. Zorluk düzeyinin beşinci probleme göre daha yüksek olduğu söylenebilir.

Öğretmen adayının en küçük hacimli koniyi elde edebilmesi için nasıl bir yerleşim yapması gerektiğine karar vermesi problem için kritik noktadır. Diğer soruda olduğu gibi koninin hacmini cebirsel olarak ifade etmesi bir yoldur. Yüksekliğin ve yarıçapın ne şekilde ifade edileceği ve birbiri cinsinden nasıl yazılacağı önemlidir. Benzerlik, pisagor bağıntısı vb. kullanarak yükseklik ve yarıçapı birbiri cinsinden ifade edebilir. Hacim taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olduğundan hacmin taban alanı ile yüksekliğin birbirine bağlı olarak aldığı farklı değerlere göre değişeceği hesaba katılmalıdır. En büyük hacme ulaşmak için her iki değişkeni de birlikte kullanmak gerekmektedir. Sadece birinin değişimine bağlı hesaplamalar yanlış sonuçlar elde edilmesine sebep olacaktır.

Koninin hacim formülü cebirsel olarak ifade edildikten sonra elde edilen ifade üzerinde düşünülerek çözüm yolu aranması gerekmektedir. Sembolik ifadede yer alan değişkenlerin çözüme ulaşma için nasıl yazılacağı belirlenmelidir. Yine çözüme ulaştıran bir yol da türev almak olacaktır.

Yedinci ve sekizinci problem için öncelikle aşağıdaki yönerge verilir. ABCD karesine döndürme ve simetri alma ile ilgili dönüşümler uygulanacaktır. Öğretmen adaylarının iki boyuttan iki boyuta düşünmelerini gerektirmektedir. Zihinsel döndürme, bükme, tersyüz etme faaliyetlerinden içerdiğinden uzamsal görselleştirme becerisini ile ilgilidir.

Aşağıda ABCD karesi için aşağıda dört farklı dönüşüm tanımlanmıştır. Bu dönüşümlerden



- I, kareyi saat yönünde 90° döndürmektir.
- II, karenin ortasından dikey olarak geçen doğruya göre simetri almaktır.
- III, karenin ortasından yatay olarak geçen doğruya göre simetri almaktır.
- IV, karenin D ve B noktalarından geçen doğruya göre simetri almaktır.

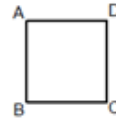
Problem 7

ABCD karesine uygulandıktan sonra yine ABCD karesinin elde edilebileceği bir dönüşümü sırasıyla yazınız.

Bu problemde verilen ABCD karesinin çeşitli dönüşümler sonunda tekrardan elde edilebilmesi için bir yol bulmaları istenmiştir. Yönergede verilen şekle uygun olarak doğru harflendirmeler yaparak verilen dönüşümlerden farklı sayıda ya da sırada kullanma yoluyla bir dönüşüm yazmaları istenmiştir.

Problem 8

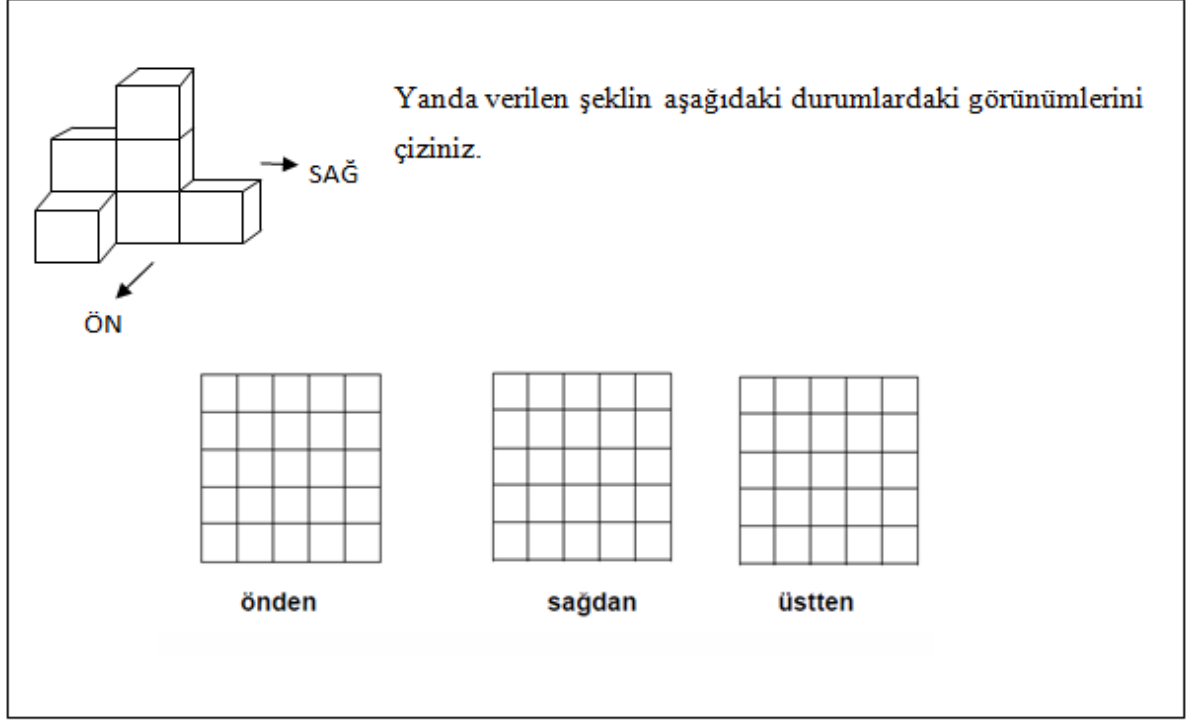
Sırasıyla I ve IV dönüşümü yapıldığında karesi elde edildiğine göre bu işlemler yapılmadan önceki ilk kareyi bulunuz.



Bu problem tersten düşünmeyi gerektirdiğinden yedinci probleme göre biraz daha zor olduğu söylenebilir. İki dönüşüm sonunda elde edilen kare verilmiş ve dönüşümlerden önceki ilk hali sorulmuştur.

2. Bölüm: Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Problemler

Problem 1



Bu bölümdeki birinci problem öğretmen adaylarının üç boyuttan iki boyuta düşünmelerini gerektirmektedir. Uzamsal yönelim McGee (1979) tarafından uzamsal bir nesnenin farklı yönelimleri verildiğinde karıştırmama olarak tanımlandığından bu bölümde yer almaktadır. Birim küplerden oluşan üç boyutlu şeklin üç farklı yönden (önden, sağdan, üstten) görünümünü iki boyutlu düzleme aktarmaları istenmiştir.

Problemle ilgili verilen cevaplar SOLO taksonomisine göre incelenirken her bir seviye için belirlenen açıklamalar şu şekildedir:

Yapı Öncesi (YÖ) seviyede öğrenci soruda ne sorulduğunu tam olarak anlayamaz. Verilen şeklin hiçbir yönden görüntüsünü doğru olarak çizemez.

Tek Yönlü Yapı (TY) seviyesinde öğrenci soruda ne sorulmak istendiğini anlar ancak sadece bir yönü ile ilgilenir. Örneğin üç boyutlu nesnenin yalnızca bir yönden görünümünü iki boyutlu düzleme aktarır.

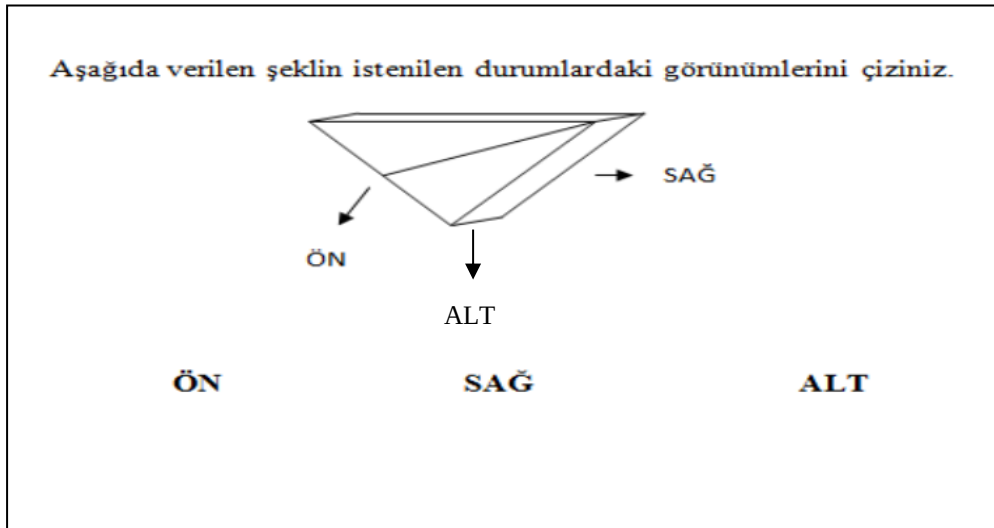
Çok Yönlü Yapı (ÇY) seviyesinde verilen durum için istenen tüm yönleri kullanır. Bu soru için önden, sağdan, üstten görünümünün hepsini çizer. Ancak bir yönden görünümünü

çizmek için diğer yönlerin görünüşleri de kullanıp kullanamayacağını kestiremez. Şekillerin sağ-sol, ön-arka, alt-üst görünüşleri arasında bir ilişki olup olmadığı sorulduğunda tutarlı cevaplar veremez.

İlişkilendirilmiş Yapı (İY) seviyesinde çözüm için ne yapması gerektiğini tam olarak bilir. Tüm yönlerden görünüşleri çizer ve çizimler sırasında farklı yönlerden nasıl yararlanabileceğini bilir. Şekillerin sağ-sol, ön-arka, alt-üst görünüşleri arasında bir ilişki olup olmadığı sorulduğunda farklı ilişkilendirmeler yapabilir.

Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY) seviyesinde üç boyutlu nesneleri iki boyutlu düzleme aktarma sırasında hiçbir zorluk yaşamaz. Hızlı bir şekilde çizimini tamamlar. Şekillerin farklı görünüşleri arasında ilişkilendirmeler yaparak bu ilişkiler için doğru genellemelere gider ya da kural oluşturur.

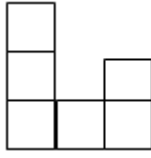
Problem 2



İkinci problem yine öğretmen adaylarının üç boyuttan iki boyuta düşüncelerini gerektirmektedir ve bir nesnenin farklı yönlerden görünüşleri istediğinden uzamsal yönelim becerisi ile ilgilidir. Birinci problemten farkı birim küplerden oluşan bir şekil değildir. Ayrıca şeklin önden, sağdan, alttan görünüşlerinin çizimleri için karelerden oluşan alanlar verilmemiş öğrencinin kendisinin kendi isteğine göre boş alanları kullanmaları istenmiştir.

Problem 3

Farklı cephelerden görünümü verilen küplü yapıları oluşturunuz ve yapılarınızı soruların altındaki izometrik noktalı alanlara çiziniz.



ÖN



SAĞ



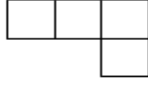
ÜST



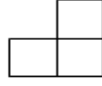
Üçüncü problem öğretmen adaylarının iki boyuttan üç boyuta geçiş yapmalarını gerektirmektedir. Ayrıca görsel olarak sunulan bir objenin elamanlarının düzenini kavrayabilme ve bu düzenin cisme bakılan yönün değiştirilmesi sonucu oluşan yeni yapıyı oluşturma yeterliliklerini istediğinden uzamsal yönelim becerisi ile ilgilidir. İlk iki soruya tam ters olarak üçüncü ve dördüncü soruda farklı yönlerden görünümü verilen bir şekli oluşturmaları istenmiştir. Çizim için sorunun altında kullanabilecekleri izometrik bir alan verilmiştir.

Problem 4

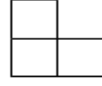
Farklı cephelerden görünümü verilen küplü yapıları oluşturunuz ve yapılarınızı soruların altındaki izometrik noktalı alanlara çiziniz.



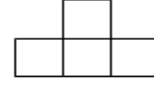
ÜSTTEN



SAĞDAN



SOLDAN



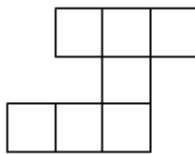
ÖNDEN



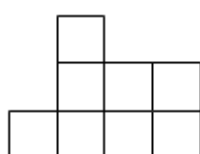
Dördüncü problem de üçüncü problemde olduğu gibi öğretmen adaylarının iki boyuttan üç boyuta geçiş yapmalarını gerektirmektedir ve uzamsal yönelim becerisi ile ilgilidir. Farklı yönlerden görünümü verilen yapıyı oluşturmaları istenmiştir. Benzer şekilde çizim için sorunun altında kullanabilecekleri izometrik bir alan verilmiştir. Üçüncü sorudan farklı olarak üç yerine dört farklı taraftan görünümü verilmiştir. Sorunun çizimi sırasında da öğrencilere bu durumun neden olabileceği, fazladan verilmiş bir bilgi olup olmayacağı sorulmuştur. Ayrıca ilk iki soruda farklı yönler arasında (sağ-sol, alt-üst, ön-arka) bir ilişkini olup olmadığı sorulmuştu. Bu soruya gelince de verdikleri cevaplar doğrultusunda tekrar açıklama yapmaları istenmiştir.

Problem 5

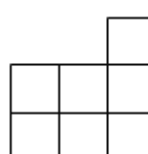
Alttan, sağdan, soldan ve önden görünümü verilen aşağıdaki yapının **arkadan** görünümünü bulunuz.



ALT



ÖN

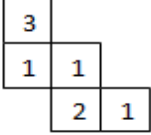


SAĞ

ARKA

Beşinci problem öğretmen adaylarının iki boyuttan iki boyuta geçiş yapmalarını gerektirmektedir ve uzamsal yönelim becerisi ile ilgilidir. Üç farklı yönden (alt, ön, sağ) görünümü verilen şeklin arkadan görünümü sorulmuştur. Üst kısımda verilen boşluğa çizimleri istenmiştir. Sorunun çözümü sırasında öğrencilere arkadan görünümünü çizerken nasıl bir yol izledikleri, sadece önden görünümünün çözümü için yeterli olup olmadığı yeterli ise önden görünüm ile arkadan görünüm arasında nasıl bir ilişki olduğu sorulmuştur. Yeterli değilse bu durumun neden olabileceği, fazladan verilmiş bir bilgi olup olmayacağı sorulmuştur. Ayrıca ilk iki soruda farklı yönler arasında (sağ-sol, alt-üst, ön-arka) bir ilişkini olup olmadığı sorulmuştu. Bu soruya gelince de verdikleri cevaplar doğrultusunda tekrar açıklama yapmaları istenmiştir.

Problem 6

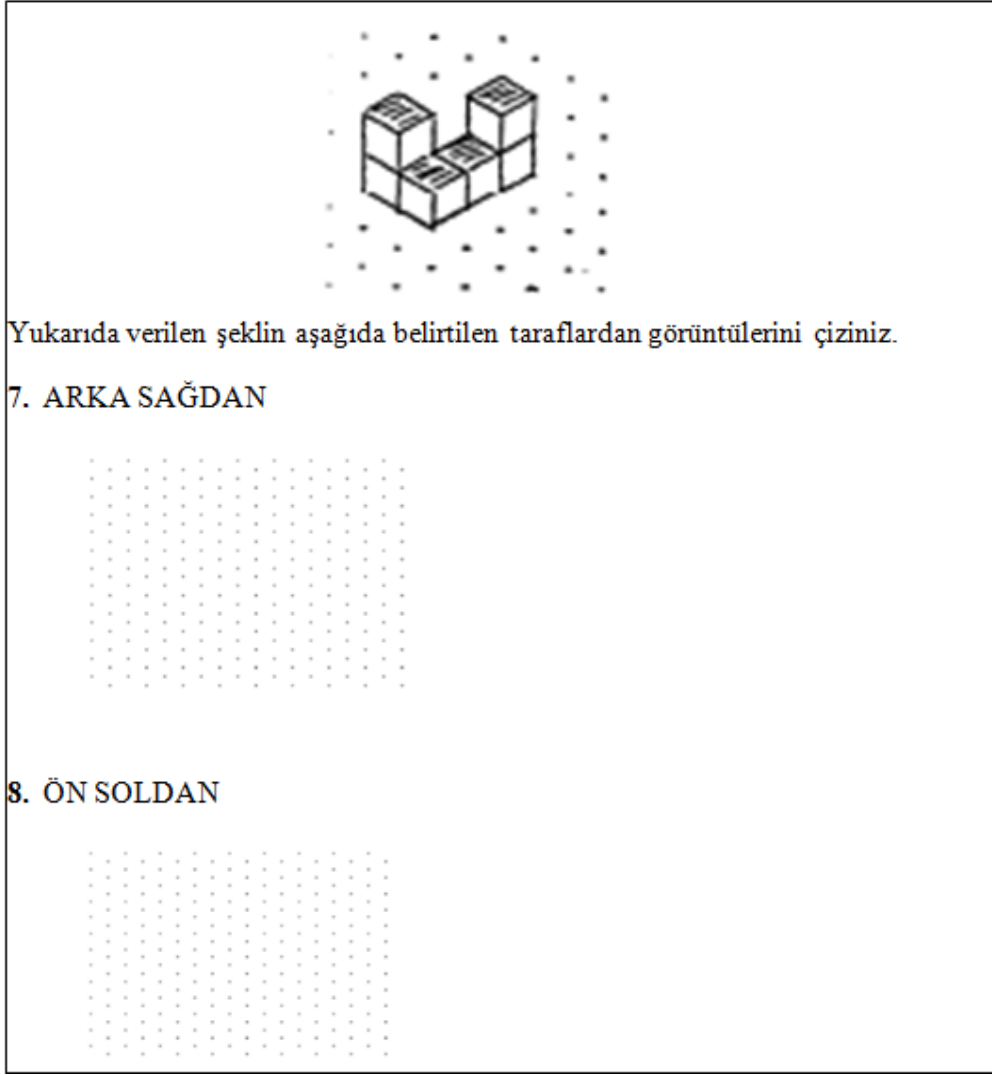


Yukarıda bir binanın tepeden (kuşbakışı) görünüşü verilmiştir. Her kutucuğun içindeki sayılar üst üste kaç tane küp olduğunu göstermektedir. Bu şeklin arkadan, sağdan ve üstten görüntüsünü çiziniz.

ARKA
SAĞ
ÜST

Altıncı problem beşinci problem gibi öğretmen adaylarının iki boyuttan iki boyuta geçiş yapmalarını gerektirmektedir ve uzamsal yönelim becerisi ile ilgilidir. Bir yapının tepeden görünüşü verilmiştir ve her kutucuğun üzerine üst üste kaç tane küp olduğunu gösteren sayılar yazılmıştır. Soruda verilen şeklin arkadan, sağdan ve üstten görüntüsünün iki boyutlu düzleme aktarılması istenmiştir. Beşinci problemten farklı olarak bu soruda iki boyutta verilen bir şekli önce üç boyutta zihninde canlandırması sonrasında farklı bakış açılarına göre düzleme aktarması gerekmektedir. Öğrencilerin şekillerin arkadan, sağdan, üstten görünümlerini çizerken nasıl bir yol izledikleri sorulmuştur.

Problem 7 ve 8



Yedinci ve sekizinci problem öğretmen adaylarının üç boyuttan üç boyuta geçiş yapmalarını gerektirmektedir. Sorunun üst kısmında üç boyutlu tek bir yapı verilmiştir. Her iki soru da bu nesnenin görünümü ile ilgilidir. Şeklin arka sağdan ve ön soldan görünümünün küplü yapılar şeklinde çizilmesi istenmiştir. Soruların bu bölümdeki diğer sorulara kıyasla daha zor olduğu söylenebilir. Çünkü hem öğretmen adaylarının ciddi anlamda zihinlerini yormaları gerekebilir hem de üç boyutlu olarak resmetme açısından güçlük çekebilirler.

Nitel araştırmalar için geçerlik ve güvenirlik konusu nicel araştırmalara göre farklılık arz etmektedir. Altheide ve Johnson (1984), Leininger (1994) nitel araştırmalar için bu tür çalışmaların yapılamayacağını belirtmektedir çünkü nitel araştırmalarda ölçülen bir özellik ikinci bir kez ölçüldüğünde aynı sonuçlara ulaşılamaz (akt. Morsa ve diğerleri, 2003). Bu yüzden nitel araştırmalarda güvenirlik yerine dayanıklılık (dependability) terimi kullanılmaktadır. Dayanıklılık, araştırmacının araştırma sırasında değişen olayların

araştırmayı nasıl etkileyebileceğini açık bir şekilde ortaya koymasındır. Böylelikle araştırmayı tekrar yapmayı planlayan kişilere sağlam bir zemin sunar (Şencan, 2005, s.501).

Lincoln ve Guba (1985) ise geçerlik ve güvenilirlik için yine doğruluk terimini kullanmıştır ve doğruluk kavramını da dört alt başlıkta incelemişlerdir: inanırlık, aktarabilirlik, dayanıklılık ve doğrulanabilirlik (akt. deWet ve Erasmus, 2003). Nitel araştırmalardaki bu kavramlara nicel araştırmalarda denk düşen kavramlar Şencan (2005) tarafından şu şekilde tablolastırılmıştır.

Tablo 3.5 Nitel ve Nicel Araştırmalarda Geçerlik ve Güvenirlik Karşılaştırılması

Kriter	Nicel (Geçerlik/Güvenirlik)	Nitel (Doğruluk)
Gerçek Değer	İç Geçerlik	İnanırlık/İtibarlılık
Uygulanabilirlik	Dış Geçerlik	Aktarılabilirlik
Tutarlılık	Güvenirlik	Dayanıklılık
Tarafsızlık	Nesnellik	Doğrulanabilirlik

İnanırlılık: Araştırma sonuçlarının kendilerinden bilgi toplana kişilerin bakış açısıyla doğru ve güvenilir olmasıdır. Bunun için altı durum incelenir. Bunlar veri doygunluğu elde edinceye kadar uzun süreli bir çalışma yapma; çok yönlü etkileri de dikkate alarak gözlemleri ısrarlı bir şekilde sürdürme, farklı sorular sorarak; farklı yöntemlere başvurarak ve farklı kaynaklardan yararlanarak üçleme yöntemini kullanma; teyp bandı, video çekimi gibi uygun kanıtları referans gösterme; ast ve üst konumunda almayan benzer statüdeki meslektaş görüşlerini yansıtmama; araştırma yapılan gruptaki kişilerin görüşlerini alarak onlara kontrol ettirme şeklinde sıralanmaktadır (Şencan, 2005, s.501-502). Yapılan araştırmada öğretmen adaylarının her birine yeterli süre verilerek aşama aşama her bir adımı takip edilmiştir. “Neden, nasıl” sorularına ve farklı soru tiplerine yer verilmiştir. Klinik mülakatlar sırasında ses kaydı alınmıştır. Matematik eğitimi alanında uzman görüşleri alınarak görüşme formundaki sorulara son şekli verilmiştir.

Trochime (2004) inanırlığın yalnızca verilerin toplandığı kişilerin bakış açısıyla değerlendirilebileceğini belirtmiştir. İlgili kişiler araştırmayı onaylıyorlarsa, değerli kabul ediyorlarsa inanılırdır. Guevara ve Mendias (2002) ise inanırlığın meslektaş incelemesi, sunumu veya savunmasıyla gerçekleşebileceğini ifade etmiştir. Bu çalışmada tez danışmanı ve dışarıdan bağımsız bir uzmanın görüşleri alınmış ve bu özellik sağlanmıştır.

Aktarılabirlik: Bulguların ve sonuçların benzer durumlara veya olaylara genellenebilmesidir (Şencan, 2005, s.502). Twining (1999) aktarılabirliğin tam olarak genellenebilirlik olmadığını, genellenebilirlikte tüm çevrelere uygulanabilirlik durumu söz konusu olduğunu aktarılabirlikte ise sadece benzer çevreler göz önünde bulundurulduğunu belirtmiştir. Aktarılabirlik koşulunu sağlamak için araştırmacının uygulamasını okuyuculara kapsamlı bir şekilde tanıtmayı gerekmektedir. Bu çalışmanın yürütülmesi sırasındaki her bir aşamaya yöntem kısmında ayrıntılı bir şekilde yer verildiğinden ve ayrıca verilerin toplanması bölümünde şematik olarak da açıklandığından aktarılabirlik özelliği de sağlanmıştır.

Dayanıklılık: Nicel araştırmalardaki güvenilirlik kavramı bu kavramla karşılanmaya çalışılmıştır. Nitel araştırmanın sağlam ve dayanıklı olması için araştırmacı izin alarak ses kaydına almalı, video çekimleri yapmalıdır. Dayanıklılık, araştırmayı kanıtlarla destekleme ve istenildiğinde bunları gösterebilmedir. Nitel araştırmalarda nicel araştırmalarda olduğu gibi sonrasında aynı şekilde tekrar etme durumu olmayacağından dayanıklılığı sağlamak için araştırmacının sonuçlarla birlikte sonuçları etkileyebilecek faktörleri, içinde bulunulan koşulları ve kısıtlılıkları açık bir şekilde belirtmesi gerekmektedir (Şencan, 2005; s.503). Klinik mülakatlar sırasında öğrencilerle yapılan görüşmeler ses kaydına alınmıştır. Ayrıca araştırma hakkındaki sınırlılıklara yer verilmiştir. Böylelikle dayanıklılık özelliği de sağlanmıştır.

Doğrulanabilirlik: Araştırmada yapılan yorumları ve ulaşılan sonuçları “araştırmacı yanlılığı” açısından değerlendirmektir. Veriler bağımsız bir meslektaş da verilerek inceleme yapılır. Kişilerin benzer sonuçları elde edip etmediğine bakılır. Benzer sonuçlar elde edilirse nesnellik sağlanır (Şencan, 2005; s.503-504). Araştırmacılar arası güvenilirlik (intercoder reliability) yapılarak bu nitelik de sağlanmıştır.

3.4 Verilerin Toplanması

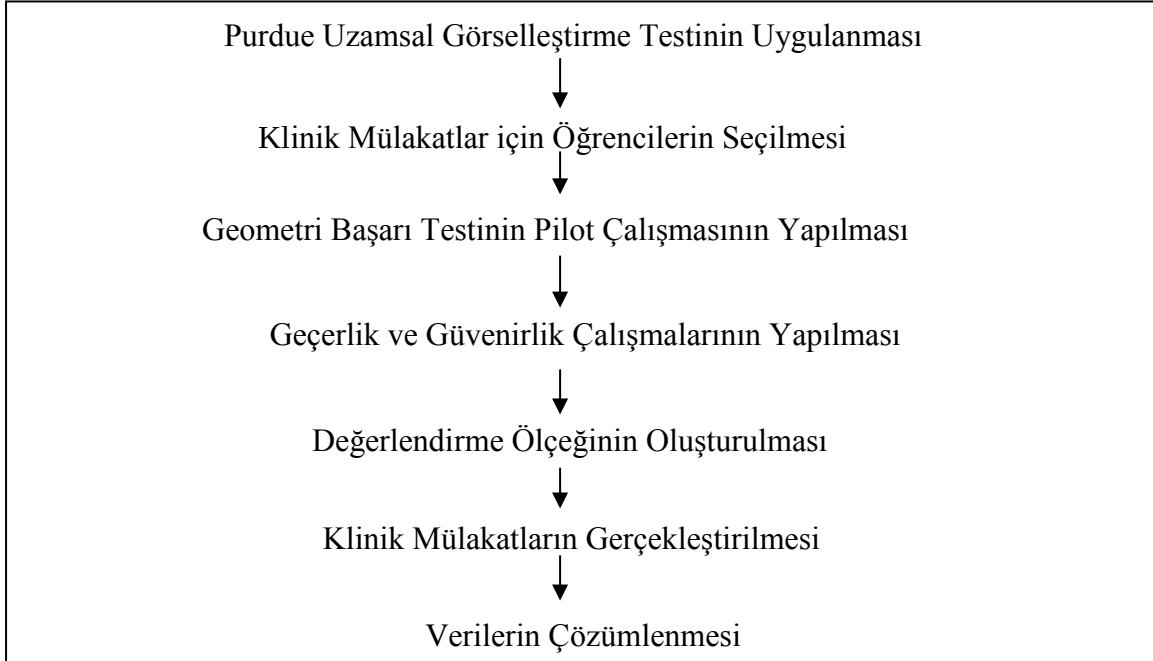
Bu bölümde ayrı ayrı nicel ve nitel verilerin toplanması sürecinde izlenen adımlar ayrıntılı bir şekilde anlatılmaktadır. Sonrasında bu süreç akış şeması ile özetlenmiştir.

Öncelikle ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini belirlemek ve klinik mülakatlara öğrenci seçmek amacıyla Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT) kullanılmıştır. Test 2012-2013 eğitim- öğretim yılının güz döneminin ikinci haftasında üçüncü sınıflara uygulanmıştır. 81 öğrenci teste katılmıştır ve güvenilirlik çalışması gerçekleştirilmiştir. Testteki her bir bölüm için puanlar ve toplam puan hesaplanmıştır. Genel

puana göre klinik mülakatlar için 6 öğrenci belirlenmiştir. Öğrenciler arasından düşük, orta, yüksek düzeylerin her birinden ikişer öğrenci seçilmiştir.

Klinik mülakatlarda kullanılmak üzere uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini farklı boyutlar arasında ölçen “Geometri Başarı Testi” hazırlanmıştır. Teste pilot çalışma sonrasında son hali verilmiştir. Pilot uygulama 66 dördüncü sınıf ilköğretim matematik öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca pilot çalışma sonunda her bir soru için belirlenen SOLO düşünme evrelerini içeren değerlendirme ölçeği oluşturulmuştur.

Pilot uygulama gerçekleştirildikten sonra 16 problemten oluşan geometri başarı testi 6 öğretmen adayına uygulanmıştır. Her bir öğrenci için ortalama 60 dakika süre boyunca klinik mülakat gerçekleştirilmiştir. Uygulamaya başlamadan önce öğretmen adaylarına bu sınavın bilimsel bir araştırmada kullanılmak üzere yapıldığı, not olarak değerlendirilmeyeceği ve istedikleri şekilde çözebilecekleri vurgulanmıştır. Sohbet tarzında rahat bir ortamda bölümün seminer odasında mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu sınavlardan elde edilen veriler pilot uygulama sonucunda oluşturulan SOLO modelinin düşünme evrelerini içeren ölçek yardımıyla değerlendirilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerinin farklı boyutlarda (iki boyuttan iki boyuta, iki boyuttan üç boyuta, üç boyuttan iki boyuta, üç boyuttan üç boyuta) SOLO taksonomisine göre hangi seviyelerde olduğu incelenmiştir.



Şekil 3.4 Uygulama Sürecini Gösteren Akış Şeması

3.4.1 Klinik Mülakatlar

Klinik mülakat ilk kez Piaget tarafından psikolojik araştırmalarda kullanılmıştır (Çelik, 2007). Öğrencilerin düşüncelerini derinlemesine incelemek amacıyla öğrenciyle karşılıklı yapılan görüşmeler, klinik mülakat olarak tanımlanmaktadır (Güven, 2006; Zazkis ve Hazzan, 1999). Öğrencilerin bir konu hakkındaki düşüncelerini incelemeye ve bilgilerinin ne ölçüde olduğunu ayrıntılı bir şekilde ortaya çıkarmada klinik mülakat en önemli tekniklerden biridir (Zazkis ve Hazzan, 1999; Goldin, 1998). Clement (2003) klinik görüşme ile bireylerin fikir ve anlamalarındaki zihinsel süreçler hakkında veriler toplanabileceğini, bireyin düşüncesinde saklı bulunan yapıların ortaya çıkarılabileceğini belirtmektedir.

Klinik mülakatı diğer mülakatlardan ayıran en önemli özellik yarı yapılandırılmış olması, klinik olması ve merkezde konu alanının olmasıdır. Tekniğin isminde de geçen klinik kelimesinin anlamı görüşmelerin eğitim ortamlarının dışında öğrencilerin kendilerini rahat hissedebilecekleri yerlerde gerçekleşmesidir. Araştırmacı soracağı soruları belirlemiştir ancak öğrencilerin düşüncelerini daha da irdeleyebilmek için farklı sorular da sorabilir bu yüzden yarı yapılandırılmıştır. Özellikle belirli matematik konuları ve kavramları ile ilgilendiğinden konu alanı merkezlidir (Zazkis ve Hazzan, 1999).

Goldin (1998) klinik mülakatların iki amaç için kullanılabileceğini belirtmektedir. İlk amaç problem çözme yöntemi aracılığıyla bireylerin matematiksel davranışları hakkında bilgi sahibi olmadır. İkincisi ise öğrencilerin matematiksel bilişsel yapılarını, algılamadan anlamaya doğru bilişsel süreçleri ve duygusal yapılar hakkında ayrıntılı bilgi edinmektir. Klinik mülakatlar son yıllarda matematik eğitimi araştırmalarında kullanılmaya başlanmıştır (Güven, 2006; Dindyal, 2003; Çelik ve Baki, 2007; Bishop, 1997; Money, 2002).

Bu çalışmada klinik mülakatlara alınacak öğretmen adayları PUGT sonuçlarına göre seçilmiştir. Klinik mülakatlar ses kayıt aracı kullanılarak okulun seminer odasında gerçekleştirilmiştir. Her bir öğrenci ile 2 ayrı bölüm için mülakat yapılmıştır. İlkinde uzamsal görselleştirme becerilerini ölçmek amacıyla sınıflanan her bir boyut ile ilgili 2’şer soru olmak üzere 8 soru sorulmuştur. İkincisinde de uzamsal yönelim becerileri ile ilgili soruların yer aldığı yine 8 soru sorulmuştur. Her mülakat ortalama 60 dakika sürmüştür. Mülakatlar sırasında öğrencilere sorular tek tek verilerek soruları cevaplamaları ve çözüme nasıl ulaştıklarını ayrıntılı bir şekilde sesli olarak açıklamaları istenmiştir. Ayrıca “ Yapıların arkadan/önden görünümlerini bulurken nasıl bir yol izledin?”, “Sence yapıların farklı görünimleri arasında herhangi bir ilişki var mı?”, “Bu soruyla ilgili nasıl bir genelleme yaparsın?”, “ Bu genellemeye nasıl ulaştın?”, “İstenen dönme hareketi sonunda çıkaracağın

sonuç ne olabilir?” şeklinde sorular yönlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar doğrultusunda öğrencilere daha farklı sorular da sorularak uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme yetenekleri SOLO taksonomisine göre belirlenmeye çalışılmıştır.

3.5 Verilerin Çözümlemesi

Purdue Uzamsal Görselleştirme Testinin 3 bölümünden (görünüm, döndürme, açılımlar) alınan puanlarının her biri değerlendirilmiş ve uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerileri arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı bir istatistik programı ile değerlendirilmiştir.

Klinik mülakatlar sonunda elde edilen verilerin analizinde öğretmen adaylarından izin alınarak ses kayıt cihazına kaydedilen görüşmeler yazılı hale getirilerek metin haline dönüştürülmüştür. Araştırmacının kendisinin mülakatlar sırasında aldığı notlar da ilave edilmiştir. Görüşmelerden elde edilen öğrenci cevapları pilot uygulama sonunda oluşturulan değerlendirme ölçeği yardımıyla SOLO taksonomisine göre hangi düşünme seviyesine girdiği betimsel analiz yapılarak belirlenmiştir.

3.5.1 Klinik Mülakatların Analizi

Betimsel analizde elde edilen veriler, daha önceden belirlenen boyutlara göre özetlenir ve yorumlanır. Betimsel analizde, görüşülen ya da gözlenen bireylerin görüşlerini çarpıcı bir şekilde yansıtmak amacıyla doğrudan alıntılara sık sık yer verilir. Bu tür analizde amaç, elde edilen bulguları düzenlenmiş ve yorumlanmış bir biçimde okuyucuya sunmaktır. Bu amaçla elde edilen veriler önce sistematik ve açık bir biçimde betimlenir. Daha sonra yapılan bu betimlemeler açıklanır, yorumlanır, neden sonuç ilişkileri irdelenir ve birtakım sonuçlara ulaşılır (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s. 224).

Araştırmacıların bir cevabı farklı seviyelere yerleştirdiği durumlarda ise en uygun seviyenin ne olabileceği ayrıntılı bir şekilde görüşülüp tartışıldıktan sonra fikir birliğine varılmış ve cevap yerleştirilmiştir.

Bu araştırmada ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneğinin uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme bileşenlerinde iki boyuttan iki boyuta, iki boyuttan üç boyuta, üç boyuttan iki boyuta, üç boyuttan üç boyuta düşüncelerini gerektiren soruları çözerken yaparken nasıl düşündüklerini, anlama yollarını, çözüm aşamalarını ortaya koymak için araştırmacı ile adaylar arasında geçen diyaloglardan doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

Ayrıca bu veriler ışığında 6 öğretmen adayının her biri için ayrı ayrı başlıklar açılmıştır. Uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerileri ile ilgili bulgular iki farklı bölüm olarak verilmiştir. Her bir bölümde sorulan sorulara öğretmen adaylarının verdikleri cevapların betimsel analizi ve SOLO modeline göre hangi seviyeye girdikleri sütun grafikleri halinde belirtilmiştir. Bölüm sonunda da her bir beceri için ve her bir boyut için hangi SOLO seviyesinde oldukları tablo halinde verilmiştir. Öğretmen adayları için kullanılan isimler takma isimlerdir. Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi'ne göre Merve ve Taner düşük düzeyde, Elif ve Gamze orta düzeyde, Bilal ve Emre ise yüksek düzeydedir. Doğrudan diyaloglara yer verilirken araştırmacının konuşmalarının başında A, katılımcıların söyledikleri cümlelerin başında kullanılan takma isimlerinin ilk harfi kullanılmıştır.

SOLO Modelinin düşünme evreleri incelendiğinde soyut (formal) evre erken yetişkinlik dönemine denk gelmektedir (Halloway, 2010). Uzamsal düşünme ise ilköğretimden itibaren her dönemde yer almakla birlikte özellikle soyut evrede tam anlamıyla yerini bulmaktadır. Bu bilgiler ışığında lisans öğrenciler çalışma için uygun görülmüştür.

BÖLÜM IV: BULGULAR

Bu bölümde çalışma için çeşitli şekillerde toplanan verilerden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

İlk kısımda ilköğretim matematik öğretmen adaylarının Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi aracılığıyla toplanan veriler değerlendirilmiş ayrıca öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerileri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

İkinci kısımda öğretmen adaylarının “uzamsal görselleştirme” becerilerinin SOLO modeline göre hangi düşünme seviyelerinde olduğu ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Her bir öğrenci için başlık açılmış ve doğrudan alıntılara da yer verilerek düşünme seviyeleri belirlenmiştir.

Üçüncü kısımda öğretmen adaylarının “uzamsal yönelim” becerilerinin SOLO modeline göre hangi düşünme seviyelerinde olduğuna dair bulgulara yer verilmiştir. Benzer şekilde her bir öğrenci için başlık açılmış ve doğrudan alıntılara da yer verilerek seviyeler belirlenmiştir.

Dördüncü kısımda ilköğretim matematik öğretmen adaylarının “uzamsal görselleştirme” becerileri *farklı boyutlarda* incelendiğinde SOLO Taksonomisine göre hangi seviyelerde yer aldığına dair bulgular yer almaktadır.

Beşinci kısımda ilköğretim matematik öğretmen adaylarının “uzamsal yönelim” becerileri *farklı boyutlarda* incelendiğinde SOLO Taksonomisine göre hangi seviyelerde yer aldığına dair bulgular yer almaktadır.

4.1 Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi ile İlgili Bulgular

Bu kısımda ilköğretim matematik öğretmen adaylarına ait Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi aracılığıyla toplanan verilere ilişkin bulgular yer almaktadır. Öğrencilerin doğru cevabına 1 puan, yanlış cevabına ve boş bıraktığı sorulara 0 puan verilerek puanlama yapılmıştır. Her bir bölüm ve testin geneli için ortalama puan ve standart sapma hesaplanmıştır. Testin genelinden alınacak en yüksek puan 36, bölümlerin her birinden alınacak en yüksek puan 12’dir. Uygulama sonunda öğretmen adaylarının puanlarına ait ortalamalar ve standart sapma değerleri Tablo 4.1 de verilmektedir.

Tablo 4.1 Purdue Uzamsal Görselleştirme Testine Ait Bulgular

Bölümler	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Sapma
Açılımlar	,00	12,00	7,0247	2,77928
Döndürme	,00	12,00	6,1358	3,10545
Görünümler	,00	12,00	5,1111	2,67862
Testten Alınan Genel Puan	4,00	35,00	18,2716	6,85385

Purdue Uzamsal Görselleştirme Testindeki maksimum ve minimum puanlar dikkate alınarak toplam puan üzerinden ortalamaya standart sapma değerleri eklenerek ya da çıkarılarak yüksek, orta, düşük olmak üzere 3 sınıf belirlenmiştir. Ortalama değere (18,27) bir standart sapma değeri (6,85) eklenip çıkarılarak 11,42 ve 25,12 aralığı bulunmuştur. Bu aralıkta bulunan öğrenciler orta seviyede iken 11,42'den düşük puanlı olanlar düşük seviyede; 25,12'den yüksek puanlılar yüksek seviyededir. Klinik Mülakatlar için toplam puana göre bu şekilde belirlenen her bir sınıftan ikişer öğrenci olmak üzere toplam 6 öğrenci seçilmiştir.

Tablo 4.1'deki değerlere bakıldığında en yüksek ortalamanın açılımlar bölümüne ait olduğu görülmektedir. Daha sonra sırasıyla döndürme ve görünümler bölümü şeklinde sıralanmaktadır. Ayrıca her bir bölüm için alınabilecek en düşük puan değeri olan 0 puanı alan öğrenciler olduğu gibi en yüksek değer olan 12 puanı alan öğrenciler de vardır.

Ayrıca her bir bölüm için de benzer şekilde ortalama değere standart sapma eklenerek ve çıkarılarak seviyeler belirlenmiştir. Açılımlar bölümü için 4,25 puanın aşağısında kalanlar düşük seviyede, 4,25 puan ile 9,72 puan arasındakiler orta seviyede ve 9,72 puandan fazla alanlar yüksek seviyededir. Döndürme bölümünde ise 3,03 puanın aşağısında kalanlar düşük seviyede, 3,03 puan ile 9,23 puan arasındakiler orta seviyede ve 9,23 puandan fazla alanlar yüksek seviyededir. Görünümler bölümü için 2,44 puanın aşağısında kalanlar düşük seviyede, 2,44 puan ile 7,78 puan arasındakiler orta seviyede ve 7,78 puandan fazla alanlar yüksek seviyededir.

Tablo 4.2 Purdue Uzamsal Görselleştirme Testine Göre Öğretmen Adaylarının Seviyeleri

Bölümler	Yüksek		Orta		Düşük	
	N	%	N	%	N	%
Açılımlar	21	26	46	57	14	17
Döndürme	12	15	50	62	19	23
Görünümler	14	17	55	68	12	15
Genel	10	12	57	71	14	17

Tablo 4.2’de de görüldüğü gibi açılımlar bölümünde öğrencilerin % 26’sı yüksek, %57’si orta ve % 17’si düşük seviyededir. Dolayısıyla uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme bileşeni bakımından öğrencilerin yarısından fazlasının orta düzeyde olduğu söylenebilir. Döndürme bölümünde öğrencilerin % 15’i yüksek, % 62’si orta ve % 23’ü düşük seviyededir. Bu bilgiye göre de öğretmen adaylarının genel olarak orta düzeyde olduğu ancak diğer taraftan düşük seviyede yer alan öğrenci sayısının yüksek seviyede yer alan öğrenci sayısından fazla olduğunu göstermektedir. Ayrıca görünümler bölümü için bu yüzdeler şu şekilde değişmektedir: Öğretmen adaylarının % 17’si yüksek, % 68’i orta ve % 15’i düşük seviyededir. Bu sonuçlar doğrultusunda öğretmen adaylarının uzamsal yönelim becerilerinin dağılımına bakıldığında 55 öğrencinin orta düzeyde olduğu, 14 öğrencinin yüksek ve 12 öğrencinin düşük seviyede olduğu görülmektedir ve yüksek seviyede yer alan öğrenci sayısı düşük seviyede yer alan öğrenci sayısından fazladır. Testten alınan toplam puanlara bakıldığında ise öğretmen adaylarının % 71’inin orta seviyede, % 17’sinin düşük seviyede, % 12’sinin yüksek düzeyde bilgisi elde edilmektedir. Sonuç olarak her bir bölüm için ve testin geneli için öğretmen adaylarının orta seviyede olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.3 Uzamsal Görselleştirme ile Uzamsal Yönelim Becerileri Arasında İlişkinin Belirlenmesi

		Görünümler	Açılımlar
Görünümler	Pearson Correlation	1	,332(**)
	Sig. (2-tailed)		,002
	N	81	81
Açılımlar	Pearson Correlation	,332(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,002	
	N	81	81

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme bileşeni için açılımlar, uzamsal yönelim becerileri için görünümler bölümlerinden alınan puanlar ile öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ile uzamsal yönelim becerileri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Tablo 4.3’ten elde edilen değerlere göre ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerileri arasında $0,002 < 0,01$ olduğundan 0,01 düzeyinde anlamlı bir ilişki olduğu sonucunda ulaşılmıştır. İki değişken arasındaki Pearson korelasyon katsayısına baktığımızda ise Kalaycı’ya (2010) göre bu ilişki zayıf düzeydedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ile uzamsal yönelim becerileri arasında pozitif yönde bir ilişki görülmektedir ancak bu ilişkinin düzeyi zayıftır.

4.2 Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin SOLO Modeline Göre İncelenmesi ile İlgili Bulgular

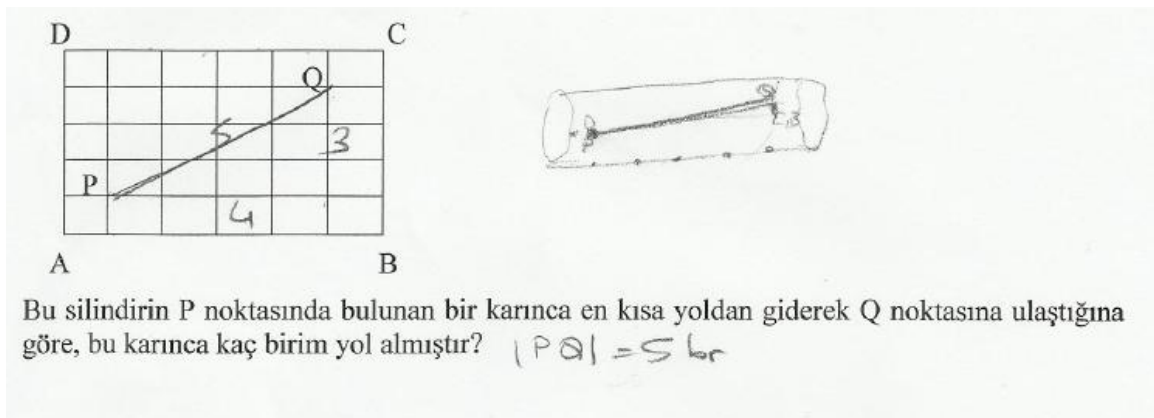
Bu kısımda ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerilerinin SOLO modeline göre hangi düşünme seviyelerinde olduğu ile ilgili bulgular sunulmuştur. 6 öğretmen adayı ile klinik mülakatlar yapılarak ulaşılan veriler betimsel analiz yöntemi ile nitel olarak değerlendirilmiş, her bir öğrenci için başlık açılmış ve doğrudan alıntılara da yer verilerek seviyeler belirlenmiştir.

4.2.1. Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Bulgular

4.2.1.1 Merve'nin Birinci Probleme Verdiği Cevap

Merve problemde verilen dikdörtgenin AB ve CD kenarlarını birleştirerek bir silindir elde etmiştir. Silindir şeklini çizerek P ve Q noktalarının nerelere denk geleceğini işaretlemiştir. Ancak çözüm için bu şekli kullandığı pek söylenemez. İki boyutta dikdörtgenin üzerinde P ve Q noktalarını birleştirip bir dik üçgenin hipotenüsünü oluşturmuştur. Yatayda ve düşeyde bu üçgenin kenar uzunluklarını işaretleyip Pisagor bağıntısını kullanarak en kısa uzunluğun bulunacağını belirtmiştir. Bunun için hemen 3-4-5 üçgenini kullanarak hipotenüs uzunluğunun dolayısıyla en kısa uzunluğun hesaplanacağını belirtmiştir. En kısa mesafe için başka bir yol olabileceğini düşünmemiştir ve ulaştığı cevap yanlıştır. Problemi çözerken araştırmacı ile arasında geçen diyalog şu şekildedir:

M: *P alttan 1 birime 1 birim, şurada bir yerde, Q da üstten bir birime bir birim şurada bir yerde oluyor. Ama ben bunu döndürdüm o yüzden şu uzaklıklar altında katlanan yerlerde kaldı. (Şeklin kapalı halini çizerken bu konuşmalar geçmiştir.) O yüzden bunun üzerinde gösteremem. Zaten böyle verilseydi de açma tercihinde bulunurdum.*



Şekil 4.1 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü

A: Çözüm için zaten sen şekli açarak çözerdim diyorsun yani öyle mi?

M: Evet. İlk şekilde birim kareleri sayarak pisagordan 5 birim olarak yazarım.

A: En kısa yol soruluyor. En kısa yol için niye bunu düşündün? P den Q ya giden başka bir yol olamaz mı?

M: En kısa yol bu yoldur...(1)

P noktasından Q noktasına ulaşırken (1) numaralı cümleden de görüldüğü gibi izlenilebilecek sadece bir yolu düşündüğünden alternatif yollar düşünemeyip mesafeler arasında karşılaştırma yapamadığından “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.1.2 Taner’in Birinci Probleme Verdiği Cevap

Problemin çözümü için AB ve CD kenarlarını birleştirerek silindiri oluşturma yoluna gitmemiştir. Doğrudan soruda verilen dikdörtgen üzerinden işaretleme yapmış ve 3-4-5 ten dolayı en kısa uzaklığın 5 birim olduğunu ifade etmiştir.

Araştırmacı ile arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

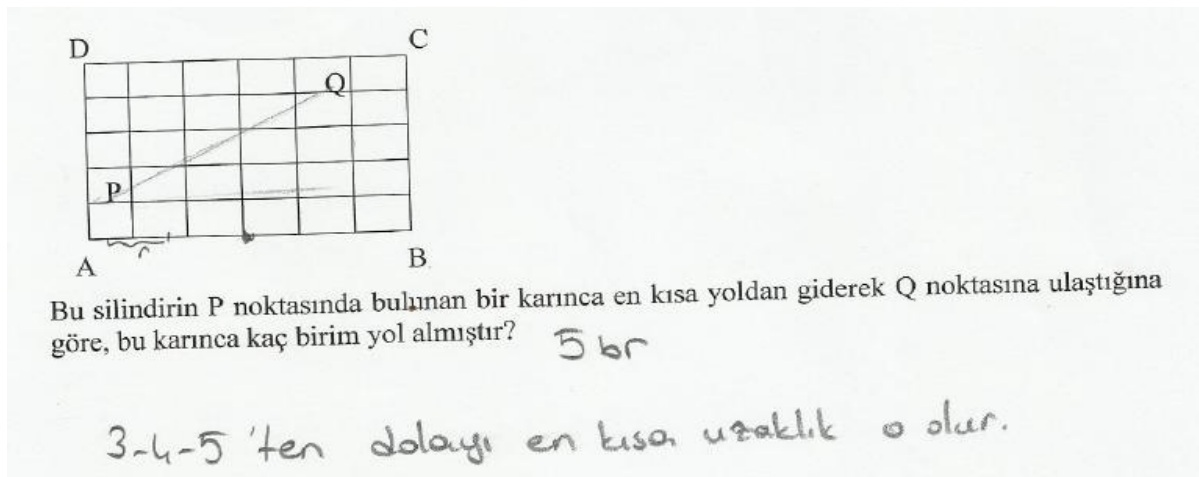
A: Şeklin kapalı halini çizmeden çözebildin mi yani?

T: Evet. Şurası da yarıçapı olmuş olacak.(r’yi şekil üzerinde işaretliyor.) Şuradan itibaren birleşecek.

T: O zaman en kısa yolu seçmiş olacağız.

A: En kısa yol için bunu seçtin yani öyle mi? Başka yol yok mu?

T: 3-4-5 ten dolayı en kısa yol bu.

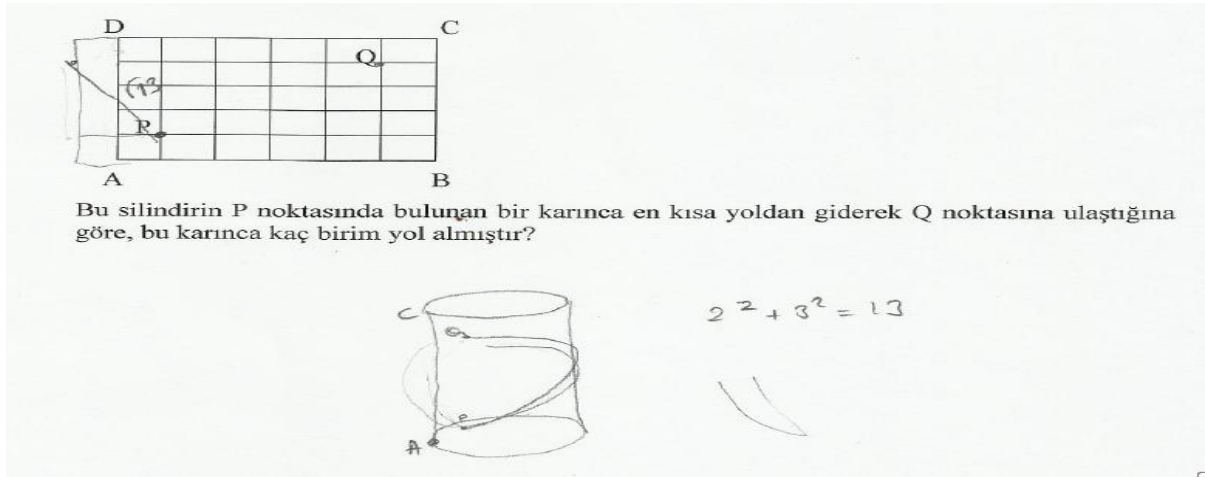


Şekil 4.2 Taner’in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü

P noktasından Q noktasına giderken izlenilebilecek yalnızca bir yolu düşündüğünden farklı yollar denemediğinden “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.1.3 Elif'in Birinci Probleme Verdiği Cevap

Problemde AB ve CD kenarlarının birleştirilmesi gerektiği ifade edilmiş olmasına rağmen öğretmen adayı AD ve BC kenarlarını birleştirmiştir. Bu şekilde kenarları birleştirdikten sonra silindiri oluşturmuştur ve P ve Q noktalarını yerleştirmiştir. Karıncanın izlediği yolu çizmiştir. Önce çizim üzerinden sağdan sola hareket etmiştir sonra soldan sağa bir yol izlemiş ve bu yolun daha kısa olduğuna karar vermiştir. Sonuç için dikdörtgen üzerinde işaretleme yapıp düşeyde 3 birim, yatayda 2 birim uzunluk alınarak en kısa uzunluk $\sqrt{13}$ olarak hesaplamıştır.



Şekil 4.3 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü

Aşağıda araştırmacı ile öğretmen adayı arasında geçen diyalogdan bir parça yer almaktadır:

E: Şöyle çevirdiğimizde en kısa yoldan şöyle bir noktadan gidecek. Q noktası şurası oluyor değil mi?

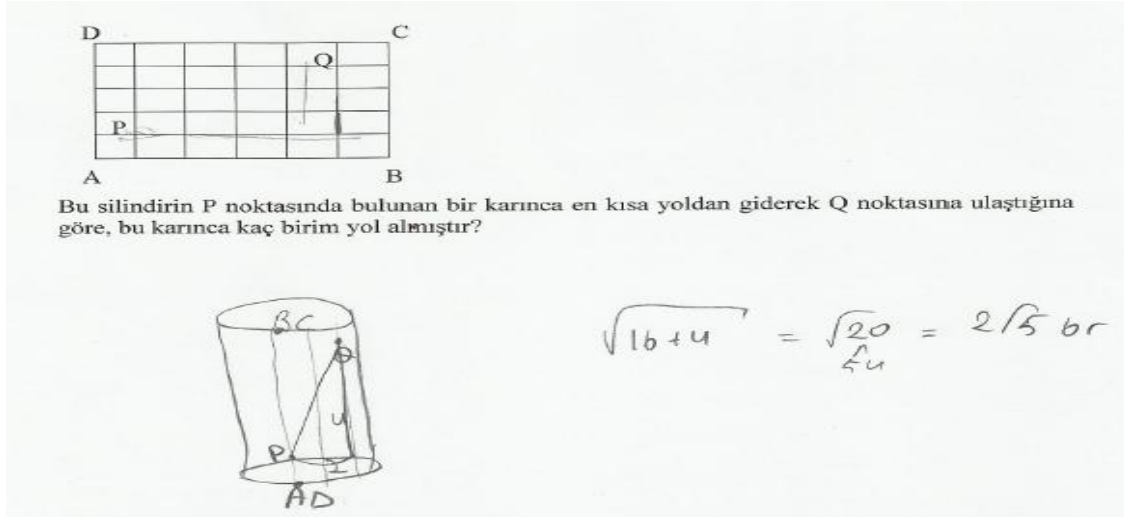
A: Sen bu silindiri çiz istersen. Orada hangi noktaya hangi nokta karşılık geliyor onları da yazar mısın?

E: Şöyle düşünsek, böyle birleştirdiğimizde mesela şurası A noktası ise birleştirdiğimizde B noktası da burada. Burası C ise yine D noktası da burada. P noktası burada olsa şöyle dolaşınca şurada Q noktası da. Sonra bu karınca kaç birim yol almıştır diyor. En kısa yoldan gitmesi gerekiyor. Buradan da gidebilir. Orada ne kadar olur? Şöyle dik uzaklık alsak, o zaman mesela şurası Q noktası. Şu ikisi arasındaki uzaklık 2 birim, 3 birim, $\sqrt{13}$... (2)

(2) numaralı cümlede görüldüğü gibi öğrenci silindir üzerinde karıncanın izleyebileceği birkaç tane yol belirlediğinden ve farklı yollar üzerinden hesaplamalar yaptığından ancak yaptığı açıklamalar yüzeysel olduğundan ve çok fazla düşünmeden hesap yapmaya başlayıp yanlış birleştirme yoluna gittiğinden “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.1.4 Emre'nin Birinci Probleme Verdiği Cevap

Emre problemin çözümü için AB ve CD kenarlarını birleştirerek silindiri oluşturmuştur. A ile D noktasının, B ile C noktasının çakıştığını göstermiş ve yüzeydeki P ve Q noktalarını işaretlemiştir. En kısa uzaklık için silindir üzerinde işaretlediği mesafeleri kullanarak doğru sonuca ulaşmıştır.



Şekil 4.4 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü

Önce dikdörtgensel bölge üzerinden işaretlemeler yapıyor sonra şeklin kapalı halini yani silindiri çiziyor ve araştırmacı ile aralarında aşağıdaki diyalog geçiyor:

A: Oradaki noktaları işaretleyebilir misin?

E: Şimdi A ile D, B ile C burası oluyor.

A: Burada ne düşündün?

E: Düşeyde 4 birim ve yatayda 2 birim var.

E: Buradan değil de üst taraftan daha kısa oluyor... (3)

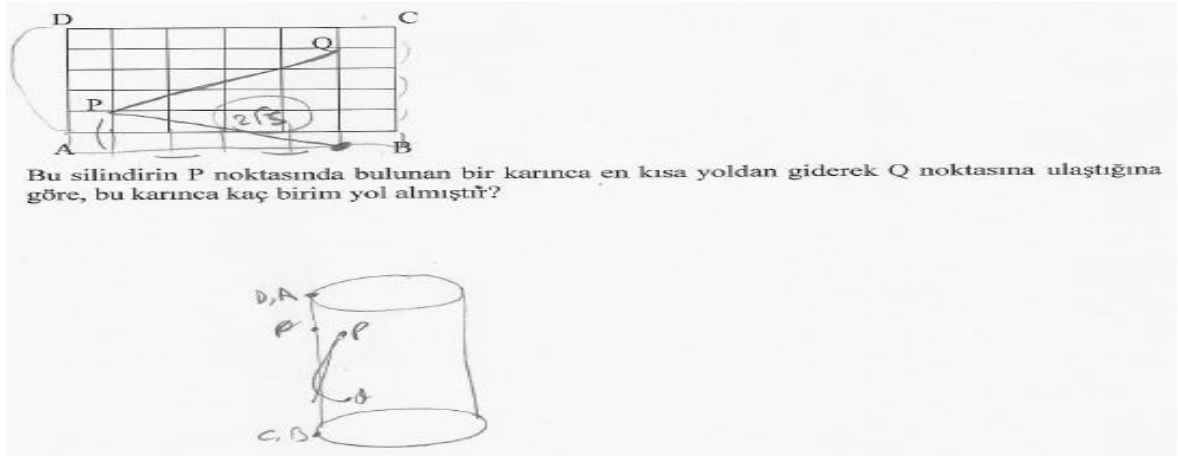
E: Pisagordan en kısa yol $16+4$ ün karekökü olur. Yani $2\sqrt{5}$.

(2) numaralı cümlede görüldüğü gibi öğretmen adayı birden fazla durumu ilişkilendirerek cevap verdiğinden, ezberden değil düşünerek sonuca ulaşmaya çalıştığından “İlişkilendirilmiş Yapı” seviyesindedir.

4.2.1.5 Bilal'in Birinci Probleme Verdiği Cevap

Bilal AB ve CD kenarlarını birleştirerek silindiri oluşturmuş, A ile D noktasının, B ile C noktasının çakıştığını göstermiş ve yüzeydeki P ve Q noktalarını işaretlemiştir. Dikdörtgen

üzerinde en kısa mesafe için hangi noktalar arasındaki uzaklığın alınacağını göstermiştir. Neden düşeyde 3 birim değil 2 birim aldığını belirtmiştir ve doğru sonuca ulaşmıştır.



Şekil 4.5 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü

Bu süreçte araştırmacı ile öğretmen adayı arasında geçen diyalog şu şekildedir:

B: *P'yi burada alırsam Q diğer tarafta, arka tarafta olacak. O zaman bunun en kısa yolu diğer taraftan olacak bu olmayacak aslında. Şöyle dönüp gelecek. (Tekrar soruda verilen şekle dönüyor. Dikdörtgenin altına kareler ekleyerek en kısa yolun ilk çizdiği yerden değil, diğer taraftan olduğunu belirtiyor.)...*(4)

B: *(Birim kareleri sayarak) Şöyle 4, şöyle 2 birim en kısa yol $2\sqrt{5}$ birim.*

A: *En kısa yol mu bu?*

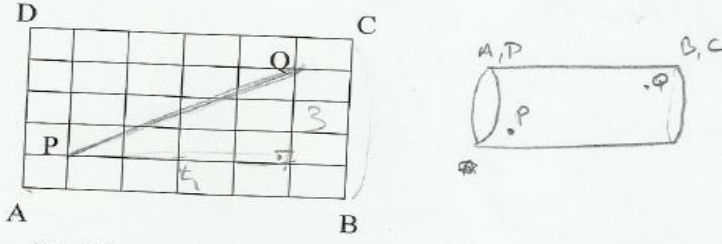
B: *Evet, ilk görünüşte diğeri geldi aklıma ama böyle olmalı.*

Birden fazla durumu düşündüğünden, neden bu yolu seçtiğini gerekçesi ile birlikte (4) numaralı cümlede olduğu gibi açıkladığından “İlişkilendirilmiş Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.2.1.6 Gamze'nin Birinci Probleme Verdiği Cevap

AB ve CD kenarlarını birleştirerek oluşturduğu silindir şeklini çizmiştir. P ve Q noktalarını işaretlemiştir. Ancak bu çizimi çözüme ulaşmak için kullanmamıştır. Dikdörtgen üzerinde P ve Q noktalarının birleşimi ile oluşan hipotenüsün en kısa uzaklık oluştuğunu belirtip 3-4-5 üçgenini kullanarak cevabı 5 birim olarak vermiştir. Sorunun üzerinde hemen 3-4-5 üçgenini oluşturmuştur.

1. Birim karelerden oluşan dikdörtgen biçimindeki aşağıdaki kartonun AB ve CD kenarları yapıştırılarak bir silindir elde ediliyor.



Bu silindirin P noktasında bulunan bir karınca en kısa yoldan giderek Q noktasına ulaştığına göre, bu karınca kaç birim yol almıştır?

5 br

Şekil 4.6 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü

G: Şimdi burada en kısa yol soruluyor.

A: Noktaları yaz istersen.

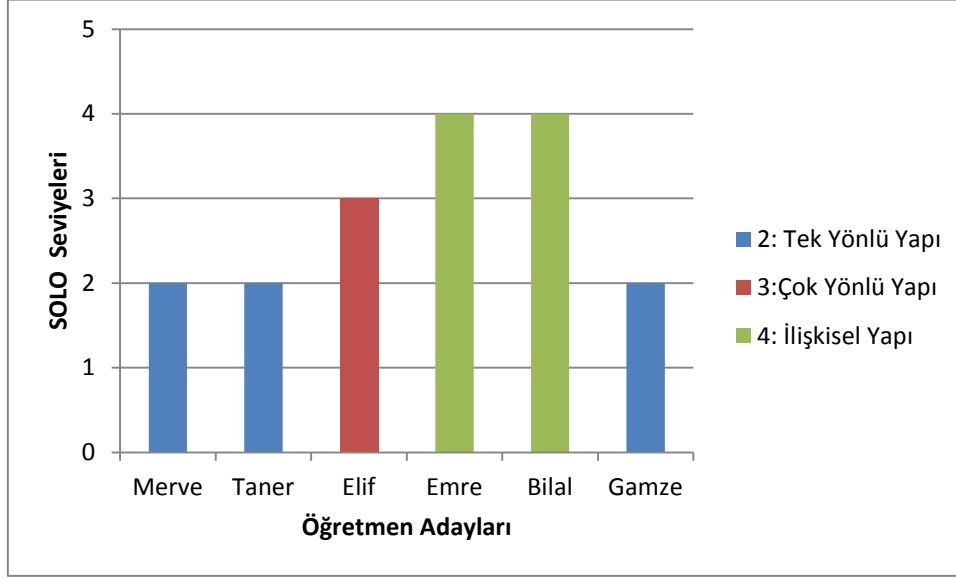
G: A, D ve B, C çakışır. Buradan başlatsak P, arka tarafta da Q oluyor.

A: Başka alternatif bir yol olamaz mı? Sen buradan gitsin diyorsun ama belki şuradan gidip de ulaşabilirsin.

G: Önemli olan dik uzaklık değil mi? Dolanılarak gittiğimizde kısa olmuyor. Bence en kısa bu...(5)

(5) numaralı cümlede belirtildiği gibi P noktasından Q noktasına ulaşırken izlenilebilecek sadece bir yolu düşündüğünden, neden izlediği yolun en kısa olduğu konusunda tatmin edici bir açıklama yapmadığından “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.1.7 Öğretmen Adaylarının Birinci Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri



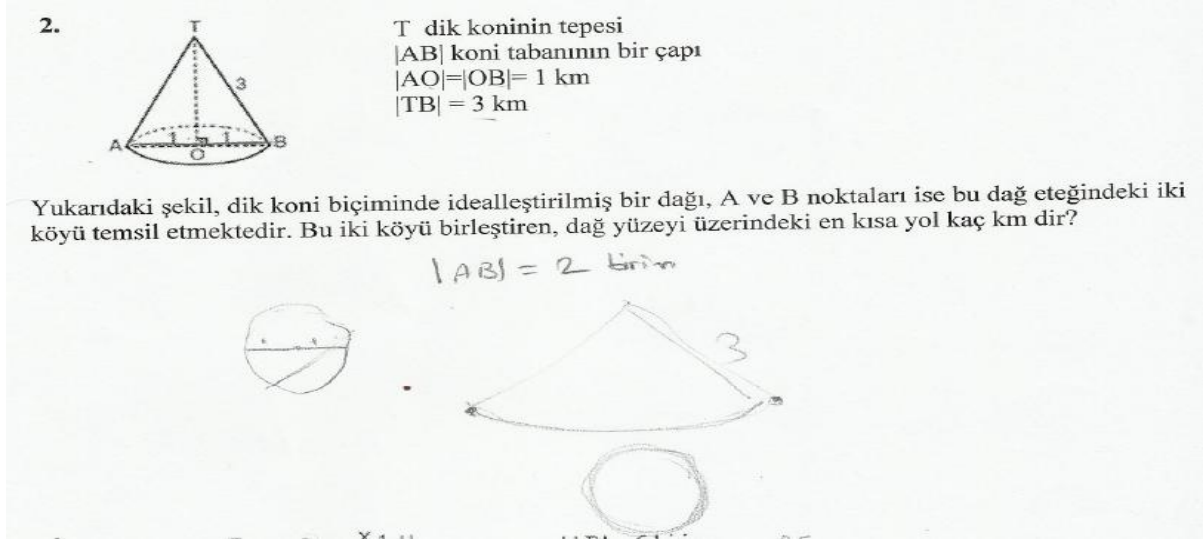
Şekil 4.7 Öğretmen Adaylarının Birinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

Birinci probleme verilen cevaplara göre hazırlanan sütun grafiğine göre 3 öğretmen adayı tek yönlü yapı seviyesinde, 1 aday çok yönlü yapı seviyesinde ve 2 aday da ilişkisel yapı seviyesinde yer almaktadır. Bu sorulara verilen cevaplar en yüksek ilişkisel yapı, en düşük tek yönlü yapı seviyesinde özellikler göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin yarısının cevabı tek yönlü yapı seviyesindedir.

4.2.2 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Bulgular

4.2.2.1 Merve'nin İkinci Probleme Verdiği Cevap

Problemin çözümü için koninin açılımını çizmeye çalışmış ama başarılı olamamıştır. Temsili olarak verilen A ve B köylerini yerleştirememiştir. Cevap olarak soruda verilen koni üzerinde A ve B noktaları arasında doğrudan bir çizgi çekerek sorunun cevabını 2 birim olarak vermiştir. Soruda verilen diğer bilgi tepe noktası ile B noktası arasındaki uzunluğun 3 birim olduğudur. Ancak Merve bu bilginin sorunun çözümü için gerekli olmadığını düşünmektedir. Dolayısıyla bu soru için doğru sonuca ulaşamamıştır.



Şekil 4.8 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü

M: Bu iki köyü birleştiren en kısa yol... Eee zaten yine burasıdır. (Koninin tabanında nokta nokta olarak verilen çapı göstererek). Çünkü bir çember oluşturuyor tabanı. Çemberin üzerinde de çap en kısa yoldur. Yani mesela şöyle bir şey alsaydım daha kısa olurdu. (Yayı göstererek). Yani A ile B arasındaki en kısa uzaklık 2 birim olacaktır.

A: Burada TB uzunluğu 3 olarak verilmiş. Bu bilgi fazladan mı verilmiş?

M: Açtığımda şöyle bir şekil aslında. 3 burası. (Koninin açık şeklini çizip üzerinde göstererek) Oysaki köyler şu iki arada. (Çizdiği şekildeki noktalar köyleri göstermektedir.) Bu arası şu çemberi oluşturacak. (Altına bir de çember çiziyor.)

Öğretmen adayı soruda tam olarak ne istendiğini anlayamayıp koninin açık halini doğru olarak çizemediğinden, verilen uzunluğun ne için kullanacağını bilemediğinden ve izlemesi gereken yol hakkında fikir yürütemediği için “Yapı Öncesi (YÖ)” seviyesindedir.

4.2.2.2 Taner'in İkinci Probleme Verdiği Cevap

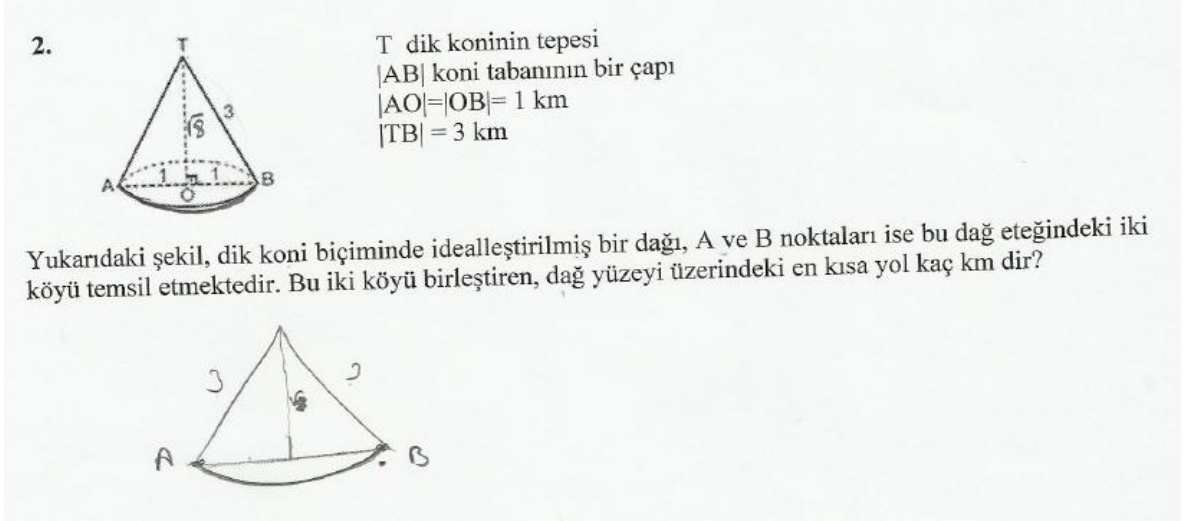
Taner de sorunun çözümü için üç boyutlu olarak düşünülen ve bir dağ temsil eden koni şeklinin iki boyutta açılımını yapmaya çalışmıştır. Ayrıca soruda verilen şekil üzerinden de çözüm yapmaya çalışmıştır. TB uzunluğunu hipotenüs olarak, yarıçap uzunluğunu da 1 birim alıp dik kenarlardan biri olarak düşünmüş ve TO uzunluğunu $\sqrt{8}$ olarak hesaplamıştır. Ancak sonrasında bulduğu bu sonucu çözüm için kullanmamıştır. Soruyu çözemeyeceğini belirterek yarıda bırakmıştır.

T: (Şeklin açık halini çiziyor.) Burada bir koni var. İki tane nokta var.

T: Şuradan dolandım. Dağın dışından koninin dışından gitmem gerekir.

A: 1 birim nereye karşılık geliyor bu açık şekilde?

T: Bence açık şekilde bir birim buraya gelmez. Çünkü açılarak gidiyor. Külâh gibi.



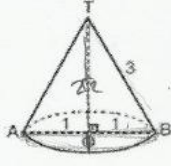
Şekil 4.9 Taner'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü

Çözümü sonuçlandırmadan bırakmıştır. Koninin açık halini doğru olarak çizemeyip köylerin yerlerini belirleyememiştir ve soruyu cevabının gerisini getiremediğinden “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.2.3 Elif'in İkinci Probleme Verdiği Cevap

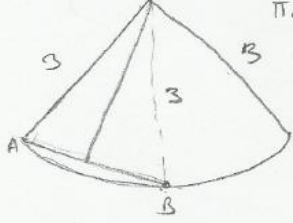
Elif öncelikle koninin açılımını çizmiş ve soruda verilen A ve B köylerini bu açılım üzerine yerleştirmiştir. 3 birim olan TB uzunluğunun şeklin açık halinde nereleri olduğunu yazmıştır. Ayrıca Taner gibi hesaplamalar yaparak TO uzunluğunu $2\sqrt{2}$ olarak hesaplamıştır. Oluşturduğu dik üçgeni de sorunun altına çizmiştir. Cevabı π olarak vermiştir.

2.



T dik koninin tepesi
 $|AB|$ koni tabanının bir çapı
 $|AO|=|OB|=1$ km
 $|TB|=3$ km

Yukarıdaki şekil, dik koni biçiminde idealleştirilmiş bir dağ, A ve B noktaları ise bu dağ eteğindeki iki köyü temsil etmektedir. Bu iki köyü birleştiren, dağ yüzeyi üzerindeki en kısa yol kaç km dir?



Şekil 4.10 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü

Araştırmacı ile arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

E: 3, 1,4. Şunların arasında mesafeyi alırsak

A: Yine açık şeklini çizersen, koniyi açınca A, B noktaları nerelere karşılık geliyor? Köyler nerede tam olarak? Açtığımız zaman hangi mesafeyi bulursan en kısa mesafe olur?

E: Huumm... Açınca bu şekilde bir şey. (Şeklin yukarıdaki açık halini çiziyor.)

E: 3, 3 ama şöyle B noktası buradadır. A buradaysa eğer. A ile B arasında dağ eteğindeki iki köyü temsil etmektedir. Şöyle de gidebiliriz ama buradaki açı...

A: Orada 1km vermiş, yarıçapı 3 vermiş

E: 3 ise burası da yine 3. Şurası yine 1 yani 3, 1 ise $2\sqrt{2}$ burası.

A: Neresi 1?

E: Şurası 1, şurası $2\sqrt{2}$. Şöyle düşünüyorum. Şurası o zaman burası yine 3, şurası 1 yine $2\sqrt{2}$. Ben nereyi bulacaktım? 3,...

A: Neyi hesaplamaya çalışıyorsun?

E: Düşünüyorum şu anda da hani

A: Orası mı en kısa yoldur dedin

E: Burda başka bir şey yok zaten. Yarıçapları 3, 3. Şurayı bulmak istiyorum ama kaç birim.

A: Tamam işte orasını bulacaksın ki en kısa mesafeyi bulacaksın diye düşünüyorsun değil mi? Onu bulmanın bir yolu olması lazım. Orada verilenleri düşün mesela 3, 3 vermiş bir de 1 vermiş yarıçapı. 3'ü kullanıyorsun ama 1'i nerede kullanıyorsun?

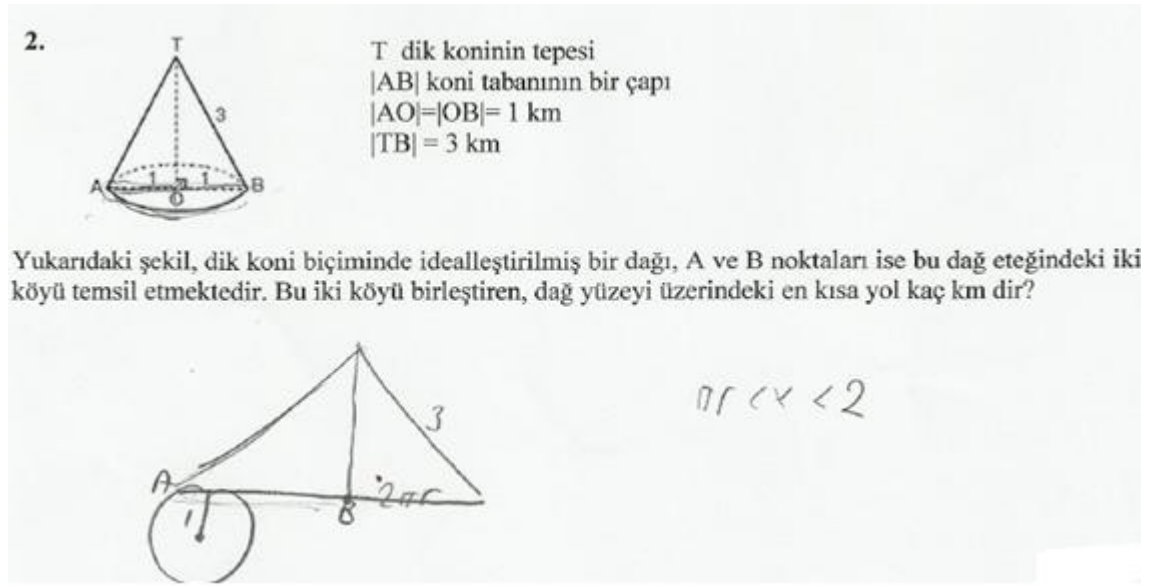
E: 1 şurası ama şu an yapamayacağım.

Problemi sonuçlandıramadan bırakıyor.

Köyleri doğru yerlere yerleştirir ama çözüme bu yerleştirmenin katkısını tam olarak anlayamaz. Tek bir yolla iki köy arasındaki mesafeyi bulmaya çalışır. Verilen uzunluk değerlerini ne için kullanacağını bilemez. Bu yüzden “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.2.4 Emre’nin İkinci Probleme Verdiği Cevap

Emre problemin çözümü için benzer şekilde koninin açılımını çizmiş ve A ve B noktalarını yerleştirmiştir. Çizdiği şekil üzerinde belli hesaplamalar yaparak şekil üzerindeki uzunlukları yazmıştır. Sorunun çözümü için ise kesin bir değer vermek yerine bir aralık vermiştir. En kısa yol için uzunluğun $\pi r < x < 2$ arasına düştüğünü belirtmiştir.



Şekil 4.11 Emre’nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü

E: Dağ yüzeyi huu... Şuradan şuraya dik insem. Şimdi bir üçgen olacak. Üçgen miydi ya bu? Niye zor geldi ki şimdi bu bana?

A: A ve B noktaları nerelerde burada?

E: A buradaysa B burada. Ondan sonra ben neyi hesaplayacaktım?

A: A ile B arasındaki en kısa yol.

E: Yüzeyden yine değil mi?

A: Yüzeyden gidildiğinde en kısa yol.

E: Yani şunun üzerinde daha kısa bir yol var şuradan. Bu şekilde gidebilirsin. Ama hayal edemedim gözümün önüne gelmiyor.

A: Bu soruda 1 vermiş, 3 vermiş bunları nerelerde kullanabilirsin?

E: Nereden bulabilirim? Şurayı bulmam benim bir işime yaramıyor zaten.

A: Neden yaramıyor?

E: Tahminen bir yorum yapamam mı?

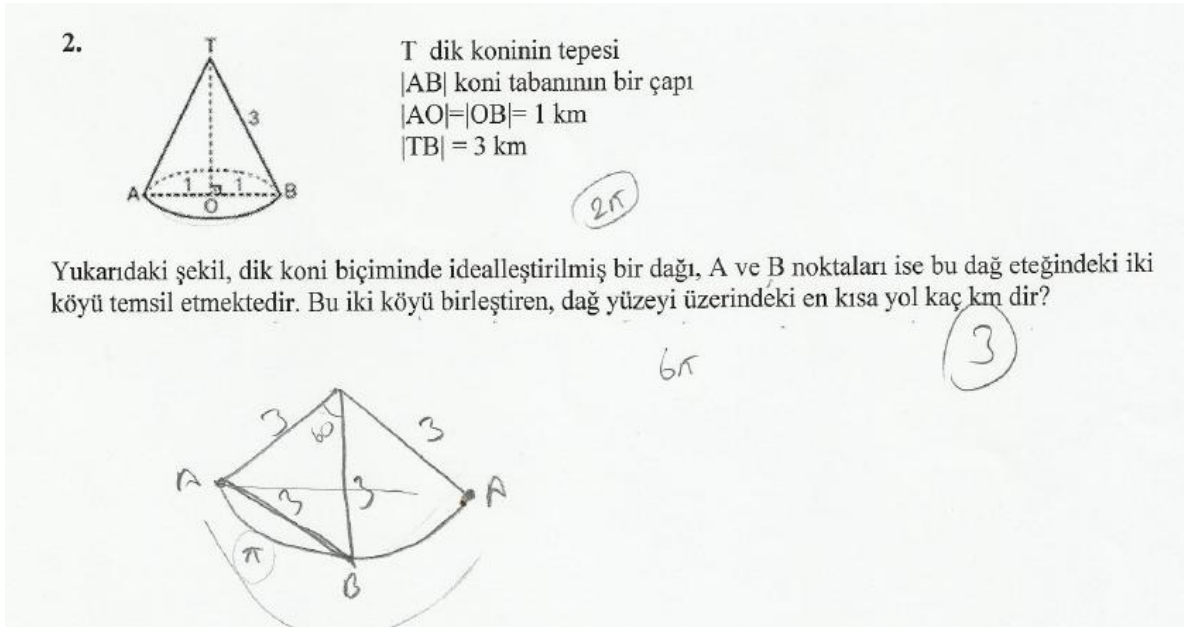
A: Nasıl?

E: Buradan πr 'den küçük olacak ve π 'den büyük olur. Şuradan da büyük olur. (Çapı yani 2 birimi gösteriyor.)

Aralığı yazıyor ($\pi r < x < 2$). Köyleri yerleştirir bir yol belirler ama en kısa mesafenin neden bu şekilde olması gerektiğinin tam olarak bilincinde değildir. Mesafenin bulunması için gerekli olan açı değerini bulması farkında değildir. Dolayısıyla “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.2.5 Bilal'in İkinci Probleme Verdiği Cevap

Bilal sorunun çözümü için ne yapması gerektiğini düşünmüş ve öncelikle A ve B noktalarını yerleştirerek şeklin açık halini çizmiştir. En kısa yolu bulabilmesi için şekli açtıktan sonra A ve B noktalarını birleştirmiştir. TAB üçgenini oluşturmuş ve T köşesine ait açığı bulmuştur. Açının değerini bulurken AB yayının π uzunluğunda olmasından yararlanmış ve açığı 60 derece olarak hesaplamıştır. Dolayısıyla TAB üçgeni eşkenar üçgendir ve en kısa uzaklık olan AB uzunluğu da 3 birimdir. Böylelikle doğru cevaba ulaşmıştır.



Şekil 4.12 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü

B: (Şeklin açık halini çiziyor ve A ve B noktalarını işaretleyerek) Bize şurasını soruyor. Şurası 3, şurası da 3, şu uzunluğu bulmam için çevresini bulmam gerekiyor. Açığı bulmam gerekiyor.

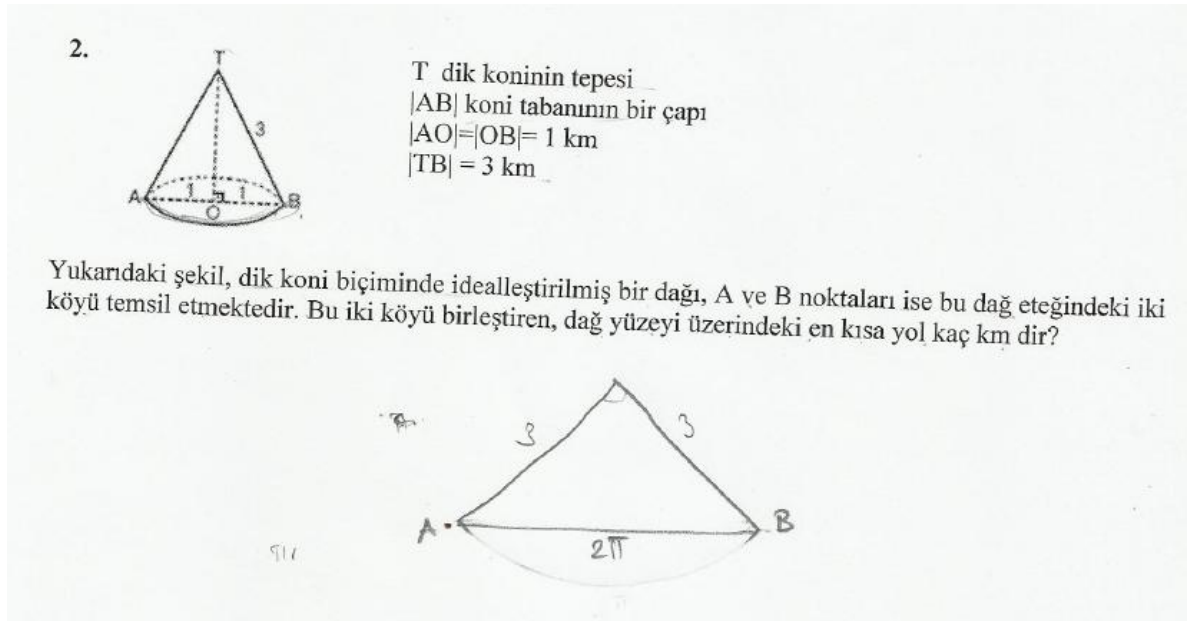
A: Soruda yarıçapı 1 olarak vermiş onu nasıl kullanacaksın?

B: Şunun tamamı 2π , şurası π yani. Çevresi $2\pi r$ 'den 6π oluyor. Burası da (yayın uzunluğunu göstererek) π altıda biri oluyor. Yani 60 derece. Yani eşkenar üçgen ve 3 birimmiş...(6)

Öğretmen adayı alternatif yollar bulmasa da en kısa yolun bu olduğuna dair (6) numaralı cümledeki gibi bir açıklaması vardır. Mesafeyi bulması için şeklin açılımında yer alan açı değerini hesaplaması gerektiğinin bilincindedir. Doğru hesaplamayı yapıp uzunlukları kullandıktan sonra eşkenar üçgen olduğunu belirleyerek sonuca ulaşır. Bu yüzden “İlişkilendirilmiş Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.2.2.6 Gamze'nin İkinci Probleme Verdiği Cevap

Gamze problemin çözümü için önce bir daire dilimi çizmiş sonra o şeklin dairesel yapı oluşmasını sağlayan yayı silmiş ve üçgensel bir bölge oluşturmuştur. Şekil üzerinde A ve B noktalarını işaretlemiş ve AB uzunluğunu doğrudan 2π olarak yazmıştır.



Şekil 4.13 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü

A: Yine en kısa yolu soruyor.

G: Dik koni, üzerinden gelecek etrafından.

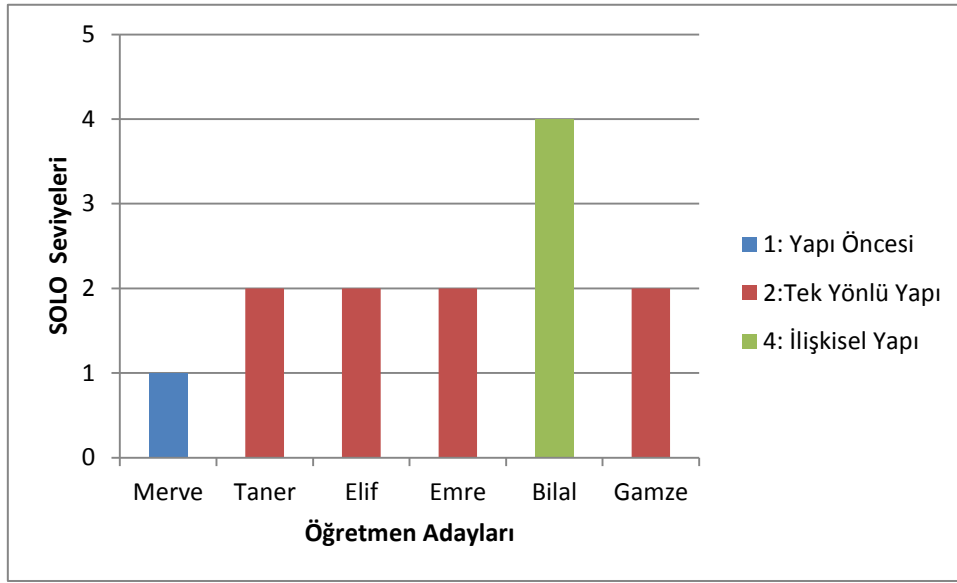
G: Açılımını çizersek şu uzunluk $2\pi r$ 'den 2π olur. Şuralar 3. Buradan buraya gidebilir. ...Açılımı böyle olamaz ki.

A: O zaman 3'ü boşuna mı vermiş oldu? Baştan daire dilimi gibi bir şekil çizmiştin sonra neden değiştirdin ve üçgen yaptın?

G: Bunlar da böyle açılınca yuvarlanacakmış gibi geldi. Daha sonra şöyle şurası en kısa yol olduğu için dümdüz yol, gözümde canlandırdığımda dik olduğunda daha kısa olur gibi geldi.

En kısa mesafenin neden bu şekilde olması gerektiğinin tam olarak bilincinde değildir. Tek bir yolla iki köy arasındaki mesafeyi bulmaya çalışır. Verilen uzunluk değerlerini ne için kullanacağını bilemez. Bu yüzden “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.2.7 Öğretmen Adaylarının İkinci Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri



Şekil 4.14 Öğretmen Adaylarının İkinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

İkinci probleme verilen cevaplara göre hazırlanan sütun grafiğine göre 4 öğretmen adayı tek yönlü yapı seviyesinde, 1 öğretmen adayı yapı öncesi seviyede, 1 öğretmen adayı da ilişkisel yapı seviyesinde yer almaktadır. Üç farklı seviyeye ait cevap örnekleri görülmektedir. Çok yönlü yapı ve genişletilmiş soyut yapı seviyesinde cevaplara rastlanmamıştır. Öğrencilerin çoğunluğu tek yönlü yapı seviyesindedir.

4.2.3 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Bulgular

4.2.3.1 Merve'nin Üçüncü Probleme Verdiği Cevap

Merve soruda verilen şekil üzerinden işaretlemeler yaparak A noktasından X, Y ve Z noktalarına giderken izlenilen yolları çizmiştir. X noktasına ulaşmak için yukarıya doğru AF kenarını geçmiş sonrasında EFGH düzlemi üzerinden EFX üçgeninin hipotenüsü üzerinden X

noktasına ulaşmıştır. EF uzunluğu 3 birim, EX uzunluğu 5 birim olduğundan FX uzunluğu $\sqrt{3^2 + 5^2} = \sqrt{34}$ tür. Dolayısıyla toplam uzunluk $5 + \sqrt{34}$ olmuştur. Y noktasına ulaşmak için önce ABGF düzlemi üzerinden hareket etmiş ve bu uzunluğu a olarak yazmış sonrasında GY uzunluğunu izlemiştir. Y uzunluğunu a+1 olarak ifade etmiştir. Z noktasına ulaşmak için soruda verilen ABCD tabanını kullanmaması gerektiği bilgisini göz ardı etmiş ve bu düzlemde ilerlemiş gideceği mesafeyi c diye isimlendirmiş yukarıya doğru 4 CZ yolunu izlemiştir. Sonuç olarak A noktasından C noktasına en kısa mesafeyi c+4 olarak hesaplamıştır.

3.

$|AB| = 6$ birim
 $|BC| = 3$ birim
 $|AF| = 5$ birim
 $|HX| = |HZ| = 1$ birim
 $|HY| = 2$ birim

Yukarıdaki gibi dikdörtgenler prizması şeklindeki bir kutunun A köşesinden harekete başlayan 3 karıncadan birincisi X, ikincisi Y, üçüncüsü Z noktasına sırasıyla x, y ve z birim yol alarak ulaşmıştır. Kutunun ABCD tabanından geçemeyen bu karıncalar X, Y ve Z noktalarına kutu yüzeyinde kalarak en kısa yollardan ulaştıklarına göre, aşağıdaki sıralamalardan hangisi doğrudur?

A) $x < y < z$ B) $x < z < y$ C) $y < x < z$ D) $y < z < x$ E) $z < y < x$

$y = 5 + 1 = 6$
 $x = 5 + 1 = 6$
 $z = 3 + 4 = 7$
 $y < x < z$

Şekil 4.15 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü

Araştırmacı ile arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

M: A'dan 3 tane karınca başlayacak, biri X'e, biri Y'ye biri de Z'ye gidecek. O zaman önce G'ye ulaşmaları lazım bunların. G'ye de şu şekilde ulaşırlar. (ABGF düzleminin yüzeyinden dikdörtgenin köşegeninden geçerek). Şurası 5, şurası 6 idi. Pisagor bağıntısından bu uzunluğu bulurum. Daha sonra mesela Y'ye giden şu kadarlık bir uzunluk olacak. Yani şurası dikdörtgenin bir köşegeni artı bir birim. Bu Y. Mesela buraya a desem a+1 olacak. X'e en kısa yoldan nasıl gider? 5 birim bir gider AF. Sonra 3, 5 şuradaki olur. b desem. 5+b kadar gider. Z olan da bu nasıl gitsin? Buraya c desem c+4 kadar gider. a $\sqrt{36 + 25}$ olur yani 61 in karekökü. b $\sqrt{9 + 25}$ ve c de $\sqrt{36 + 9}$ olur.

$\sqrt{61}$, 8'den küçük bir sayı, 8'den küçük bir sayıyı 1 ile toplarsak 9'dan küçük bir sayı olur.

$\sqrt{34}$, 6'dan küçük bir sayı, 6'dan küçük bir sayıyı 5 ile toplarsak 11 den küçük bir sayı olur.

$\sqrt{45}$, 7'den küçük bir sayı, 4 ile toplarsak 11 den küçük bir sayı olur.

Huu... o zaman X ile Z arasında kalırız. b ile c aynı şey değil mi zaten? değil b daha büyük. O zaman z, x den büyüktür.

A: Bu yolların en kısa yollar olduğuna nasıl karar verdin?

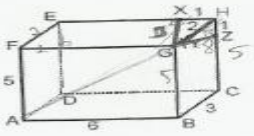
M: Pisagor bağıntısını kullanacağımı biliyordum ama direk kullanamadığım yerlerde önce direk olarak ilerledim sonra köşegene ulaştım.

Öğretmen adayı en kısa yolların hangi yollar olduğunu belirlemede zorluk çektiğinden, ABCD tabanını kullanmaması gerektiği bilgisini göz ardı ettiğinden, farklı alternatifler düşünerek karşılaştırma yapmadığından “Tek Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.3.2 Taner’in Üçüncü Probleme Verdiği Cevap

Taner’in bu problem için izlediği yol aşağıdaki gibidir. Öncelikle cevabı C olarak belirtirken sonra D olduğuna karar vermiştir.

3.



$|AB| = 6$ birim
 $|BC| = 3$ birim
 $|AF| = 5$ birim
 $|HX| = |HZ| = 1$ birim
 $|HY| = 2$ birim

Yukarıdaki gibi dikdörtgenler prizması şeklindeki bir kutunun A köşesinden harekete başlayan 3 karıncadan birincisi X, ikincisi Y, üçüncüsü Z noktasına sırasıyla x, y ve z birim yol alarak ulaşmıştır. Kutunun ABCD tabanından geçemeyen bu karıncalar X, Y ve Z noktalarına kutu yüzeyinde kalarak en kısa yollardan ulaştıklarına göre, aşağıdaki sıralamalardan hangisi doğrudur?

A) $x < y < z$ B) $x < z < y$ C) $y < x < z$ D) $y < z < x$ E) $z < y < x$

AG'den başlayıp sırayla GY, GX ve GZ yollarını kullanırlar

X'e $\sqrt{36+25} + 1$
Y'ye $\sqrt{36+25} + \sqrt{8}$
Z'ye $\sqrt{36+25} + 1$

Şekil 4.16 Taner’in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü

Öğretmen adayı ile araştırmacı arasında geçen diyalogdan bir kesit aşağıdaki gibidir:

T: Hepsi AG'den gider X'e öyle ulaşır. Bu şekilde en kısa yoldan gitmek için.

A: Gittikleri yolları tek tek yazabilir misin?

T: Hepsi için AG uzunluğu var. (Sonra dik üçgenleri oluşturuyor. Önce C şikkına doğru diyor. Sonra değiştiriyor.)

A: Cevap D diyorsun yani.

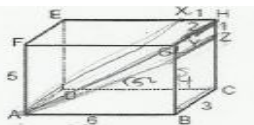
T: Şimdi burada hepsi AG yolunu kullanıyor...(7)

Bu süreçte izlemesi gereken yol hakkında fikir sahibi değildir ve şeklin açılımını da kullanmamıştır. Ayrıca (7) numaralı cümlede olduğu gibi gidilebilecek tek bir yol belirlemiştir dolayısıyla “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.3.3 Elif’in Üçüncü Probleme Verdiği Cevap

Problemde AB ve CD kenarlarının birleştirilmesi gerektiği ifade edilmiş olsa da öğretmen adayı AD ve BC kenarlarını birleştirmiş dolayısıyla sorunun çözümü için en başta hata yapmıştır. Bu şekilde kenarları birleştirdikten sonra silindiri oluşturmuştur ve P ve Q noktalarını yerleştirmiştir. Karıncanın izlediği yolu çizmiştir. Önce çizim üzerinden sağdan sola hareket etmiştir sonra soldan sağa bir yol izlemiş ve bu yolun daha kısa olduğuna karar vermiştir. Sonuç için dikdörtgen üzerinde işaretleme yapıp düşeyde 3 birim, yatayda 2 birim uzunluk alınarak en kısa uzunluk $\sqrt{13}$ olarak hesaplamıştır.

3.

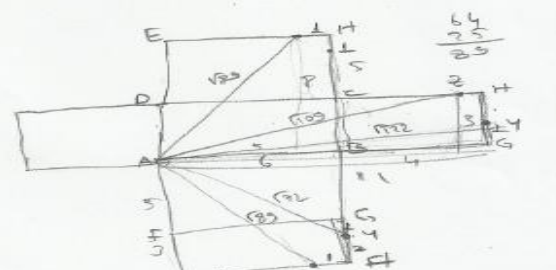


$|AB| = 6$ birim
 $|BC| = 3$ birim
 $|AF| = 5$ birim
 $|HX| = |HZ| = 1$ birim
 $|HY| = 2$ birim

Yukarıdaki gibi dikdörtgenler prizması şeklindeki bir kutunun A köşesinden harekete başlayan 3 karıncadan birincisi X, ikincisi Y, üçüncüsü Z noktasına sırasıyla x, y ve z birim yol alarak ulaşmıştır. Kutunun ABCD tabanından geçemeyen bu karıncalar X, Y ve Z noktalarına kutu yüzeyinde kalarak en kısa yollardan ulaştıklarına göre, aşağıdaki sıralamalardan hangisi doğrudur?

A) $x < y < z$ B) $x < z < y$ C) $y < x < z$ D) $y < z < x$ E) $z < y < x$

$6^2 + 5^2 = 36 + 25 = 61 + 1$



Şekil 4.17 Elif’in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü

E: Birincisi mesela A’dan başlayıp buraya geliyor.

A: Yine onun çizer misin şeklini açık şeklini dikdörtgenler prizmasının?

E: Humm... aynısının açık şeklini. Yapamıyorum. Çok kötü. BC bu yüzeyde, 6, 3, 1 birim gitmiş oluyorum. Böyle şurada 1 birim. BHC olursa. A’dan başlayacak ama şöyle düşünürsem BC den geçip. 4, 36, 16, 52...

A: Neyi hesapladın sen şimdi?

E: Şu, şuradan mesela şöyle gittiğinde en kısa yol olur. Direkt açtım, şu açtığım yer de BC, CH oluyor şurası da. Şu yan parça. Nereye gidecekti HC arasından 1 birim şuraya.

A: Diğer türlü şey diye mi düşündün?

E: O zaman 6 birim, yükseklik 5 birimdi. 4 birim şurası 3 birim. 10, 10, 9

A: Bu hangi noktaya ulaşıırken.

E: Z

A: Z noktasına ulaşıırken 10, 9.

E: Nereye ulaşacak oradan HGF mi? Şuradan 2 birim. Şöyle bir şey burası toplamda 11. Burada 1, 1birim var. 121, 122, bu neydi?

A: Hangi noktaydı?

E: İkisi de HE üzerinde. HE üzerinde şöyle bir nokta. 1, o zaman 5 birim alttan burası kaçtı HC 5 birim. 3 birim, 8. 8'in karesi 64. Ama aslında....

A: Şuradakilerden niye vazgeçtin sonra bunlardan.

E: Burdan sonra buraya geçtim. Oradan hesaplayalım 5, 3 yine aynı. 5 burada 6, 6. Daha küçük çıkıyor. Sanki burada daha yakın.

A: Burada daha yakın gibi mi geldi sana burada olursa.

E: Diğerinde öyle gibi geldi ama şu an. Hayır eşit çıkmıyor. y burada daha küçük.

A: Ama şey olması gerekmez mi şekli açtığına x, y, z noktalarını yerleştirdin ya onların yerlerinin sabit olması gerekmez mi? Bir burada alıyorsun bir burada alıyorsun farklı farklı.

E: Ama doğru değil mi mesela kapattığımızda şu arka tarafı. Şunlar yan tarafları, şu ön.

A: Öyle tamam. Orası öyle.

E: O zaman şu yan tarafına baktığımızda BC, GH. Buranın kenarı da oranın orta noktası. O yüzden eşit oluyor. Hani o yüzden iki tane yerde çıkıyor.

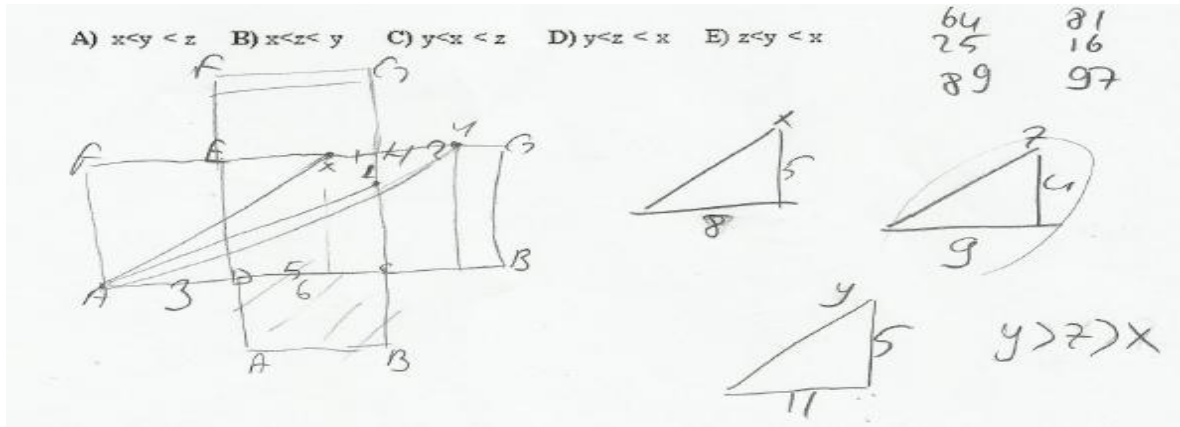
A: Tamam. Ama o zaman ikisi de aynı noktadaysa eğer nasıl birbirinden farklı uzaklıklar çıkıyor?

E: İşte onu bilmiyorum. Y daha yakın çıkıyordu.

En kısa yolların hangi yollar olduğunu belirlemede güçlük yaşadığı için ve bulduğu sonucun doğru olup olmadığı konusunda farklı alternatifler düşünerek karşılaştırma yapmayıp sezgisel yaklaştığı için “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.3.4 Emre'nin Üçüncü Probleme Verdiği Cevap

Emre problemin çözümü için AB ve CD kenarlarını birleştirerek silindiri oluşturmuştur. A ile D noktasının, B ile C noktasının çakıştığını göstermiş ve yüzeydeki P ve Q noktalarını işaretlemiştir. En kısa uzaklık için silindir üzerinde işaretlediği mesafeleri kullanarak doğru sonuca ulaşmıştır.



Şekil 4.18 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü

E: A, X'e gidiyor. Yine dikdörtgenler prizmasını açarsak. (ABCD tabanını önce yerleştiriyor. Diğer kenarları onun üstüne çiziyor. X, Y ve Z noktalarını işaretliyor.)

E: A'dan yola çıkarsak şuradan gidemeyecekti. (ABCD tabanını kastediyor.) Tabanı kullanamıyor. O zaman şöyle gidebilirim.

E: En son da Z mi çizilir? Evet. Y en uzun. Eleme yöntemini kullanabilir miyim?

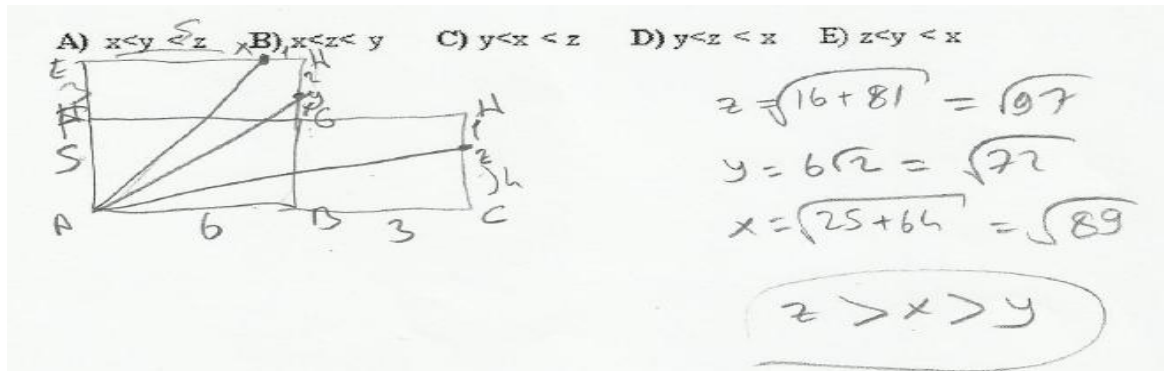
A: Hesaplayarak bulamaya çalışsan. (Her bir uzaklık için dik üçgenler çiziyor.)

E: Direkt diyebilirim. Y'de 5 ve 11 olduğundan en büyük o olur. Sonra Z sonra X.

Sorunun çözümü hakkında çok fazla düşünmeden çözmeye başlamıştır. Bulduğu sonucun doğru olup olmadığı konusunda farklı çözüm yolları üretememiştir. Dolayısıyla “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir. Daha çok sezgisel olarak hareket ettiği için İlişkisel Yapı seviyesinde değildir.

4.2.3.5 Bilal'in Üçüncü Probleme Verdiği Cevap

Bilal problemin çözümü için şeklin açık şeklini çiziyor.



Şekil 4.19 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü

Araştırmacı ile arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

B: En kısa yolları bulacağız. Z' yi buluyorum o zaman. 6, 3, 9 birime 4 birim. X; 5, 3, 8 birime 5 birim. Y; 6'ya 6 birimdir.

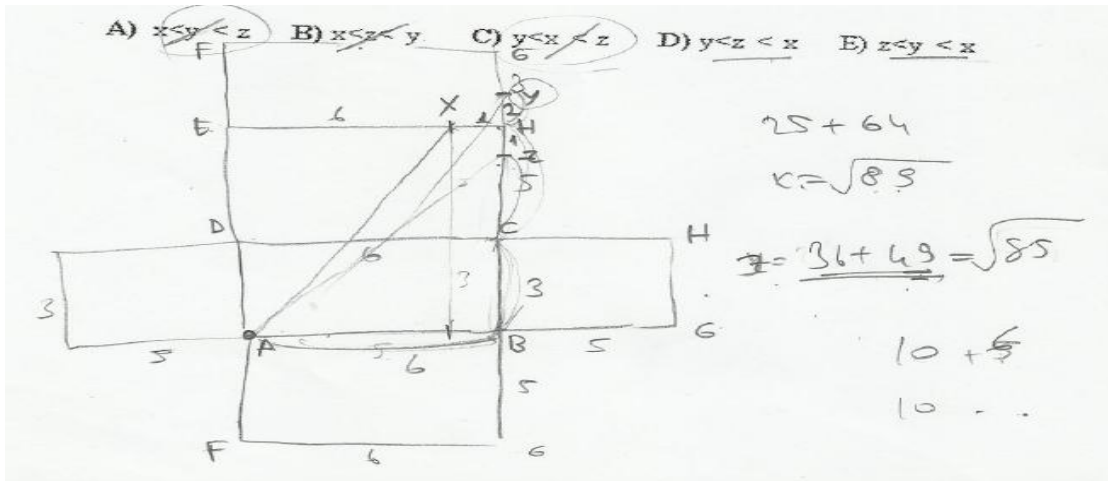
B: Sıralamayı yaparsak...

Her biri için yukarıdaki hesaplamaları yapıyor. En kısa uzaklıkları pisagor bağıntısından hesaplıyor. Sonucu $z > x > y$ şeklinde veriyor.

Çözüm için tek bir yol düşündüğünden alternatif yollar üretemediğinden “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.3.6 Gamze'nin Üçüncü Probleme Verdiği Cevap

AB ve CD kenarlarını birleştirerek oluşturduğu silindir şeklini çizmiştir. P ve Q noktalarını işaretlemiştir. Ancak bu çizimi çözüme ulaşmak için kullanmamıştır. Dikdörtgen üzerinde P ve Q noktalarının birleşimi ile oluşan hipotenüsün en kısa uzaklık oluştuğunu belirtip 3-4-5 üçgenini kullanarak cevabı 5 birim olarak vermiştir.



Şekil 4.20 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü

G: Kutunun açılımını çizersek. Şu taban, sonra yanlarında var yanlarında da 3'e 5. bir de 3'e 6. en son EFGH.

G: (Önce X'i yerleştiriyor.) Y kapağın üstünde, Y şurada 2 birim. Burası 5. 3 ve 5 burası Z.

Dik üçgenler oluşturarak X'i (25+64)'in karekökü yani $\sqrt{89}$ olarak, Z'yi (36+49)'un karekökü yani $\sqrt{85}$ olarak buluyor. Y'yi burada bulamıyor.

G: En büyük, bir yanlış mı var?

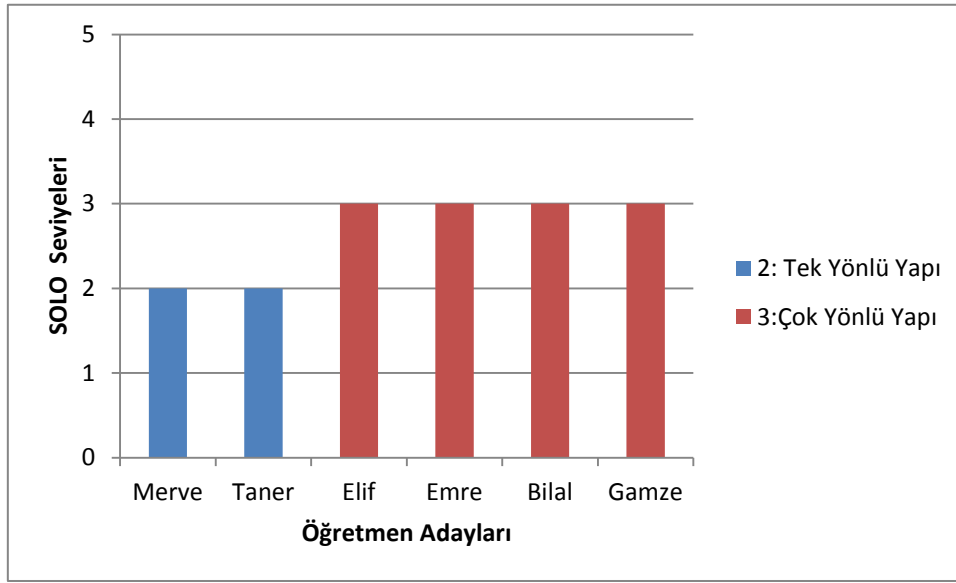
A: Y'nin yerini tekrar bir kontrol et.

G: Y, 6 ya 10.

G: Olmadı.

Sonucun doğru olup olmadığı konusunda farklı alternatifler düşünerek karşılaştırma yapmadığından ve yanlış değerlendirmeler yaptığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.3.7 Öğretmen Adaylarının Üçüncü Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri



Şekil 4.21 Öğretmen Adaylarının Üçüncü Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

Üçüncü probleme verilen cevaplara göre 2 öğretmen adayı tek yönlü yapı seviyesinde iken 4 öğretmen adayı çok yönlü yapı seviyesindedir. Öğrencilerin cevapları iki seviyeye ait özellikleri göstermektedir yapı öncesi seviyeye, ilişkisel yapı ve genişletilmiş soyut yapı seviyelerine ait cevap örneklerine rastlanmamıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının yarıdan fazlası da çok yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır.

4.2.4 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Bulgular

4.2.4.1 Merve'nin Dördüncü Probleme Verdiği Cevap

Merve sorunun çözümü için çeşitli yollar denemiştir. Problemi çözmeye başlamış ancak sonrasında bırakmış ve soruların tümünü cevapladıktan sonra en son bu soruya tekrar dönmüştür. Öğretmen adayı ile araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

M: Bunun alanını ben 5 parçaya böleceğim. Çünkü üstü açık diyor. Bir tane tabanda dikdörtgen olacak. Kenarlarda da 4 tane dikdörtgen olacak ve bunlar birbirinin aynısı olacak. Ama taban kare olursa aynısı olur. Benim yaptığımda doğru sonuç geliyor mu? Huh.. yok. O zaman şöyle yaparım. 96 karenin alanı yaparım. a^2 96 olur ya da 64 versem kaç kalıyor geriye? 512. 512 4'e tam bölünür mü bölünür. Bu sefer 64 alıyorum. 4×512 oluyor. 4'e bölüyorum. 128 oluyor. Yani tabanda bir kare oluyor ve bir kenarı 8 birim oluyor. Şunun alanı da 128 oluyor. 128'i, 8'e bölüyorum. 16 oluyor. Yani taban alanı 64 yüksekliği 16. O zaman hacim 64 çarpı 16 olur. 1024 gibi bir sayı yapar. Yani şöyle bunun alanı 576 ben bundan 5 parça çıkartacaktım. Tabanı kare olsun dedim. İşim kolaylaştırmak için. 4 tane de birbirinin aynı kare alırım. Bir tane kare 4 tane dikdörtgenin alanının 576 olması lazımdı. Karesel bir sayı verdim ki kolay çıksın diye?

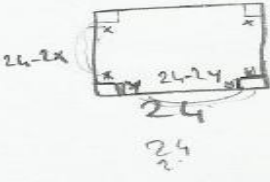
A: O sayıyı kafan göre mi verdin?

M: Evet çünkü benim düşünceme göre bu alanla bir hacim oluşturacağım için hacim hiçbir zaman değişmez.

Çözüm için değer verme yoluna giderek tek bir durum için değerlendirme yaptığından “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.4.2 Taner'in Dördüncü Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayı bu problem için dikdörtgensel bölgenin kenarlarından önce x birim ve y birim kadarlık kesim yaparken daha sonra her yerden x birim kadar çıkarılması gerektiğini belirtmiştir. Taner ile yapılan mülakat sırasında geçen diyalog ve soruya verdiği cevap aşağıdaki gibidir:



$$\begin{aligned}
 & (24-2x)(24-2x) = x \\
 & 496 - 48x - 48x + 4x^2 \\
 & (496 - 96x + 4x^2) \times \\
 & 496x - 96x^2 + 4x^3 \\
 & 124x - 24x^2 + x^3 \\
 & x(x^2 - 24x + 124) = \dots
 \end{aligned}$$

Şekil 4.23. Taner'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü

A: Bu soruda ne düşündün?

T: Kenarlarından katlayacaksın. Kenarlarından x,x kesersem...

A: Niye x , x kadar kesiyorsun? Birinden x , birinden y olamaz mı?

T: Böyle kesmem gerekiyor. Çünkü kare prizma olmuş olacak. (sonra fikrini değiştiriyor. Birinden x , birinden y kadar kesiyor.)

T: Şu uzunluğu $24-2x$ yazsam. $24-2y$ de burası olacak. Yükseklik x olacak. (Hacim de taban alanı çarpı yükseklikten cebirsel ifadeyi yazıyor.)

A: Hacim ifadesini yazdın, tamam.

T: Ama ben y 'yi bunlara göre nasıl türeteceğim?

A: y ile x arasında herhangi bir ilişki olabilir mi?

T: x ile y birbirine eşit olursa kare prizma olur.

A: Kare prizma zaten aynı zamanda dikdörtgenler prizması mıdır, önce onu düşün.

T: Özelleşmiş halidir bence.

A: Dikdörtgenler prizması diyerek genel bir şey mi söylemiş diyorsun. Kare veya dikdörtgenler prizması olması senin seçimine göre mi şekillenecek?

T: Ben ilk önce büyük olması için kenarları küçük seçeceğim

A: Hacim en büyük olsun diye kenarları en küçük alayım diyorsun öyle mi? Taban alanı fazla olsun, hacmi hesaplarken sadece taban alanını baz alıyorsun öyle mi, yükseklikten çok?

T: Aynen. Çünkü tabanda karesel çarpım var.

A: Önemli olan taban diyorsun yani.

T: Evet.

Sonra tabanın kare olması gerektiğine karar veriyor. Cebirsel olarak ifade ediyor.

A: Niye sıfıra eşitledin?

T: En küçük olsun diye öyle yapıyorduk ya.

A: Ama burada hacmi sıfıra eşitlemiş oluyorsun. Bulduğun değer hacmi sıfıra eşitliyor. Düşün istersen. Ama ben hacmin en fazla olmasını istiyorum.

T: Bundan küçük değerleri almam gerekmeyecek mi o zaman?

A: Öyle mi düşüneceksin sence? O da bir yol olabilir tabi. Belli aralıklar bulabilirsin.

T: Ben de o zaman onu bulup en küçüğünü alacağım.

Burada kesiyor. Soruyu çözüme ulaştıramıyor.

En büyük hacim elde edilebilmesi için hem yüksekliğin hem de taban alanının birlikte değişiminin gerekli olduğunu bilir ancak çözümü sonuçlandırmaz dolayısıyla “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.4.3 Elif'in Dördüncü Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayı sorunun çözümü için dikdörtgen şeklinin her bir kenarından x kadar çıkararak çözüme başlamıştır.

Tabandan x br kadar her iki taraftan alıp yükseklik x br olacak şekilde prizmayı oluşturun.

$$V = (24-2x)(24-2x) \cdot x$$
$$V = (576 - 4x + 4x^2) \cdot x = 576x - 4x^2 + 4x^3$$
$$V' = 576 - 8x + 12x^2$$
$$V'' = -8 + 24x = 0$$
$$x = \frac{1}{3}$$
$$V = \left(24 - \frac{2}{3}\right)^2 \cdot \frac{1}{3} = V$$

Şekil 4.24 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü

E: O zaman daha küçük, en fazla dediğine göre daha küçük alsak

A: Neyi daha küçük alacaksın?

E: Tabanı mesela daha büyük diğerlerinden

A: Tabanı büyük yüksekliği küçük mü?

E: Nasıl çözmeliyim?

A: Nasıl istiyorsan öyle çizebilirsin. Hangisi daha doğru sonuca götürecekse, kesin sonuca götürecekse seni. En fazla olanı soruyor yani. En fazla bir değer var ki hacmi en büyük oluyor o değerde.

E: Bunları şeyden yapabiliyorduk aslında ama şu an hatırlamıyorum. Bunu şeyden yapabiliyorduk galiba. Diğer parçalara x , x dedim. Yok hayır şunun karesi olacak.

A: Bir bunun kapalı halini çizer misin? Kapalı halinde nereye x dedin, nereye $24-2x$ oldu?

E: Yaa hocam ben yapamayacağım.

A: Hayır. Gayet güzel gidiyorsun işte.

E: Yani şuralara x , huu.... dikdörtgenler prizması $24-x$...Şey ben çözemiyorum.

A: Tabanının bir ayrıtı x cm, yüksekliği $24-x$. Hacmi taban alanı ile yüksekliğinin çarpımı olduğundan....Yani ifade edebilirsin bunu. Türevini alırsın. İllaki çizmene gerek yok.

E: Dikdörtgenler prizması olduğu için Burada. Fark eder mi, dikdörtgenler prizması, kare prizma.

A: Kare prizma oluyor mu yani? Kare prizma aynı zamanda dikdörtgenler prizması. Bundan sonra ne yapıyorduk. Sen şimdi türevini aldın herhalde hacmin. Niye türevini aldık? Niye türevini almış olabiliriz?

E: Hacmin türevi alan.

A: Tamam. Güzel.

E: Bir tane daha türevi alıyorduk.

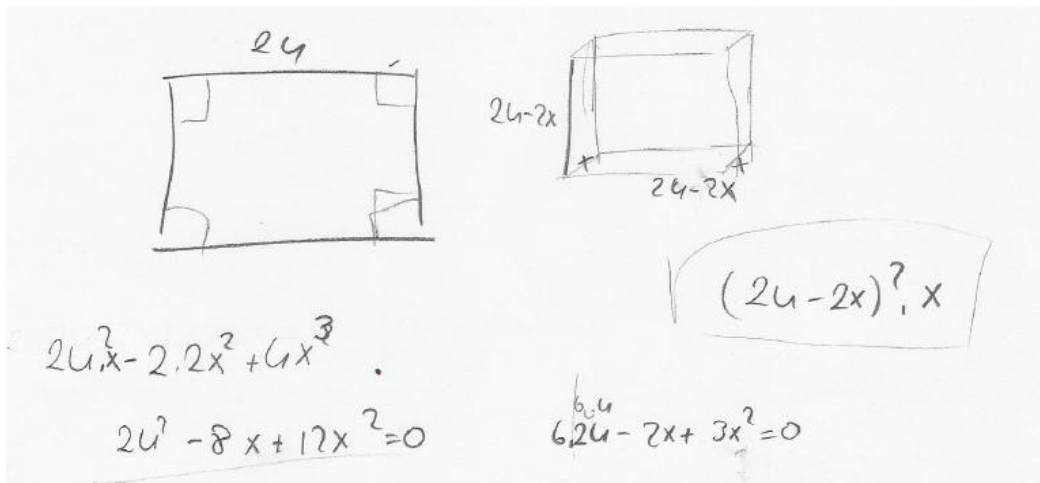
A: Niye yapıyorduk hatırlıyor musun?

E: Hayır. Şu an.

En büyük hacim elde edilebilmesi için hem yüksekliğin hem de taban alanının birlikte değişiminin gerekli olduğunu bilir ancak çözümü sonuçlandırmaz dolayısıyla “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.4.4 Emre'nin Dördüncü Probleme Verdiği Cevap

Emre problemin çözümü için şeklin kapalı halini çiziyor. Sonra hacmi veren cebirsel ifadeyi yazıyor. Bu ifadenin türevini alarak sıfıra eşitliyor. Sadeleştirme yaparak sonuca ulaşmaya çalışıyor.



Şekil 4.25 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü

A: Kenar uzunluklarının her ikisine de neden x, x dedin? Yani birine x, birine y demedin?

E: Sonuçta dikdörtgenler prizması olacak biri daha uzun olursa kapanmaz.

A: O yüzden diyorsun yani?

E: Hıhı..başka türlü olmuyor. Bunu türevden yapsam olur mu?

A: Olur. Hangi yolu istersen.

E: Hacmi isteniyordu değil mi?

Cebirsel ifadeyi yazıyor.

E: Değer vererek yapabilir miyim?

A: Sen bilirsin.

E: Türevini alırsak. Sıfıra eşitliyor.

A: Neden sıfıra eşitledin?

E: Çünkü bunu bulduğum zaman maksimum noktalarını buluruz. Ama şu anda ezberden gidiyorum.

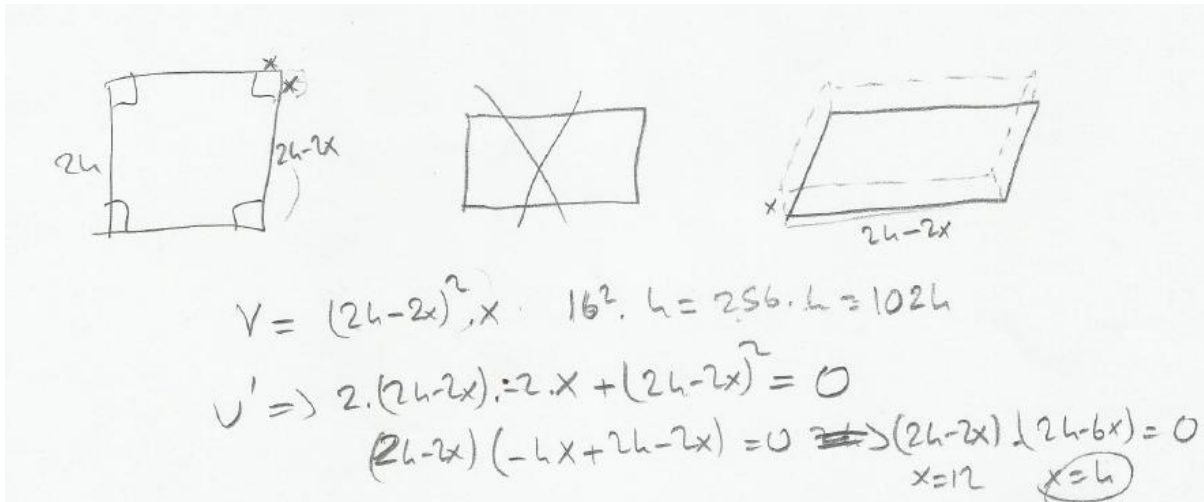
A: Sadeleştirme yapıyorum.

Sonucu getiremiyor.

En büyük hacim elde edilebilmesi için hem yüksekliğin hem de taban alanının birlikte değişiminin gerekli olduğunu bilir ancak çözümü sonuçlandırmaz dolayısıyla “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.4.5 Bilal’in Dördüncü Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayı şeklin kapalı halini çizmek için çeşitli denemeler yapıyor. Dikdörtgensel şeklin kenarlarından x ’er birim çıkararak hacim formülünü cebirsel olarak yazıyor.



Şekil 4.26 Bilal’in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü

B: Her köşesinden kesiyorum. Şimdi şu kestiğim parçalara x dersim şu kısma $24-2x$ kalacak. Yüksekliği x olacak.

A: Onu da çizer misin?

A: Neden her ikisine de x dedin, mesela birine x birine y demedin?

B: Kare olduğu için, şuralar eşit olduğunda o şekilde en büyüğünü elde edebiliriz diye hatırlıyorum ben. O yüzden eşit veriyorduk.

B: Bu kutunun hacmini yazıyorum. Ne oluyor taban alanı $(24-2x)$ in karesi ile x in çarpımı. Burada türevi kullanıyoruz. Türevini alacağım bu ifadenin. Çarpımın türevini alıyorum. (diyerek ifadeyi yazıyor.)

B: Bu ifade sifıra eşit olacak. Kökleri bulurum.(işlemleri yapıyor.) Köklerden 12'yi alırsak ifade 0 oluyor. O yüzden 4'ü almalıyım. (Sonucu 1024 olarak buluyor.)

A: Burada türevi sifıra eşitledin neden sifıra eşitlediğini söyler misin?

B: Hani en büyük en küçük sorularında o ifadenin türevini alıp maksimum minimum noktalarını bulmak için sifıra eşitliyorduk.

A: Soruda dikdörtgenler prizması şeklinde bir kutu yapıldığı söylenmiş ama bizim burada yaptığımız kare, neden?

B: Çünkü dikdörtgenler prizması da bir kare.

Yükseklik ve taban alanının çarpımı ile hacmi sembolik olarak ifade ettiğinden ve düzenleyerek sonuca ulaştığından “Genelleştirilmiş Soyut Yapı (GSY)” seviyesindedir.

4.2.4.6 Gamze'nin Dördüncü Probleme Verdiği Cevap

Gamze bu problemin çözümü için dikdörtgenin kenarlarından x birim ve y birim çıkarıyor. Dikdörtgenler prizması şeklini çiziyor ve hacim formülünü yazıyor. Bu cebirsel ifadenin türevini alarak çözüme ulaştırmaya çalışıyor.

Handwritten mathematical work for a rectangular prism problem. The diagram shows a rectangular prism with dimensions 24, 24-2x, and 24-2x. The volume formula is given as $(24)^2 \cdot x - 96x^2 + 4x^3 = V$. The derivative is calculated as $(24)^2 - 192x + 12x^2 = 0$. The final result is $x = 24$.

Şekil 4.27 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü

G: Dikdörtgenler prizması derken eşit mi keseceğim?

A: Onu sen belirleyeceksin en büyük hacimli dikdörtgenler prizmasını elde etmek için.

Önce x ve y olarak düşünüyor sonra eşit olacağına karar veriyor.

G: Çünkü farklı kesilirse biri daha fazla kesilmiş olacak biri daha az kesilmiş olacak. Yani orantılı olarak kesilir nasıl desem 6 ya 6'nın çarpımı da 36 toplamı 12, işte 36 ya 1 in de çarpımı 36 ama toplamı 37 gibi.

Şekli çiziyor. Cebirsel ifadeyi yazıyor.

G: Bu hacim mi yani?

A: Evet. Türev mi aldın burada.

G: Evet en büyük hacmi elde edebilmek için.

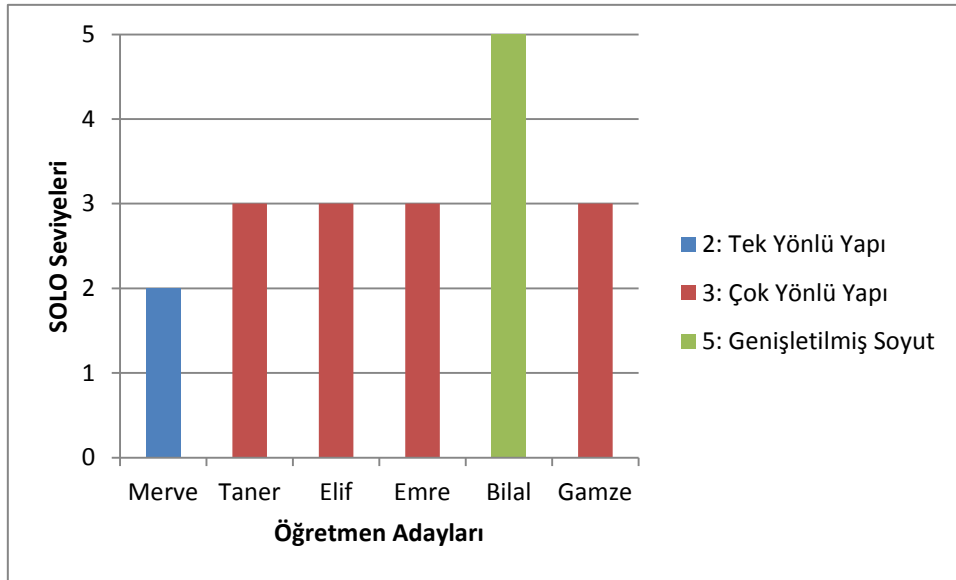
A: Şimdi bu türev. x , 12 olur. Neden sıfıra eşitledin?

G: Gülüyor. ...12 olduğunda kenarlardan ikisi 0 oluyor. Yani hacim sıfır oluyor.

İşlemler sırasında bir kökü göz ardı ettiğinden çözümü yanlışdır.

En büyük hacim elde edilebilmesi için hem yüksekliğin hem de taban alanının birlikte değişiminin gerekli olduğunu bilir ancak çözümü sonuçlandırmaz dolayısıyla “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.4.7 Öğretmen Adaylarının Dördüncü Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri



Şekil 4.28 Öğretmen Adaylarının Dördüncü Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

Dördüncü probleme verilen cevaplara göre 1 öğretmen adayı tek yönlü yapı seviyesinde, 4 öğretmen adayı çok yönlü yapı seviyesinde ve 1 öğretmen adayı genişletilmiş soyut yapı seviyesindedir. Bu sorulara verilen cevaplara bakıldığında ise üç cevap seviyesine ait örnekler yer almaktadır yapı öncesi ve ilişkisel yapı seviyesine uygun cevaba rastlanmamıştır. Öğretmen adaylarının çoğunluğu çok yönlü yapı seviyesindedir.

4.2.5 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Bulgular

4.2.5.1 Merve'nin Beşinci Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayı çözüm için silindiri yerleştirmiş ancak h ve l olarak belirlediği uzunlukları bulmak için değer verme yoluna gitmiştir. Merve ile araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

M: Şöyle bir küre varmış bunun yarıçapı 12 cm imiş. Şimdi silindiri yerleştirelim. r 'yi çizerek şurası silindirin yarıçapı. Şuraya da l dersek. h yükseklik 24 ama olmaz. Çünkü en üst noktaya denk gelmez.

M: Silindiri kürenin içine yerleştirdiğimde tavanına tam denk gelmez dimi?

A: Düşün bakalım

M: Denk gelmez çünkü kürede bir ovalik olacağından. Mutlaka bir yerde oran olmalıdır. Ay hiç hatırlamıyorum.

A: Nasıl çözebilirsin. Yüksekliği bulamadığın mı için çözemedin?

M: Benim bulacağım h , $2l$ demek. O zaman hacim $\pi r^2 2l$

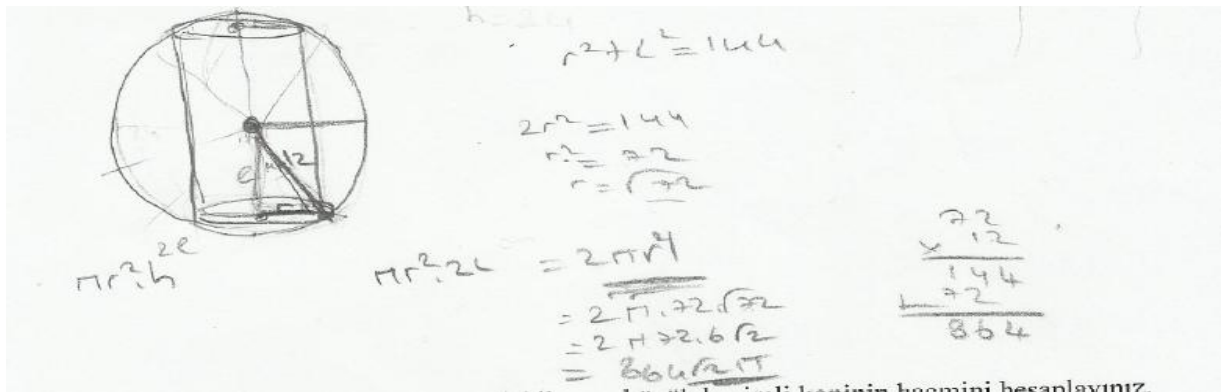
A: En büyük hacmi istiyor. r ve l değerlerini kullanarak bir hacim bulmalısın.

M: Ben bunun sonucunu tek bir değere bağlı olarak bulabilir miyim yani sayı olarak?

A: Sayısal olarak en büyük hacmi elde edeceksin. r ve l ye bağlı bir sürü değer olabilir. Onların içinde en büyüğü soruluyor.

M: Mesela bu sınavda çıksaydı. Şuraları 45 yapardım. İkizkenar yapardım çünkü bu bir küre yarıçap hep 12 oluyor. Sayılarda da öyle yapıyorduk çarpımlarının en büyük olması için sayıları birbirine yaklaşıtıyorduk. O zaman r , $\sqrt{72}$ olurdu. Buradan da sonuca giderdim...(8)

M: En son yapacağım şey bu olurdu.

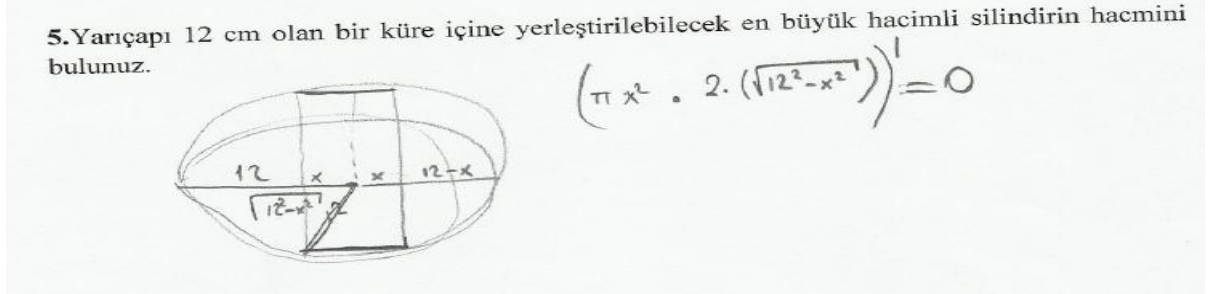


Şekil 4.29 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü

(8) numaralı cümlede de görüldüğü gibi çözüm için değer verme yoluna gittiğinden “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.5.2 Taner’in Beşinci Probleme Verdiği Cevap

Taner kürenin içine silindiri yerleştirmiş kürenin yarıçapını hipotenüs olarak belirleyerek bir dik üçgen oluşturur. Buradan faydalananarak hacim formülünü oluşturur ve türevini alarak çözüme gitmeye çalışır.



Şekil 4.30 Taner’in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü

A: *x dediğin yarıçap mı?*

T: *Silindirin yarıçapı.*

T: *Hacmi yazayım. (Cebirsel ifadeyi yazıyor.) Bunların çarpımını tekrar sıfıra eşitlemem gerekli değil mi?*

A: *Ama yine hacmi sıfıra eşitlemiş olacaksın.*

Düşünüyor.

T: *Türevini alıp sıfıra eşitlemem gerekiyor.*

A: *Niye türevini alıyoruz?*

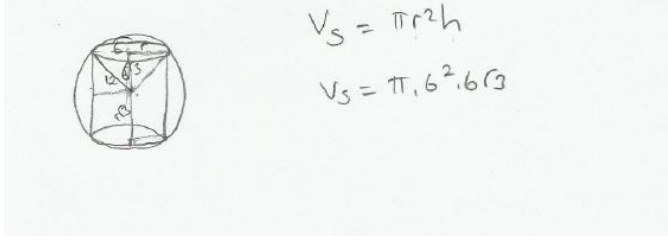
T: *(Gülüyor.) Bilmiyorum. Bunun türevini alırsak sıfıra eşitlersek oradan gelir.*

Bırakıyor.

En büyük hacim elde edilebilmesi için hem yüksekliğin hem de taban alanının birlikte değişiminin gerekli olduğunu bilir. Yükseklik ile yarıçap arasındaki bağlantıyı kuracak ve birbiri cinsinden ifade etmesini sağlayacak çözüm yolunu araştırır. Türev alma yoluna gider ama sonuçlandıramaz dolayısıyla “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.5.3 Elif’in Beşinci Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayı problemin çözümü için kürenin içine silindiri yerleştirdikten sonra değer verme yoluna gitmiştir. 30-60-90 üçgenini oluşturup hacim değerini bulmuştur.



Şekil 4.31 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü

A: Kürenin içine silindir yerleştiriyorsun. En büyük hacimli olması için ne olsun ki en büyük hacimli olsun. Kürenin yarıçapını mı kullanarak ona ulaşacaksın?

E: 12...

A: Önce istersen silindirin hacmi için silindirin hacminin nasıl bulunacağını yaz. Onun için nereyi bulacaksın? r mi, h mı?

E: r ve h gerekli.

A: Ki onlara değişkenlere bağlı olarak da en büyük hacmi elde edeceksin öyle mi?

E: 60-30-30 sanki eşkenar. r ise $r\sqrt{3}...$ (9)

A: Tamam o bir yol sonuçta sen öyle olduğunu düşünüyorsun. En küçüklüğün hesaplanması veya en büyüklüğün hesaplanması için. Tamam. Oradan da işte r ve h 'i bulayım diyorsun.

E: 12 ise $6, 6\sqrt{3}$.

E: Silindirin en büyük hacimlisinin hacmi. Bunu da türevden düşününce.

A: Niye vazgeçtin o yoldan bulmuştun aslında, niye vazgeçtin?

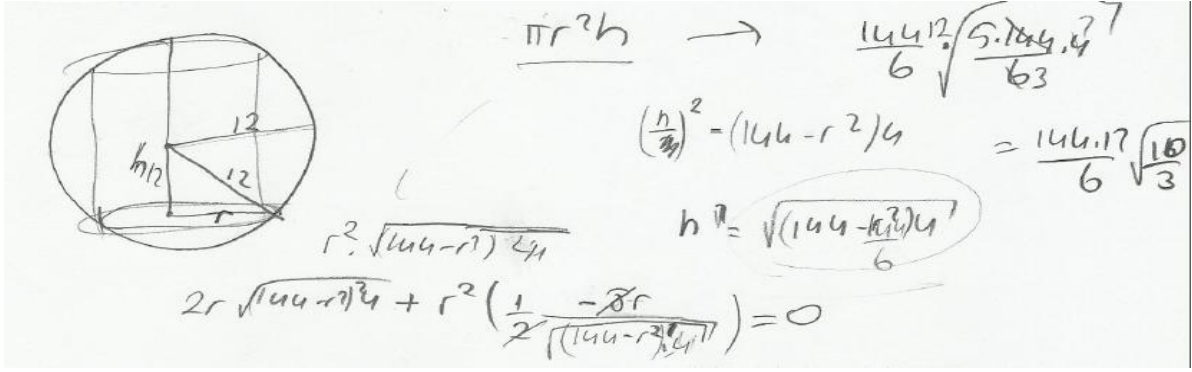
E: Yine daha büyük olabilir diye.

A: Yine bir değer bulmuş oluyorsun aslında ama en büyük mü diye şüpheye düştün değil mi?

Hacim formülünü oluşturabilir ama formülde yer alan iki farklı değişken arasında bağlantı kuramamıştır. (9) numaralı cümleden de anlaşılacağı gibi birbiri cinsinden ifade etme yoluna gitmediğinden değer verme yoluna gitmiştir dolayısıyla “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.5.4 Emre'nin Beşinci Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayı silindiri kürenin içine yerleştirdikten sonra r ve h cinsinden hacim ifadesini cebirsel olarak yazıyor.



Şekil 4.32 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü

E: Burası merkez. r , yarıçap ikiye bölüyor. $h/2$, r ve 12 dik üçgeni oluşur. Hacim $\pi r^2 h$.

E: Sadece buradan yapsam.

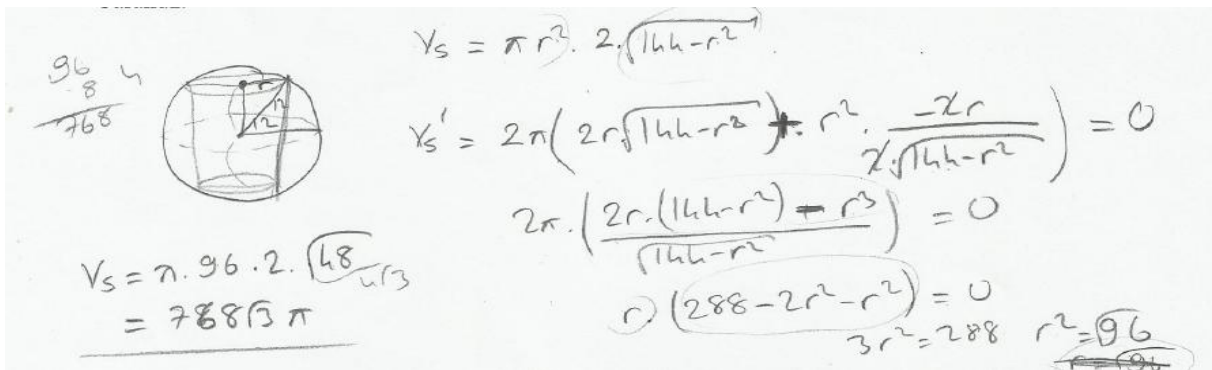
A: Devam et sen. Kareköklerden de çıkabilir belki.

Cebirsel ifadeyi yazıp sifıra eşitleyerek sayısal bir değer elde ediyor.

En büyük hacim elde edilebilmesi için hem yüksekliğin hem de taban alanının birlikte değişiminin gerekli olduğunu bilir. Yükseklik ile yarıçap arasındaki bağlantıyı kuracak ve birbiri cinsinden ifade etmesini sağlayacak çözüm yolunu araştırır. Bu yüzden “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesinde yer almaktadır.

4.2.5.5 Bilal'in Beşinci Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayı silindiri yerleştirip r cinsinden hacim formülünü yazıyor. Türevini doğru bir şekilde alıp kökleri buluyor. r değerini yerine yazarak doğru sonuca ulaşıyor.



Şekil 4.33 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü

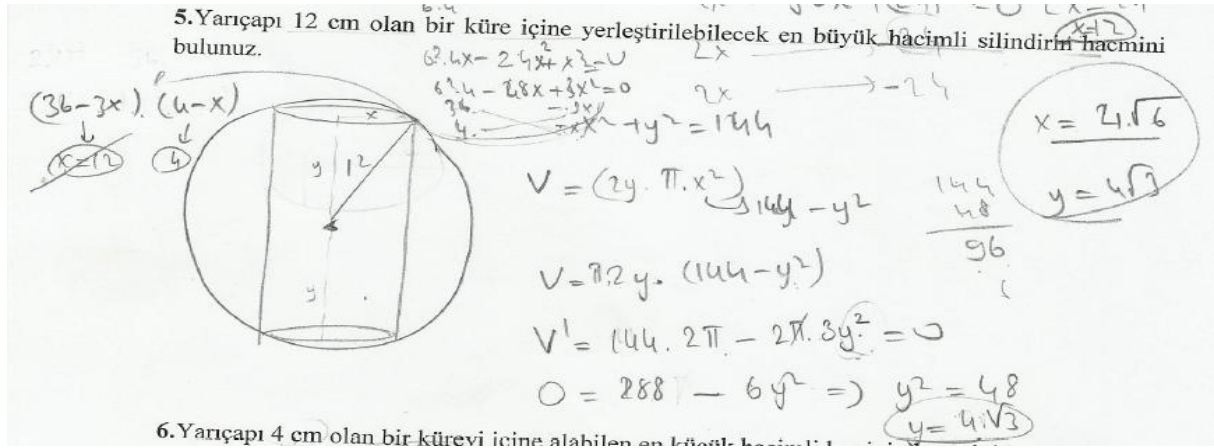
B: İçine silindiri şöyle çiziyorum. Silindirin hacmini ifade edeyim. Taban alanı ile yüksekliğin çarpımı idi. Burada yine türevini alacağım.

B: Şuraya r diyeyim. Şurası da 12, o zaman yüksekliğini yine pisagordan yapıyorum ve $\sqrt{144 - r^2}$ yi 2 ile çarparak buluyorum. Şimdi bunun türevini sıfıra eşitleyeceğim. r ye göre türev alıyorum. (diyerek türevini alıyor ve işlemlerin sonunda r^2 değerini 96 olarak buluyor.) Şimdi r yi yerine yazarsak silindirin hacmini buluruz.

Hacmi cebirsel olarak ifade eder. Taban alanı ile yükseklik arasındaki bağıntıyı tam olarak bulur. Yükseklik ve taban alanının çarpımı ile hacmi sembolik olarak ifade eder ve düzenler. Dolayısıyla “İlişkisel Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.2.5.6 Gamze’nin Beşinci Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayı x ve y değerini vererek ve sonrasında x ’i y cinsinden yazarak hacim ifadesini oluşturuyor. Bu ifadenin türevini alarak y değerini buluyor ve en büyük hacim değerini hesaplıyor.



Şekil 4.34 Gamze’nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü

G: Nasıl yerleştireceğim şimdi?

A: Yatay ya da dikey nasıl istersen, en büyük hacmi elde etmeye çalışacaksın.

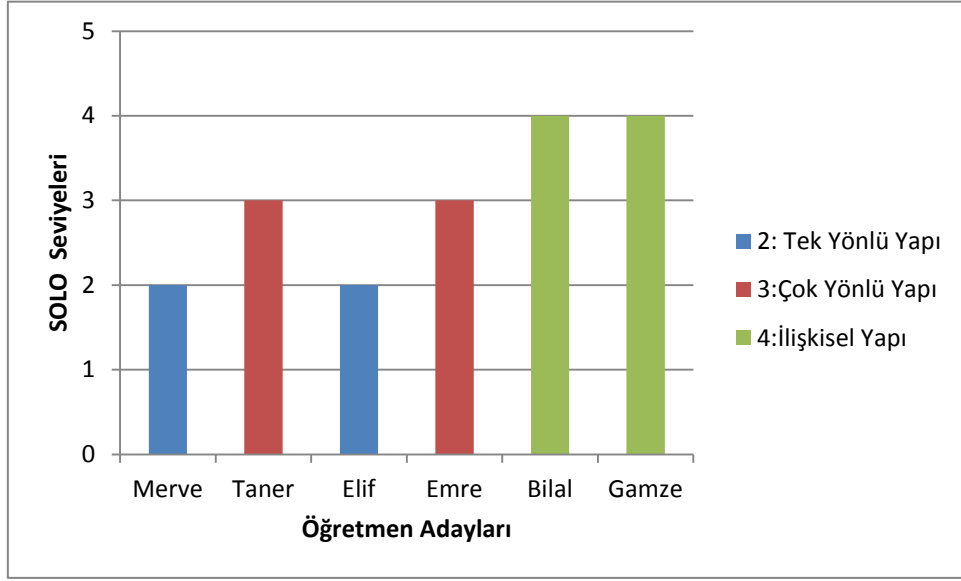
G: Burada $x^2 + y^2 = 144$. Buradan x^2 yerine $144 - y^2$ yazarsak o zaman hacim $2y$ çarpı π çarpı $144 - y^2$ olur.

İşlemlere devam eder ve türevini alır.

G: Buradan sıfıra eşitlersek y^2 değerini buluruz.

Hacmi cebirsel olarak ifade eder. Taban alanı ile yükseklik arasındaki bağıntıyı tam olarak bulur. Yükseklik ve taban alanının çarpımı ile hacmi sembolik olarak ifade eder ve düzenler. Dolayısıyla “İlişkisel Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.2.5.7 Öğretmen Adaylarının Beşinci Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri



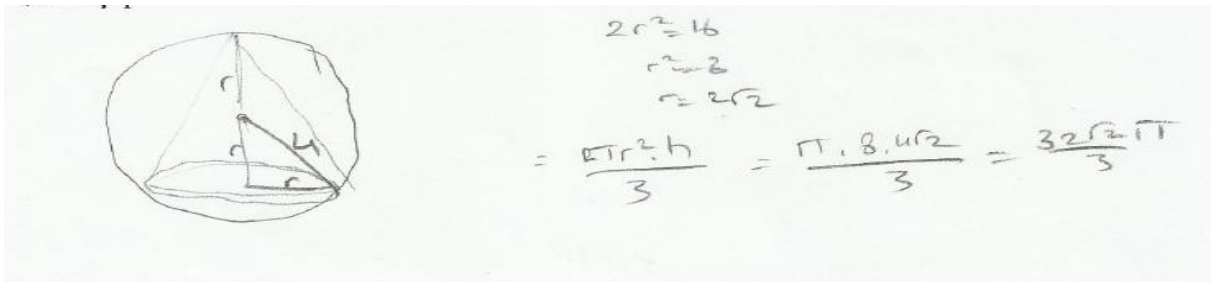
Şekil 4.35 Öğretmen Adaylarının Beşinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

Beşinci probleme verilen cevaplara göre 2 öğretmen adayı tek yönlü yapı seviyesinde, 2 öğretmen adayı çok yönlü yapı seviyesinde ve 2 öğretmen adayı da ilişkisel yapı seviyesindedir. Bu soru için üç farklı seviye özelliği gösteren cevaplar verilmiştir. Yapı öncesi ve genişletilmiş yapı seviyesinde cevaplara rastlanmamaktadır.

4.2.6 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Bulgular

4.2.6.1 Merve'nin Altıncı Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayı yarıçapı 4 birim olarak yerleştirdikten sonra oluşan dik üçgeni 45-45-90 üçgeni olarak düşünüp çözüme ulaşıyor.



Şekil 4.36 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü

Araştırmacı ile Merve arasında geçen diyalogdan bir parça aşağıdaki gibidir:

M: Yarıçapı 4 cm olan bir küre varmış bu sefer de. O zaman aynı mantıkla ilerlerdim. Şurası r ise şuraya da r derdim. r , $2\sqrt{2}$ olur. Taban alanı yükseklik bölü 3 olur.

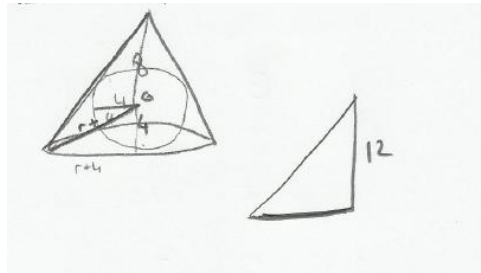
A: En küçüğü elde etmek için mi böyle yaptın?

M: Evet.

Koninin hacim formülünü yazmasına rağmen yarıçap ile yükseklik arasında nasıl bir ilişki olduğunu belirleyemediğinden ve değer verme yolunu tercih ettiğinden “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.6.2 Taner’in Altıncı Probleme Verdiği Cevap

Taner’in bu problem için izlediği çözüm ve klinik mülakat sırasında araştırmacı ile arasında geçen diyalogdan bir parça aşağıdaki gibidir:



Şekil 4.37 Taner’in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü

A: Ne yapıyorsun şimdi?

T: Şuraya kadar 4 olacak. Şurası da 8. Orta nokta da ağırlık merkezi...(10)

A: Neden ağırlık merkezi, ortasına yerleştirdiğin için mi?

T: Evet.

T: Şurası 4 olacak. $((r+ 4)$ yazıyor.)

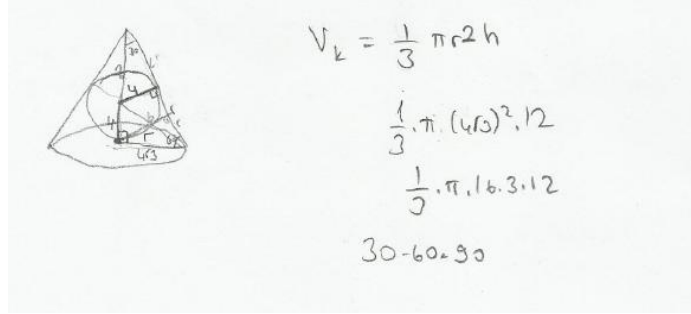
A: Neden orasını arıyorsun?

A: Başka bir yol da olabilir belki.

Bir dik üçgen çiziyor ve bırakıyor. Sezgisel olarak en küçük hacim elde etmek için ağırlık merkezi bilgisini kullanma yoluna giderek (10) numaralı cümlede ifade ettiği gibi değer vermeye çalıştığından “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.6.3 Elif'in Altıncı Probleme Verdiği Cevap

Elif problemin çözümü için şekil üzerinde dik üçgenler oluşturuyor. İstenilen hacmi elde edebilmek için 30-60-90 üçgeninin oluşturulması gerektiğini belirtmiştir.



Şekil 4.38 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü

E: Yani içinde şey olacak.

A: Küre olacak bu sefer.

E: Yani o zaman direkt merkezi şuralar. Kürenin yarıçapı 4 cm değil mi?

A: Evet

E: En büyük hacimli koni. Burası da 4 tür. Bunlar dikmelerin tam ortasıysa eğer 8

A: Bunu sanki ağırlık merkezi gibi düşündüğün için mi 4 dedin?

E: Evet

A: Tamam. Yükseklik tamam ama yarıçap.

E: Şuraya r desem

A: Koninin hacmi

E: $\frac{4}{3}\pi r^3$ müydü, yok o kürenin. $\frac{1}{3}\pi r^3$, $\pi r^2 h$, $\pi r^3 h$ mıydı? Söyleyin.

A: Söyleyemem.

E: Ama hatırlamıyorum, şu ana hatırlamıyorum. Koninin neydi? $\frac{1}{3}\pi r^3$

A: Koninin? Bak koninin? Konide ne var? Konideki ayrıtları düşün. Bir taban alanı var

E: $\pi r^2 h$

E: π' 'yi 3 alsak

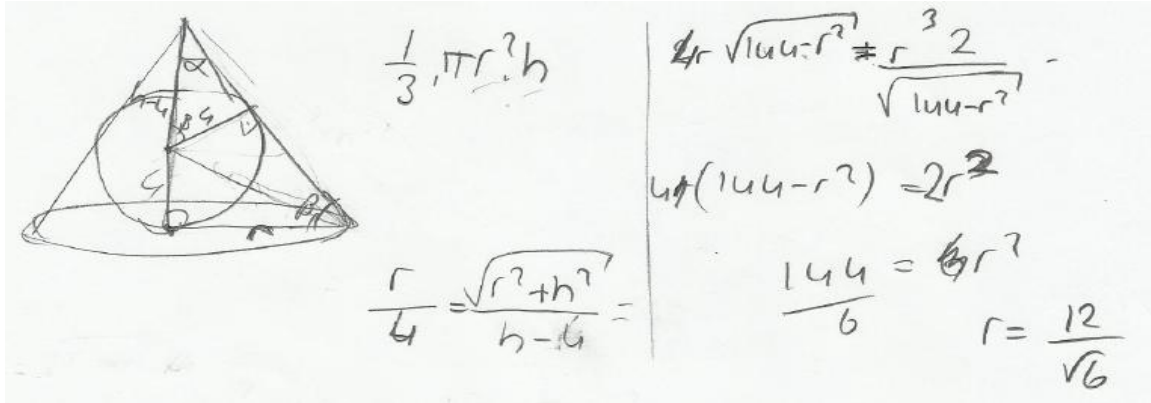
A: π kalsın π . r 'yi bulmanın bir yolu. Üçgenler var burada ve diklikler var. 30-60-90 yaptın.

Yine burası dedin ki 60'ın karşısı 8, şeyden buldun 8, 12. 60'ın karşısı 12, 30'un karşısı $4\sqrt{3}$ olur dedin.

Sezgisel olarak en küçük hacim elde etmek için 30-60-90 üçgeninin olması gerektiğini ifade ettiğinden “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.6.4 Emre'nin Altıncı Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayının bu problemi çözme sürecinde izlediği yol aşağıdaki gibidir



Şekil 4.39 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü

A: Bir konimiz var içine küre koyacağız. Koninin hacmini nasıl hesaplıyorduk?

E: πr 'nin dışında ne vardı? Yerleştiriyor. Sonra buraya ihtiyacım var. Benzerlikten yaparsak. Burada alfanın karşısı 4 birimdi burada r , sonra şurası da $r^2 + h$ dir.

E: Buradan hangisini çeksem acaba? Hepsini r cinsinden yazıyorum o zaman.

A: Başka bir yoldan denesen?

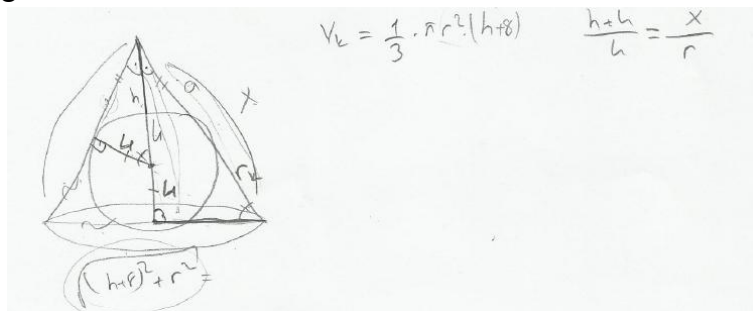
A: Benzerlik kullanman güzel başka bir açıdan benzerlik kullansan? Zaten r^2 'yi buldun sen.

r değerini bulup yerine yazıyor ve sayısal bir sonuç elde ediyor.

Yükseklik ile yarıçap arasındaki bağlantıyı kuracak ve birbiri cinsinden ifade etmesini sağlayacak çözüm yolunu araştırdığından ve çeşitli denemelerde bulunduğundan “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.6.5 Bilal'in Altıncı Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayı ile altıncı problemi çözüm aşamasında yaşanan diyalog ve Bilal'in verdiği cevap aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.40 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü

B: Koniye çizelim. Bunun içine yarıçapı 4 birim olan küre yapacağız. (Yükseklik ve yarıçapı çiziyor. Şekil üzerinde eşit olan yerleri gösteriyor. Harflendirmeler yapıyor.)

B: Yarıçaptan yüksekliğe nasıl geçeceğim?

A: Yine ikisini birbiri cinsinden yazabilir misin?

B: Evet ben de onu düşünüyorum ama onu yapamıyorum.

A: Önceki soruda pisagoru kullandın ama bu soruda ne yapmalısın?

B: Benzerlik mesela. Şu açılar da eşit diyelim o zaman. Benzerliği kullanalım. Şuraya h dersem...

A: Yazmaya başla sen benzerlik ifadesini. $h+4/4=x/r$

A: Bu x değerini nerede kullanacaksın?

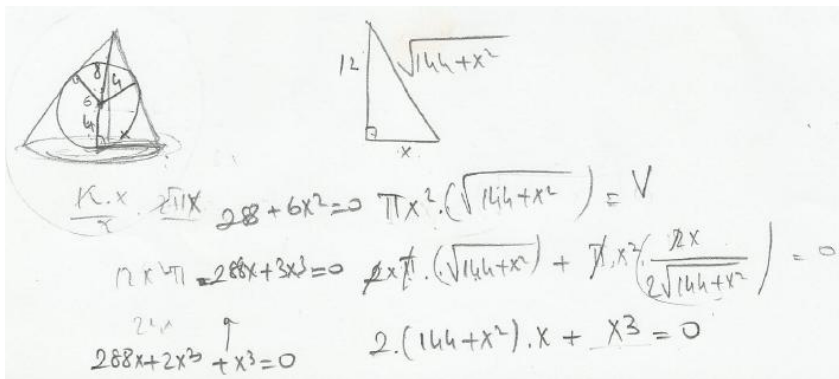
B: Diğer kenarı kullansam burayı da bilmiyorum. $h+8$ li ifadeyi yazıp desem olur mu diyor.

B: Ama çok uzun olacak. Başka bir yolu mu var acaba? Çözemiyorum...

En küçük hacim elde edilebilmesi için hem yüksekliğin hem de taban alanının birlikte değişiminin gerekli olduğunu bildiğinden ve yükseklik ile yarıçap arasındaki bağlantıyı kuracak ve birbiri cinsinden ifade etmesini sağlayacak çözüm yolunu araştırdığından ancak sonuca ulaşamadığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY) seviyesindedir.

4.2.6.6 Gamze'nin Altıncı Probleme Verdiği Cevap

Gamze'nin altıncı problem için belirlediği çözüm yolu ve klinik mülakatlar sırasında araştırmacı ile arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:



Şekil 4.41 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü

A: Orasına 8 niye dedin?

G: Şey burası 4 ise o zaman 2 katı 8 olur.

A: Koninin hacmi neydi?

G: πx^2 çarpı yanal yüzey evet yanal yüzey.

Yazdığı cebirsel ifadenin türevini alıyor.

A: Burada ne düşündüğünü anlamadım.

G: Şöyle düşündüm aslında biraz mantıksız da şu an ben hacmi hatırlayamadım. Üçgensel kesitten $2\pi x$ tane var olduğunu düşündüm ama burada çok farklı çıkıyor.

Türev için işlemleri yapıyor.

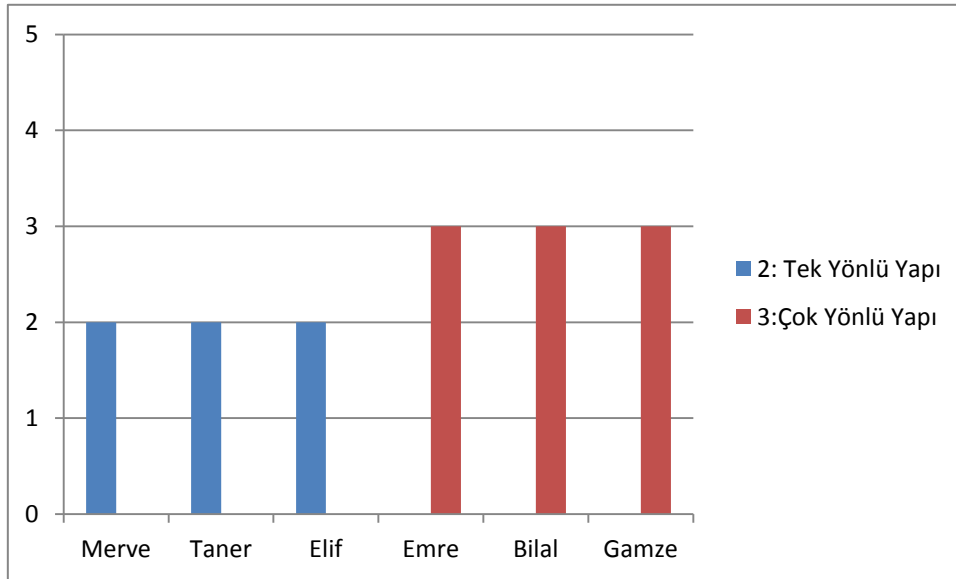
G: $288 + x^2 = 0$ oldu ama eksi geldi buradan. Olmaz ki.

A: Çıkmadı mı? Demek ki bir yerde hata yaptın ya da işlem hatası.

G: İşlem hatası çok yaparım da burada hata yapacağımı sanmıyorum.

Çözümü araştırırken çeşitli denemelerde bulunmasına rağmen işlem hataları yaptığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.6.7 Öğretmen Adaylarının Altıncı Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri



Şekil 4.42 Öğretmen Adaylarının Altıncı Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

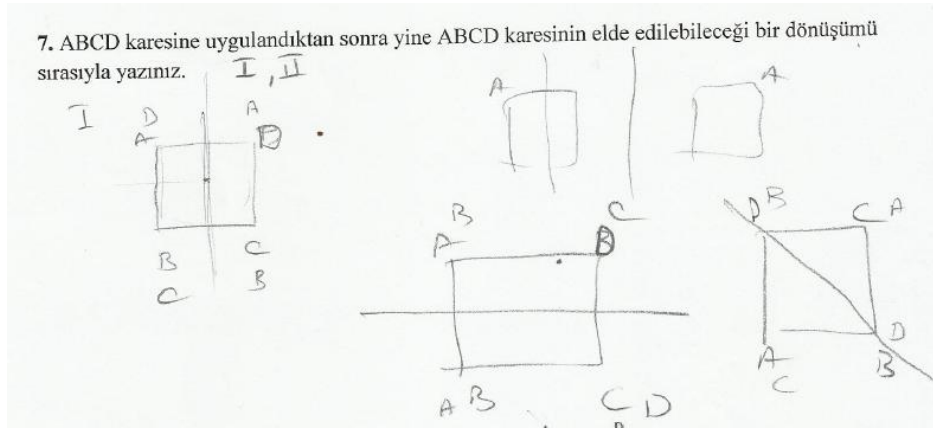
Altıncı probleme verilen cevaplara göre 3 öğretmen adayı tek yönlü yapı seviyesinde iken 3 öğretmen adayı çok yönlü yapı seviyesindedir. Sadece iki farklı seviyeye uygun cevaplar verilmiş olup yapı öncesi seviye, ilişkisel ve genişletilmiş soyut seviyeye ait özellikler

gösteren cevaplara rastlanmamıştır. Genele bakıldığında ise tek yönlü yapı ve çok yönlü yapı seviyesinden eşit sayıda cevap alınmıştır.

4.2.7 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Bulgular

4.2.7.1 Merve'nin Yedinci Probleme Verdiği Cevap

Merve problemi anlamadığını belirterek tekrar okumuştur. Her bir dönüşümü anlamaya çalışmıştır. Tek tek her birini yapmıştır. Bu süreçte araştırmacı ile arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:



Şekil 4.43 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü

M: Bunu ilk baştakine göre mi yapacağım yoksa ilkinde göre mi?

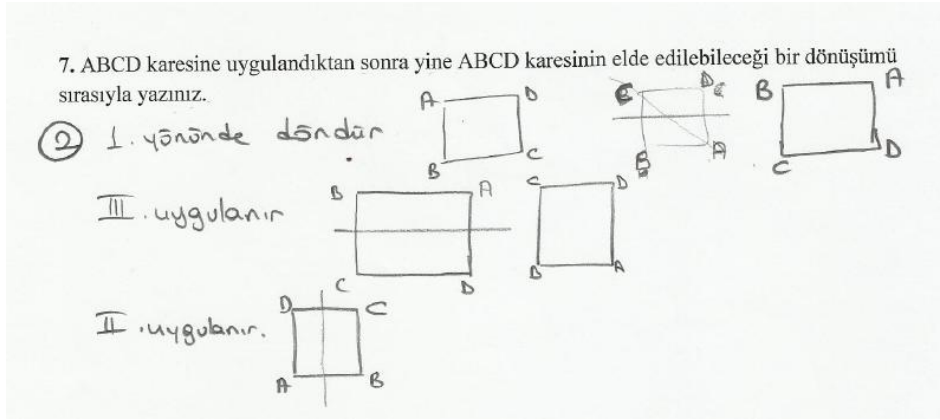
A: Şimdi aynı şeye dönüştürmem lazım değil mi?

M: Şuranın D olması için 2'yi oluşturalım. Ya da önce 1 sonra 2.

Başlangıçta verilen adımların sırası ile takip edileceği düşüncesine odaklanarak çözüm üretmeye çalıştığından ve sonrasında da yanlış bir dönüşüm belirlediğinden “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.2.7.2 Taner'in Yedinci Probleme Verdiği Cevap

Taner'in yedinci problem için yaptığı dönüşümler ve araştırmacı ile arasında geçen konuşmalardan bir bölüm aşağıdaki gibidir:



Şekil 4.44 Taner'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü

T: Önce bir yönünde döndürürüm.

A: O zaman ne elde edersin?

Çiziyor.

A: Bir daha döndürüyorsun. Bir uyguluyorsun yani.

T: Ben tekrar bu kareyi elde edeceğim değil mi?

A: Evet.

T: Biri iki kere uyguladım.

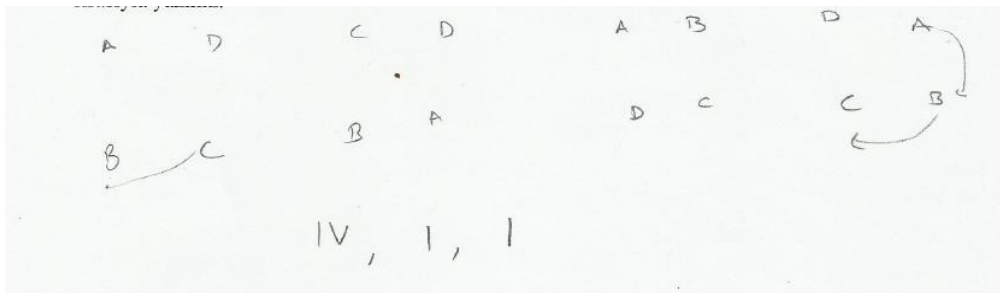
A: Sonra

T: Üçü uygulayacağım. Üst üste katlanmış gibi olacak. Tekrar ters çevirmem gerekecek. Onun için de dikey olarak gelecek. İkiyi uygulayım.

Sonuca ulaştıran çok sayıda dönüşüm seçeneğinin sunulabileceğini belirttiğinden ve bu aşamada doğru adımlar attığından "İlişkisel Yapı (İY)" seviyesindedir.

4.2.7.3 Elif'in Yedinci Probleme Verdiği Cevap

Elif'in yedinci problem için belirlediği dönüşümler ve araştırmacı ile arasında geçen diyalog aşağıda yer almaktadır:



Şekil 4.45 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü

E: Yine harfler buradaki gibi değil mi?

A: Dikey olarak geçecek.

E: Böyle mi çevirsek

A: 2 boyutlu olduğundan tam orta noktalarından yani ortasından dikey olarak geçiyor.

E: Bu parçayı düşüneceğim sonra bu parçayı mı düşüneceğim.

A: Bu doğruya göre simetriğini alıyorsun. O zaman noktalar yer değiştiriyor. Simetriğini alıyorsun. Sen bir dönüşüm bulacaksın, bir sürü ihtimal var. ABCD den sonra yine ABCD ye geleceksin.

E: Bunları sıraya mı koyacağım?

A: Bir şey düşüneceksin işte. Bir dönüşüm düşüneceksin. En sonunda dönüşümler sonunda ABCD'yi elde edeceksin. Bu sırayla olmak zorunda değil. Senin düşündüğün sırayla olacak.

E: Birşeyi 2 defa uygulayabilir miyim?

A: Uygulayabilirsin. 2 defa, 3 defa ya uygulamadıkların da olabilir içinde

E: O zaman 4, 1, 1.

A: 4'ü yaptın

E: 4'ü yaptığımda bu hale geliyor. Sonra 90° çevirdiğimde böyle

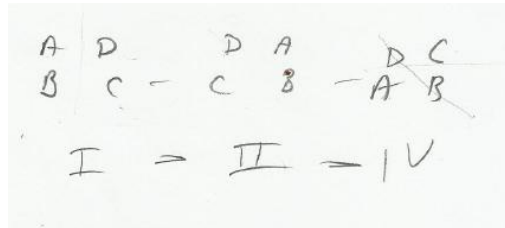
A: 4, 1, 1 diyorsun yani son olarak

E: Evet.

Dönüşümler sonunda yine ABCD karesini elde edebilmek için çeşitli denemelerde bulunmuştur ancak yanlış dönüşümler yapıp dolayısıyla sonunda ABCD karesini elde etse bile doğru olmayan bir dönüşüm dizisi bulduğunda “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.7.4 Emre'nin Yedinci Probleme Verdiği Cevap

Emre önce dönüşümleri okumaya başlıyor. İki tanesini okuduktan sonra bırakıyor. Aşağıdaki diyalog araştırmacı ile arasında geçmektedir:



Şekil 4.46 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü

E: Ben bunları ne yapacağım şimdi? Bunların hepsini mi uygulayacağım?

A: ABCD karesi var dönüşümler uyguluyorsun yine ABCD karesini elde ediyorsun. Böyle dönüşümlerden birisini istiyor.

E: (Dördüncüyü okuyor.) Bunu her zaman yapabilirim değil mi? Sonuçta yine ABCD'yi elde edeceğim. Önce 1'i yapayım. Ondan sonra iki sonra 4 ve 3. Bakayım doğru mu?

E: Ama yine ABCD karesini kullanmalıyım. O zaman önce 1 sonra diğerlerini yapınca oluyor.

Sonuca ulaştıran çok sayıda dönüşüm belirleyip bu aşamada doğru dönüşümler yapmıştır. Sonraki adım için neyi kullanması gerektiğini önceden kestirmiştir. Dolayısıyla “İlişkilendirilmiş Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.2.7.5 Bilal'in Yedinci Probleme Verdiği Cevap

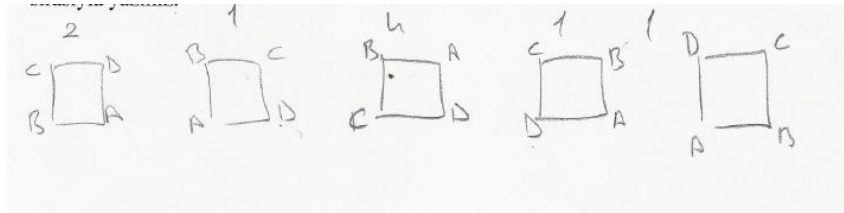
Öğretmen adayı önce dönüşümleri sırasıyla okumaya başlıyor sonra bırakıp önce soruyu okuyor. Araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

B: Önce 2 ve 1 dönüşümlerini yapayım.

B: Şimdi ben burada ne yaptım 2 ve 1'i yaptım. D ve B ye göre simetrik alayım. Buradan da 2 kere 1'i uygularsam gelir. En kısa yol dememiş farklı yollardan da yapılabilir.

A: Bir dönüşümü soruyoruz zaten.

B: Aynısı oldu.

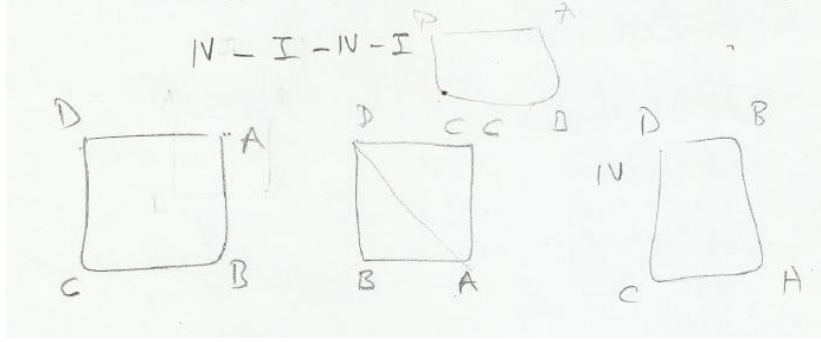


Şekil 4.47 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü

En az adımla ve işlemle en kısa sürede sonuca ulaştığında ve çok sayıda alternatif yol geliştirebileceğini belirttiğinden “Genişletilmiş Soyut (GSY)” seviyesindedir.

4.2.7.6 Gamze'nin Yedinci Probleme Verdiği Cevap

Gamze'nin yedinci problem için yaptığı dönüşümler ve bu süre içinde araştırmacı ile arasında geçen diyalogdan bir parça aşağıdaki gibidir:



Şekil 4.48 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü

G: Şimdi hepsini tek tek yapacak mıyım, tek tek çizecek miyim?

A: Öyle dönüşüm yapacaksın ki tekrar ABCD karesini elde edeceksin.

G: Önce 1'i kullandım sonra 3'ü

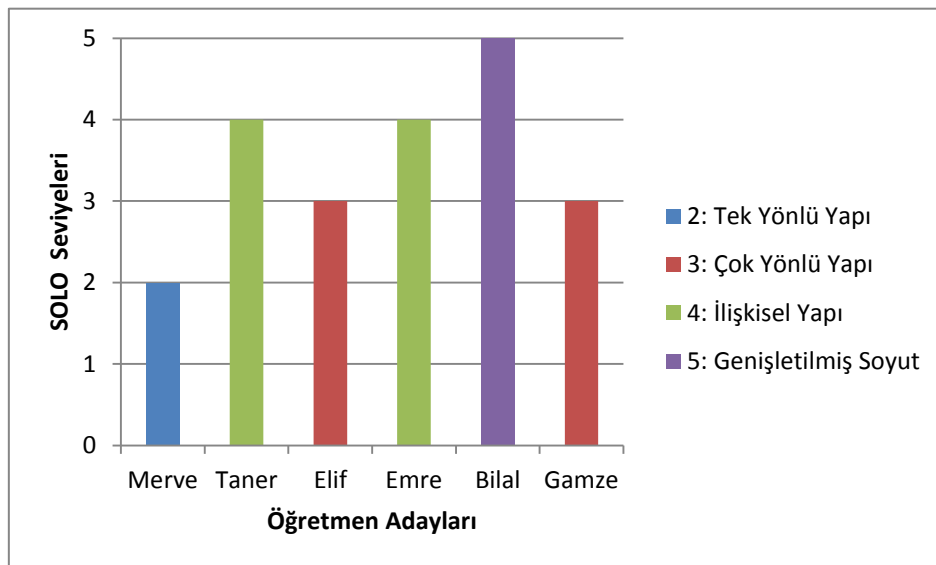
A: O zaman ne olduğunu yazar mısın?

G: (Şekli çiziyor.) Olmadı.

G: O zaman önce 4 sonra 1, sonra buradan tam tersi tekrar alırsak tekrar 4 alırsak sonra tekrar 90 derece ama aynı şeyleri yaptım yine kabul olur mu?

Çözümüne ulaşmak için yanlış dönüşümler yaptığından dolayısıyla takip eden dönüşüm de yanlış olduğundan "Çok Yönlü Yapı (ÇY)" seviyesindedir.

4.2.7.7 Öğretmen Adaylarının Yedinci Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri



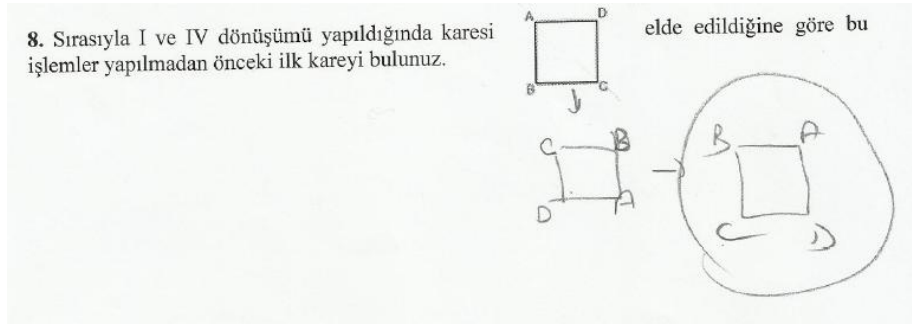
Şekil 4.49 Öğretmen Adaylarının Yedinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

Yedinci probleme verilen cevaplara göre 1 öğretmen adayı tek yönlü yapı seviyesinde, 2 öğretmen adayı çok yönlü yapı seviyesinde, 2 öğretmen adayı ilişkisel yapı seviyesinde iken 1 öğretmen adayı genişletilmiş soyut yapı seviyesindedir. Bu soruda dört farklı seviyede cevap verilirken sadece yapı öncesi seviyeye ait cevap verilmemiştir. Ayrıca çok sık rastlanmayan genişletilmiş soyut yapı seviyesinden de bir cevaba rastlanmıştır.

4.2.8 Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Bulgular

4.2.8.1 Merve'nin Sekizinci Probleme Verdiği Cevap

Merve problemin çözümü için verilen sıranın tersini kullanarak çözüme ulaşma konusunda doğru bir adım atmıştır. Ancak bu soru için AC eksenine göre simetri alması gerekirken BD eksenine göre simetri almış ve yanlış kareye ulaşmıştır.



Şekil 4.50 Merve'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü

M: Önce dördün yapılmış halini bulacağım, sonra bire döneceğim.

A: Bu eksene göre simetri alman gerektiğine emin misin?

M: Evet

Hem I ve IV dönüşümlerini uygulayacağının hem de sonunda verilen kareyi elde edeceğinin farkındadır ve iki bilgi arasında bağlantı kurmaya çalışır. Ancak bu aşamada simetri eksenini belirleme konusunda yanlış bir algılama olduğundan “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.8.2 Taner'in Sekizinci Probleme Verdiği Cevap

Sekizinci problem için öğretmen adayının verdiği cevap ve araştırmacı ile arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

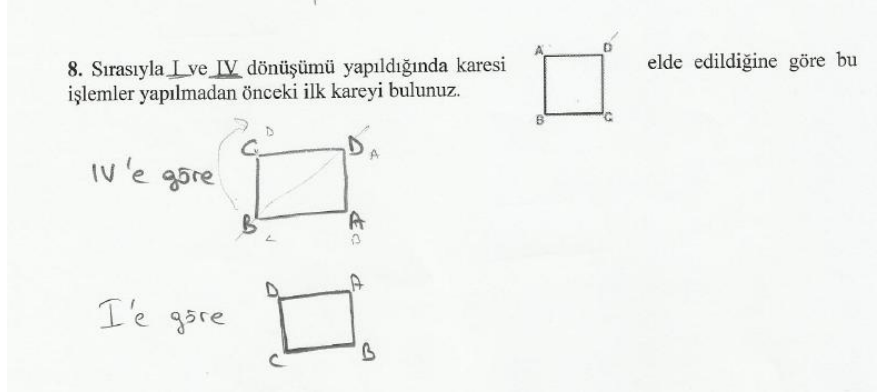
T: Şimdi bu kare yok artık değil mi? Başka bir kare.

A: Dönüşümden sonra elde edilen kare verilmiş ilk hali soruluyor?

T: Şurası o zaman aynısı olacak. Şu ikisi yer değiştirmiş olacak dörde göre.

A:Önce dördü mü yaptın?

T:Evet tersten gitmen gerekecek. Ondan sonra bire göre de saat yönü böyleyse tam tersi o zaman A yukarı çıkacak hepsi bir kayacak. Evet öyle olacak.

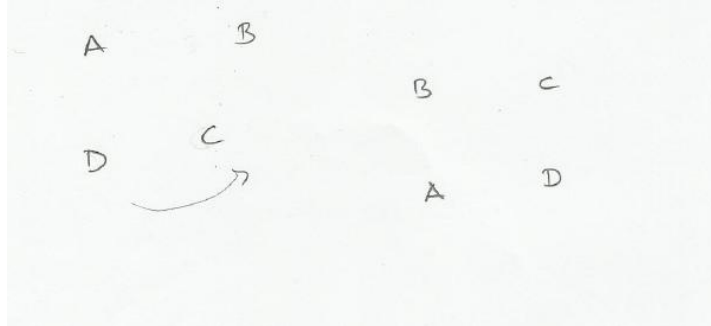


Şekil 4.51 Taner'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü

I ve IV dönüşümlerini uygulayacağını ve sonunda verilen kareyi elde edeceğini bilincindedir ancak dördüncü adımda yanlış bir yerden simetri aldığından istenilen kareyi elde edememiştir. Dolayısıyla “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.8.3 Elif'in Sekizinci Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayının sekizinci probleme verdiği cevap ve klinik mülakat sırasında araştırmacı ile arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:



Şekil 4.52 Elif'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü

E: 1 yapıldığında şu hale geliyordu. Sonra 4 dönüşümü yapıldığında D, B noktalarını yine şunu mu alacağız, bunu mu alacağız?

A: Yönergede gösterildiği gibi alacaksın.

E: 1 dönüşümünden sonra D buraya gelecek B buraya gelecek.

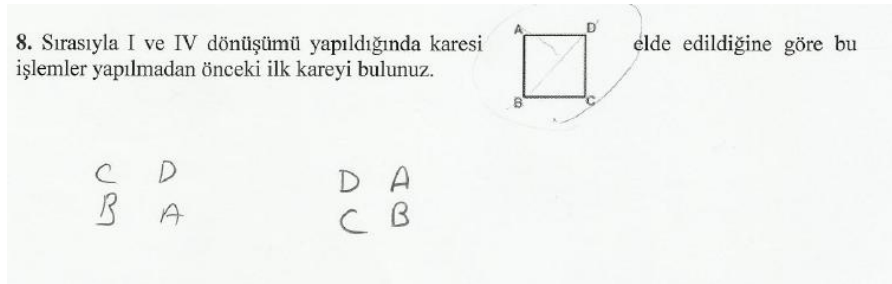
A: Bu dönüşümler yapıldıktan sonra bu hale geliyormuş o zaman ilk hali ne? İlk halinden sonra bu dönüşümleri yapıyoruz ve bu elde ediliyor. Yani dönüşümden önceki halini bulacaksın.

E: Sonra 1'i yaptığımızda 90 derece saat yönünde döndürdüğümüzde şöyle: B, C, D, A.

İstenen kareyi elde etmek için dönüşümleri tersten uygulayarak ve önce ikinciye sonra da birinciye kullanarak karenin ilk halini bulduğunda “İlişkilendirilmiş Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.2.8.4 Emre'nin Sekizinci Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayı problemi çözerken dönüşümleri verilen sıranın tersinden ve ters yönde kullanacağını farkındadır. Problem için çözümü ve araştırmacı ile arasında geçen diyalogdan bir parça aşağıdaki gibidir:



Şekil 4.53 Emre'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü

E: Önce bu taraftan çizeceğim. (BD'ye göre simetri alıyor.)

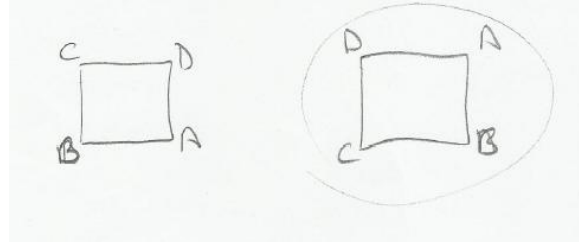
A: Sonra?

E: Doksan derecenin tersinde çeviririm.

I ve IV dönüşümlerini uygulayacağını farkında olduğundan ancak son kareyi elde edebilmek için yaptığı dönüşüm sırasında farklı bir eksene göre simetri aldığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.8.5 Bilal'in Sekizinci Probleme Verdiği Cevap

Bilal problemin çözümü için tersinden gidilmesi gerektiğini belirtmiştir. Ancak dördüncü dönüşümü yaparken yanlış bir adım atmıştır.



Şekil 4.54 Bilal'in Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü

B: Tersini yapacağım. Önce 4 ü yapacağım. D ve B noktalarına göre simetrik alınmış. Ben tersine döndüreceğim. Buradaki şekle göre.

A: Oradaki DB buradaki AC olmuyor mu?

B: O zaman daha farklı ifade etmesi gerekirdi sanki.

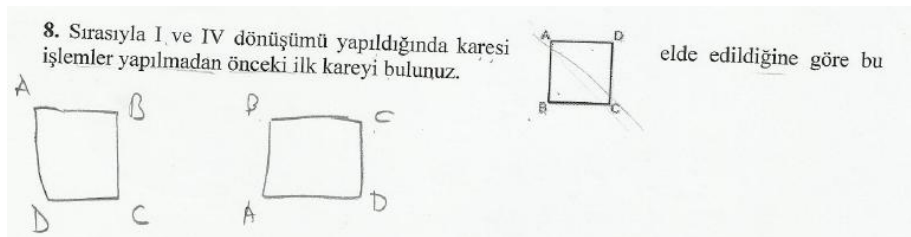
A: Öyle mi düşünüyorsun?

B: Evet böyle kalsın.

Son kareyi elde edebilmek için doğru dönüşümler kullanmış ancak dördüncü adımda simetriyi yanlış eksene göre aldığından ve dolayısıyla yanlış bir kare elde ettiğinden “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.2.8.6 Gamze'nin Sekizinci Probleme Verdiği Cevap

Öğretmen adayı problemin çözümü için doğru adımlar atıp tersinden giderek karenin dönüşümlerden önceki halini bulmuştur. Soru için verdiği cevap ve araştırmacı ile arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:



Şekil 4.55 Gamze'nin Uzamsal Görselleştirme Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü

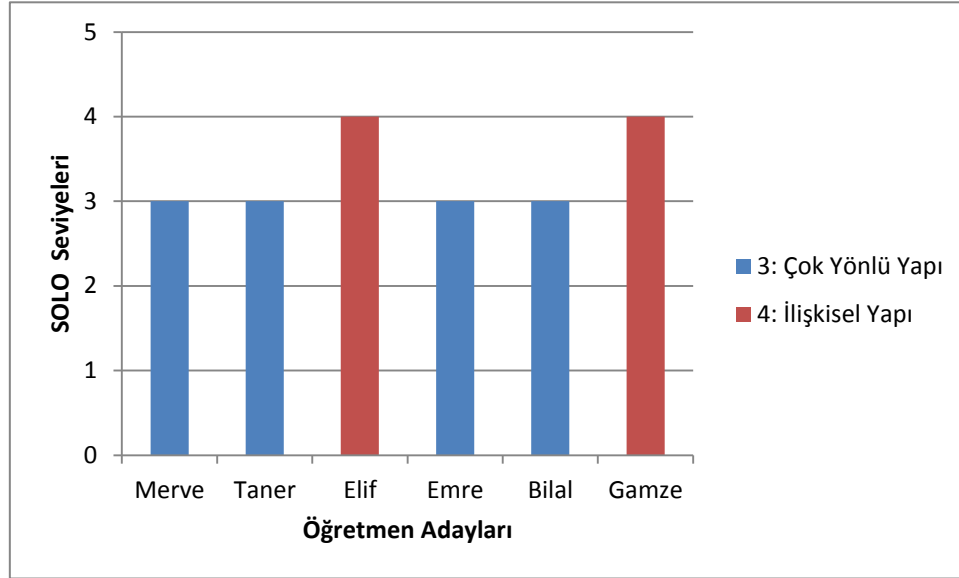
G: Önce dört dönüşümünü yaparsak yani dört dönüşümü yapılmadan önce bu oluyormuş.

A: Ne yaptın şimdi burada?

G: Önce 4'ü uyguladım. 4'ün tersini yaptım. Ondan sonra da 1'in tersini yaptım.

Öğretmen adayının problemde ne istendiği hakkında net bir fikri olduğundan ve istenen kareyi elde etmek için dönüşümleri tersten uygulayarak karenin ilk halini doğru bir şekilde bulduğundan “İlişkisel Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.2.8.7 Öğretmen Adaylarının Sekizinci Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri



Şekil 4.56 Öğretmen Adaylarının Sekizinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

Sekizinci probleme verilen cevaplara göre 4 öğretmen adayı çok yönlü yapı seviyesinde iken 2 öğretmen adayı ilişkisel yapı seviyesindedir. Bu soru için iki düşünme seviyesinin özelliklerine uygun cevaplar verilmiş olup yapı öncesi seviye, tek yönlü yapı, ilişkisel yapı ve genişletilmiş soyut yapı seviyesine uygun cevaplara rastlanmamıştır. Öğrencilerin çoğunluğunun cevabı çok yönlü yapı seviyesindedir.

Tablo 4.4 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Düzeylerine Göre Uzamsal Görselleştirme Becerileri

		Uzamsal Görselleştirme							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Düşük	Merve	T.Y	Y.Ö	T.Y	T.Y	T.Y	T.Y	T.Y	Ç.Y
	Taner	T.Y	T.Y	T.Y	Ç.Y	Ç.Y	T.Y	İ.Y	Ç.Y
Orta	Elif	Ç.Y	T.Y	Ç.Y	Ç.Y	T.Y	T.Y	Ç.Y	İ.Y
	Gamze	T.Y	T.Y	Ç.Y	Ç.Y	İ.Y	Ç.Y	Ç.Y	İ.Y
Yüksek	Bilal	İ.Y	İ.Y	Ç.Y	G.S.Y	İ.Y	Ç.Y	G.S.Y	Ç.Y
	Emre	İ.Y	T.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	İ.Y	Ç.Y

Tablo 4.4 ile uzamsal görselleştirme becerileri ile ilgili olarak her bir öğrencinin her bir soruya verdiği cevapların seviyesi özetlenmiştir. Tablo ayrıca öğretmen adaylarının cevaplarının seviyesini Purdue Uzamsal Görselleştirme Testine göre yer aldıkları 3 farklı seviyeye göre de inceleme ve yorumlama fırsatı vermiştir.

Düşük düzeyde uzamsal görselleştirme becerisine sahip Merve, 8 sorunun 6'sına tek yönlü yapı seviyesinde, 1 soruya yapı öncesi seviyede ve 1 soruya da çok yönlü yapı seviyesinde cevap vermiştir. Aynı düzeydeki Taner'in cevaplarının 4'ü tek yönlü yapı seviyesinde, 3'ü çok yönlü yapı seviyesinde ve 1'i de ilişkisel yapı seviyesindedir. Buradan düşük seviyede olan öğretmen adaylarının cevaplarının çoğunlukla tek yönlü yapı seviyesinde olduğu sonucu çıkmaktadır.

Orta düzeyde uzamsal görselleştirme becerisine sahip öğretmen adaylarına bakıldığında Elif, 8 sorunun 4'ünde çok yönlü yapı, 3'ünde tek yönlü yapı ve 1'i ilişkisel yapı seviyesindedir. Gamze'nin cevaplarının 4'ü çok yönlü yapı, 2'si tek yönlü yapı ve diğer ikisi de ilişkisel yapı seviyesindedir. Dolayısıyla orta seviyede öğretmen adaylarının cevapları çoğunlukla çok yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır.

Yüksek düzeyde uzamsal görselleştirme becerisine sahip öğretmen adaylarından Bilal'in cevaplarından 3'ü çok yönlü yapı, 3'ü ilişkisel ve ikisi de genişletilmiş soyut yapı seviyesindedir. Emre'nin cevaplarından 1'i tek yönlü yapı, 5'i çok yönlü yapı ve 2'si ilişkisel yapı seviyesindedir. Bu bilgiler ışığında yüksek seviyede öğretmen adaylarının da çok yönlü yapı seviyesinde olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.5 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi

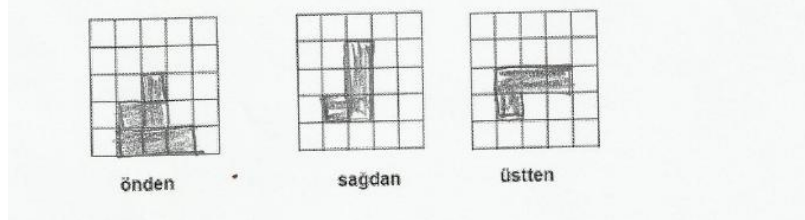
Uzamsal Görselleştirme				
Y.Ö	T.Y	Ç.Y	İ.Y	G.S.Y
1	16	20	9	2

Uzamsal Görselleştirme becerisine sahip öğretmen adaylarından 1'i yapı öncesi seviyede, 16'sı tek yönlü yapı seviyesinde, 20'si çok yönlü yapı seviyesinde, 9'u ilişkisel yapı seviyesinde, 2'si genişletilmiş soyut yapı seviyesindedir.

4.3 Uzamsal Yönelim Becerilerinin SOLO Modeline Göre İncelenmesi ile İlgili Bulgular

4.3.1 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Bulgular

4.3.1.1 Merve'nin Birinci Probleme Verdiği Cevap

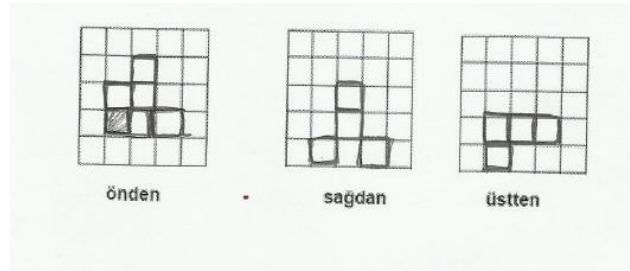


Şekil 4.57 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü

M: Sağdan şöyle bir üçlü görürüm yanında da şu tekliyi görürüm. Üstten baktığımda şöyle yatayda bir üçlü göreceğim ve şurada şunu göreceğim.

Merve birinci problem için üç farklı yönden de görünümlerini doğru olarak çizmiştir. Bu bölümün ikinci problemine verdiği cevap da göz önüne alındığında “İlişkisel Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.3.1.2 Taner'in Birinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.58 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü

A: Önden baktığın zaman ne görüyorsun ne görünür onu çizeceksin?

T: Aslında görünmez.

A: İki boyutlu hallerini düşünürsek. O zaman görür müsün?

T: Şimdi biz bir binaya bakıyoruz. Şu arayı görür müyüm? Uzaktaki biraz daha küçük olacak sadece.

A: O zaman boyutları mı farklı olur.

T: Yok aynı olur yine.

A: Şu altta yok mu yani bir şey?

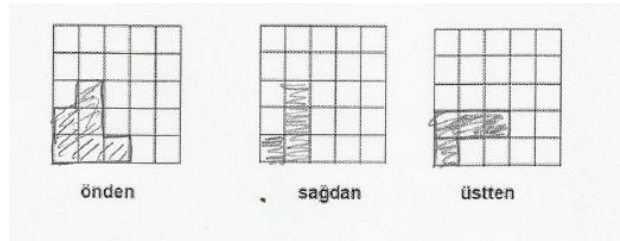
T: Yok göremeyeceğim onu.

A: Ama çok doğru değil gibi bence?

T: Yanlış

Taner farklı yönlerden görünümünün her birini doğru olarak oluşturamadığından “ Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.3.1.3 Elif'in Birinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.59 Elif'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü

A: 2 boyutlu çizeceksin. Önden nasıl görünür, sağdan nasıl görünür, üstten nasıl görünür?

E: Buradan baktığımızda.

A: Ama 2 boyutta çizeceksin onları buraya. Yani oraları eklersen eğer 3 boyutta çizmiş olursun. Yani buraya kareler çizeceksin sadece.

E: Yani böyle mi?

A: Tamam.Sağdan,...

E: Bu kadar mı?

A: Evet bu kadar mı sağdan hali bu. Bir de üstten. Tamam

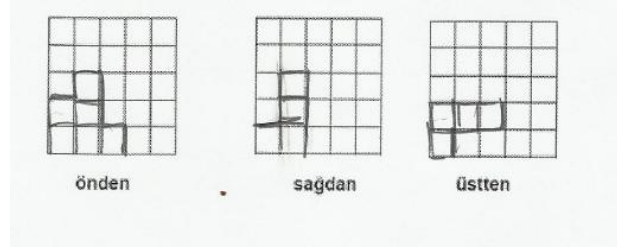
E: Önden düşününce...

A: Şurası altıymış gibi görünüyor ya yani şöyle şurası aslında.

E: Hani önden hali burası şimdi.

Elif birinci problem için üç farklı yönden de görünümünü doğru olarak çizmiştir. Bu bölümün ikinci problemine verdiği cevap da göz önüne alındığında farklı yönlerden görünümüleri arasında bir ilişki kuramadığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.1.4 Emre'nin Birinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.60 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü

A: Her birim buradaki bir birim mi?

E: Evet.

A: Şeklin önündesin öyle düşün. O zaman direkt böyle görüyorum yani başka ne göreceğim.

E: Sağdan görüntüsü de şöyle bir şey. Oldu mu?

A: Üstten görünümünü de çiz.

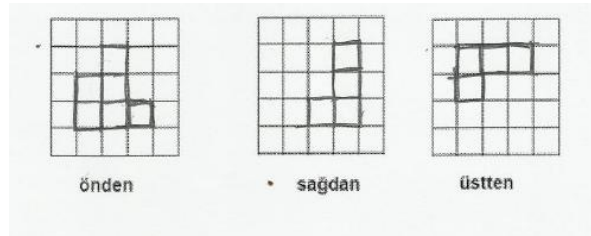
E: Bu kadar

A: Burada bir şey sormak istiyorum. Şekillerin önden görünümüleri ile arkadan görünümüleri ya da alttan görünümüleri üstten görünümüleri ve sağdan görünümüleri ile soldan görünümüleri arasında bir ilişki var mıdır? Her zaman aynı mıdır, şekilden şekle farklılık gösterebilir mi?

E: Şekilden şekle göre değişir bence. Buradan görüyorsam üstten görüyordur aynısıdır. Mesela burada üçgen olsa yok ya aynı olur.

Emre birinci problem için üç farklı yönden de görünümelerini doğru olarak çizmiştir. Bu bölümün ikinci problemine verdiği cevap da göz önüne alındığında “İlişkisel Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.3.1.5 Bilal'in Birinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.61 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü

B: Önden çiziyorum. 2 tane kutu öne doğru şöyle. Yani 3 tane şöyle var sonra da 1 tane gelmiş.

A: Birim karelere göre göre çizersen

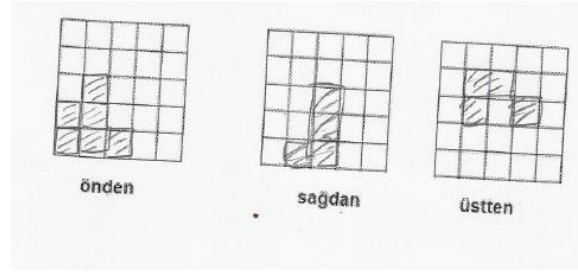
B: Sağdan baktığımda önce iki kutu görünür sadece. Biri üç biri de bir tane olacak.

A: Tamam

B: Üstten de bir böyle görünüyor bir de böyle görünüyor. Şöyle çizeyim. 3 tane şöyle görünüyor. 1 tane de bu tarafa doğru.

Bilal birinci problem için üç farklı yönden de görünümelerini doğru olarak çizmiştir. Bu bölümün ikinci problemine verdiği cevap da göz önüne alındığında farklı yönlerden görünümüleri arasında bir ilişki kuramadığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.1.6 Gamze’nin Birinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.62 Gamze’nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Birinci Probleme İlişkin Çözümü

G: Önden derken?

A: Sen şeklin önündesin, önden bakıyorsun ve iki boyutta çiziyorsun.

G: Buradaki kareler her biri bir kareye eşit mi olacak?

A: Evet birim kareler.

G: Üstten bakıldığında 2 tane tek iki tane de üstte.

A: Şimdiburada bir şey sormak istiyorum. Şimdi burada verilmiş önden görünümüleri ile arkadan görünümüleri aynı olmak zorunda mıdır? Ne zaman farklı olur?

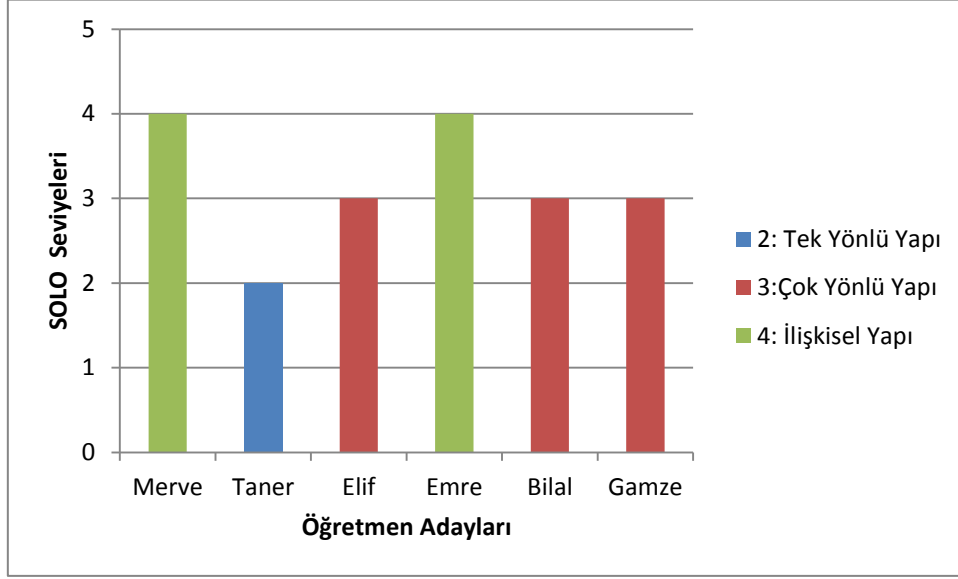
G: Düşündüğümüzde her zaman aynıdır.

A: Sağdan-soldan da mı aynı şekilde, ya da üstten alttan?

G: Ama şöyle olabilir mesela. Buradan bakıyoruz. Bizim arkadan göremediğimiz kutunun boş olduğunu düşünersek ...evet evet aynıdır.

Gamze birinci problem için üç farklı yönden de görünümelerini doğru olarak çizmiştir ancak farklı yönlerden görünümüleri arasında bir ilişki kuramadığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.1.7 Öğretmen Adaylarının Birinci Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri



Şekil 4.63 Öğretmen Adaylarının Birinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

Birinci probleme verilen cevaplardan yararlanarak hazırlanan sütun grafiğine göre 1 öğretmen adayı tek yönlü yapı seviyesinde, 3 öğretmen adayı çok yönlü yapı seviyesinde ve 2 öğretmen adayı da ilişkisel yapı seviyesinde yer almaktadır. Bu sorulara verilen cevaplar en yüksek ilişkisel yapı, en düşük tek yönlü yapı seviyesindedir. Yapı öncesi seviye ve genişletilmiş soyut yapı seviyesine uygun cevaplara rastlanmamıştır. Öğrencilerin yarısının cevabı çok yönlü yapı seviyesindedir.

4.3.2 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Bulgular

4.3.2.1 Merve'nin İkinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.64 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü

M: Düz baksam yanını göremem bence. Önünden bakarsam şöyle bir üçgen görürüm sadece. Sağdan bakarsam sadece dikdörtgenler prizması olduğundan sadece şurasını görürüm. Alttan bakarsam da yatay olarak böyle bir şekil olur.

A: Bunları çizerken nasıl bir yol izledin? İlk iki soruda üç boyutta verilen şekilleri 2 boyutlu düzleme aktarma ile ilgili sorular vardı.

M: Bir cisme bakarak yaptım.

A: Sorularda önden görünümlerini sorduk mesela, ama arkadan görünümeleri nasıl olabilir? Yine sağdan görünümü ile soldan görünümü, üstten görünümü ile alttan görünümü arasında bir ilişki olabilir mi?

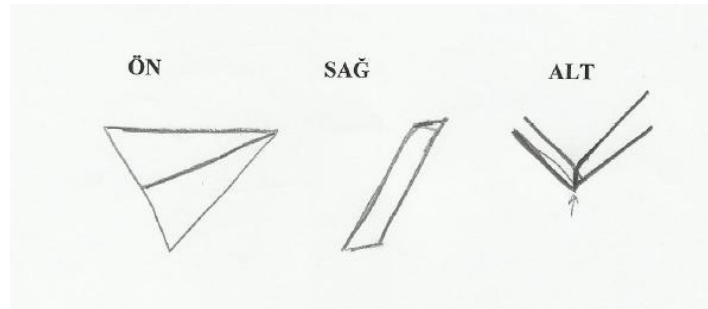
M: Simetriği gibi

A: Her zaman simetriği midir?

M: Evet.

Öğretmen adayı önden ve sağdan görünümü doğru çizerken alttan görünümün çiziminde hata yapmıştır. “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.2.2 Taner’in İkinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.65 Taner’in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü

T: O zaman ben kendimi çok küçülmüş şekilleri çok büyümüş gibi düşünüyorum.

A: Ne düşünüyorsun şimdi?

T: Şuradan bakınca kenarlarını görmem asıl burasını görürüm. Alttan da baksam şu tarafa doğru şöyle gidecek. Böyle bir şey görünecek.

T: Burada önden görünümü sormuş peki arkadan görünümü nasıldır? Aralarında herhangi bir ilişki var mıdır? Aynı mıdır, farklı olabilir mi?

A: Bence farklı buradan daha fazla şey görünüyor gibi. Arkadan bunlar görünmez.

T: Ama buna göre aynı bence.

A: Burada aynı ama her zaman aynı mıdır? Farklılık olur mu?

T: Olur bence .

A: Ne zaman farklılık olur.

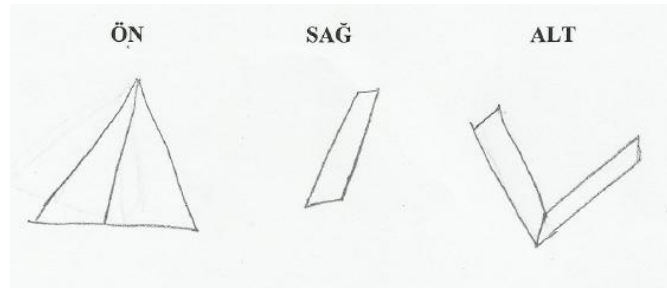
T: Aynı olacak.

A: Her zaman mı?

T: Evet.

Öğretmen adayı tüm yönlerden görünümelerini doğru bir şekilde çizemediğinden ve şekillerin sağ-sol, ön-arka, alt-üst görünimleri arasında bir ilişki olup olmadığı sorulduğunda ilişkilendirme yapamadığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.2.3 Elif'in İkinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.66 Elif'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü

A: Önünde büyük bir nesne varsa önüne baktığında sadece önünü görürsün 2 boyutta. O üçgense üçgeni görürsün. Birim küpse birim küp yan yana 2 taneyse onları görürsün. Burada olduğu gibi. Mesela yan yana 3 tane altta 3 tane küp görürsün. Üstte 2 tane küp görürsün. Yani önden arkadan görünenle kastettiğim şey o.

E: O zaman sadece üçgeni

A: Evet sadece üçgeni görürsün mesela burada. Üçgen halini görürsün.

E: Sağdan direkt şu kenar.

A: Tamam. Alttan bakıyorsun bir de.

E: Yani doğru şu an de mi şöyle bir şey.

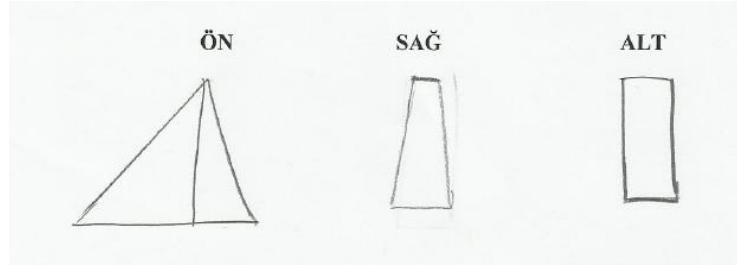
A: Evet alttan bakıyorsun. Alttan bakınca bu tarafı da görüyorsun bu tarafı da görüyorsun aslında. Şöyle şurada bulununca bu tarafı da bu tarafı da görüyorsun. Zaten biz 2 boyutta çiziyoruz. Bunda problem yok. Ama diğeri 3 tii. Öbür tarafa geçmeden önce bir şey söylemek istiyorum. Önden baktın, mesela burada arkadan bakışını sormadım ama önden bakışıyla arkadan bakışı aynı mıdır diye sağdan bakıldığıyla soldan bakıldığı. Birbirinin aynısı mıdır, yoksa aralarında bir ilişki var mıdır onların? Her zaman aynı olmak zorunda mıdır? Yoksa şekilden şekle farklılık gösterir mi?

E: Aynı olmaz bence. Ama o bağlantıyı kuramadım şimdi ben de.

A: Öyle olmak zorunda değildir diyorsun ama nasıl bir ilişki olduğunu bulamadın. Tamam geçelim o zaman.

Öğretmen adayı tüm yönlerden görünümelerini doğru bir şekilde çizmiştir ancak şekillerin sağ-sol, ön-arka, alt-üst görünüşleri arasında bir ilişki olup olmadığı sorulduğunda ilişkilendirme yapamadığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.2.4 Emre’nin İkinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.67 Emre’nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü

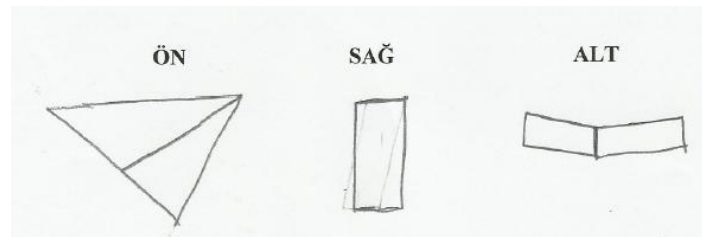
E: Şöyle görürüm. Başka bir şey görmüyorum çünkü.

A: Sağdan görünümünde bir eğim var mıdır? Direk paralelkenar gibi mi görünür?

E: Öyle görünür.

Öğretmen adayı bu soru için farklı yönlerden görünümelerini çizmiştir ancak çizim sırasında diğer yönlerin görünüşleri de kullanıp kullanamayacağını kestiremediğinden “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.2.5 Bilal’in İkinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.68 Bilal’in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü

B: Önden çiziyorum. Ön şurası o zaman sadece şunu çizebilirim. Sağdan o derinliği katamam sadece düz bir şey görünüyor. Onu yapayım mı?

A: Evet. O şekilde mi görürsün yoksa tam olarak dikdörtgen gibi bir şekil mi görürsün?

B: Hayır öne doğru eğildiğini görebiliyorsun ama nasıl çizebileceğimi bilemedim şu an. Çizilmiş olsa gösterebilirim aslında. Ama dikdörtgen görüyorsun. Yani şurası düz olacak. Alttan baktığımda şurası ortasındaki çizgisi diyelim yani şöyle iki tane dikdörtgen görürüm aslında.

A: Bu iki soruyla ilgili bir şey sormak istiyorum. Şekillerin önden görünümü ile arkadan görünümü her zaman aynı mıdır ya da sağdan görünümü ile soldan görünümü, aralarında herhangi bir ilişki var mıdır?

B: Her zaman aynı değildir buradaki şekilde önde bir tane daha kutucuk var. Aslında şu şekli çizdiğimizde arkadan baktığında aynı şey görünür. Aslında arkadan baksam yine aynı şeyi çizecektim ama 3 boyutlu olarak baktığımızda farklı görünür.

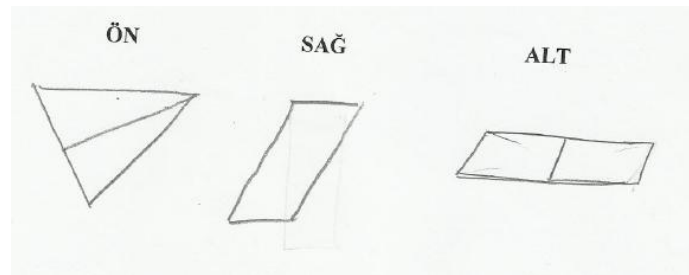
A: Burada 2 boyutlu görünümlerini karşılaştırıyoruz. Her zaman iki boyutlu görünümü aynı mıdır?

A: Üstten alttan, sağdan soldan aynı mıdır?

B: Aynıdır.

Öğretmen adayı tüm yönlerden görünümünü doğru bir şekilde çizmiştir ancak şekillerin sağ-sol, ön-arka, alt-üst görünümü arasında bir ilişki olup olmadığı sorulduğunda ilişkilendirme yapamadığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.2.6 Gamze’nin İkinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.69 Gamze’nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili İkinci Probleme İlişkin Çözümü

A: Eğim falan yoktur mu diyorsun?

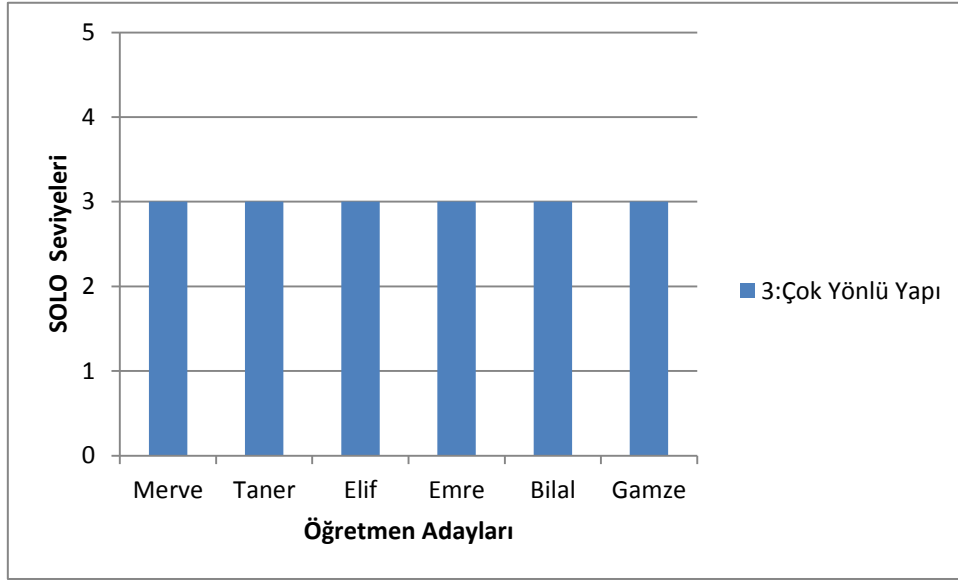
G: Paralel kenar gibi duruyor ya karşıdan

G: Şu şekilde eğimli evet görürüz.

G: *Alttan görünümü de şu noktalar da sanırım işaretlenmesi gerekiyor. Evet böyle olur bu boyutlar da eşit birbirine.*

Öğretmen adayı tüm yönlerden görünümünü doğru bir şekilde çizmiştir ancak şekillerin sağ-sol, ön-arka, alt-üst görünümleri arasında bir ilişki olup olmadığı sorulduğunda ilişkilendirme yapamadığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.2.7 Öğretmen Adaylarının İkinci Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

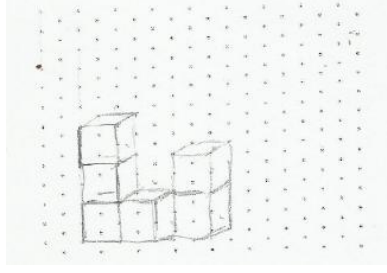


Şekil 4.70 Öğretmen Adaylarının İkinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

İkinci probleme verilen cevaplara göre öğretmen adaylarının hepsi çok yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır. Diğer SOLO seviyelerinde cevaplara rastlanmamıştır.

4.3.3 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Bulgular

4.3.3.1 Merve'nin Üçüncü Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.71 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü

M: Önden görünümü buymuş orada bir üçlü göreceğim. Hepsini mi buraya yerleştireceğim?

A: Önden, sağdan, üstten görünimleri soruda verilen bir şekil oluşacak

M: Her bir kenarını 2 birim olarak alayım. Şurada bir üçlü olacak. (sol üst) sonra tek bir tane olacak arada.(çiziyor.) Sonra da iki tane olacak. Şimdi bunu üç boyuta aktaralım.

A: Sağdan ve üstten görünimleri kullanmadın. Sadece önden görünümüne göre çizdin.

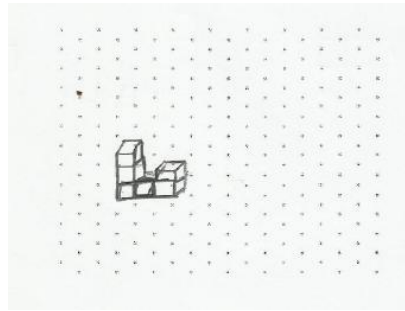
M: Öne baktığımda zaten bir üçlü oluşturmuş oldum. Üste baktığımda da bir üçlü var.

A: Sadece önden görünümünün verilmesi yeterli mi yani?

M: Arkadan görünümü verilseydi de ona bakardım. Çünkü sadece üst benim için yeterli olmuyor. Bu önde bütün küpleri görebiliyorum.

Verilen bilgilerin hangilerinin yeterli hangilerinin gerekli olduğunu ayırt eder. Çizim hangi yönü neden kullandığını mantıklı bir şekilde açıklar. Ancak bazen yanlış akıl yürütmeler yapabilir. Bu yüzden “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.3.2 Taner'in Üçüncü Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.72 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü

A: Burada küpü yapıyı çizeceksin.

T: Şurada üç tane üst üste çizeceğim.

A: Önce önden görünümüne göre mi bakıyorsun?

T: Evet.

T: Şimdi bu kenar buna yapışık olduğu için buraya çizerim.

A: Şimdi çizdin bunu?

A: Önden görümüne göre çizdin daha çok. Sağdan ve soldan görünümleri kullandın mı?

T: Şimdi üstten bakınca da şu bir, iki, üç tamam. Sağdan bakınca da tamam.

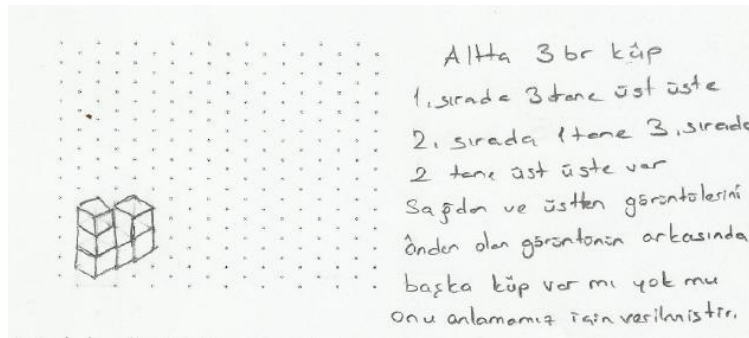
A: O zaman bu soruda sağdan ve soldan verip vermemesi önemli değil mi?

T: Ama kullanılır herhalde sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek amacıyla bence.

Verilen bilgilerin hangilerinin yeterli hangilerinin gerekli olduğunu ayırt eder. Çizim hangi yönü neden kullandığını mantıklı bir şekilde açıklar. Ancak bazen yanlış akıl yürütmeler yapılabilir. Bu yüzden “İlişkilendirilmiş Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.3.3.3 Elif’in Üçüncü Probleme Verdiği Cevap

Elif çizimi yaptıktan sonra sözel olarak da nerede nasıl bir yapı gördüğünü yazmıştır.



Şekil 4.73 Elif’in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü

A: Diğer sorudaki gibi küp çizeceksin. Çok düzgün olması için uğraşmana gerek yok. Küplü yapıları çizmen yeterli

E: Zor olan küp çizmek

E: Ortası 1 tane olacak da...

A: Tamam 1 tane var zaten ortada. Arkaları göremiyorsun ya sonuçta sen görüyormuşsun gibi çizmişsin. Anlayabildin mi?

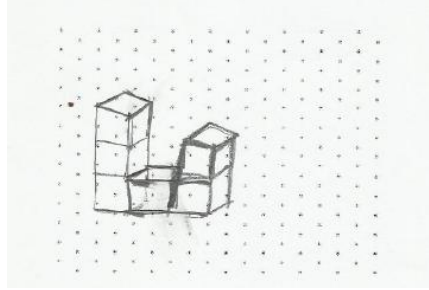
A: Bu tarafta 3 tane var yani sağdan bakıldığında o üç gözüktür. Kaç tane varsa o gözüktür üstten bakıldığında eğer üç taneyse tabanda üç taneyse o zaman şuradan bakıldığında da üç tane

E: Tamam o zaman onları boşuna mı vermiş. Yoksa kontrol amaçlı falan mı?

A: Yani kontrol amaçlı hani önden böyleyse hani bu önden görünümün arkasında bir daha olabilir.

Çizimi doğru bir şekilde yapar. Çizim için hangi yönü neden kullandığını mantıklı bir şekilde açıklar. Dolayısıyla “İlişkilendirilmiş Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.3.3.4 Emre’nin Üçüncü Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.74 Emre’nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü

A: Önceki sorulardakinin tam tersine burada görünüm verilmemiş ve küplü yapıların oluşmasını istiyoruz.

E: Düzenli bir şekilde mi çizmem lazım?

A: Nasıl istersen.

E: Bir küp var altında bir küp daha var ondan sonra bir küp daha var. Karışık çizdim ama böyle olması lazım.

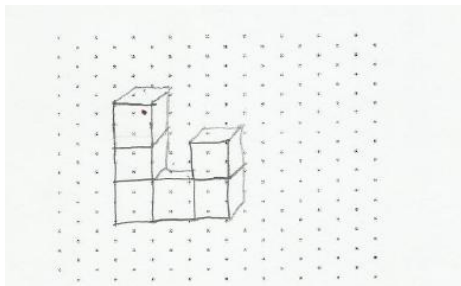
A: Yaparken daha çok önden görünümüne göre çizdin. Diğer bilgiler verilmese de olur muydu?

A: Sağ ve üstü kullandın mı yoksa bunlar fazladan mı verilmiş?

E: Sadece önden görünümüne göre çizdim.

İstenilen üç boyutlu yapıyı çizmek için verilen yönlerden (ön, sağ, alt vb.) sadece birini göz önüne alarak çizim yapar. Dolayısıyla “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.3.3.5 Bilal’in Üçüncü Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.75 Bilal’in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü

B: Şu önden görüntüsü. Sağdan görüntüsü 3 tane, üstten baktığımda da 3 tane aynısı. Önce önden çiziyorum.

A: Bu soruda verilen veriler yeterli mi, yoksa sağdan görünümü vermeseydi de bu şekli çizebilir miydik aslında.

B: Yani sadece öne bakarak çizdim aslında. Buna bakmadan da çizilebiliyormuş.

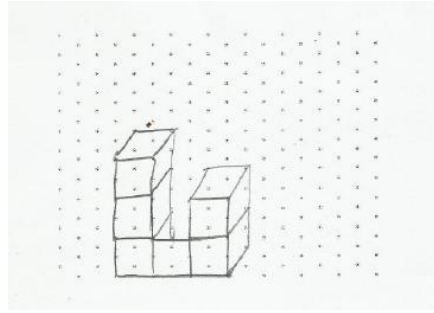
A: Yani diğer görünümelerini vermeden de çizebilir misin?

B: Aslında sadece öne bakarak çizdim buralardan da doğruluğunu gösterdim.

B: 3 tane, 3 tane evet doğru yani.

Çizimi doğru bir şekilde yapar. Çizim için hangi yönü neden kullandığını mantıklı bir şekilde açıklar. Dolayısıyla “İlişkilendirilmiş Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.3.3.6 Gamze’nin Üçüncü Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.76 Gamze’nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Üçüncü Probleme İlişkin Çözümü

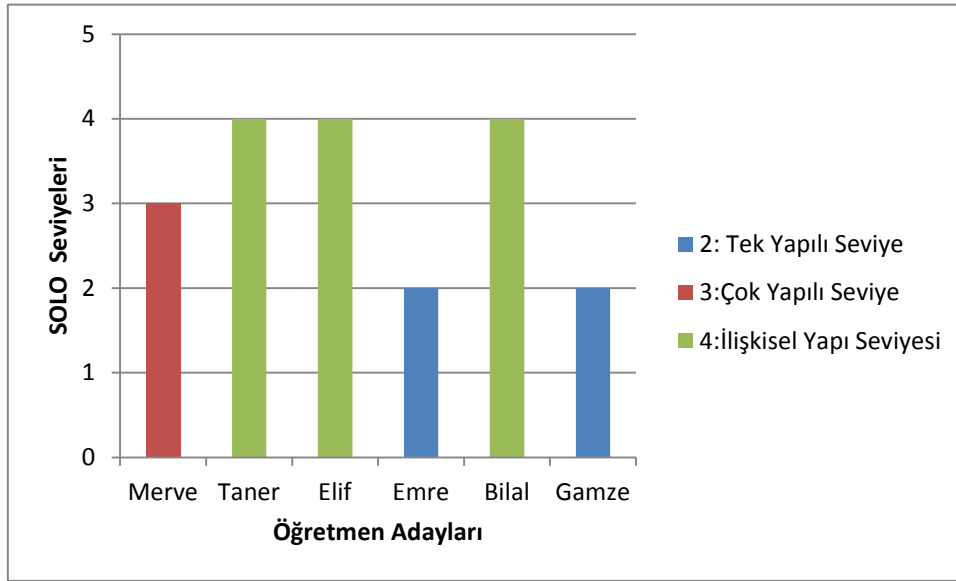
G: Sağdan görünümü bu şekildeyse o zaman 3 tane küp olacak.

A: Burada çizimde sanki daha çok önden görünümü kullandın sağdan ve üstten görünümle sadece kontrol amaçlı mı kullandın, onlar olmadan da çizebilir miydin?

G: Onlar olmadan da çizebilirdik. Yani önden gördüğümün de arkaya doğru olduğunu düşünerek ... evet evet sadece önden görünüm yeter.

İstenilen üç boyutlu yapıyı çizmek için verilen yönlerden (ön, sağ, alt vb.) sadece birini göz önüne alarak çizim yapar. Dolayısıyla “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.3.3.7 Öğretmen Adaylarının Üçüncü Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

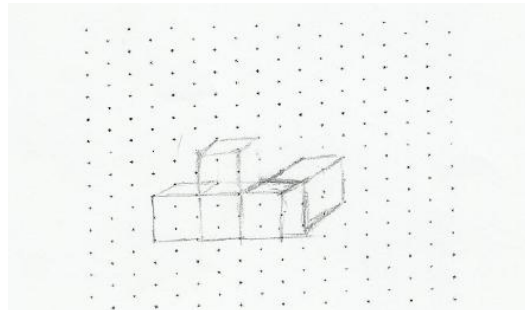


Şekil 4.77 Öğretmen Adaylarının Üçüncü Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

Üçüncü probleme verilen cevaplara göre 1 öğretmen adayı çok yönlü yapı seviyesinde iken 2 öğretmen adayı tek yönlü, 3 öğretmen adayı ilişkisel yapı seviyesindedir. Öğretmen adaylarının cevapları en yüksek ilişkisel yapı seviyesinde, en düşük tek yapılı seviyededir. Cevapların yarısı ilişkisel yapı seviyesindedir. Yapı öncesi seviye ve genişletilmiş soyut yapı seviyesinde cevaplara rastlanmamıştır.

4.3.4 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Bulgular

4.3.4.1 Merve'nin Dördüncü Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.78 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü

M: Burada da sadece bir tanesine bakmam yeterli. Ama sanki buradan üstene bakmam yeterli. Hummmm. Farketmiyormuş. (yine bir kenarını 2 birim alarak çiziyor.) önden doğru oluyor. Üstten baktığımda oluyor mu? Bir tane daha küp var o zaman o bunun arkasında kalıyordur. (sağdan) onu nasıl çizebilirim?

A: Üstten görünümüne göre mi tekrar bir küp çiziyorsun?

M: Evet. Şu anda sadece 3 tane görüyorum. Üstten görünümünde de 3 tane görebiliyorum. 3 ü görebilmek için şunun arkasında da bir tane olması lazım. O da şöyle mi çizilir ki? Sonra sağdan bakıyorum. Soldan baktığımda yine altta iki üstte bir.

A: Bu soruda sana sadece önden bakmak yeterli oldu mu?

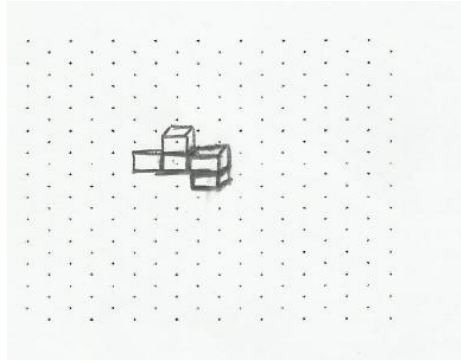
M: Olmadı

A: O zaman yine de diğer yönlerden bakmak gerekir mi?

M: Evet, kontrol amaçlı.

Şekli çizmek için birden fazla yönü kullanmaktadır ancak çizim için tüm yönlerin kullanılması gerekip gerekmediği sorulduğunda ise tutarlı açıklamalar yapamaz. “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.4.2 Taner’in Dördüncü Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.79 Taner’in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü

A: Hepsini sağlatmaya mı çalışıyorsun şimdi?

T: Sağdan baktığımda şöyle olacak.

A: Ama sen zaten şu anda bu şekli 2 boyutta çizdin, üç boyutta çizmedin.

T: Önce çizip sonra çevireceğim.

A: Şu şekil neresi?

T: Üstten baktığımda oluşan

A: Yani önünde mi?

A: *Altında mı önünde mi?*

T: *Altında*

A: *Şurası 2 katlı yani*

T: *Evet orası iki.*

T: *Böyle olur bence.*

A: *O zaman bu soruda da hepsini kullandın değil mi?*

A: *Ayrıca bu soruda sağdan görünümü ile soldan görünümü birbirinden farklı. Az önce sormuştum ya. Burada farklı aynı demiştin. O zaman farklılıklar olabilir mi?*

A: *Acaba herhangi bir genelemeye varacak olursak, sağdan görünümle ile soldan görünümle, alttan görünümle ile üstten görünümle arasında bir ilişki var mı?*

T: *Sağdan ve soldan simetriktir diyebiliriz ama önden ve üstten bunu söyleyemeyiz.*

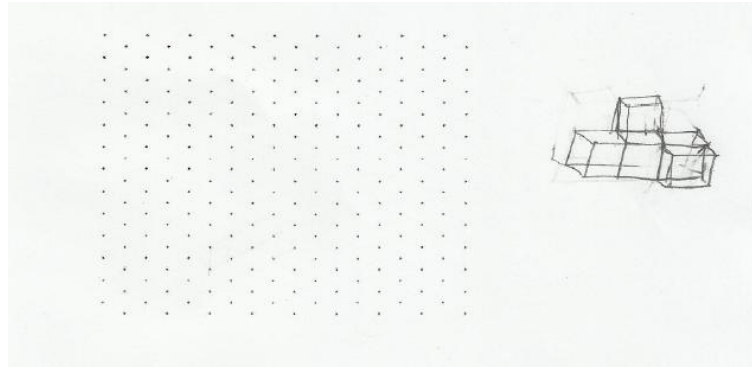
T: *Az önce söyleyebiliriz demiştin ama şimdi söyleyemeyiz bence.*

A: *Genelemeye varabileceğimiz bir ilişki yok mudur yani?*

T: *Yok bence yok.*

Şekli doğru bir şekilde çizmesine rağmen farklı yönlerden görünümüleri arasında bir ilişki kuramadığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.4.3 Elif’in Dördüncü Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.80 Elif’in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü

A: *Yine bunları kullanarak küplü yapıyı çizeceksin. Bir de burada baksana sağdan soldan görünümüleri arasında fark var. Aynı değil hani az önce sordum ya sağdan soldan görünümüleri arasında fark var mı diye. Burada farklı mesela. Ama aralarında ilişki olabilir belki.*

E: *Şöyle düz yapsam.*

A: *Olur olur.*

E: 1, 2, 3 tane yapsam. Küp çizme de problemim var.

E: Şurada bir tane daha olacak birim küp.

A: 3 tane çizdin zaten önden şimdi başka nereden çizeceksin?

E: Bunun arkasında da olabilir.

A: Şimdi burada neleri düşünerek çizdin?

E: Sağdan baktığımda eğer burada varsa iki tane varsa şu üçlünün arkasında 2 tane olması gerekiyor.

A: Onları çiz o zaman. Aynı hizada mı üstünde mi?

E: Şu an arkasında olanı mesela çizemiyorum. Uzatıyor. (şöyle yapsam biraz görünmüş olur.

A: Bir tane daha çizsen?

E: Sağdan baksam zaten hepsi gözükmeyecek. Soldan baktığımda arkadaki ...

A: Eğer şimdi üstten görünümünü çizsem niye burada..

A: Önden görünümünde de bak değişikli var.

E: Soldan baktığımda da aynısı. Oldu. Sağdan baktığımda da doğru.

A: Bunlara baktığında çeşitli şekillerde sağlayabiliyorsun fark ettiysen. O zaman üstten görünümüne bir bak istersen.

A: Bunlar sağlanıyor o zaman üstü de sağlamalısın. Önü de.

A: O üstte mi arkada mı?

E: Önün üstünde.

E: Üstten görünümünü de düşünsem. O zaman bunu öne mi alsam.

A: Bunu da oraya çizdin.

A: Şimdi tekrar sorayım. Burada sağdan ve soldan görünümleri aynı değil. Nasıl bir ilişki var yani?

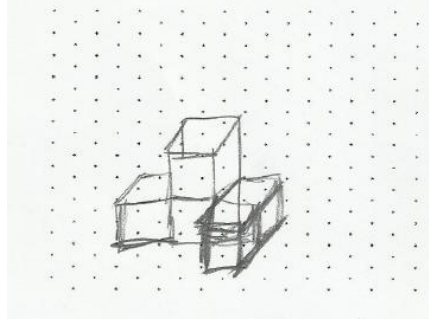
E: Yani simetrik oldukları için.

A: Sağdan ve soldan görünümleri simetriktir diyorsun öyle mi?

E: Evet.

Çizim hangi yönleri neden kullandığını mantıklı bir şekilde açıklar. Şeklin farklı yönleri (sağ-sol, alt-üst, ön-arka) arasındaki ilişkinin farkındadır. Dolayısıyla “İlişkilendirilmiş Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.3.4.4 Emre'nin Dördüncü Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.81 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü

E: Üstten böyle 2 birim uzunluğunda.

A: Burada sağdan ve soldan görünümler farklı. Neden böyle olabilir? az önce mesela aynıydı.

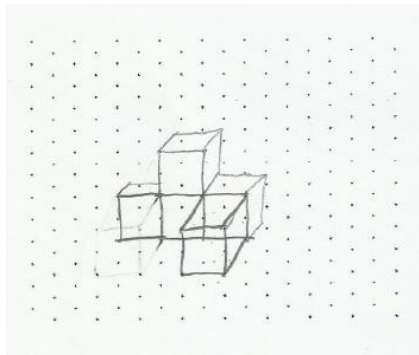
E: A niye öyle?

E: Ortadan başlıyorum. Ortada iki birimlik bir şey var sonra üstten görünümü de böyle olduğuna göre sağ tarafta önde bir küp daha var. Sol taraftakine de bakayım.

E: Simetriği buradan gördüğünde onu da görürsün simetriği olur yani.

Çizim hangi yönleri neden kullandığını mantıklı bir şekilde açıklar. Şeklin farklı yönleri (sağ-sol, alt-üst, ön-arka) arasındaki ilişkinin farkındadır. Dolayısıyla “İlişkilendirilmiş Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.3.4.5 Bilal'in Dördüncü Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.82 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü

B: Yine önden başlıyorum. O zaman soldan baktığımda böyle olduğuna göre ikili, soldan şu taraftan baktığımda şu ikili kısmı veriyor burası. Soldan dediğine göre bu tarafında da var. Yani ön tarafta bir tane daha kutucuk var aslında. Onu nasıl çizeyim?

B: Yalnız bu burada da olabilir burada da burada da. Üstten bakacağım o zaman. 3 tane bu buradaydı yanlış çizdim dikkat etmeden çizdim. Öndeki fazlalık burada olacak. Şuradan yapacaktık. Şunu üstüne bakarak ayarladım. Şunların da üstlerini çizdim.

B: Önden baktığımdan tamam üstten baktığımda da oldu zaten sağdan ve soldan kendisi çıkıyor. Çıkacak herhalde. sağdan bakıyorum bir kutucuk, iki kutucuk tamam. Soldan bakıldığında iki kutucuk, bir kutucuk tamam.

A: Az önce sormuştum ya sana sağdan ve soldan görünümeleri aynı mıdır diye burada farklı farklı. Neden kaynaklanıyor olabilir bu?yani şöyle söyleyeyim sağdan görünümeler ile soldan görünümeler arasında herhangi bir ilişki bulunabilir mi?

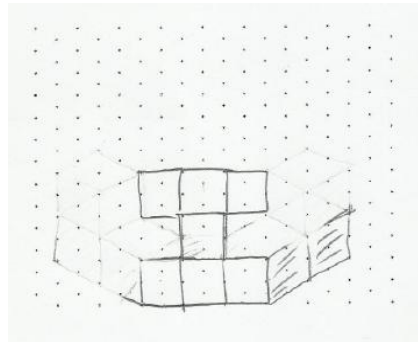
B: Ben şunu kaçırdım. Sağdan ve soldan aslına aynıdır ama hani simetriğidir evet simetriği ben bunu kaçırdım.

A: Sağdan ve soldan için bunları söylüyoruz peki diğer taraflardan görünümeleri için söyleyebilir miyiz?

B: Evet simetrik oluyor aynı değil.

Çizim hangi yönleri neden kullandığını mantıklı bir şekilde açıklar. Şeklin farklı yönleri (sağ-sol, alt-üst, ön-arka) arasındaki ilişkinin farkındadır. Dolayısıyla “İlişkilendirilmiş Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.3.4.6 Gamze’nin Dördüncü Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.83 Gamze’nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Dördüncü Probleme İlişkin Çözümü

G: Bunu bunu yan yana alacağız. Bir küp üstte.

A: Üstten de baktığımızda böyle bu şekilde.

G: Noktalara uymak zorunda mıyım?

A: Aynı boyutta olacak şekilde istediğin gibi çizebilirsin.

G: Bunlar birleştirilebilir tam şuradan. Ama üstten görünümü nasıl yapacağım. Ben yandan yaptım.

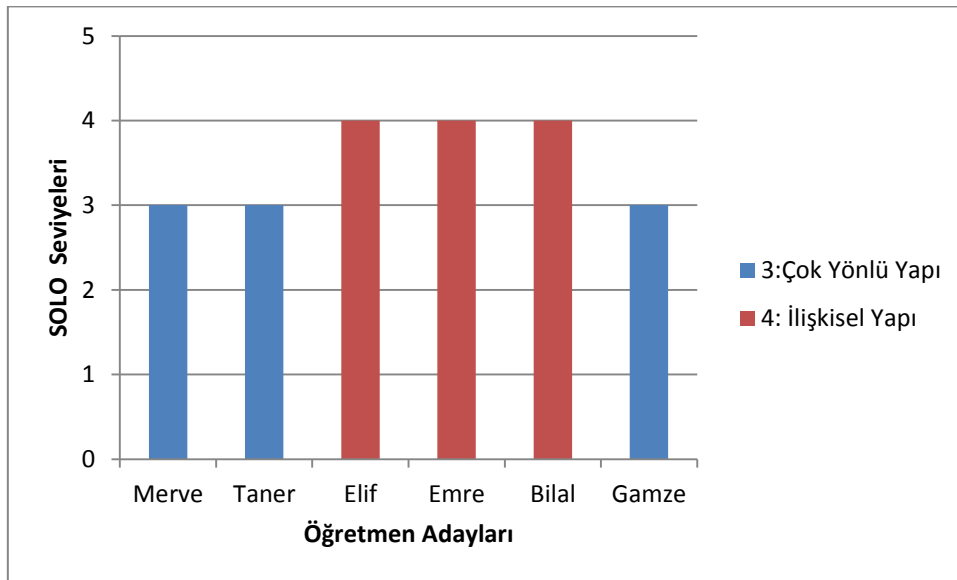
G: Aklımda tasarlıyorum ama buraya yapamıyorum.

A: Bir de burada sağdan ve soldan görünümüler farklı mesela. Az önce sormuştum sana aynı mıdır diye. Burada farklı verilmiş. Demek ki bazen aynı olabiliyor ama bazen de farklı olabiliyor. Neye göre farklı olduğunu anlayabiliriz?

G: Ama şey ya. Sağdan ve soldan derken birbirinin simetriği aslında.

Şekli çizmek için birden fazla yönü kullanır. Çizim için tüm yönlerin kullanılması gerekkip gerekmediği sorulduğunda ise tutarlı açıklamalar yapamaz. Dolayısıyla “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.4.7 Öğretmen Adaylarının Dördüncü Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

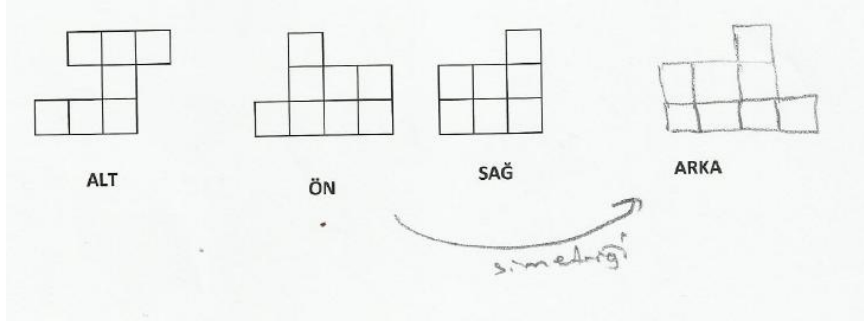


Şekil 4.84 Öğretmen Adaylarının Dördüncü Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

Dördüncü probleme verilen cevaplara göre 3 öğretmen adayı çok yönlü yapı seviyesinde iken 3 öğretmen adayı ilişkisel yapı seviyesindedir. Cevapların yarısı çok yönlü yapı seviyesinde, yarısı da ilişkisel yapı seviyesindedir. Bu soruya ilişkin verilen cevaplara göre en yüksek seviye ilişkisel yapı seviyesi, en düşük seviye çok yönlü yapı seviyesidir. Yapı öncesi seviye, tek yönlü yapı seviyesi ve genişletilmiş soyut yapı seviyesinde cevaplar bulunmamaktadır.

4.3.5 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Bulgular

4.3.5.1 Merve'nin Beşinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.85 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü

M: Arka dediğim gibi önün simetriği olması lazım. Yani şurada bir üçlü

A: Yani yine sadece önden bakmak yeterli olur, alttan ve sağdan bakmaya gerek yok mu diyorsun?

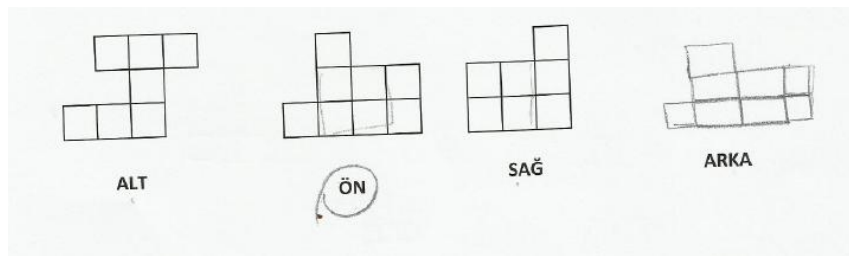
M: Evet

A: Yani her zaman birbirinin simetri midir?

M: Evet.

Öğretmen adayı sorunun bir yönüne odaklandığında ve istenilen yapıyı çizmek için sadece birini göz önüne aldığından “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.3.5.2 Taner'in Beşinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.86 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü

A: Burada nasıl düşündün?

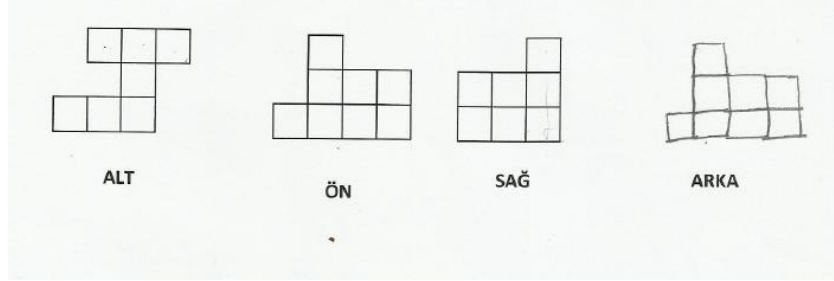
T: Önden görünümüleri ile arkadan görünümüleri aynıdır.

A: Burada alt ve sağdan görünümelerini kullanmadın mı?

T: Kullanmadım.

Öğretmen adayı sorunun bir yönüne odaklandığında ve istenilen yapıyı çizmek için sadece birini göz önüne aldığından “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.3.5.3 Elif’in Beşinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.87 Elif’in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü

E: Eğer önden görünümü böyle bir şey ise arkadan görünümünü çizersek .

A: Alttan ve sağdan görünümün herhangi birinde..

A: Arkadan görünümünü soruyor.

A: Bir şekil varmış alttan görünümü, sağdan görünümü buymuş. Bu aynı şeklin bir de arkadan görünümünü soruyor. Anlatabildim mi?

E: Bir yerde 3 tane var.

A: Neden 3 tane var dedin?

E: Sağdan baktığımda 3 tane olduğu için.

E: Önden baktığımızda 4 birim var.

E: Arkadan da 2 birim var.

A: Burada sen bütün verileri kullandın mı?

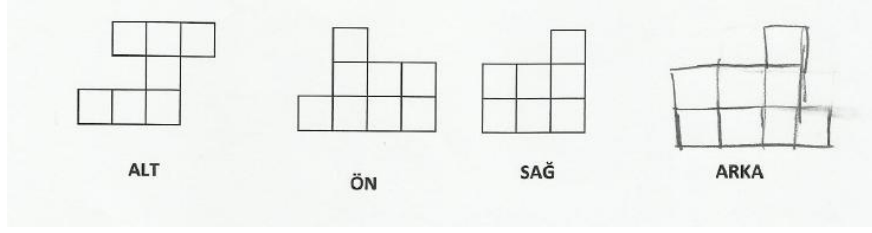
A: Önden ve arkadan aynı olarak çizdin?

A: Alttan ve sağdan görünümünü de hesaba kattın mı çizerken. Hesaba katmasaydık da olur muydu? Onları nerede kullandın? Nasıl düşündün? Kullanmasak olur mu acaba?

E: Olurdu bence,

Çizim sırasında birden fazla yönü kullandığından ancak neresini neden kullandığı konusunda mantıklı bir gerekçe getiremediğinden ve yanlış çizim yaptığından dolayı “Çok Yönlü Yapı” seviyesindedir.

4.3.5.4 Emre'nin Beşinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.88 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü

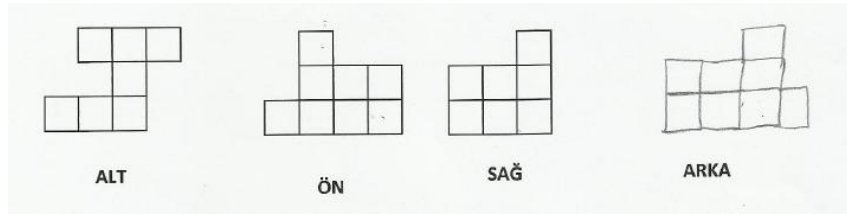
E: Arka da önün aynısı yok ya aynıdır.

A: O zaman diğerlerini niye vermiş?

E: Yani sanki şekil bakımından farklı gibi ama arka kısmı için yaramadı sanki.

Öğretmen adayı sorunun bir yönüne odaklandığında ve istenilen yapıyı çizmek için sadece birini göz önüne aldığından “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.3.5.5 Bilal'in Beşinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.89 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü

B: Önden böyle ise arkadan da az önce simetriği olacak diye düşünmüştüm.

A: Aynısı da olabilir dedin ama

B: Aynısı da olabilir ama bu şekle arkadan baktığında diğer tarafa gelecek aynadan bakmış gibi simetriği olacak.

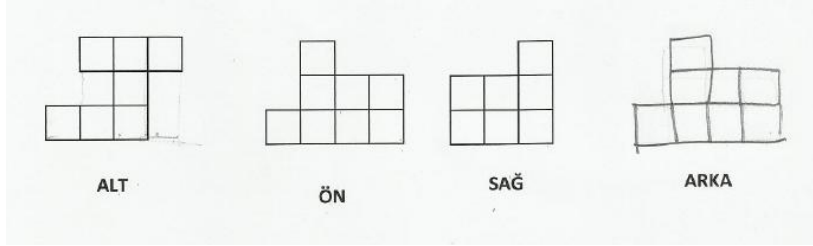
B: Sağdan baktığında önden böyle üç farklı şey var ama bir şey fark etmiyor sağ ve alttan baktığımda da. Öne bakarak arkayı çiziyorum.

A: Sağ ve altı hiç kullanmadın yani?

B: Gerek yok.

Çizim için birden fazla yönü kullanmış, doğru çizim yapmış ve farklı yönler arasında ilişkilendirmeler yapmıştır. Dolayısıyla “İlişkilendirilmiş Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.3.5.6 Gamze'nin Beşinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.90 Gamze'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Beşinci Probleme İlişkin Çözümü

G: Önden görünümü böyleyse arkadan görünümü de aynı. Önden görünümü bu arkadan görünümü de bence aynıdır.

A: O zaman biz diğer taraftan görünümelerini boşu boşuna mı vermiş olduk. Gerek yok muydu?

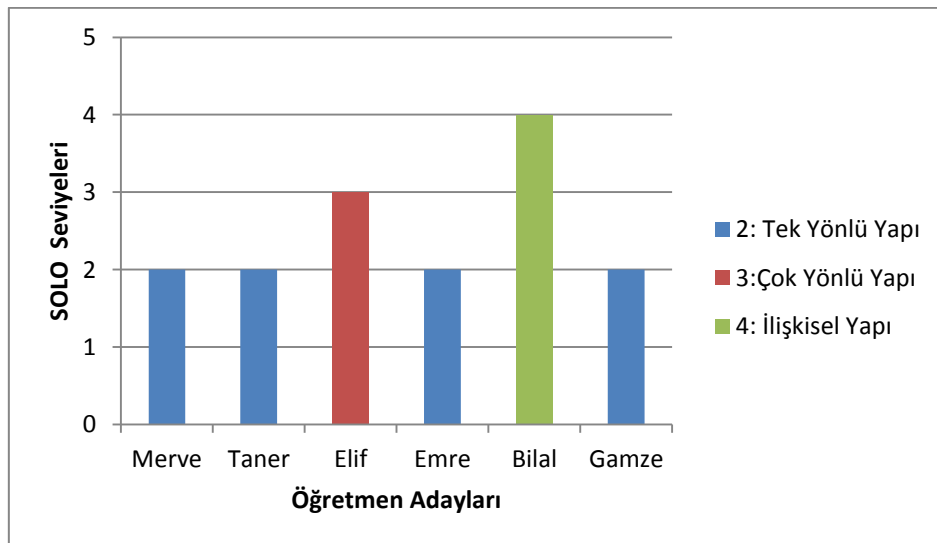
G: Gerçi benim yaptığım simetri olmadı ama ...bir dakika önden bu arkadan hıı şey çıkıntıları farklı sadece. Bunlar boşuna verilmiş. Aynı aynı..

A: Sonradan vazgeçtin yani

G: Evet (gülüyor).

Öğretmen adayı sorunun bir yönüne odaklandığından ve istenilen yapıyı çizmek için sadece birini göz önüne aldığından ve yanlış çizim yaptığından “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.3.5.7 Öğretmen Adaylarının Beşinci Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

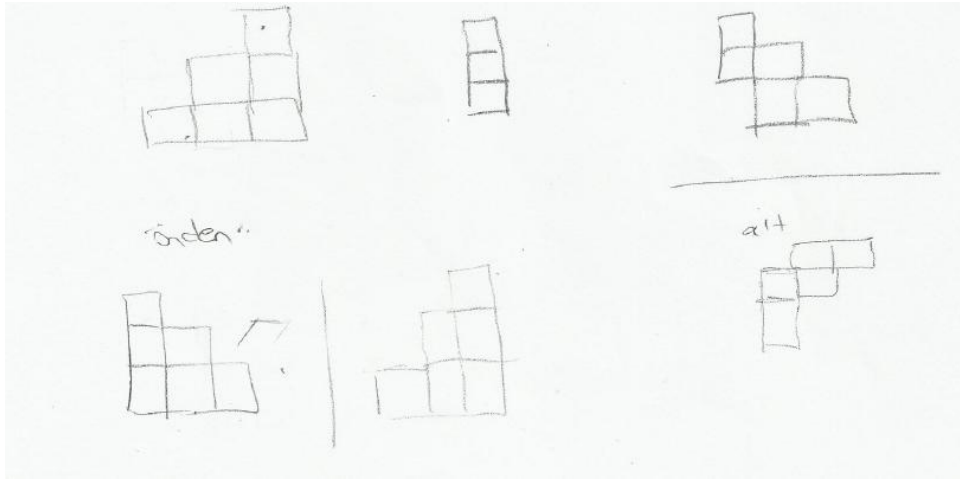


Şekil 4.91 Öğretmen Adaylarının Beşinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

Beşinci probleme verilen cevaplara göre 4 öğretmen adayı tek yönlü yapı seviyesinde iken 1 öğretmen adayı çok yönlü yapı seviyesinde, 1 öğretmen adayı da ilişkisel yapı seviyesindedir. Öğretmen adaylarının cevaplarının yarısı tek yönlü yapı seviyesinde olup, yapı öncesi seviye ve genişletilmiş soyut yapı seviyesinde cevaplara rastlanmamıştır.

4.3.6 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Bulgular

4.3.6.1 Merve'nin Altıncı Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.92 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü

M: Önce ben önden çizerdim çünkü hep önden baktığımızdan önden bakmak daha kolaylaştırıyor. Şurada iki tane küp olacak. Yanında bir tane küp olacak. Abau ikisinin arkasında bir tane daha küp vardır. Sağdanı düşünüyorum. Yani şöyle üç tane küp. Üstten görünümü de bunun bu doğruya göre simetrik. Ön ve arkayı bu doğruya göre simetrik alıyorum.

A: Yani dikey eksene göre mi simetrik alıyorsun?

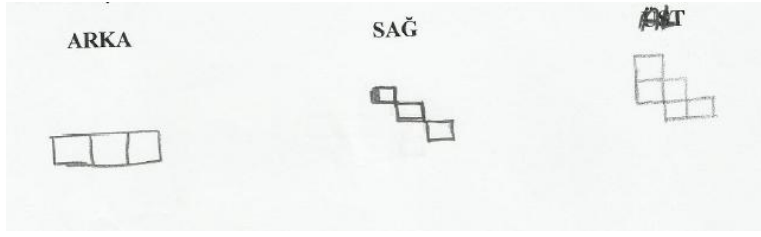
M: Evet. Altta da yatay simetri alırım.

A: Önden ve arkadan görünümüler de neye göre simetri alıyorsun?

A: Düşeyde. Alt ve üst yatayda alacağım.

Öğretmen adayı verilenler doğrultusunda istenilen yönlerden görüntülerini çizer ancak farklı yönlerden görünümüler konusunda yaptığı ilişkilendirmeler doğru değildir. Dolayısıyla “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.6.2 Taner'in Altıncı Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.93 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü

T: Şimdi burada ne düşünmem gerekiyor, 3 tane mi var bundan?

A: Burada tepeden bakıyorsun ve hepsini görüyorsun. Şurada 3 tane üst üste küpler var. Anlatabildim mi?

T: Alt ve üst burada aynı. Yukarıda baktığımız gibi aynısı aşağıda görünür.

T: Sağdan bakınca şunu göreceğim. Aşağıdakini görmeyeceğim. Bunun altından da iki tane görünmüş olacak.

A: Nasıl ikili olacak?

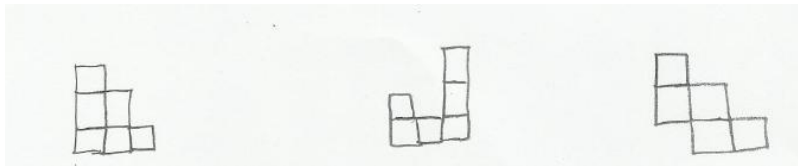
T: Bunu gördüğüm için bunu göremeyeceğim. Altında küpler var ya onu görmem gerekir.

A: Şekli düşünüp iki boyutta ne görüyorsan onu aktaracaksın.

T: O zaman şöyle bir şey olacak.

Farklı yönlerden ayrı ayrı görünümünü çizmeye çalışmıştır ancak yanlış çizimler yapmıştır. “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.3.6.3 Elif'in Altıncı Probleme Verdiği Cevap



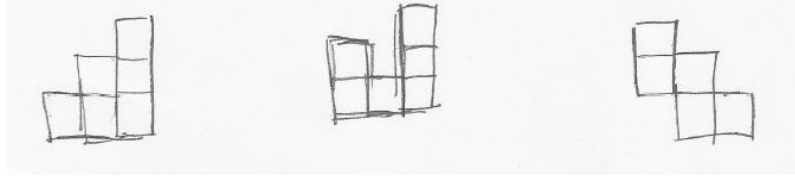
Şekil 4.94 Elif'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü

A: Bu şekilde şekillerin üst üste kuşbakışı görünümü verilmiş. Sayılar üst üste kaç tane küp olduğunu gösteriyor. Yani öyle bakacağız bu soruya.

E: Burada bir tane var burada iki tane var. Sağda ... (çizim yapıyor.)

Öğretmen adayı verilenler doğrultusunda istenilen yönlerden görüntülerini çizer. Çizim yaparken takip ettiği yollar konusunda ise yaptığı açıklamalar tutarlı değildir. Dolayısıyla “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.6.4 Emre'nin Altıncı Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.95 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü

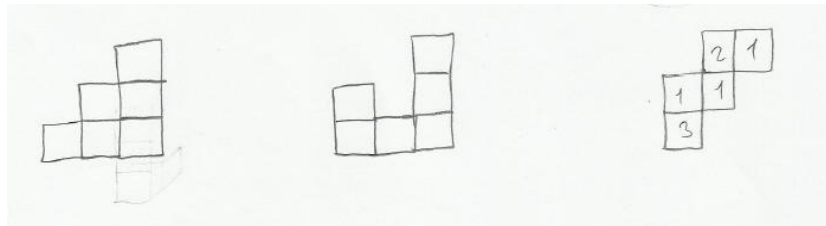
A: Bu şekle kuşbakışı bakıyoruz.

E: Üstten baktığımız ile alttan baktığımız aynı olur.

Çizim yapıyor.

Emre bu problemde verilenler doğrultusunda istenilen yönlerden görüntülerini çizer. Çizim yaparken takip ettiği yollar konusunda ise yaptığı açıklamalar tutarlı değildir. Daha sonrasında kontroller yapmaz. Bu yüzden “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.6.5 Bilal'in Altıncı Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.96 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü

A: Arkadan çizelim. Şimdi üstten böyle arkası o zaman tepeden verilen aslında üstü.

B: Bu sağda olacak bunlar üst üste. Yanlış mı çizdim

A: Üç tane burada 2 tane de üstte var.

B: Düşüneyim azıcık.

A: Burada zaten iki boyutlu görünümünü isteniyor.

A: O zaman zihinde üç boyutlu görünümünü hayal edip çizebilirsin.

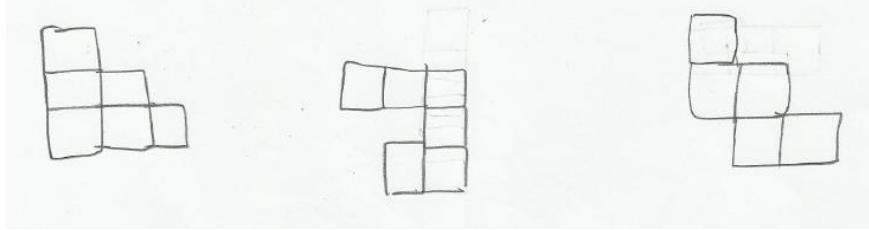
B: O zaman önden başlıyorum. Şöyle 3 tane yanında en fazla iki tane olacağı için 2 tane olacak burada. Burada da 1 tane.

B: Sağdan baktığımda şuradan başlıyorum. Sağdan bakıyorum burada 2 tane var en fazla. Çiziyorum. Burada 1 tane var 1 kat en fazla var o yüzden bir çiziyorum. Bir de şuradan çiziyorum 3 tane var.

B: Alttan baktığımızda şöyle olacak. Katlarını da yazayım.

Bilal çözüm için neler yapması gerektiğine adım düşünerek kara verir. Şeklin farklı yönlerden görünümünü çizerken sorulan diğer yönleri de hesaba katarak değerlendirme yapar ve ilişkilendirmelerde bulunur. Bu yüzden “İlişkilendirilmiş Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.3.6.6 Gamze’nin Altıncı Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.97 Gamze’nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Altıncı Probleme İlişkin Çözümü

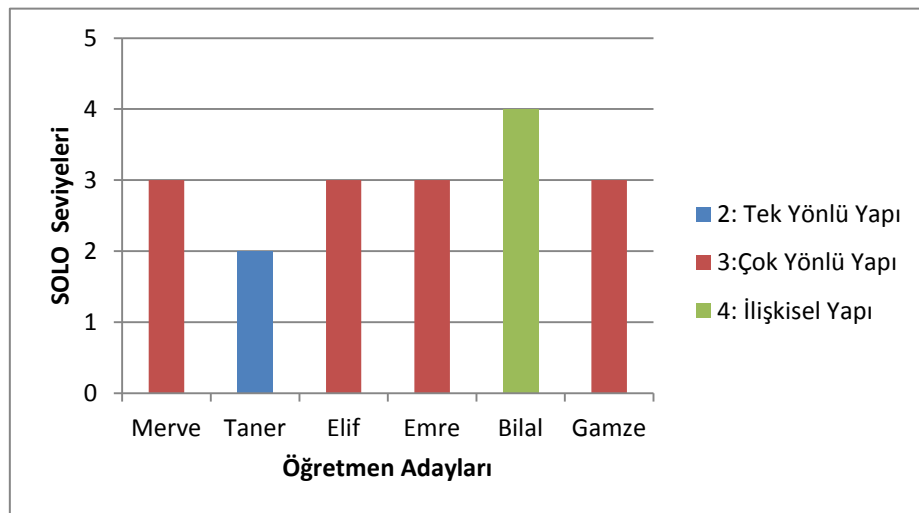
G: Üç tane üstten sağdan görüntüsü, şey kuş bakışı hıu bir dakika.

Şeklin önce üç boyutlu halini çiziyor.

G: Üst ile alt aynı o zaman alttan bakış da aynı. Sağdan üç tane bir,iki,.. burada iki tane , yanında bir tane. Arkası da arka şu taraf.. üç tane var.

Öğretmen adayı verilenler doğrultusunda istenilen yönlerden görüntülerini çizmiştir. Çizim yaparken takip ettiği yollar konusunda ise yaptığı açıklamalar tutarlı değildir. Dolayısıyla “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.6.7 Öğretmen Adaylarının Altıncı Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

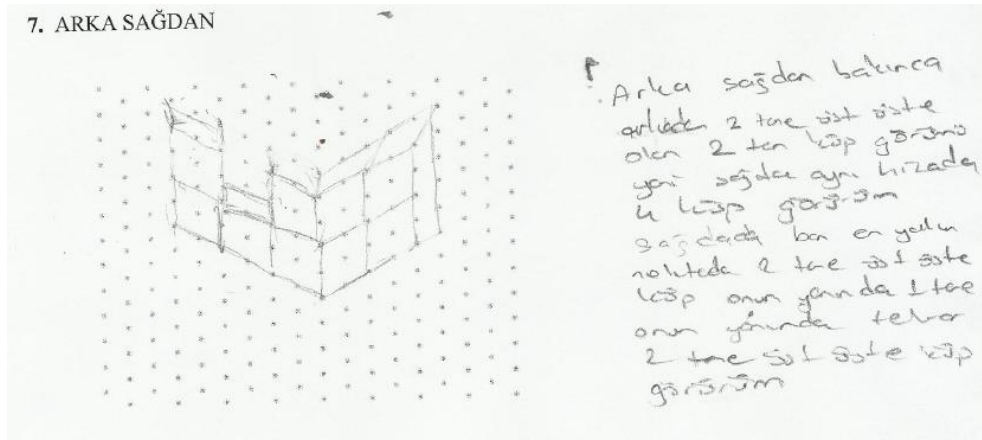


Şekil 4.98 Öğretmen Adaylarının Altıncı Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

Altıncı probleme verilen cevaplara göre 1 öğretmen adayı tek yönlü yapı seviyesinde, 4 öğretmen adayı çok yönlü yapı seviyesinde ve 1 öğretmen adayı da ilişkisel yapı seviyesindedir. Öğretmen adaylarının çoğunluğunun cevabı çok yönlü yapı seviyesindedir. Bu cevaplara göre en yüksek seviye ilişkisel yapı seviyesi, en düşük seviye tek yönlü yapı seviyesidir. Yapı öncesi seviye ve genişletilmiş soyut yapı seviyesinde cevaplar bulunmamaktadır.

4.3.7 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Bulgular

4.3.7.1 Merve'nin Yedinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.99 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü

M: Ben nerden bakıyorum şimdi? (Yönlere bakıyor ve kendini düşünüyor.)

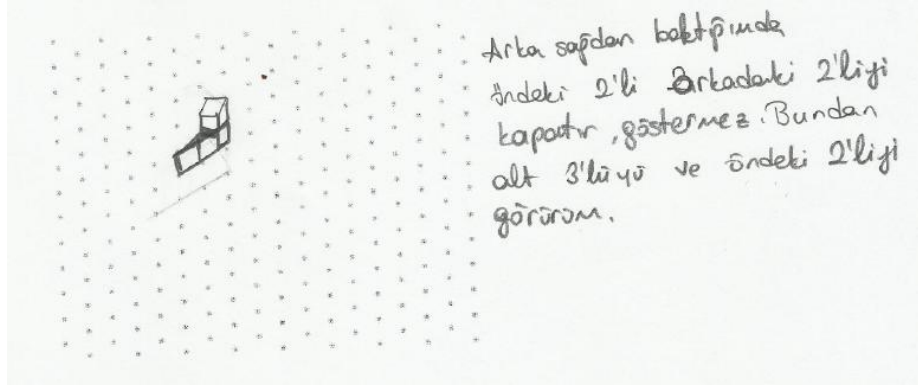
A: Nasıl göreceksin?

M: Ben en dip noktasını daha çok göreceğim. Burada iki birimlik burada da üç birimlik kare var. İki tane ikili arada bir tek var.

Çizdiği şeklin açıklamasını da yanına yazıyor.

Öğretmen adayı verilenler doğrultusunda arka sağdan görüntüyü çizmeye çalışmıştır. Çizim yaparken somut olarak düşünme yoluna gittiğinden “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.7.2 Taner'in Yedinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.100 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü

A: Arka sağ köşedesin öyle köşeden bakıyorsun.

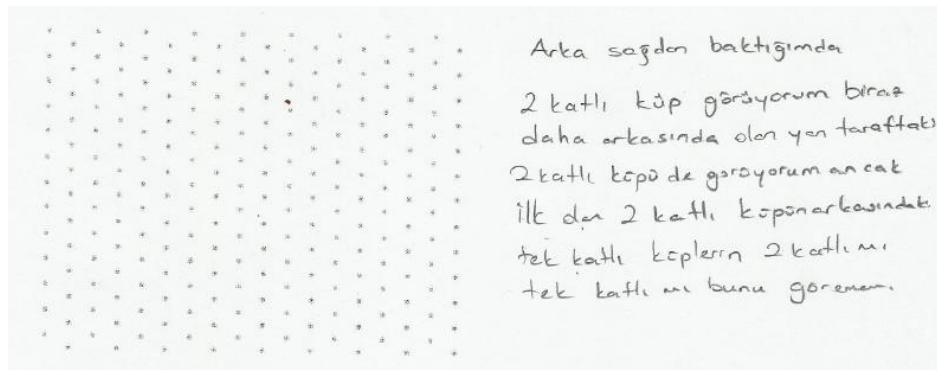
T: Şimdi burada olduğumuz için bu tarafı da göreceksin. Yani şöyle bir şey olacak.

T: Arka sağdan baktığımda öndeki ikili arkadaki ikiliyi kapatır ve gösteremez. Bundan dolayı alt üçlüyü ve öndeki ikiliyi görürüm.

T: Bu kadar görürüm daha başka göremem.

Şekilsel olarak düzgün bir yapı çizememiştir ancak düşündüğünü kağıda yazmıştır ve ifade etmeye çalışmıştır. Ancak yaptığı açıklama yeterli olmadığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.7.3 Elif'in Yedinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.101 Elif'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü

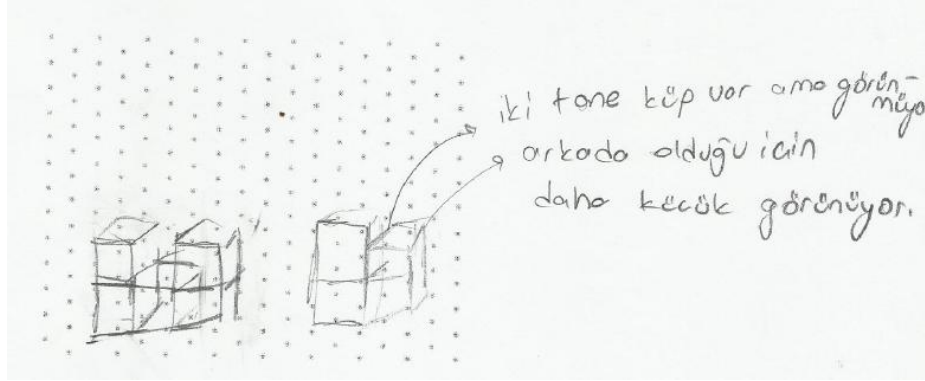
A: Sen arkasına geçiyorsun ve sağdan bakıyorsun. Arkaya geçtin sağ taraftasın.

E: Şekli çizemiyorum.

Elif verilen şeklin arka sağdan görünümünü kağıda çizememiştir. Açıklama olarak yanına yazmıştır. Çizim olmadığından “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.3.7.4 Emre'nin Yedinci Probleme Verdiği Cevap

Emre problemin çözümü için iki farklı çizim yapmıştır. Önce sol taraftaki çizimi yapmış ancak daha sonra yanlış yerden baktığını belirtip sağdaki şekli çizmiştir.

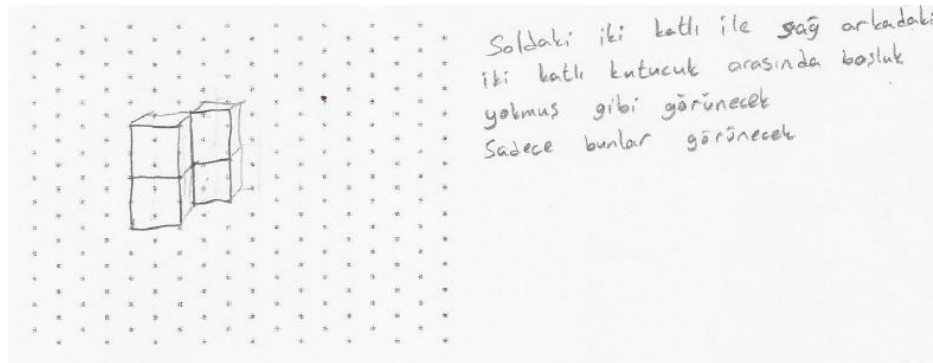


Şekil 4.102 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü

Emre verilen şeklin arka sağdan görüntüsünü hem arka hem de sağdan görünümü dikkate alarak çizdiğinden “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.7.5 Bilal'in Yedinci Probleme Verdiği Cevap

Bilal şeklin arka sağdan görünümünü zihninde canlandırmak için kendini bir şeklin arka sağına çekmiştir.



Şekil 4.103 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü

A: Arkasına geçiyorsun ve sağ taraftan bakıyorsun.

B: Tam karşıdan bakıyorum değil mi?

B: O zaman bu taraftan 3 kutumuz var bu tarafta da aynı. Bunu böyle gördüm.

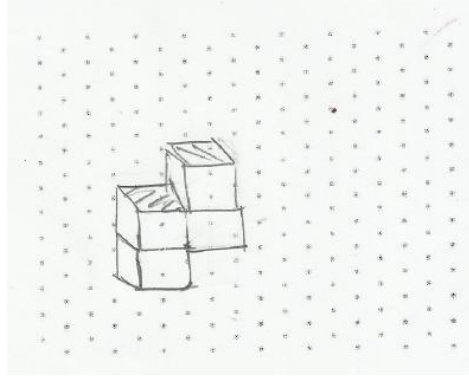
A: Buradan başlanacak bu bunun bitiş noktası. Bir birim geri gidersem şuradan da. Yani şurası görünmeyecek aslıdan tam karşıdan bakıyorum. Böyle de biraz daha yandan bakmış gibi oldum.

B: Tam olarak nasıl baktığımı anlamadım aslında.

B: Şu arada bunun kenarı daha iyi görünebilir aslında ama sonra şu görünür.

Şeklin görüntüsünü bulmak için her iki yönü de kullanmıştır ancak kendinden emin değildir ve daha çok sezgisel olarak yaklaşmaktadır. Dolayısıyla “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.7.6 Gamze’nin Yedinci Probleme Verdiği Cevap



Şekil 4.104 Gamze’nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Yedinci Probleme İlişkin Çözümü

A: Arkasına geçiyorsun ve sağdan bakıyorsun.

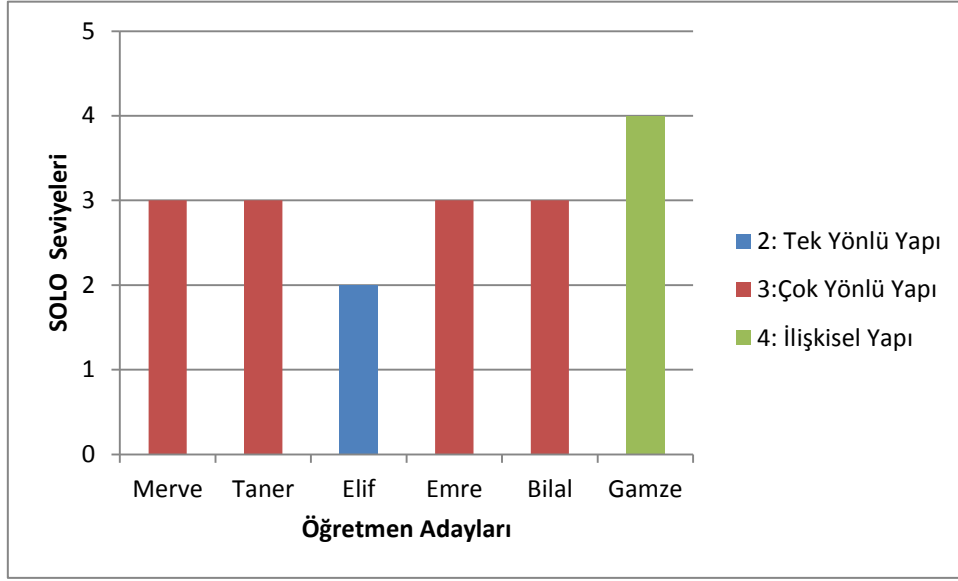
G: O zaman şuradan 2 tane.

G: Yanında arkada. Bunlarda yan yana getirmiş gibi oldum.

G: Bunlar aynı büyüklükte ama uzaktan olunca bu bir birim uzakta o zaman.

Öğretmen adayı çözüm için neler yapması gerektiğini tam olarak bilmektedir. Şeklin farklı yönlerden görünümünü çizerken sorulan diğer özellikleri de hesaba kattığından (büyüklüğün değişmesi vs.) “İlişkisel Yapı (İY)” seviyesindedir.

4.3.7.7 Öğretmen Adaylarının Yedinci Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri



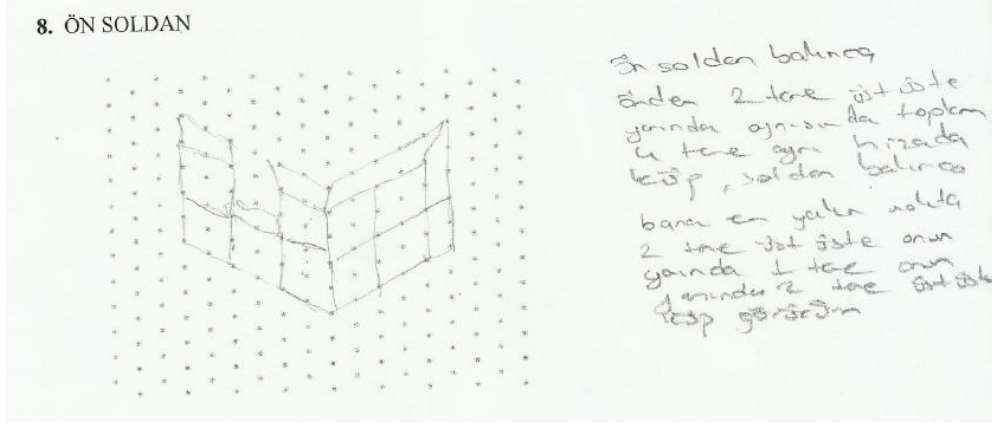
Şekil 4.105 Öğretmen Adaylarının Yedinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

Yedinci probleme verilen cevaplara göre 1 öğretmen adayı tek yönlü yapı seviyesinde, 4 öğretmen adayı çok yönlü yapı seviyesinde ve 1 öğretmen adayı da ilişkisel yapı seviyesindedir. Öğretmen adaylarının cevaplarının çoğunluğu çok yönlü yapı seviyesindedir. Bu cevaplara göre en yüksek seviye ilişkisel yapı seviyesi, en düşük seviye tek yönlü yapı seviyesi olmuştur. Yapı öncesi seviye ve genişletilmiş yapı seviyesinde cevaplara rastlanmamıştır.

4.3.8 Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Bulgular

4.3.8.1 Merve'nin Sekizinci Probleme Verdiği Cevap

Merve verilen şeklin arka sağdan görünümü ile ön soldan görünümünün aynı olacağını belirtmiştir. Nasıl bir şekil oluşacağını sözel olarak yazmıştır.



Şekil 4.106 Merve'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü

M: Ön burası sol burası. Arka boyutunu hiç çizemiyorum.

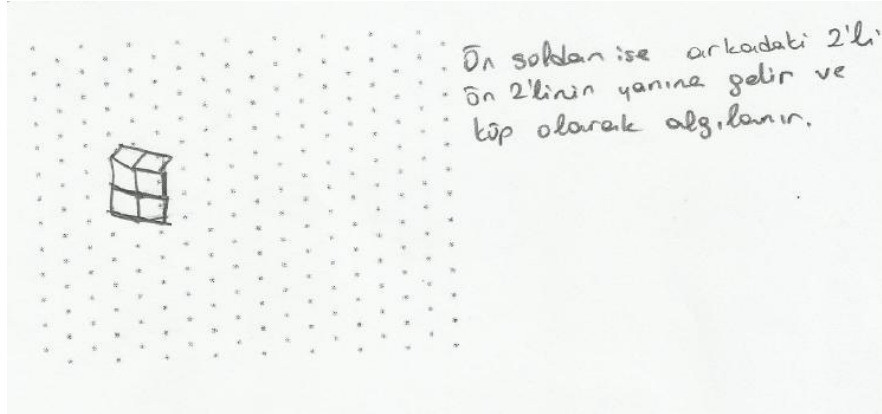
A: O zaman önceki şekil ile aynı mı oldu?

M: Evet.

Şekli doğru olarak çizememiştir bu aşamada tutarlı bir yol izlememiştir. Ancak hem ön hem de sol görünümü göz önüne aldığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.8.2 Taner'in Sekizinci Probleme Verdiği Cevap

Taner bu problem için önce iki boyutlu şekiller çizmiştir sonra onların 3 boyutta görünümelerini elde etmek için tamamlamaya çalışmıştır.

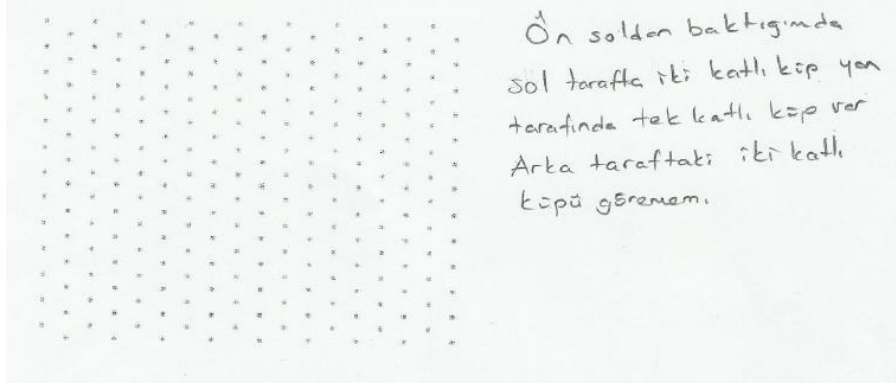


Şekil 4.107 Taner'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü

Şeklin çizimi sırasında doğrudan üç boyutlu halini çizme yerine önce iki boyutlu halini çizme sonrasında şekli tamamlayarak üç boyutlu hale dönüştürme yolunu izlemiştir. Doğru şeyler düşünmesine rağmen çizim olarak aktarma sırasında kullandığı yöntemden dolayı “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.8.3 Elif'in Sekizinci Probleme Verdiği Cevap

Elif yedinci soruda olduğu gibi bu soruda da çizim yapamayacağını belirtmiş ve zihninde canlana resmi sözel olarak ifade etmiştir.

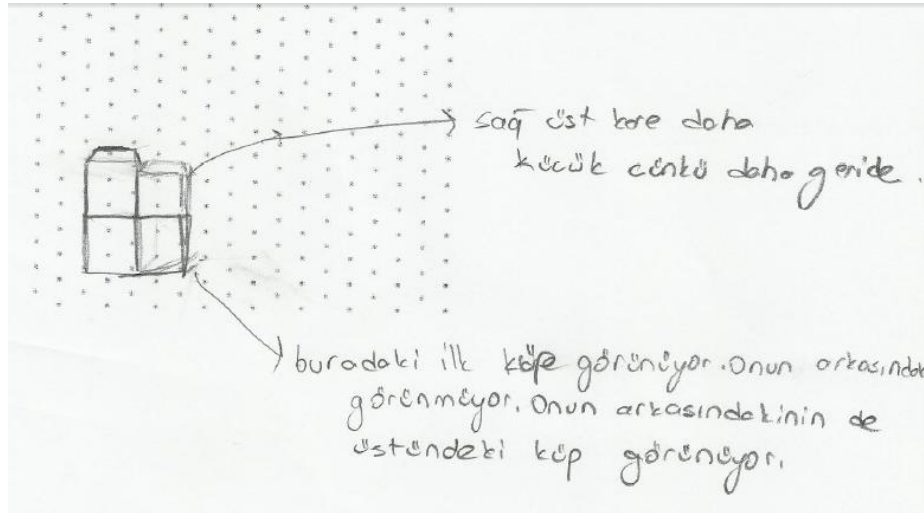


Şekil 4.108 Elif'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü

Çizim olmadığından dolayı bu soru için “Tek Yönlü Yapı (TY)” seviyesindedir.

4.3.8.4 Emre'nin Sekizinci Probleme Verdiği Cevap

Emre hem önden hem de soldan görünümü kullanarak şekli çizmiştir. Sözel olarak da şeklin görüntüsünü açıklamıştır.

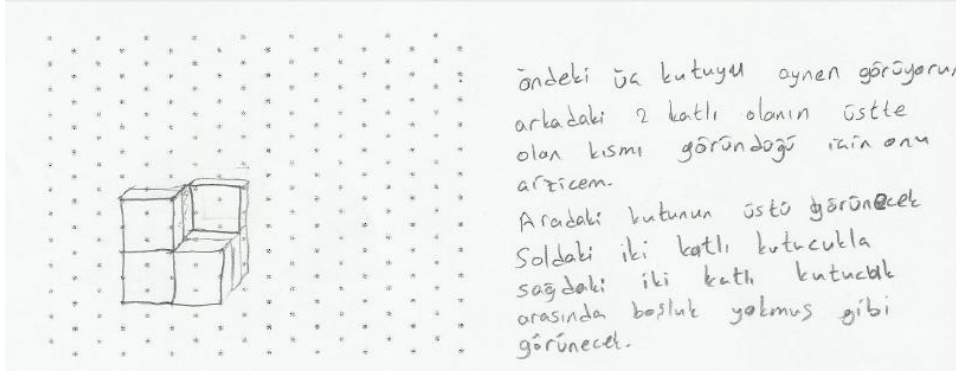


Şekil 4.109 Emre'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü

Her iki yönden görünümü dikkate aldığından “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.8.5 Bilal'in Sekizinci Probleme Verdiği Cevap

Bilal de diğer öğretmen adayları gibi şeklin görüntüsü ile ilgili açıklamayı sözel olarak yapmıştır.



Şekil 4.110 Bilal'in Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü

B: Çizimim iyi değil nasıl çizeceğimi bilemiyorum. Şu da şurada görünecek de aslında nasıl çizeceğimi bilemiyorum.

B: Öndeki 3 kutuyu aynen görüyorum.

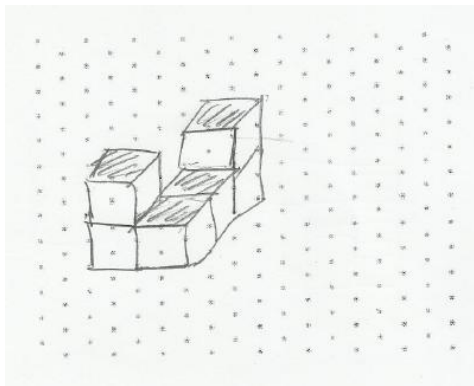
A: Önce onları çizdin değil mi?

B: Evet onları çizdim.

Çizdiği şekil konusunda emin olmadığından her iki yönden görüntüsünü de dikkate alarak çizim yapmasına rağmen “Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.8.6 Gamze'nin Sekizinci Probleme Verdiği Cevap

Başlangıçta nasıl bakması gerektiğini zihninde canlandıramamıştır. Soruyu çözerken de tam olarak belirtildiği yönden bakamadığını ifade etmiştir.



Şekil 4.111 Gamze'nin Uzamsal Yönelim Becerisi ile İlgili Sekizinci Probleme İlişkin Çözümü

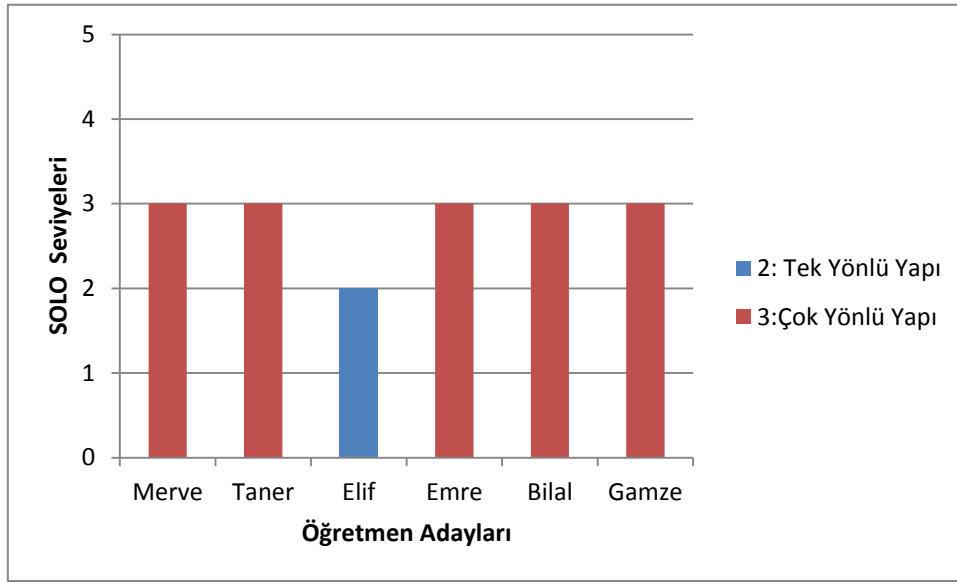
G: Önden bakıyorum. O zaman göremem ki

A: Kuşbakışı bakıyorsun

G: Yanlı oldu ben tam önden bakınca.

Çizim yaparken takip ettiği yollar konusunda emin olmadığından ancak her iki yönden görünümü kullandığından “ Çok Yönlü Yapı (ÇY)” seviyesindedir.

4.3.8.7 Öğretmen Adaylarının Sekizinci Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri



Şekil 4.112 Öğretmen Adaylarının Sekizinci Problemin Cevabına Göre Yer Aldıkları SOLO Seviyeleri

Sekizinci probleme verilen cevaplara göre 1 öğretmen adayı tek yönlü yapı seviyesinde iken 5 öğretmen adayı çok yönlü yapı seviyesindedir. Cevapların büyük çoğunluğu çok yönlü yapı seviyesindedir. Tek yönlü yapı seviyesi ve çok yönlü yapı seviyesinden başka cevaplar yer almamıştır.

Tablo 4.6 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Düzeylerine Göre Uzamsal Yönelim Becerileri

		Uzamsal Yönelim							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Düşük	Merve	İ.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	T.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y
	Taner	T.Y	Ç.Y	İ.Y	Ç.Y	T.Y	T.Y	Ç.Y	Ç.Y
Orta	Elif	Ç.Y	Ç.Y	İ.Y	İ.Y	Ç.Y	Ç.Y	T.Y	T.Y
	Gamze	Ç.Y	Ç.Y	T.Y	Ç.Y	T.Y	Ç.Y	İ.Y	Ç.Y
Yüksek	Bilal	Ç.Y	Ç.Y	İ.Y	İ.Y	İ.Y	İ.Y	Ç.Y	Ç.Y
	Emre	İ.Y	Ç.Y	İ.Y	İ.Y	T.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y

Tablo 4.6’da uzamsal yönelimle ilgili olarak her öğrencinin her bir soruya ayrı ayrı verdiği cevapların SOLO seviyeleri gösterilmiştir. Tablo da bu bilgilere ek olarak Purdue Uzamsal Görselleştirme Testine göre bulundukları 3 farklı seviyeye göre öğretmen adaylarının cevaplarının seviyesini gösterilmiştir.

Düşük düzeyde uzamsal yönelim becerisine sahip Merve, 8 sorunun 6’sına çok yönlü yapı seviyesinde, 1 soruya tek yönlü yapı seviyesinde ve 1 soruya da ilişkisel yapı seviyesinde cevap vermiştir. Aynı düzeydeki Taner’in cevaplarının 3’ü tek yönlü yapı seviyesinde, 4’ü çok yönlü yapı seviyesinde ve 1’i de ilişkisel yapı seviyesindedir. Buradan düşük seviyede olan öğretmen adaylarının cevaplarının çoğunlukla çok yönlü yapı seviyesinde olduğu sonucu çıkmaktadır.

Orta düzeyde uzamsal yönelim becerisine sahip öğretmen adaylarına bakıldığında Elif, 8 sorunun 4’ünde çok yönlü yapı, 2’sinde tek yönlü yapı ve 2’si ilişkisel yapı seviyesindedir. Gamze’nin cevaplarının 5’i çok yönlü yapı, 2’si tek yönlü yapı ve 1’i de ilişkisel yapı seviyesindedir. Dolayısıyla orta seviyede öğretmen adaylarının cevapları çoğunlukla çok yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır.

Yüksek düzeyde uzamsal görselleştirme becerisine sahip öğretmen adaylarından Bilal’in cevaplarından 4’ü çok yönlü yapı, 4’ü ilişkisel yapı seviyesindedir. Emre’nin cevaplarından 4’ü çok yönlü yapı, 4’ü ilişkisel yapı seviyesindedir. Bu bilgilere dayanarak yüksek seviyede öğretmen adaylarının da çok yönlü yapı seviyesinde veya ilişkisel yapı seviyesinde olabileceği bulgusuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.7 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Uzamsal Yönelim Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi

Uzamsal Yönelim				
Y.Ö	T.Y	Ç.Y	İ.Y	G.S.Y
0	10	27	11	0

Uzamsal Yönelim becerisine sahip öğretmen adaylarının 27'si çok yönlü yapı seviyesinde, 11'i ilişkisel yapı seviyesinde, 10'u tek yönlü yapı seviyesinde olup yapı öncesi seviyede, genişletilmiş yapı seviyesinde bireylere rastlanmamıştır.

4.4 Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Farklı Boyutlarda İncelenmesi ile İlgili Bulgular

4.4.1 İki Boyuttan İki Boyuta Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin İncelenmesi

Bu kısımda öğretmen adaylarının iki boyuttan iki boyuta uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen sorulara verdiği cevapların SOLO modeline göre yer aldığı seviyeler verilmiştir. Araştırma için hazırlanan klinik mülakatlarda bu boyutu birinci bölümün 7. ve 8. sorusu ölçmektedir.

Tablo 4.8 2B-2B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Seviyeleri

Öğrenciler	Yedinci Soru	Sekizinci Soru
Merve	Tek Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Taner	İlişkisel Yapı	Çok Yönlü Yapı
Elif	Çok Yönlü Yapı	İlişkisel Yapı
Emre	İlişkisel Yapı	Çok Yönlü Yapı
Bilal	Genişletilmiş Soyut Yapı	Çok Yönlü Yapı
Gamze	Çok Yönlü Yapı	İlişkisel Yapı

Öğretmen adaylarından Merve'nin cevapları en yüksek çok yönlü yapı, en düşük tek yönlü yapı özelliği gösterirken, Taner, Elif, Emre ve Gamze'nin verdikleri cevaplarda en fazla ilişkisel yapı ve en az çok yönlü yapı seviyelerinin özelliğini görülmektedir. Bilal ise bu soru için gösterilebilecek en yüksek seviyeye ait özellikleri göstermiş ve genişletilmiş soyut yapı özelliği sergilemiştir ancak diğer soruda daha düşük bir seviye olan çok yönlü yapı seviyesine ait özellikler göstermiştir. Bu boyutta dört farklı düşünme seviyesine uygun cevaplar verilirken yapı öncesi seviyeye ait cevap örneğine rastlanmamıştır. Ayrıca sık olarak

rastlanmayan genişletilmiş yapı seviyesine ait bir cevap Bilal tarafından verilmiştir. Genele bakıldığında ise iki boyuttan iki boyuta uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen sorulara ilköğretim matematik öğretmen adaylarından gelen cevaplar en fazla genişletilmiş soyut yapı düzeyinde en az da tek yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır.

Tablo 4.9 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 2B-2B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi

2B-2B Uzamsal Görselleştirme				
Y.Ö	T.Y	Ç.Y	İ.Y	G.S.Y
0	1	6	4	1

2B-2B Uzamsal Görselleştirme becerisine sahip öğretmen adaylarından 1'i tek yönlü yapı seviyesinde, 6'sı çok yönlü yapı seviyesinde, 4'ü ilişkisel yapı seviyesinde, 1'i genişletilmiş yapı seviyesinde olup, yapı öncesi seviyede birey bulunmamaktadır.

4.4.2 İki Boyuttan Üç Boyuta Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin İncelenmesi

Bu bölümde öğretmen adaylarının iki boyuttan üç boyuta uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen sorulara verdiği cevapların SOLO modeline göre yer aldığı seviyeler verilmiştir. Araştırmada bu boyutu birinci bölümün 1. ve 4. sorusu ölçmektedir.

Tablo 4.10 2B-3B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Seviyeleri

Öğrenciler	Birinci Soru	Dördüncü Soru
Merve	Tek Yönlü Yapı	Tek Yönlü Yapı
Taner	Tek Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Elif	Çok Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Emre	İlişkisel Yapı	Çok Yönlü Yapı
Bilal	İlişkisel Yapı	Genişletilmiş Soyut Yapı
Gamze	Tek Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı

Öğretmen adaylarından Merve'nin cevapları tek yönlü yapı seviyesi özelliği gösterirken, Elif'in cevapları çok yönlü yapı özelliği göstermektedir. Taner ve Gamze verdikleri cevaplar ile en fazla çok yönlü yapı, en az tek yönlü yapı seviyelerinin özelliğini sergilemektedir. Emre'nin cevapları ise bu boyutta en düşük çok yönlü yapı, en yüksek ilişkisel yapı seviyelerinde yer almaktadır. Bilal bir önceki boyutta olduğu gibi gösterilebilecek en yüksek seviyeye ait özellikleri göstermiş ve genişletilmiş soyut yapı özelliği sergilemiştir bunun yanında bölümün diğer sorusunda bir düşük bir seviye olan ilişkisel yapı seviyesinde yer

almaktadır. Bir önceki bölümdeki bulgulara benzer şekilde tek yönlü yapı düzeyinde cevap veren öğrenciye rastlanmamaktadır. Genele bakıldığında ise iki boyuttan üç boyuta uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen sorulara ilköğretim matematik öğretmen adaylarından gelen cevaplar en fazla genişletilmiş soyut yapı düzeyinde en az da tek yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır.

Tablo 4.11 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 2B-3B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi

2B-3B Uzamsal Görselleştirme				
Y.Ö	T.Y	Ç.Y	İ.Y	G.S.Y
0	4	5	2	1

2B-3B Uzamsal Görselleştirme becerisine sahip öğretmen adaylarından 4'ü tek yönlü yapı seviyesinde, 5'i çok yönlü yapı seviyesinde, 2'si ilişkisel yapı seviyesinde, 1'i genişletilmiş yapı seviyesinde olup, yapı öncesi seviyede birey bulunmamaktadır.

4.4.3 Üç Boyuttan İki Boyuta Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin İncelenmesi

Araştırmada klinik mülakatlarda sorulan soruların ilk kısmında yer alan 2. ve 3. sorular bu becerileri ölçmektedir. Aşağıda öğretmen adaylarının bu sorulara verdiği cevaplara göre yer aldıkları SOLO düşünme seviyeleri verilmiştir.

Tablo 4.12 3B-2B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Seviyeleri

Öğrenciler	İkinci Soru	Üçüncü Soru
Merve	Yapı Öncesi	Tek Yönlü Yapı
Taner	Tek Yönlü Yapı	Tek Yönlü Yapı
Elif	Tek Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Emre	Tek Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Bilal	İlişkisel Yapı	Çok Yönlü Yapı
Gamze	Tek Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı

Merve'nin cevaplarından biri en düşük düzey olan yapı öncesi seviye özelliği göstermektedir, diğer soruda ise Tek Yönlü Yapı özelliği sergilemektedir. Taner her iki soruda da tek yönlü yapı seviyesinin özelliklerine göre cevap verirken; Elif, Emre ve Gamze en yüksek çok yönlü yapı, en düşük tek yönlü yapı özelliği göstermektedir. Bilal bu soruda en fazla ilişkisel yapı seviyesine uygun, en az da çok yönlü yapı seviyesine uygun cevaplar vermiştir. En yüksek düşünme seviyesi olan genişletilmiş soyut yapı seviyesinde cevap veren öğrenci

bulunmamaktadır. Genele bakıldığında ise üç boyuttan iki boyuta uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen sorulara ilköğretim matematik öğretmen adaylarından gelen cevaplar en fazla ilişkisel yapı düzeyinde en az da yapı öncesi seviyesinde yer almaktadır.

Tablo 4.13 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 3B-2B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Seviyelerinin Genel Değerlendirilmesi

3B-2B Uzamsal Görselleştirme				
Y.Ö	T.Y	Ç.Y	İ.Y	G.S.Y
1	6	4	1	0

3B-2B Uzamsal Görselleştirme becerisine sahip öğretmen adaylarından 1'i yapı öncesi seviyesinde, 6'sı tek yönlü yapı seviyesinde, 4'ü çok yönlü yapı seviyesinde, 1'i ilişkisel yapı seviyesinde olup, genişletilmiş yapı seviyesinde birey bulunmamaktadır.

4.4.4 Üç Boyuttan Üç Boyuta Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin İncelenmesi

Öğretmen adaylarının üç boyuttan üç boyuta uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen sorulara verdikleri cevapların seviyeleri SOLO modeline göre aşağıda verildiği gibidir. 5. ve 6. sorular bu amaçla oluşturulmuştur.

Tablo 4.14 3B-3B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Seviyeleri

Öğrenciler	Beşinci Soru	Altıncı Soru
Merve	Tek Yönlü Yapı	Tek Yönlü Yapı
Taner	Çok Yönlü Yapı	Tek Yönlü Yapı
Elif	Tek Yönlü Yapı	Tek Yönlü Yapı
Emre	Çok Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Bilal	İlişkisel Yapı	Çok Yönlü Yapı
Gamze	İlişkisel Yapı	Çok Yönlü Yapı

Öğretmen adaylarından Merve ve Elif her iki soruda da tek yönlü yapı özelliği sergilerken, Emre çok yönlü yapı özelliği göstermektedir. Taner'in cevaplarının seviyesi en fazla çok yönlü yapı, en az tek yönlü yapıda kalmaktadır. Bilal ve Gamze'nin cevapları ise en çok ilişkisel yapı, en az çok yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır. En düşük düşünme seviyesi olan yapı öncesi ve en yüksek düşünme seviyesi olan genişletilmiş soyut yapı seviyesine ait cevaba rastlanmamaktadır. Genele bakıldığında ise üç boyuttan üç boyuta uzamsal

görselleştirme becerilerini ölçen sorulara ilköğretim matematik öğretmen adaylarından gelen cevaplar en fazla ilişkisel yapı seviyesinde en az da tek yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır.

Tablo 4.15 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 3B-3B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi

3B-3B Uzamsal Görselleştirme				
Y.Ö	T.Y	Ç.Y	İ.Y	G.S.Y
0	5	5	2	0

3B-3B Uzamsal Görselleştirme becerisine sahip öğretmen adaylarından 5'i tek yönlü yapı seviyesinde, 5'i çok yönlü yapı seviyesinde, 2'si ilişkisel yapı seviyesinde olup, genişletilmiş yapı seviyesinde ve yapı öncesi seviyede birey bulunmamaktadır.

4.4.5 Farklı Boyutlara Göre Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi

Tablo 4.16 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Düzeylerine Göre Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Değerlendirilmesi

Uzamsal Görselleştirme									
		2B-2B		2B-3B		3B-2B		3B-3B	
		7	8	1	4	2	3	5	6
Düşük	Merve	T.Y	Ç.Y	T.Y	T.Y	Y.Ö	T.Y	T.Y	T.Y
	Taner	İ.Y	Ç.Y	T.Y	Ç.Y	T.Y	T.Y	Ç.Y	T.Y
Orta	Elif	Ç.Y	İ.Y	Ç.Y	Ç.Y	T.Y	Ç.Y	T.Y	T.Y
	Gamze	Ç.Y	İ.Y	T.Y	Ç.Y	T.Y	Ç.Y	İ.Y	Ç.Y
Yüksek	Bilal	G.S.Y	Ç.Y	İ.Y	G.S.Y	İ.Y	Ç.Y	İ.Y	Ç.Y
	Emre	İ.Y	Ç.Y	İ.Y	Ç.Y	T.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y

Purdue Uzamsal Görselleştirme testine göre düşük düzeyde yer alan Merve iki boyuttan iki boyuta düşünmeyi gerektiren sorularda en düşük tek yönlü yapı, en yüksek çok yönlü yapı seviyesinde cevaplar vermiştir. Aynı seviyedeki Taner'in ise bu sorulara verdiği cevaplar çok yönlü yapı ve ilişkisel yapı seviyesindedir. Sonuç olarak düşük uzamsal görselleştirme becerisine sahip olan öğrencilerin cevapları çoğunlukla çok yönlü yapı seviyesindedir. İki boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren sorularda Merve tek yönlü yapı düzeyinde yer alırken, Taner en düşük tek yönlü yapı, en yüksek çok yönlü yapı seviyesindedir. Bu iki farklı boyut arasında geçiş gerektiren sorularda düşük seviyedeki öğretmen adayları çoğunlukla tek yönlü

yapı seviyesindedir. Üç boyuttan iki boyuta geçişi gerektiren sorularda Merve en düşük yapı öncesi seviyede iken en yüksek tek yönlü yapı seviyesindedir. Taner ise her iki soru için de tek yönlü yapı seviyesindedir. Üç boyut ile iki boyut arasındaki sorulara verdikleri cevapların geneline bakıldığında tek yönlü yapı seviyesinde oldukları görülmektedir. Üç boyuttan üç boyuta geçiş yapmayı gerektiren sorularda ise Merve her iki soruda da tek yönlü yapı seviyesinde yer alırken Taner ise en düşük tek yönlü yapı, en yüksek çok yönlü yapı seviyesindedir, genel olarak tek yönlü yapı seviyesinde cevaplar vermişlerdir.

Purdue Uzamsal Görselleştirme testine göre orta düzeyde yer alan Elif ve Elif iki boyuttan iki boyuta düşünmeyi gerektiren sorularda en düşük çok yönlü yapı, en yüksek ilişkisel yapı seviyesinde cevaplar vermişlerdir. Sonuç olarak düşük uzamsal görselleştirme becerisine sahip olan öğrencilerin cevapları hem çok yönlü yapı hem de ilişkisel yapı seviyesinin özelliklerini göstermektedir. İki boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren sorularda Elif çok yönlü yapı seviyesinde yer alırken, Gamze en düşük tek yönlü yapı, en yüksek çok yönlü yapı seviyesindedir. Bu iki farklı boyut arasında geçiş gerektiren sorularda düşük seviyedeki öğretmen adayları çoğunlukla çok yönlü yapı seviyesindedir. Üç boyuttan iki boyuta geçişi gerektiren sorularda Elif ve Gamze en düşük tek yönlü yapı seviyesinde iken en yüksek çok yönlü yapı seviyesindedir. Dolayısıyla bu iki boyut arasında geçiş yapmayı gerektiren sorularda öğrencilerin cevapları hem tek yönlü hem de çok yönlü yapı özelliği göstermektedir. Üç boyuttan üç boyuta geçiş yapmayı gerektiren sorularda ise Elif her iki soruda da tek yönlü yapı seviyesinde yer alırken Gamze ise en düşük çok yönlü yapı, en yüksek ilişkisel yapı seviyesindedir dolayısıyla genel olarak verdikleri cevaplar tek yönlü yapı seviyesindedir.

Purdue Uzamsal Görselleştirme testine göre yüksek düzeyde yer alan Bilal iki boyuttan iki boyuta düşünmeyi gerektiren sorularda en düşük çok yönlü yapı, en yüksek genişletilmiş soyut yapı seviyesinde cevaplar vermiştir. Aynı seviyedeki Emre'nin ise bu sorulara verdiği cevaplar çok yönlü yapı ve ilişkisel yapı seviyesindedir. Sonuç olarak yüksek uzamsal görselleştirme becerisine sahip olan öğrencilerin cevapları çoğunlukla çok yönlü yapı seviyesindedir. İki boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren sorularda Bilal en yüksek genişletilmiş soyut yapı seviyesinde, en düşük ilişkisel yapı seviyesindedir, Emre ise en düşük çok yönlü yapı, en yüksek ilişkisel yapı seviyesindedir. Bu iki farklı boyut arasında geçiş gerektiren sorularda yüksek düzeydeki öğretmen adayları çoğunlukla ilişkisel yapı seviyesindedir. Üç boyuttan iki boyuta geçişi gerektiren sorularda Bilal en düşük çok yönlü yapı seviyesinde iken en yüksek ilişkisel yapı seviyesindedir. Emre'nin cevapları ise tek yönlü ve çok yapı seviyesinin özelliklerini göstermektedir. Üç boyut ile iki boyut arasındaki sorulara

verdikleri cevapların geneline bakıldığında çok yönlü yapı seviyesinde oldukları görülmektedir. Üç boyuttan üç boyuta geçiş yapmayı gerektiren sorularda ise Emre her iki soruda da çok yönlü yapı seviyesinde yer alırken Bilal en düşük çok yönlü yapı, en yüksek ilişkisel yapı seviyesindedir, genel olarak yüksek düzeydeki öğretmen adayları çok yönlü yapı seviyesinde cevaplar vermişlerdir.

4.5 Uzamsal Yönelim Becerilerinin Farklı Boyutlarda İncelenmesi ile İlgili Bulgular

4.5.1 İki Boyuttan İki Boyuta Uzamsal Yönelim Becerilerinin İncelenmesi

Bu bölümde öğretmen adaylarının iki boyuttan iki boyuta uzamsal yönelim becerilerini ölçen sorulara verdiği cevapların SOLO modeline göre yer aldığı seviyeler belirlenmiştir. Araştırmada bu boyutu ikinci bölümün 5. ve 6. sorusu ölçmektedir.

Tablo 4.17 2B-2B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Seviyeleri

Öğrenciler	Beşinci Soru	Altıncı Soru
Merve	Tek Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Taner	Tek Yönlü Yapı	Tek Yönlü Yapı
Elif	Çok Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Emre	Tek Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Bilal	İlişkisel Yapı	İlişkisel Yapı
Gamze	Tek Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı

Taner'in cevaplarının hepsi tek yönlü yapı, Elif'in cevaplarının hepsi çok yönlü yapı, Bilal'in cevaplarının hepsi ilişkisel yapı seviyelerine uygun özellikler göstermektedir. Merve, Emre ve Gamze de verdikleri cevaplara göre en fazla çok yönlü yapı en az tek yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır. Yapı öncesi seviyeye ve genişletilmiş yapı seviyesinin özelliklerine uygun cevaba rastlanmamaktadır. Genele bakıldığında ise iki boyuttan iki boyuta uzamsal yönelim becerilerini ölçen sorulara ilköğretim matematik öğretmen adaylarından gelen cevaplar en fazla ilişkisel yapı seviyesinde en az da tek yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır.

Tablo 4.18 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 2B-2B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi

2B-2B Uzamsal Yönelim				
Y.Ö	T.Y	Ç.Y	İ.Y	G.S.Y
0	5	5	2	0

2B-2B Uzamsal Yönelim becerisine sahip öğretmen adaylarından 5'i tek yönlü yapı seviyesinde, 5'i çok yönlü yapı seviyesinde, 2'si ilişkisel yapı seviyesinde olup, genişletilmiş yapı seviyesinde ve yapı öncesi seviyede birey bulunmamaktadır.

4.5.2 İki Boyuttan Üç Boyuta Uzamsal Yönelim Becerilerinin İncelenmesi

Bu bölümde öğretmen adaylarının iki boyuttan üç boyuta uzamsal yönelim becerilerini ölçen sorulara verdiği cevapların SOLO modeline göre yer aldığı seviyeler belirlenmiştir. Araştırmada bu boyutu ikinci bölümün 3. ve 4. sorusu ölçmektedir.

Tablo 4.19 2B-3B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Seviyeleri

Öğrenciler	Üçüncü Soru	Dördüncü Soru
Merve	Çok Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Taner	İlişkisel Yapı	Çok Yönlü Yapı
Elif	İlişkisel Yapı	İlişkisel Yapı
Emre	Tek Yönlü Yapı	İlişkisel Yapı
Bilal	İlişkisel Yapı	İlişkisel Yapı
Gamze	Tek Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı

Merve'nin cevaplarının hepsi çok yönlü yapı, Elif ve Bilal'in cevaplarının hepsi ilişkisel yapı seviyesindedir. Taner sorulara en fazla ilişkisel yapı, en az çok yönlü seviyesinde cevaplar vermiştir. Emre'nin cevapları en yüksek ilişkisel yapı en düşük tek yönlü yapı seviyesi özelliği göstermektedir. Gamze'nin verdiği cevaplarda en fazla çok yönlü yapı seviye, en az tek yönlü seviyeye ait özellikler görülmektedir. Yapı öncesi seviyede ve genişletilmiş soyut yapı seviyesinde cevaba rastlanmamaktadır. Genele bakıldığında ise iki boyuttan üç boyuta uzamsal yönelim becerilerini ölçen sorulara ilköğretim matematik öğretmen adaylarından gelen cevaplar en fazla ilişkisel yapı düzeyinde en az da tek yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır.

Tablo 4.20 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 2B-3B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi

2B-3B Uzamsal Yönelim				
Y.Ö	T.Y	Ç.Y	İ.Y	G.S.Y
0	1	4	7	0

2B-3B Uzamsal Yönelim becerisine sahip öğretmen adaylarından 1'i tek yönlü yapı seviyesinde, 4'ü çok yönlü yapı seviyesinde, 7'si ilişkisel yapı seviyesinde olup, genişletilmiş yapı seviyesinde ve yapı öncesi seviyede birey bulunmamaktadır.

4.5.3 Üç Boyuttan İki Boyuta Uzamsal Yönelim Becerilerinin İncelenmesi

Öğretmen adaylarının üç boyuttan iki boyuta uzamsal yönelim becerilerini ölçen sorulara verdiği cevaplar SOLO modeline göre yer aldığı seviyeler belirlenmiştir. Birinci ve ikinci soru bu seviyelerin belirlenmesi amacıyla sorulmuştur.

Tablo 4.21 3B-2B Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Seviyeleri

Öğrenciler	Birinci Soru	İkinci Soru
Merve	İlişkisel Yapı	Çok Yönlü Yapı
Taner	Tek Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Elif	Çok Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Emre	İlişkisel Yapı	Çok Yönlü Yapı
Bilal	Çok Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Gamze	Çok Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı

Merve ve Emre en fazla ilişkilendirilmiş yapı, en az çok yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır. Elif, Bilal ve Gamze'nin cevaplarının hepsi çok yönlü yapı seviyesindedir. Taner'in cevapları ise en fazla çok yönlü yapı, en az tek yönlü yapı özelliği göstermektedir. Yapı öncesi seviyede ve genişletilmiş yapı seviyesinde cevap öğrenciye rastlanmamaktadır. Genele bakıldığında ise üç boyuttan iki boyuta uzamsal yönelim becerilerini ölçen sorulara ilköğretim matematik öğretmen adaylarından gelen cevaplar en fazla ilişkisel yapı, en az da tek yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır.

Tablo 4.22 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 3B-2B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi

3B-2B Uzamsal Yönelim				
Y.Ö	T.Y	Ç.Y	İ.Y	G.S.Y
0	1	9	2	0

3B-2B Uzamsal Yönelim becerisine sahip öğretmen adaylarından 1'i tek yönlü yapı seviyesinde, 9'u çok yönlü yapı seviyesinde, 2'si ilişkisel yapı seviyesinde olup, genişletilmiş yapı seviyesinde ve yapı öncesi seviyede birey bulunmamaktadır.

4.5.4 Üç Boyuttan Üç Boyuta Uzamsal Yönelim Becerilerinin İncelenmesi

Bu kısımda öğretmen adaylarının üç boyuttan üç boyuta uzamsal yönelim becerilerini ölçen sorulara verdiği cevaplarda SOLO modeline göre yer aldığı seviyeler verilmiştir. Araştırmada bu boyutu ikinci bölümün 7. ve 8. sorusu ölçmektedir.

Tablo 4.23 3B-3B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Seviyeleri

Öğrenciler	Yedinci Soru	Sekizinci Soru
Merve	Çok Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Taner	Çok Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Elif	Tek Yönlü Yapı	Tek Yönlü Yapı
Emre	Çok Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Bilal	Çok Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı
Gamze	İlişkisel Yapı	Çok Yönlü Yapı

Merve, Taner, Emre, Bilal'in cevaplarının hepsi çok yönlü yapı özelliği gösterirken, Elif'in cevaplarının hepsi tek yönlü yapı seviyesindedir. Gamze en yüksek ilişkisel yapı, en düşük çok yönlü yapı özelliği göstermektedir. Yapı öncesi seviyede ve genişletilmiş yapı seviyesinde cevap öğrenciye rastlanmamaktadır. Genele bakıldığında ise üç boyuttan üç boyuta uzamsal yönelim becerilerini ölçen sorulara ilköğretim matematik öğretmen adaylarından gelen cevaplar en fazla ilişkisel yapı, en az da tek yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır.

Tablo 4.24 İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının 3B-3B Uzamsal Yönelim Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi

3B-3B Uzamsal Yönelim				
Y.Ö	T.Y	Ç.Y	İ.Y	G.S.Y
0	2	9	1	0

3B-3B Uzamsal Yönelim becerisine sahip öğretmen adaylarından 2'si tek yönlü yapı seviyesinde, 9'u çok yönlü yapı seviyesinde, 1'i ilişkisel yapı seviyesinde olup, genişletilmiş yapı seviyesinde ve yapı öncesi seviyede birey bulunmamaktadır.

4.5.5 Farklı Boyutlara Göre Uzamsal Yönelim Becerilerinin Genel Değerlendirilmesi

Tablo 4.25 Öğretmen Adaylarının Düzeylerine Göre Uzamsal Yönelim Becerilerinin Değerlendirilmesi

		Uzamsal Yönelim							
		2B-2B		2B-3B		3B-2B		3B-3B	
		5	6	3	4	1	2	7	8
Düşük	Merve	T.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	İ.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y
	Taner	T.Y	T.Y	İ.Y	Ç.Y	T.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y
Orta	Elif	Ç.Y	Ç.Y	İ.Y	İ.Y	Ç.Y	Ç.Y	T.Y	T.Y
	Gamze	T.Y	Ç.Y	T.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	İ.Y	Ç.Y
Yüksek	Bilal	İ.Y	İ.Y	İ.Y	İ.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y
	Emre	T.Y	Ç.Y	İ.Y	İ.Y	İ.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y

Purdue Uzamsal Görselleştirme testine göre düşük düzeyde yer alan Merve iki boyuttan iki boyuta düşünmeyi gerektiren sorularda en düşük tek yönlü yapı, en yüksek çok yönlü yapı seviyesinde cevaplar vermiştir. Aynı seviyedeki Taner'in ise bu sorulara verdiği cevaplar tek yönlü yapı seviyesindedir. Sonuç olarak düşük düzeydeki öğrencilerin cevaplarının çoğunluğu tek yönlü yapı seviyesindedir. İki boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren sorularda Merve çok yönlü yapı düzeyinde yer alırken, Taner en düşük çok yönlü yapı, en yüksek ilişkisel yapı seviyesindedir. Bu iki boyut arasında geçiş yapmayı gerektiren sorularda düşük seviyedeki öğretmen adayları çok yönlü yapı seviyesindedir. Üç boyuttan iki boyuta geçişi gerektiren sorularda Merve en düşük çok yönlü yapı seviyesinde iken en yüksek ilişkisel yapı seviyesindedir. Taner ise en düşük tek yönlü yapı, en yüksek çok yönlü yapı seviyesindedir. Bu boyutlar arasındaki sorulara verdikleri cevaplar ise çoğunlukla çok yönlü yapı seviyesindedir. Üç boyuttan üç boyuta geçiş yapmayı gerektiren sorularda ise hem Merve hem de Taner dört soru için de çok yönlü yapı seviyesindedir.

Purdue Uzamsal Görselleştirme testine göre orta düzeyde yer alan Elif iki boyuttan iki boyuta düşünmeyi gerektiren sorularda çok yönlü yapı seviyesinde, Gamze ise en yüksek çok yönlü yapı, en düşük tek yönlü yapı seviyesinde cevaplar vermiştir. Sonuç olarak bu boyutta düşük uzamsal görselleştirme becerisine sahip olan öğrencilerin cevaplarının çoğunluğu çok yönlü yapı seviyesindedir. İki boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren sorularda Elif ilişkisel yapı seviyesinde yer alırken, Gamze en düşük tek yönlü yapı, en yüksek çok yönlü yapı seviyesindedir. Bu iki boyut arasında geçiş yapmayı gerektiren sorularda orta düzeydeki öğretmen adayları genellikle ilişkisel yapı seviyesindedir. Üç boyuttan iki boyuta geçişi gerektiren tüm sorulara Elif ve Gamze'nin verdikleri cevaplar çok yönlü yapı seviyesindedir. Üç boyuttan üç boyuta geçiş yapmayı gerektiren sorularda ise Elif tek yönlü yapı seviyesine uygun cevaplar verirken, Taner en düşük çok yönlü yapı en yüksek ilişkisel yapı seviyesinde cevaplar vermiştir dolayısıyla çoğunlukla verdikleri cevaplar tek yönlü yapı seviyesindedir.

Purdue Uzamsal Grselleştime testine göre yüksek düzeyde yer alan Bilal iki boyuttan iki boyuta düşünmeyi gerektiren sorularda ilişkisel yapı seviyesinde cevaplar verirken aynı düzeydeki Emre'nin ise bu sorulara verdiği cevaplar en düşük tek yönlü yapı, en yüksek çok yönlü yapı seviyesindedir. Sonuç olarak yüksek düzeydeki öğrencilerin cevaplarının çoğunluğu ilişkisel yapı seviyesindedir. İki boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren sorularda Bilal ve Emre tüm sorularda ilişkisel yapı seviyesindedir. Üç boyuttan iki boyuta geçişi gerektiren sorularda Bilal en düşük çok yönlü yapı seviyesinde iken en yüksek ilişkisel yapı seviyesindedir. Emre her iki soruda da ilişkisel yapı seviyesindedir. Bu iki boyut arasında geçiş yapmayı gerektiren sorulara verdikleri cevaplara bakıldığında genel olarak çok yönlü yapı seviyesinde oldukları görülmektedir. Üç boyuttan üç boyuta geçiş yapmayı gerektiren sorularda ise hem Merve hem de Taner dört soru için de çok yönlü yapı seviyesindedir.

BÖLÜM V: SONUÇ

5.1 Yargı

Bu çalışmada ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinin SOLO modeline göre incelenmesi amaç olarak belirlenmiştir. Bu amaçla 6 ilköğretim matematik öğretmen adayı ile klinik mülakat yapılmıştır. Her bir öğretmen adayına ait veriler farklı açılardan analiz edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının hem uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme becerilerinin seviyelerini inceleyip karşılaştırmak hem de klinik mülakatlara seçim yapmak için Purdue uzamsal görselleştirme testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle nitel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara aşağıda yer verilmektedir.

Araştırmanın ilk amacına yönelik olarak yapılan analizlerin sonucuna göre öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerileri arasında pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir ilişki vardır.

Araştırmanın ikinci amacına uygun olarak yapılan klinik mülakatlar sonucu elde edilen verilere göre öğretmen adayları uzamsal görselleştirme becerileri açısından SOLO modelinin düşünme evrelerine göre ağırlıklı olarak Çok Yönlü Yapı (ÇY) seviyesindedir. Uzamsal yeteneğin diğer bileşeni olan uzamsal yönelim becerisi açısından SOLO modeline göre ağırlıklı olarak yine Çok Yönlü Yapı (ÇY) seviyesinde oldukları belirlenmiştir.

Farklı boyutlar arasında düşünme gerektiren problemlere göre öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri incelendiğinde şu yargılara varılmıştır:

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının iki boyuttan iki boyuta düşünme gerektiren durumlarda uzamsal görselleştirme becerileri SOLO Taksonomisine göre ağırlıklı olarak Çok Yönlü Yapı (ÇY) seviyesindedir.

İki boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren durumlarda ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri SOLO Taksonomisine göre incelendiğinde ağırlıklı olarak Çok Yönlü Yapı (ÇY) seviyesinde yer almaktadırlar.

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının üç boyuttan iki boyuta düşünme gerektiren durumlarda uzamsal görselleştirme becerileri SOLO Taksonomisine göre ağırlıklı olarak Tek Yönlü Yapı (TY) seviyesindedir.

Üç boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren durumlarda öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri SOLO Taksonomisine göre Tek yönlü yapı (TY) ve Çok yönlü yapı (ÇY) seviyesindedir.

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yönelim becerileri farklı boyutlar arasında düşünme gerektiren problemlere verdikleri cevaplara göre incelendiğinde ise şu yargılara ulaşılmıştır:

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının iki boyuttan iki boyuta düşünme gerektiren durumlarda uzamsal yönelim becerileri SOLO Taksonomisine göre Tek yönlü yapı (TY) ve Çok yönlü yapı (ÇY) seviyesindedir.

İki boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren durumlarda ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yönelim becerileri SOLO Taksonomisine göre incelendiğinde ağırlıklı olarak İlişkisel Yapı (İY) seviyesinde yer almaktadırlar.

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının üç boyuttan iki boyuta düşünme gerektiren durumlarda uzamsal yönelim becerileri SOLO Taksonomisine göre ağırlıklı olarak Çok Yönlü Yapı (ÇY) seviyesindedir.

Üç boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren durumlarda öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri SOLO Taksonomisine göre ağırlıklı olarak Çok yönlü yapı (ÇY) seviyesindedir.

5.2 Tartışma

Bu kısımda ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri SOLO modelinin düşünme seviyelerine göre incelendikten sonra elde edilen sonuçlar literatürde yer alan çalışmalarla karşılaştırılmış ve benzerlikler, farklılıklar araştırılmıştır. Hem SOLO modeli kullanılarak yapılan çalışmalarla hem de uzamsal yetenek ile ilgili yapılan çalışmalarla kıyaslama yapılmıştır.

5.2.1 Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi ile İlgili Bulguların Tartışılması

Purdue uzamsal görselleştirme testinde yer alan üç bölüm (açılımlar, döndürme ve görünüm) en yüksek ortalamanın açılımlar bölümüne ait olduğu görülmektedir. Daha sonra sırasıyla döndürme ve görünüm bölümü puanları gelmektedir. Açılımlar bölümü uzamsal görselleştirme becerisini ölçtüğünden 81 ilköğretim matematik öğretmen adayının en yüksek

puan ortalamasına sahip olduğu uzamsal yetenek bileşeni uzamsal görselleştirmedi. Diğer iki bölümün puan ortalamaları daha düşük olduğundan ve görünümler bölümü uzamsal yönelim becerisini ölçtüğünden öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme puanları uzamsal yönelim puanlarından daha yüksektir. McGee'ye (1979) göre uzamsal görselleştirme uzamsal yönelimden, neyin hareket ettirildiğiyle farklılık göstermektedir. Eğer yapılacak iş, bir gösterimin parçası veya tamamını zihinde hareket ettirme veya değiştirmeyi ileri sürüyorsa, bu iş uzamsal görselleştirme işi olarak düşünülebilir. Uzamsal yönelim soruları ise bir nesnenin zihinde hareket ettirilmesini gerektirmez. Uzamsal yönelim sorularında sadece kişinin algısal perspektifiyle nesnenin görünümünün değiştirilmesi veya hareketi söz konusudur. Ülkemizdeki eğitim sistemi düşünüldüğünde uzamsal yönelim becerisini geliştiren çalışmalara ya da sorulara daha az rastlanmaktadır ve öğrenciler bu tarz sorulara aşina değildirler. Ancak zihinde döndürme, açılımı verilen şeklin kapalı halini çizme ile ilgili sorular az da olsa yer aldığından öğrenciler bu sorularda daha başarılı olmaları normaldir.

Ayrıca yine Purdue uzamsal görselleştirme testi sonuçlarına göre açılımlar bölümünden aldıkları puanlar doğrultusunda uzamsal görselleştirme bileşeni bakımından ilköğretim matematik öğretmen adaylarının yarısından fazlası orta düzeydedir. Döndürme bölümünden elde edilen puanlar öğretmen adaylarının genelinde orta seviyede yer aldığını göstermektedir. Görünümler bölümü sonuçlarına bakıldığında öğretmen adaylarının ortalamadan fazlasının uzamsal yönelim becerilerinin orta düzeyde olduğu bilgisi elde edilmektedir. Testten alınan toplam puanlara bakıldığında her bir bölüm için elde edilen sonuçlara benzer şekilde öğretmen adaylarının seviyede yer aldığı görülmektedir. Özet olarak her bir bölüm için ve testin geneli için öğretmen adaylarının genelde orta seviyede olması onların uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesi gerektiği sonucuna ulaştırırsa da zayıf olmamaları gelecek adına umut vermektedir. Yetiştirecekleri öğrenciler için düzeylerini daha da ilerleterek faydalı olabilecekleri söylenebilir. Dursun (2010) ilköğretim öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme puanlarını karşılaştığında matematik öğretmenlerinin diğerlerinden yüksek puanlar alması orta düzeyde çıkmalarının beklenebilecek bir sonuç olduğunu göstermektedir. Sevimli (2009) matematik öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada en yüksek puanların döndürme, en düşük puanların görünümler bölümüne ait olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada da benzer şekilde en düşük puan ortalaması görünümler bölümüne aitken en yüksek puan ortalaması açılımlar bölümü olduğundan bu açıdan farklılık göstermektedir. Bulut ve Köroğlu'nun (1998) da matematik öğretmen adaylarının uzamsal yönelim ve uzamsal görme becerilerinin on birinci sınıf öğrencileriyle kıyaslamasını yaparak öğrencilerin lisans

seviyesine geldiğinde uzamsal yeteneklerinin seviyesinin arttığı sonucuna ulaşmıştır bu sonuç bireylerin yaşının artmasına bağlı olarak soyut düşünebilme yeteneğinin artmasına bağlanabilir ancak aynı çalışmada araştırmacılar yine de öğretmen adaylarının puanlarının düşük olduğunu belirtmişlerdir bu açıdan çalışma ile farklılık arz etmektedir.

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerileri arasında zayıf düzeyde pozitif anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada uzamsal yeteneğin McGee (1979) tarafından belirlenen Uzamsal Yönelim ve Uzamsal Görselleştirme becerileri incelendiğinden testin bu bileşenlerini ölçen kısımlarının karşılaştırılmasının anlamlı olacağı düşünülmüştür. Nitekim sonuçlara göre uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme becerileri birbirleri ile ilişkilidir yani birbirini yordama konusunda zayıf da olsa fikir verebilmektedir. Aslında her ikisi de uzamsal yeteneğin bileşeni olduğundan birbiri ile iç içe sayılabilir ve bu sonuca ulaşılması beklenilebilir. Ayrıca klinik mülakatlar için öğrenci seçiminde bu testin kullanılmasının bu yüzden yerinde olacağı düşünülmüştür. Ayrıca Battista (1990), Kayhan (2005), Turgut (2007), Turgut (2010) ve Kakmacı'nın (2009) uzamsal yetenek ile matematik ya da geometri dersleri arasında pozitif bir ilişki olduğu sonuçlarına ulaşmaları bu çalışmada olduğu gibi matematik ve geometri başarı testleri ile uzamsal yeteneğin yordanabileceğini göstermektedir.

5.2.2 Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin SOLO Modeline Göre İncelenmesi ile İlgili Bulguların Tartışılması

Araştırmanın ikinci amacına uygun olarak yapılan klinik mülakatlar sonucu elde edilen verilere göre öğretmen adayları uzamsal görselleştirme becerileri açısından SOLO modelinin düşünme evrelerine göre ağırlıklı olarak Çok Yönlü Yapı (ÇY) seviyesindedir. Buna göre öğretmen adayları cevaba ulaşırken birden fazla veriyi kullanmaktadır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanmaktadır (Pegg ve Davey, 1998; Çelik, 2007).

Öğretmen adaylarından uzamsal görselleştirme testine göre düşük düzeyde uzamsal görselleştirme becerisine sahip olanların çoğunlukla tek yönlü yapı seviyesinde olduğundan probleme odaklanmaktadır ancak çözüm için sadece ilişkili tek bir veriyi kullanmaktadır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamamaktadırlar. Hattie ve Brown'a (2004) göre tek yapıli düzeyde verilen cevaplar derinlemesine olmadığından düşük düzeydeki öğretmen adaylarının yüzeysel bir öğrenmeye sahip olduğu söylenebilir. Orta düzeyde uzamsal görselleştirme becerisine sahip öğretmen adaylarına

bakıldığında ise cevapların çoğunlukla çok yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır. Uzamsal görselleştirme becerisi artınca öğretmen adaylarının cevaplarının seviyesi de bir seviye ilerlemiştir bu olması gereken bir durum olarak düşünülebilir çünkü öğrencilerin düzeyi arttıkça verecekleri cevapların daha ileri bir düzeyde olması beklenmektedir. Benzer şekilde yüksek seviyede öğretmen adaylarının da çok yönlü yapı seviyesinde olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Ancak farklı olarak yüksek düzeyde uzamsal görselleştirme becerisine sahip öğretmen adaylarından Bilal'in cevaplarının üçünün ilişkisel ve ikisinin de genişletilmiş soyut yapı seviyesinde olması yine de daha ileri bir seviyede olduklarını gösterebilir. Bu bilgiler ışığında orta ve yüksek düzeydeki öğretmen adayları genel olarak problemlerde verilen birden fazla bilgiyi kullanmışlar fakat bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle ilişkilerini tam olarak anlayamamışlardır ve her 3 durumda da öğretmen adaylarının yine yüzeysel olduğu görülmektedir. Buradan uzamsal yeteneğin geliştirilmesi için çeşitli faaliyetlerin yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Dinamik geometri programlarının, somut materyallerin kullanımının bu aşamada etkili olabileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Nitekim Baki ve Güven (2007), Kösa (2011), Uygan (2011) dinamik geometrinin; Arıcı (2009) da origaminin uzamsal yeteneğin gelişmesinde etkili olduğunu çalışmalarında göstermişlerdir. Lian ve Idris'in (2006) çalışmasında katılımcıların çoğunlukla tek yönlü yapı ve çok yönlü yapı seviyesinde olması ile çalışmanın bu kısmında öğretmen adaylarının cevaplarının seviyeleri benzerlik göstermektedir. Çelik (2007) ve Ardiş ve diğerlerinin (2012) de çalışmalarına katılan kişilerin cevaplarının ilişkisel yapı seviyesinin altında kalması çalışmanın bu kısmında elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

5.2.3 Uzamsal Yönelim Becerilerinin SOLO Modeline Göre İncelenmesi ile İlgili Bulguların Tartışılması

İlköğretim matematik öğretmen adayları uzamsal yeteneğin diğer bileşeni olan uzamsal yönelim becerileri açısından da ağırlıklı olarak Çok Yönlü Yapı (ÇY) seviyesindedir. Bu bilgi ışığında öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirmenin ilişkili kavramları açısından sahip oldukları bilgileri tutarlı bir yapı içerisinde birleştirmede başarılı olamadıkları görülmektedir (Çelik, 2007).

Düşük ve orta seviyede öğretmen adaylarının cevapları çoğunlukla çok yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır ve derinlemesine değil daha çok yüzeysel kalan bir öğrenmeye sahiptirler (Hattie ve Brown, 2004). Uzamsal görselleştirme becerisinde düşük düzeydeki öğretmen adaylarının cevaplarının seviyesi tek yönlü yapı seviyesinde kalırken, uzamsal

yönelim becerisinde bir seviye daha yüksektir ve çok yönlü yapı seviyesindedir. Dolayısıyla öğretmen adayları problemlerin çözümünde daha fazla veri kullanmaya çalışmışlardır.

Yüksek düzeyde uzamsal görselleştirme becerisine sahip öğretmen adaylarından Bilal'in cevaplarından 4'ü çok yönlü yapı, 4'ü ilişkisel yapı seviyesindedir. Emre'nin cevaplarından 4'ü çok yönlü yapı, 4'ü ilişkisel yapı seviyesindedir. Bu bilgilere dayanarak yüksek seviyede öğretmen adaylarının da çok yönlü yapı seviyesinde veya ilişkisel yapı seviyesinde olabileceği bulgusuna ulaşılmıştır. SOLO modelinde Bigg ve Collis'in (1982) savunduğu düşüncede olduğu gibi tek bir seviyeye öğrencileri yerleştiremeyeceğimizi de böylelikle görmekteyiz. Bu öğrenciler için tek bir seviye belirlenemiştir ancak yarı yarıya ilişkilendirilmiş yapı seviyede olmaları beklendiği gibi daha ileri bir seviyede olduklarını göstermektedir. SOLO modeli ile yapılan çalışmalara bakıldığında her ne kadar konular farklı olsa da Groth ve Berner (2006), Lian ve Idris (2006), Çelik (2007) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar katılımcıların ilişkisel yapı seviyesinin altında kaldığını göstermektedir ancak bu çalışmada yüksek düzeyde uzamsal görselleştirme becerisine sahip öğretmen adaylarının cevapları ilişkisel yapı seviyesinin özelliğini de göstermektedir bu yönü ile çalışmanın diğer çalışmalardan ayrılan bir tarafı vardır. Öğretmen adaylarının yer aldıkları SOLO seviyelerinin ortanın biraz üzerinde yer alması etkili bir öğretim yapabilmeleri adına güzel bir sonuçtur. Yeterli seviyedeki öğretmen adayları ile birlikte Yolcu'nun (2008) ulaştığı birim küplerle oluşturulmuş yapıların farklı yönlerden görünümlerini çizebilme, farklı yönlerden görünümleri verilen şekilleri oluşturabilme konusunda ilköğretim öğrencilerinin seviyelerini belirleyerek somut materyal ve bilgisayar uygulamalarının uzamsal yeteneklerini geliştirebileceği sonucundan yola çıkarak öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerinin geliştirilmesi adına uygun eğitim-öğretim ortamları hazırlanmış olacaktır.

5.2.4 Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Farklı Boyutlarda İncelenmesi ile İlgili Bulguların Tartışılması

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının iki boyuttan iki boyuta düşünme gerektiren durumlarda uzamsal görselleştirme becerileri SOLO Taksonomisine göre ağırlıklı olarak Çok Yönlü Yapı (ÇY) seviyesinde yer aldığından problemi çözüme ulaştıracak birden çok veriyi kullanmaktadırlar. Dolayısıyla ilgili yedinci soruda dönüşümler sonunda ABCD karesini elde edebilmek için çeşitli denemelerde bulunup yanlış dönüşümler yapabilmektedirler. Sekizinci soruda I ve IV dönüşümlerini uygulayacaklarının ve sonunda verilen kareyi elde edeceğinin farkındadırlar. İki bilgi arasında bağlantı kurmaya çalışmışlar ancak son kareyi elde edebilmek için dönüşümleri nasıl kullanacağı, hangi sırada kullanacağı konusunda yanlış

adımlar atmışlardır. Genele bakıldığında ise yüzeysel bir öğrenmeye sahiptirler. Yüksek düzeydeki öğretmen adaylarından Bilal ise bu soru için gösterilebilecek en yüksek seviyeye ait özellikleri göstermiş ve genişletilmiş soyut yapı özelliği sergilemiştir. Bu boyutta dört farklı düşünme seviyesine uygun cevaplar verilirken yapı öncesi seviyeye ait cevap örneğine rastlanmamıştır. Ayrıca sık olarak rastlanmayan genişletilmiş yapı seviyesine ait bir cevap Bilal tarafından verilmiştir. Genele bakıldığında ise iki boyuttan iki boyuta uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen sorulara ilköğretim matematik öğretmen adaylarından gelen cevaplar en fazla genişletilmiş soyut yapı düzeyinde en az da tek yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır. Bu çalışmada genişletilmiş yapı seviyesinde 2 cevap verilmiştir ve bu cevapların ikisi de yüksek düzeyde uzamsal yeteneğe sahip olan Bilal'e aittir. Cevaplardan biri iki boyuttan iki boyuta geçişi gerektiren problemlerden birinde verilmiştir.

İki boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren durumlarda ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri SOLO Taksonomisine göre incelendiğinde ağırlıklı olarak Çok Yönlü Yapı (ÇY) seviyesinde yer almaktadırlar. Bilal bir önceki boyutta olduğu gibi gösterilebilecek en yüksek seviyeye ait özellikleri göstermiş ve genişletilmiş soyut yapı özelliği sergilemiştir. Genele bakıldığında ise iki boyuttan üç boyuta uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen sorulara ilköğretim matematik öğretmen adaylarından gelen cevaplar en fazla genişletilmiş soyut yapı en az da tek yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır. Yaptıkları açıklamalar yine ezber üzerindendir, çok fazla düşünmeden hesap yapmaya başlamışlardır yani derinlemesine bir düşünme yoktur ve daha yüzeysel olarak sorular incelenmiştir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının pek başarılı olduğu söylenemez. Accascina ve Rogara (2006) benzer şekilde öğrencilerinin iki boyuttan üç boyuta çizimlerde zorlandıklarını belirtmişlerdir.

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının üç boyuttan iki boyuta geçişi gerektiren sorularda cevapları SOLO Taksonomisine göre ağırlıklı olarak Tek Yönlü Yapı (TY) seviyesindedir. Dolayısıyla yaptıkları açıklamalar ezberdendir, öğrenciler çok fazla düşünmeden hesap yapmaya başlamışlar başka bir yol daha düşünüp karşılaştırma yapmamışlardır. En yüksek düşünme seviyesi olan genişletilmiş soyut yapı seviyesinde cevap veren öğrenci bulunmamaktadır. Genele bakıldığında ise üç boyuttan iki boyuta uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen sorulara ilköğretim matematik öğretmen adaylarından gelen cevaplar en fazla ilişkisel yapı düzeyinde en az da yapı öncesi seviyesinde yer almaktadır. Öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ile ilgili bu sorularda cevap seviyelerinin iki boyuttan üç

boyuta geçişi gerektiren sorulardan daha düşük çıkması ğretmen adaylarının uzamsal daha üç boyuttan iki boyuta geçişte daha çok zorlandıkları sonucuna ulaştırabilir.

Üç boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren durumlarda ğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri SOLO Taksonomisine göre Tek yönlü yapı (TY) ve çok yönlü yapı (Y) seviyesindedir. Üç boyut arasındaki problemlerde cevapların seviyesi için belirgin bir farklılık olmamakla beraber tek yönlü ve çok yönlü yapı seviyelerine ait eşit sayıda cevap verilmiştir dolayısıyla ğretmen adaylarının başarılı oldukları pek söylenemez ve uzamsal görselleştirmenin ilişkili kavramları ile ilgili olarak derinlemesine bilgiye sahip değildirler. Lian ve Idris'in (2006) alışmasında katılımcılar çoğunlukla bu çalışmadakine benzer şekilde tek yönlü ve çok yönlü yapı seviyesinde yer almaktadır. Dolayısıyla ilişkilendirilmiş yapı seviyesinin altında kalmaktadırlar ve veriler arasında anlamlı bağlantılar kuramamaktadırlar.

İlişkisel seviyede cevapları bulunan ğretmen adayları Purdue Uzamsal Görselleştirme testine göre yüksek düzeydekilerdir. İki boyuttan iki boyuta ve iki boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren tüm sorularda ilişkisel yapı seviyesindedirler. Fennema ve Loef (1992), Kahan, Cooper ve Bethea (2003) ğretimin istenilen seviyede gerçekleşmesi için konu ile ilgili bilgi sahibi olması gerektiğini belirtmektedir ve bu açıdan iki boyuttan iki boyuta ve iki boyuttan üç boyuta geçiş yapmayı gerektiren problemler için ğretmen adayları artık derinlemesine öğrenmeye geçmeye başlamıştır. Üç boyuttan iki boyuta ve üç boyuttan üç boyuta geçişi gerektiren sorularda ise çok yönlü yapı seviyesinde yer alması sorulara üç boyutluluk girdikçe seviyelerinin düştüğünü göstermektedir ve ğretmen adayları daha fazla güçlük çekmektedirler.

5.2.5 Uzamsal Yönelim Becerilerinin Farklı Boyutlarda İncelenmesi ile İlgili Bulguların Tartışılması

İki boyuttan iki boyuta uzamsal yönelim becerilerini ölçen sorulara ilköğretim matematik ğretmen adaylarından gelen cevaplar genele bakıldığında ilişkisel yapı seviyesinde yer aldıkları görülmektedir. Uzamsal yönelim becerisi ile ilgili verilen kavramları ilişkilendirerek kendilerinden istenilenleri yerine getirmişlerdir. Örneğin sağdan, üstten, önden görnümü verilen bir şeklin her bir yönden görnümnü zihninde canlandırıp izebilmiş ayrıca farklı yönlerden görünümleri arasında ilişkilendirmeler yapmışlardır. Bir şeklin sağdan görnümü ile soldan görünümünün birbirinin simetriği olduğu şekliden akıl yürütmesi ile ilişkisel yapı seviyesinin özelliğini sergilemişlerdir. Uzamsal yönelim becerileri açısından boyutlar arası geçişlerde de en yüksek seviye bu kısıma aittir. İki boyuttan üç boyuta, üç boyuttan iki

boyuta, üç boyuttan üç boyuta uzamsal yönelim becerilerini ölçen sorulara ilköğretim matematik öğretmen adaylarından gelen cevaplar çoğunlukla Çok yönlü yapı seviyesine aittir. Sorulara üç boyutluluk eklendiğinde uzamsal görselleştirme becerisinde de olduğu gibi cevapların seviyesinde düşme olmuştur. Bu beklenen bir sonuç olarak görülebilir çünkü soruların soyutluk seviyesi ve dolayısıyla zorluk düzeyi artmaktadır. İki boyuttan iki boyuta düşünme gerektiren sorular için belirlenen seviyeler Groth ve Berner (2006), Lian ve Idris (2006), Çelik (2007) tarafından yapılan çalışmalardaki seviyelerden bir üst seviye olduğundan farklılık göstermekte iken diğer boyutlara arasındaki problemlerde benzer seviyeler elde edilmiştir.

Uzamsal Görselleştirme becerilerinde olduğu gibi uzamsal yönelim becerilerinde de Purdue Uzamsal Görselleştirme testine göre yüksek düzeyde yer alan öğrencilerin cevapları iki boyuttan iki boyuta ve iki boyuttan üç boyuta düşünme gerektiren sorularda ilişkisel yapı seviyesindedir. Üç boyuttan iki boyuta ve üç boyuttan üç boyuta geçişi gerektiren sorulara verdikleri cevaplara bakıldığında genel olarak çok yönlü yapı seviyesinde oldukları görülmektedir. Dolayısıyla yine sorulara üç boyutluluk katıldığında cevapların seviyesi düşmektedir.

5.3 Öneriler

Uzamsal yeteneğin sadece matematikte değil yaşamımızın her alanında önemli bir yere sahip olduğu konusu üzerinde önceki çalışmalarda durulmuştur. Öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesine yönelik öğretim yapabilmeleri için öğretmenlerin kendilerinin uzamsal yeteneklerinin yeterli düzeyde hatta yüksek düzeyde olması gereklidir. Bu yüzden öğretmen yetiştirme sırasında verilecek eğitimin kritik bir değere sahip olduğu su götürmez bir gerçektir. Öğrencilerle karşılaşmalarına az bir zaman kala varsa eksikliklerin giderilmesi için durum tespitinin yapılması önem arz etmektedir. Öğrenciler lisans eğitimlerine girdikleri tek bir sınav ile başlamaktadır ve bu sınav da onların diğer yeteneklerini de ölçmediği gibi uzamsal yeteneklerini de tam olarak ölçmemektedir. Uzay geometri konusu daha çok ortaöğretim konusu olmasına rağmen öğrenciler lisansa başladıklarında da pek çok eksikleri vardır. Uzay geometri daha çok üst düzey soyut kavramları içerdiğinden yapılan önerilerin göz önünde bulundurulması faydalı olabilir.

Öğretmen adaylarının ya da öğrencilerin geometrik düşünme seviyelerinin belirlenmesinde daha çok düzlem geometride düşünme düzeylerini araştıran çalışmalar yer almaktadır. Uzay

geometri konusunda öğrencilerin düşünme seviyelerini belirleyen çalışmalar az sayıdadır. Bu çalışmada uzay geometride uzamsal yeteneğin iki bileşeni ele alınarak değerlendirme yapılmıştır. Uzamsal yeteneğin diğer araştırmacılar tarafından belirlenen farklı bileşenleri ya da uzay geometri de yer alan başka konular üzerinden gidilerek öğrencilerin cevap seviyeleri belirlenebilir.

Bu çalışmada elde edilen veriler SOLO modelinin düşünme seviyelerine göre analiz edilmiştir. Aynı veriler başka bir taksonomi ile değerlendirilip iki model arasında karşılaştırma yapılabilir böylelikle farklı bir bakış açısıyla da ele alınmış olur. Bu şekilde eksik kalan, gözden kaçırılan yönler varsa eklemeler yapılabilir. SOLO modeli öğrencileri bireysel olarak bir sınıfa yerleştirmek yerine onların mevcut durumda verdikleri cevapları sınıflandırdığından alternatif bir değerlendirme yöntemi kullanmak isteyen araştırmacılara önerilebilir.

Araştırma için belirlenen uzamsal yetenek bileşenlerinden her birinden 8 adet soru sorulmuştur. Toplamda 16 soru kullanılarak öğrencilerin cevaplarının seviyelere göre sınıflandırması yapılmıştır. Ayrıca boyutların (iki boyuttan iki boyuta, iki boyuttan üç boyuta, üç boyuttan iki boyuta, üç boyuttan üç boyuta) her birinden ikişer soru sorularak değerlendirme yapılmıştır. Bu çalışmada klinik mülakat yöntemi kullanıldığından yer alan soru sayısı az olmamakla birlikte soru sayısı artırılarak öğrencilerin belirlenen uzamsal yetenek bileşeninde ve belirlenen boyutlarda daha belirgin sonuçlar elde edilebilir. Başka bir yol olarak Çelik (2007), Burnett (1999), Rider (2004) çalışmalarında bazı sorular için öğrencilerin verdikleri cevap seviyelerinin başına zayıf ya da güçlü ekleyerek daha hassas değerlendirme yapma yoluna gitmiştir. Her bir seviye için yeterlilikler belirlenirken zayıf ve güçlü olma durumlarında beklenen özellikler de eklenebilir.

Araştırma 6 adet ilköğretim matematik öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Daha çok öğrenci ile ya da daha farklı branşlardaki öğretmen adaylarıyla ya da hizmet içinde yer alan öğretmenlerle çalışılabilir. Daha sonra elde edilen veriler kıyaslanabilir ve böylelikle mevcut çalışmayı geliştirme yönünde katkı sağlanabilir.

Uzamsal yeteneğin geliştirilmesi konusunda teknolojik desteğin ya da somut materyal kullanımının olumlu yönde etkili olduğu konusunda çok sayıda akademik çalışma yapılmıştır (Alkan ve Erdem, 2011; Kurtuluş, 2011; Kurtuluş ve Uygan, 2010; Yıldız ve Tüzün, 2011; Yolcu ve Kurtuluş, 2010). Ayrıca uzamsal yeteneğin geliştirilebileceği ayrı çalışmalarda belirtilmiştir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini belirlenmesi konusunda durum tespiti yapılmıştır. Öğretmen adaylarının

seviyeleri göz önüne alındığında daha da geliştirilmesi için alternatif yöntemlere, materyallere, çalışma yapraklarına, origami gibi etkinliklere lisans seviyelerinde yer verilebilir. Bilgisayar destekli matematik öğretimi, matematik ve sanat, matematik ve origami gibi derslerin yanında başka derslere de seçmeli olarak alınmasına fırsat tanınmalıdır.

Boyut kavramına ilk olarak beşinci sınıf düzeyinde yer verilmektedir. Bu aşamada öğretmenler önemli görevler düşmektedir. Bu kavramın öğretmenlerin zihninde yerini tam olarak doğru bir şekilde bulması, farklı boyutlardaki nesneler konusunda doğru örneklendirmeler yapması önem arz etmektedir. Lisans seviyesinde öğretmen adaylarının öğretim programlarında ne şekilde boyut ve uzay kavramlarına yer verildiği ve öğretimin nasıl yapılması gerektiği konusunda bilgilendirilmesi gerekmektedir. Öncesinde öğretmen adaylarının bu konular hakkındaki kavram imajlarını ya da kavram yanlışlarını bilmek ilersisi için gereklidir. Araştırmacıların ve uzmanların hem ilköğretim matematik öğretmenlerinin hem de sınıf öğretmenlerinin bu soyut kavramları öğretirken kullanabilecekleri yöntemler konusunda örnekler sunması ya da teknoloji kullanımı ile ilgili çalışmalar yapması önemli bir boşluğu dolduracaktır.

Boyut kavramı üzerine şekillenecek olan küre, silindir, koni, prizma gibi üç boyutlu nesnelerin tanıtımı konusunda öğretim programlarının hazırlanmasında program hazırlayanların matematikçiler ve matematik eğitimcileri ile işbirliği halinde olmalıdır.

Alan ve hacim kavramları; benzer şekilde nokta, doğru, eğri, düzlem kavramları daha düşük sınıf düzeylerinden itibaren dikkatli bir şekilde açıklanmalı ve aralarındaki ilişki ve fark dikkatli bir şekilde vurgulanmalıdır. Bu kavramlar konusunda literatürde farklılıklara rastlandığından araştırmacıların doğru bir tarama yaparak kavramların yaş seviyelerine de en uygun şekilde ve sıralamayla verilmesi için akademik çalışmalar yapmalıdır.

KAYNAKLAR

- Accascina, G. ve Rogora, E. (2006). Using Cabri 3D diagrams for teaching Geometry, achievement, spatial visualization and affective factors, *American Educational Research Journal*, 14, 51-77.
- Altun, M. (2009). *Matematik öğretimi*. Bursa: Alfa Yayınevi.
- Anastasi, A. (1988). *Psychological Testing. (Sixth Edition)*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Baki A. ve Güven B. (2007). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri 3D'nin Öğretmen Adaylarının Uzamsal Yetenekleri Üzerine Etkisi, The Proceedings of 7th International Educational Technology Conference, 3-5 May 2007, Near East University –North Cyprus 116-120.
- Baki, A. (2008). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi*. Ankara: Harf Eğitim
- Baki, A., Kösa, T. ve Güven, B. (2009). A Comparative Study of the Effects of Using Dynamic Geometry Software and Physical Manipulatives on the Spatial Visualization Skills of Pre-service Mathematics Teachers. *British Journal of Educational Technology*, Online ISSN: 1467-8535.
- Bako, M. (2003). Different projecting methods in teaching spatial geometry. http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/Groups/TG7/TG7_Bako_cerm_e3.pdf
- Bal, A. P. (2012). Öğretmen Adaylarının Geometrik Düşünme Düzeyleri ve Geometriye Yönelik Tutumları. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi - Journal of Educational Sciences Research*, 2 (1), 17–34.
- Banchoff, T. ve Wermer, J. (1992). *Linear algebra through geometry* (İkinci Basım). Springer, New York, Berlin. [http://www.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=TIWqHj4PVgC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Banchoff,+T.,+Wermer,+J.,+\(1992\),+Linear+Algebra+Through+Geometry,+2+nd++adresinden+21+Haziran+2012+tarihinde+erişilmiştir](http://www.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=TIWqHj4PVgC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Banchoff,+T.,+Wermer,+J.,+(1992),+Linear+Algebra+Through+Geometry,+2+nd++adresinden+21+Haziran+2012+tarihinde+erişilmiştir).
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Başaran, I. (2004). Etkili öğrenme ve çoklu zekâ kuramı: Bir inceleme. *Ege Eğitim Dergisi*, 5, 5-12.
- Battista, M. T. (1990). Spatial visualization and gender differences in high school geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 47–60.
- Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. In F.K. Lester Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, (Vol. 1, pp. 843-907). National Council of Teachers of Mathematics/ Greenwich: Information Age.
- Battista, M., Wheatley, G. ve Talsma, G. (1989). Spatial visualization, formal reasoning, and geometric problem-solving strategies of preservice elementary teachers. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11(4), 17-30.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G. ve Houang, R. T. (1988) The Effects of Instruction on Spatial Visualization of Middle Boys and Girls. *American Educational Research Journal*, 25(1), 51-71.

- Bennie K. (1998). Shape and Space An Approach to the Study of Geometry in the Intermediate Phase, MALATI, 4th Annual Congress of the Association for Mathematics Education of South Africa (AMESA), Pietersburg kongresinde sunulmuştur.
- Biggs, J. ve Collis, K. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy*. New York: Academic Press.
- Biggs, J. ve Collis, K. (1991). *Multimodal learning and the quality of intelligent behaviour*, Ed: H. Rowe, Intelligence, Reconceptualization and Measurement, Laurence Erlbaum Assoc., New Jersey.
- Bishop A. (1980). Spatial Abilities and Mathematics Education: A Review. *Educational Studies in Mathematics*, 11 (3), 257-269.
- Bogdan, R. C. ve Biklen, S. K. (1998). *Qualitative research in education: An introduction to theory and methods*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Boz, N. ve Boz, Y. (2006). Do prospective teachers get enough experience in school placements? *Journal of Education for Teaching*, 32(4), 353–368.
- Bulut S. ve Köroğlu S. (2000). On birinci sınıf öğrencilerinin ve matematik öğretmen adaylarının uzaysal yeteneklerinin İncelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 56-61.
- Burnet, S. A. ve Lane, D. M. (1980). Effects of academic instruction on spatial visualization. *Intelligence*, 4(3), 233-242.
- Büyüköztürk Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri (8. Baskı)*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2006). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*. Ankara: PegemA
- Cantürk-Günhan B. ve Başer, N. (2007). Geometriye yönelik öz-yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)*, 33, 68-76.
- Chick, H. (1998). Cognition in the formal modes: research mathematics and the SOLO taxonomy. *Mathematics Education Research Journal*, 10(2), 4-26.
- Chinnappan, M. ve Lawson, M. J. (2005). A framework for analysis of teachers' geometric content knowledge and geometric knowledge for teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8, 97–221.
- Clements, D. (1998). Young Children and technology, Department of Learning and Instruction Graduate School of Education, SUNY Buffalo.
- Clements, D. ve Battista, M. (1992). *Geometry and spatial reasoning*. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* pp. 420-464, Toronto : Macmillan.
- Cohen, C.A. ve Hegarty, M. (2008). *Spatial visualization training using interactive animation*. Conference on research and training in spatial intelligence, Sponsored by National Science Foundation, Evanston, IL. June, 13-15.
- Cohen, L. ve Manion, L. (1994). *Research Methods in Education*. London: Routledge.
- Contero, M., Naya, F., Compnay, P., Saorin, J. K. ve Conesa, J. (2005). Improving Visualization Skills in Engineering Education. *Computer Graphics in Education*, 25(5), 24-31.

- Creswell, J.W. (1998). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. London: Sage Publications.
- Crowley, L. (1987). The van Hiele model of the development of geometric thought, *Learning teaching geometry K-12*. Edited by: Mary M. Lindquist and Albert P. Shulte. Reston, NCTM.
- Çelik, D. (2007). *Öğretmen adaylarının cebirsel düşünme becerilerinin analitik incelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çelik, D. ve Baki, A. (2007). Öğretmen Adaylarının Cebirde Çoklu Gösterimlerden Yararlanma Durumları Üzerine Bir Çalışma, 7th International Educational Technology Conference, Near East University, Lefkoşe, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti.
- Delialioğlu, Ö. (1996). Contribution of students' mathematical skills and spatial ability to achievement in secondary school physics. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(17), 34-39.
- Develi M. H. ve Orbay K. (2003). İlköğretimde niçin ve nasıl bir geometri öğretimi. *Milli Eğitim Dergisi*, 157.
- Devlin, K. (1994). *Mathematics: The science of patterns*. New York: Scientific American Library.
- Dindyal, J. (2003). *Algebraic thinking in geometry at high school level*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Illinois State University, ABD.
- Duatepe, A. (2000). *An investigation on the relationship between Van Hiele geometric level of thinking and Demographic Variables for Pre-Service Elementary School Teachers*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Durmuş, S., Toluk, Z. ve Olkun, S. (2002). Sınıf öğretmenliği ve matematik öğretmenliği öğrencilerinin geometrik düşünme düzeyleri. Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nce düzenlenen 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, 16-18 Eylül: ODTÜ, Ankara.
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1-2), 103-131.
- Ekiz, D. (2003). *Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metodlarına Giriş: Nitel, Nicel ve Eleştirel Kuram Metodolojileri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Ekstrom, R. B., J. W. French ve H. H. Harman (1976). Manual for kit of factor referenced Cognitive Tests, Educational Testing Service, Princeton, NJ.
- Erdoğan, T., R. Akkaya ve S. Akkaya (2009). The effect of the van Hiele model based instruction on the creative thinking levels of 6th grade primary school students. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 9(1), 181-194.
- Fennema, E. ve Loef, M. (1992). *Teachers' knowledge and its impact*. Ed: D. A. Grouws, Handbook of Research on Learning and Teaching Mathematics, New York: Macmillan.
- Fraenkel, J.R. ve Wallen, N.E. (2000). *How to design and evaluate research in education (4th Edt.)*. London: McGraw Hill.
- Franceschi-Diaz, K.G. (2009). Group presence in virtual worlds: Supporting collaborative e-learning. Yayınlanmamış doktora tezi, Florida International University, Miami, Florida.

- Frankel, R. M. ve Devers, K. J. (2000). Study design in qualitative research. *Education for Health: Change in Learning and Practice*, 13(2), 251-261.
- Fuys, D., D. Geddes ve R. Tischler (1984). *English Translation of Selected Writings of Dina Van Hiele-Geldof and Pierre M. Van Hiele*, Brooklyn College, School of Education, Brooklyn, NY.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The rheory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Goldin, G. A. (1998). *Observing Mathematical Problem Solving Through Task-Based Interviews*. Ed. A.R. Teppo, Qualitative Research Methods in Mathematics Mathematics Education, NCTM.
- Gökbulut Y., Sidekli S. ve Yangın S. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının van Hiele geometrik düşünce düzeylerinin bazı değişkenlere (lise türü, lise alanı, lise ortalaması, ÖSS puanları, lisans ortalamaları ve cinsiyet) göre incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi Bahar 2010*, 8(2), 375-396.
- Grande, J. D. (1990). Spatial Sense. *Arithmetic Teacher*, 15, 14-20.
- Groth, R. E. (2002). Characterizing Secondary Students' understanding of Measures of Central Tendency and Variation, XXIV PME-NA, Athens Georgia, Bildiriler Kitabı, 1, 247-259.
- Groth, R. E. ve Bergner, J.A. (2006). Preservice Elementary Teachers' Conceptual and Procedural Knowledge of Mean, Median and Mode. *Mathematical Thinking and*
- Guay, R. (1976). *Purdue Spatial Visualization Test: Rotations*. West Lafayette, IN: Purdue Research Foundation.
- Guillen, G. (1996). Identification of Van Hiele Levels of Reasoning in Three-Dimensional Geometry. *Proceedings of the 20th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1, 43-50.
- Gutierrez, A. (1992). Exploring the Links between Van Hiele Levels and 3-Dimensional Geometry. *Structural Topology*, 18, 31-47.
- Gutierrez, A., Pegg, J. ve Lawrie, C. (2004). Characterization of Students' Reasoning and Proof Abilities in 3-Dimensional Geometry. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 511-518.
- Güven, B. (2006). *Öğretmen Adaylarının Küresel Geometri Anlama Düzeylerinin Karakterize Edilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Güven, B. ve Kösa, T. (2008). The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 7 (4).
- Hacıömeroglu, S. E. (2007). *Calculus students' undersatanding of derivative graphs: Problems of representations in calculus*. Yayınlanmamış doktora tezi, The Florida State University, ABD.
- Halat, E. (2006). Sex-related differences in the acquisition of the van Hiele levels and motivation in learning geometry. *Asia Pacific Education Review*, 7(2), 173-183.

- Halat, E. ve Şahin, O. (2008). Van Hiele Levels of Pre-and In-Service Turkish Elementary School Teachers and Gender Related Differences in Geometry. *The Mathematics Educator*, 11, 143-158.
- Han, H. (2007). *Middle school students' quadrilateral learning: a comparison study*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. University of Minnesota, The Faculty of the Graduate School.
- Hattie, J. A. C. ve Brown, G. T. L. (2004). Cognitive Processes in asTTle: The SOLO Taxonomy, asTTle Technical Report 43, University of Auckland/Ministry of Education. Heid, M.K., Blume, G.W.
- Hershkowitz, R., Parzysz, B. ve Dormolen J. V. (1996). Space and shape. *International Handbook of Mathematics Education*, 161-204
- Hoffer, A.(1981). Geometry is More Than Proof. *Mathematics Teacher*, 74(1), 11- 18.
- Jones, G.A., Langrall, C.W, Thornton, C.A. ve Mogill, A.T. (1997). A framework for assessing and nurturing young children's thinking in probability. *Educational Studies in Mathematics*, 32, 101-125.
- Jones, G.A.,Thornton C.A., Langrall, C.W., Mooney, E.S., Perry, B. ve Putt, I.J. (2000). A framework for characterizing children's statistical thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(4), 269-307.
- Kahan, J. A., Cooper, D. A. ve Bethea, K. A. (2003). The role of mathematics teachers' content knowledge in their teaching: A framework for research applied to a study of student teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 6, 223-252.
- Kalaycı, Ş. (2010). *Spss uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri (5. Baskı)*. Ankara: Asil Yayınları.
- Karaman, T. (2000). *The relationship between gender, spatial visualization, spatial orientation, flexibility of closure abilities and the performances related to plane geometry subject of the sixth grade students*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Kayhan, E. B. (2005). *Investigation of high school students' spatial ability*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Ankara.
- Kesicioğlu, O. S., Alisinanoğlu, F. ve Tuncer, A. T. (2011). Okul öncesi dönem çocukların geometrik şekilleri tanıma düzeylerinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 10(3), 1093-1111. <http://ilkogretim-online.org.tr> adresinden 12 Haziran 2012 tarihinde ulaşılmıştır.
- Kılıç, Ç. (2003). İlköğretim 5. Sınıf matematik dersinde van Hiele düzeylerine göre yapılan geometri öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları, tutumları ve hatırd tutma düzeyleri üzerindeki etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Eğitim Bilimler Enstitüsü, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Kim, C. S. (2002). *Predicting Information Searching Performance With Measures of Cognitive Diversity*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, University of Wisconsin-Madison.
- Kimura, D. (2000). *Sex and cognition*. Cambridge: MIT Press.
- Kösa, T. (2011). *Ortaöğretim öğrencilerinin uzamsal becerilerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kurt, M. (2002). Görsel-Uzamsal Yeteneklerin Bileşenleri. *Klinik Psikiyatri*, 5(2), 120-125.

- Kuş, E. (2011). *Nicel-Nitel Araştırma Teknikleri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Lam, P. ve Foong, Y. (1996). Rasch analysis of math SOLO taxonomy levels using hierarchical items in testlets, ERIC-ED 398271
- Lee, W. S. (2005). *Encyclopedia of school psychology*. London: Sage Publication.
- Lian, L. H. ve Idris, N. (2006). Assessing algebraic solving ability of form four students. *International Electronic Journal of Mathematics Education (IEJME)*, 1(1), 55-76.
- Linn, M. C. ve Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of gender differences in spatial abilities: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Lloyd, G. M. ve Wilson, M. (1998). Supporting innovation: The impact of a teacher's conception of function on his implementation of a reform curriculum. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(3), 248-274.
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: Individual differences in speed and level (Technical Report No:9)*. Stanford, CA: Aptitude Research Project, School of Education, Stanford University.
- Maier P. H. (1996). Developments in Mathematics Education in Germany, Selected papers from the Annual Conference on Didactics of Mathematics, Regensburg, 69-81.
- Manin, Y. I. (2006). The notion of dimension in geometry and algebra. *Bull. Amer. Math. Soc. (N.S.)*, 43 (2), 139–161. <http://www.ams.org/journals/bull/2006-43-02/S0273-0979-06-01081-0/> S0273-0979-06-01081-0.pdf adresinden 17 Aralık 2012 tarihinde erişilmiştir.
- Maxwell, Joseph A. (1996). *Qualitative Research Design*. London: Sage Publication
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric Studies and Environmental, Genetic. *Hormonal and Neurological Influences, Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918.
- MEB, (2002). *Öğretmen Yeterlilikleri, Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü*, Milli Eğitim Basımevi, Ankara.
- MEB, (2005). *İlköğretim matematik dersi 6–8. sınıflar öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- MEB, (2010). *Ortaöğretim Geometri Dersi 9-10. Sınıflar Öğretim Programı*, Ankara.
- Miles M. B. ve Huberman A.M. (1994). *An expanded source books qualitative data analysis, second edition*, London: SAGE publications.
- Mirzalar–Kabapınar, F. ve Adik, B. (2005). Ortaöğretim 11. sınıf öğrencilerinin fiziksel değişim ve kimyasal bağ ilişkisini anlama seviyesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 38(1), 123–147.
- Money, E.S. (2002). A framework for characterizing middle school students' statistical thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, (4)1, 23-63.
- NCTM, (1989). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- NCTM, (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Olkun, S. (2003). Making connections: improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*.

<http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/default.html> adresinden 18 Mayıs 2012 tarihinde ulaşılmıştır.

- Olkun, S. ve Toluk-Uçar, Z. (2007). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Ankara: Maya Akademi Yayın Dağıtım.
- Olkun, S., Smith, G.G., Geretson, H., Yuan, Y. ve Joutsenlahti, J. (2009). Comparing and enhancing spatial skills of pre-service elementary school teachers in Finland, Taiwan, USA, and Turkey. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 1, 1545–1548.
- Olkun, S., ve Altun, A. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2 (4).
- Panizzon, D. (2003). Using cognitive structural model to provide new insight into students' understanding of diffusion. *International Journal of Science Education*, 25(12), 1427-1450.
- Pears, A. R. (1975). *Dimension theory of general spaces*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pegg, J. ve Coady, C. (1993). Identifying SOLO levels in the formal Mode, PME-NA, Bildiriler Kitabı, 1, 212-219.
- Pegg, J. ve Tall, D. (2004). Fundamental Cycles in Learning Algebra: An Analysis. <http://www.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/drafts/dot2001z-pegg-icmi-algebra.pdf> adresinden 10 Haziran 2012 tarihinde ulaşılmıştır.
- Pegg, J., ve Davey, G. (1998). *Interpreting Student Understanding in Geometry: A Synthesis of two Models (s.109-135)*. Ed: Richard Lehrer ve Daniel Chazen, In *Designing Learning Environments for Developing Understanding of Geometry and Space.*, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah.
- Rıder, R.L. (2004). *The Effect of Multi-Representational Methods on Students' Knowledge of Function Concepts in Developmental College Mathematics*. Yayınlanmamış doktora tezi. Graduate Faculty of North Carolina State University.
- Saban, A. (2001). *Çoklu Zeka Teorisi ve Eğitim*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Sevimli, E. (2009). *Matematik öğretmen adaylarının belirli integral konusundaki temsil tercihlerinin uzamsal yetenek ve akademik başarı bağlamında incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Skordoulis, Vitsas, Dafermos ve Koleza (2009). The system of coordinates as an obstacle in understanding the concept of dimension, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 253-272.
- Smith, S. (2003). *Origami for the first time*. New York: Sterling Pub. Co.
- Sorby, S. (1999). Spatial abilities and their relationship to computer aided design instruction. American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition conference proceedings. <http://www.asee.org/conferences/search/99conf577.PDF> adresinden 25 Mayıs 2012 tarihinde ulaşılmıştır.

- Stein, M. K., Baxter, J. A., ve Leinhardt, G. (1990). Subject-Matter knowledge and elementary instruction: A case from functions and graphing. *American Educational Research Journal*, 27(4), 639-663.
- Strong S. ve Smith R. (2002). Spatial Visualization: Fundamentals and Trends in Engineering Graphics. *Journal of Industrial Technology*, 18(1).
- Tartre, L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 216-229.
- Tekin, A. T. (2007). *Dokuzuncu ve on birinci sınıf öğrencilerinin zihinde döndürme ve uzamsal görselleştirme yeteneklerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Terao, A., Koedinger K., Sohn, M-H., Anderson, J. R. ve Carter, C. S. (2004). *An fMRI study of the interplay of visual-spatial systems in mathematical reasoning*. In Proceedings of the 26th Annual Conference of the Cognitive Science Society (p. 1327-1332). August 4-7, Chicago, USA John R. Anderson Publications about Mathematical Problem Solving. <http://actr.psy.cmu.edu/publications/pubinfo.php?id=679> adresinden 7 Kasım 2011 tarihinde ulaşılmıştır.
- Towle, E., Mann, J., Kinsey, B., O'Brien, E. J., Bauer, C. F. ve Champoux, R. (2005). Assessing the self efficacy and spatial ability of engineering students from multiple disciplines. 35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference’da sunulmuş bildiridir.
- Turgut, M. (2010). *Teknoloji destekli lineer cebir öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Türk Dil Kurumu (2012). www.tdk.gov.tr adresinden 03 Nisan 2011 tarihinde alınmıştır.
- Ural, A. (2011). Matematik Öğretmen Adaylarının Boyut Ölçütleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 13-25.
- Usiskin, Z. (1982). Van Hiele Levels and Achievement in Secondary School Geometry. *Eric Digest*, ED 220 288.
- Uygan, C. (2011). *Katı cisimlerin öğretiminde google sketchup ve somut model destekli uygulamaların ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ünal, H. (2005). *The influence of curiosity and spatial ability on preservice middle and secondary mathematics teachers’ understanding of geometry*. Yayınlanmamış doktora tezi, The Florida State University, ABD.
- Ünal, H., Jakubowski, E. ve Corey, D. (2009). Differences in learning geometry among high and low spatial ability pre-service mathematics teachers. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(8), 997–1012.
- Vallecillos, A. ve Moreno, A. (2002). Framework for Instruction and Assessment on Elementary Inferential Statistics Thinking. 2nd International Conference on the Teaching Mathematics, Greece.
- Van de Walle, J. A. (2007). *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally*, 6th ed., Pearson Education, Inc, Boston.
- Van Dooren, W., Verschaffel, L. ve Onghena, P. (2002). The impact of preservice teachers’ content knowledge on their evaluation of students’ strategies for solving arithmetic and

- algebra word problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(5), 319-351.
- Van Hiele, P. (1999). Developing geometric thinking through activities that begin with play. *Teaching Children Mathematics*. 5(6), 310-316.
- Van Hiele, P. M. (1986). Structure and insight. A theory of mathematics education. *Orlando, Florida, Academic Press*, A.B.D.
- Vitsas, T., Koleza, E. (2000). *Student's misconceptions on the concept of dimension*. Proceedings of the 2nd Mediterranean Conference on Mathematics Education, 108–119. Nicosia, Cyprus.
- Voyer, D., Voyer, S. ve Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117(2), 250-270.
- Wheatley, G.W. (1990). Spatial sense and mathematics learning. *Arithmetic Teacher*, 37(6), 10-11.
- Wongyai, P. ve Kamol, N. (2004). A Framework in characterizing lower secondary school students' algebraic thinking, <http://www.icme-organisers.dk/tsg09/> adresinden 21 Kasım 2012 tarihinde erişilmiştir.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (8.Basım). Ankara: Seçkin Yayınları.
- Yıldırım, Ö. (2008). İngilizce öğretmen adaylarının yabancı dil sınıflarındaki öğrenci ve öğretmen sorumlulukları ile ilgili görüşleri. *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 33, 211–226.
- Yıldız, B. (2009). *Üç-boyutlu ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerilerine etkileri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Zaskis, R. ve Hazzan, O. (1999). Interviewing in Mathematics Education Research: Choosing the Questions. *Journal of Mathematical Behaviour*, 17(4), 429-439.

EKLER

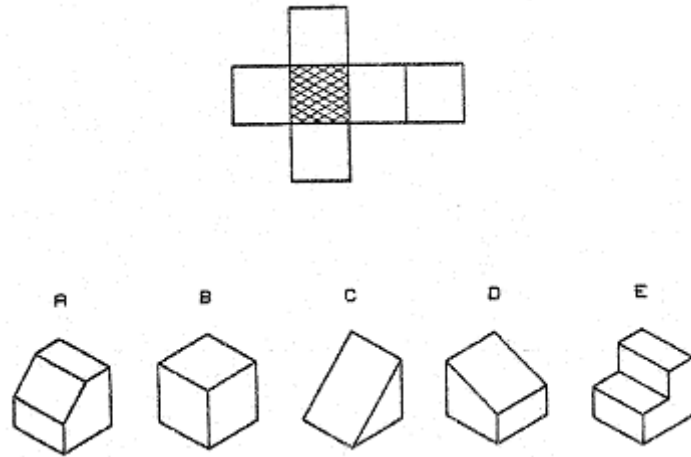
EK 1 PURDUE UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME TESTİ

Bölüm I: Açılımlar

Lütfen bu kitapçık üzerinde herhangi bir işaretleme yapmayınız.
Yanıtlarınızı yalnızca cevap kâğıdına işaretleyiniz.

YÖNERGE

Bu testin ilk bölümü açılımların üç boyutlu cisimlere katlanışını ne kadar iyi görselleştirebildiğinizi belirlemeye dayalı 12 sorudan oluşmaktadır. Aşağıda verilen örnek bu bölümde yer alan soru türüne yöneliktir.



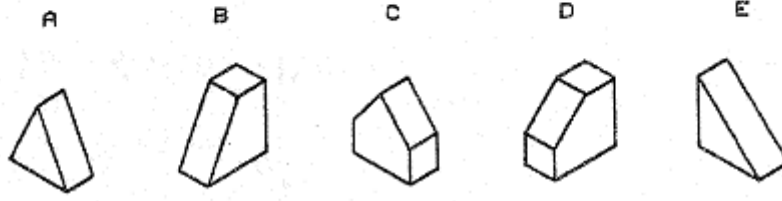
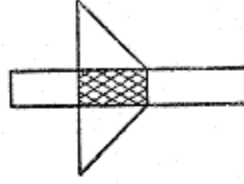
Soruda bir açılım ve beş tane üç boyutlu cisim verilmiştir. Açılım bir üç boyutlu cismin iç yüzeylerini göstermektedir. Açılımın taralı kısmı bu üç boyutlu cismin taban yüzeylerini belirtmektedir. Buna göre,

1. Açılımın üç boyutlu cisme katlandığı zaman nasıl görüldüğünü zihninizde canlandırınız.
2. A, B, C, D ve E seçeneklerinde verilen 5 cisim arasından açılımın katlanmış haline karşılık gelen cismi seçiniz.

Yukarıda verilen örneğin doğru cevabı nedir?

A, C, D ve E cevapları yanlıştır. Verilen açılım kapatılarak sadece B seçeneğindeki cisim oluşturulabilir. Bu testteki bütün bölümlerde her bir sorunun sadece bir doğru cevabı vardır.

Şimdi de aşağıdaki örneği inceleyiniz ve verilen açılım katlandığında oluşabilecek üç boyutlu cismi seçenekler arasından belirleyiniz. Açılımın cismin iç kısmını gösterdiğini ve taralı yüzeyin cismin taban yüzeyi olduğunu unutmayınız.



Bu örnek için doğru yanıt E ' dir.

Test süresince, soru kitapçığında doğru olduğunu düşündüğünüz seçeneği cevap kâğıdında o seçeneğe karşılık gelen boşluğu doldurarak işaretleyiniz.

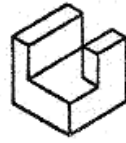
Lütfen bu kitapçık üzerinde herhangi bir işaretleme yapmayınız.
Yanıtlarınızı yalnızca cevap kâğıdına işaretleyiniz.
Ne zaman başlayacağınız söylenecektir.

Bölüm II: Döndürme

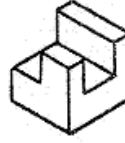
Lütfen bu kitapçık üzerinde herhangi bir işaretleme yapmayınız.
Yanıtlarınızı yalnızca cevap kâğıdına işaretleyiniz.

YÖNERGE

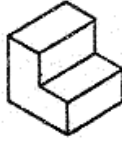
İkinci bölüm, üç boyutlu cisimlerin döndürülmesini ne kadar iyi görselleştirebildiğinizi belirlemeye dayalı 12 sorudan oluşmaktadır. Aşağıda verilen örnek bu bölümde yer alan soru türlerine yöneliktir.



Cismi
döndürülerek

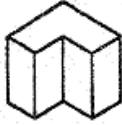


haline getiriliyor



Cismi aynı şekilde döndürülürse
aşağıdakilerden hangisi gibi
görünür?

A



B



C



D



E

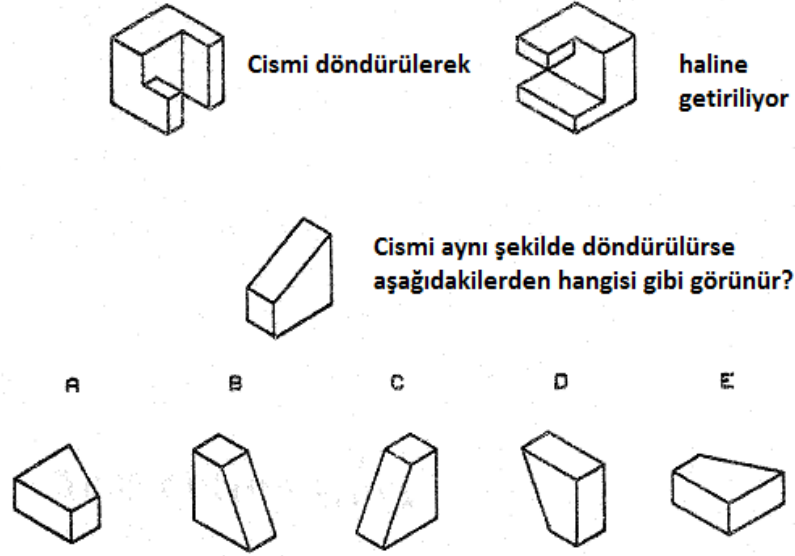


1. En üstte soldaki cismin nasıl döndürüldüğünü inceleyiniz.
2. Sorunun orta sırasında yer alan şeklin üstteki cisme benzer biçimde döndürülmesi sonucu nasıl görüneceğini zihninizde canlandırınız.
3. Sorunun alt kısmında yer alan (A, B, C, D ve E seçeneklerindeki) beş şekil arasından ortadaki cismin döndürülmüş halini gösteren seçeneği seçiniz.

Yukarıda verilen örneğin doğru cevabı nedir?

A, B, C ve E seçenekleri yanlıştır. Verilen döndürme yöntemine bağlı olarak sadece D seçeneği, cismin döndürülmüş halini göstermektedir. Her bir sorunun sadece bir doğru cevabı olduğunu hatırlayınız.

Şimdi aşağıdaki örneğe bakınız ve verilen döndürme kuralı uygulandığında cismin alacağı pozisyonun görüntüsünü belirleyiniz.



Bu örnekte verilen döndürme kuralının daha karmaşık olduğuna dikkat ediniz.
Doğru yanıt B 'dir.

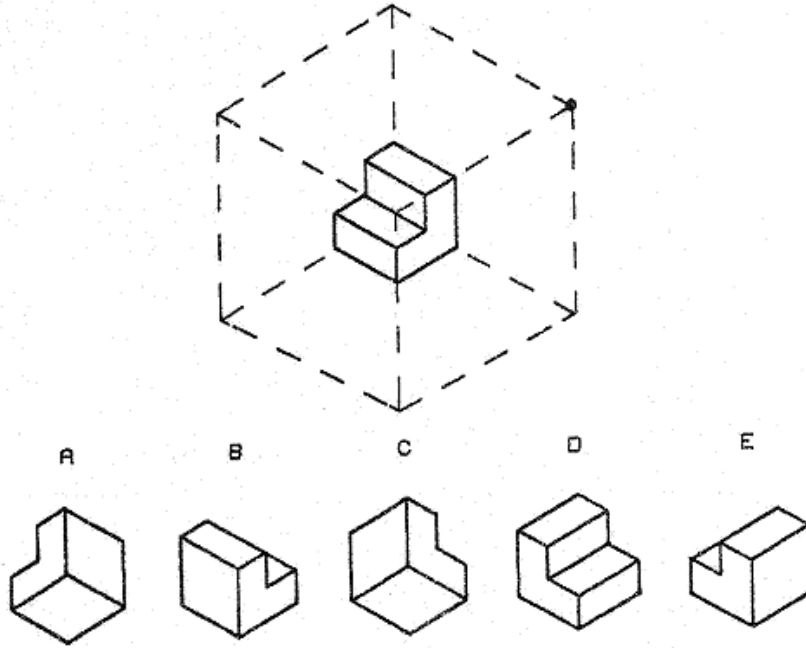
Lütfen bu kitapçık üzerinde herhangi bir işaretleme yapmayınız.
Yanıtlarınızı yalnızca cevap kâğıdına işaretleyiniz.
Ne zaman başlayacağınız söylenecektir.

Bölüm III: Görünümler

Lütfen bu kitapçık üzerinde herhangi bir işaretleme yapmayınız.
Yanıtlarınızı yalnızca cevap kâğıdına işaretleyiniz.

YÖNERGE

Üçüncü bölüm, üç boyutlu cisimlerin farklı bakış açılarından görünümelerini ne kadar iyi görselleştirebildiğinizi belirlemeye dayalı 12 sorudan oluşmaktadır. Aşağıda verilen örnek bu bölümde yer alan soru türüne yöneliktir.



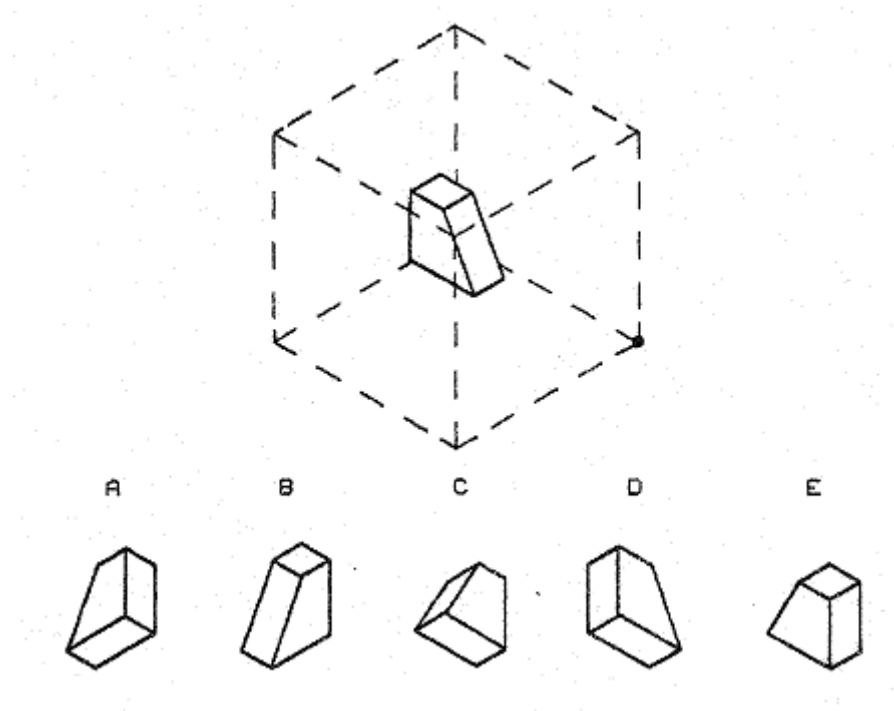
Yukarıdaki örnekte cam bir küpün tam ortasında yer alan üç boyutlu bir cisim ve A, B, C, D ve E seçeneklerinde bu cismin farklı bakış açılarından görünümü sunulmuştur. Cam küpün sağ üst köşesinde yer alan siyah nokta, soruda cisme hangi yönden bakılacağını göstermektedir.

1. Siyah nokta cisimle sizin aranızda doğrusal bir konumda yer alana kadar kendinizi cismin etrafında hareket ediyormuş gibi düşünün.
2. Bu bakış pozisyonundan bakıldığında, cam küpün içindeki cismin nasıl görüldüğünü zihninizde canlandırınız.
3. Verilen bakış pozisyonundan gözlenen görüntüyü, beş şekil (A, B, C, D veya E) arasından seçiniz.

Yukarıda verilen örneğin doğru cevabı nedir?

A, B, C ve D cevapları yanlıştır. Verilen pozisyonundan bakıldığında sadece E seçeneğindeki şekil görünür.

Şimdi aşağıdaki örneği inceleyiniz ve verilen bakış pozisyonundan bakıldığında cismin nasıl görüneceğini bulmaya çalışınız. Cismin, cam küpün tam ortasında yer aldığını unutmayınız ve siyah nokta cisimle sizin aranızda yer alacak biçimde cisme baktığınızı hayal edin.

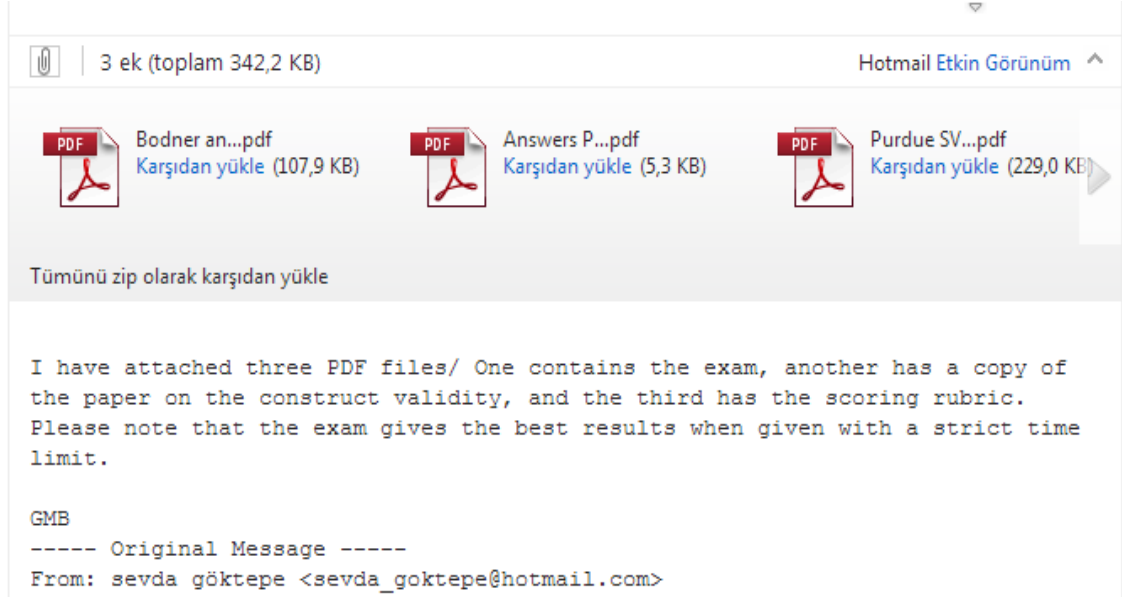


Doğru yanıt C 'dir.

Ne zaman başlayacağınız söylenecektir.

PUGT İZİNLERİ

Testi ilk geliştiren araştırmacıdan alınan izin

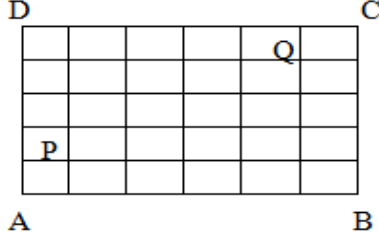


Testin Türkçe uyarlamasının yapan araştırmacının izni



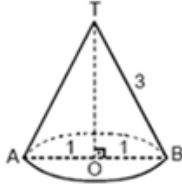
EK 2
GEOMETRİ BAŞARI TESTİ
BÖLÜM I

1. Birim karelerden oluşan dikdörtgen biçimindeki aşağıdaki kartonun AB ve CD kenarları yapıştırılarak bir silindir elde ediliyor.



Bu silindirin P noktasında bulunan bir karmca en kısa yoldan giderek Q noktasına ulaştığına göre, bu karmca kaç birim yol almıştır?

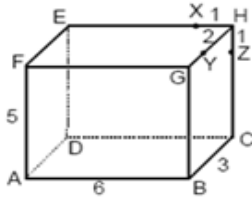
2.



T dik koninin tepesi
|AB| koni tabanının bir çapı
|AO| = |OB| = 1 km
|TB| = 3 km

Yukarıdaki şekil, dik koni biçiminde idealleştirilmiş bir dağ, A ve B noktaları ise bu dağ eteğindeki iki köyü temsil etmektedir. Bu iki köyü birleştiren, dağ yüzeyi üzerindeki en kısa yol kaç km dir?

3.



|AB| = 6 birim
|BC| = 3 birim
|AF| = 5 birim
|HX| = |HZ| = 1 birim
|HY| = 2 birim

Yukarıdaki gibi dikdörtgenler prizması şeklindeki bir kutunun A köşesinden harekete başlayan 3 karıncadan birincisi X, ikincisi Y, üçüncüsü Z noktasına sırasıyla x, y ve z birim yol alarak ulaşmıştır. Kutunun ABCD tabanından geçemeyen bu karıncalar X, Y ve Z noktalarına kutu yüzeyinde kalarak en kısa yollardan ulaştıklarına göre, aşağıdaki sıralamalardan hangisi doğrudur?

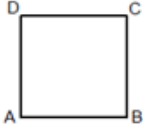
A) $x < y < z$ B) $x < z < y$ C) $y < x < z$ D) $y < z < x$ E) $z < y < x$

4. Bir kenarının uzunluğu 24 cm olan kare şeklindeki bir kartonun her köşesinden kesip katlanarak üstü açık dikdörtgenler prizması şeklinde bir kutu yapılacaktır. Bu kutunun hacmi en fazla kaç cm^3 tür?

5. Yarıçapı 12 cm olan bir küre içine yerleştirilebilecek en büyük hacimli silindirin hacmini bulunuz.

6. Yarıçapı 4 cm olan bir küreyi içine alabilen en küçük hacimli koninin hacmini hesaplayınız.

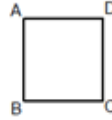
Aşağıda ABCD karesi için aşağıda dört farklı dönüşüm tanımlanmıştır. Bu dönüşümlerden



- I, kareyi saat yönünde 90° döndürmektir.
- II, karenin ortasından dikey olarak geçen doğruya göre simetri almaktır.
- III, karenin ortasından yatay olarak geçen doğruya göre simetri almaktır.
- IV, karenin D ve B noktalarından geçen doğruya göre simetri almaktır.

7. ABCD karesine uygulandıktan sonra yine ABCD karesinin elde edilebileceği bir dönüşümü sırasıyla yazınız.

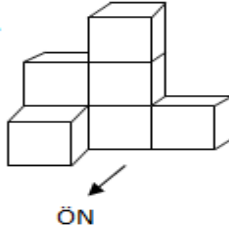
8. Sırasıyla I ve IV dönüşümü yapıldığında karesi işlemler yapılmadan önceki ilk kareyi bulunuz.



elde edildiğine göre bu

BÖLÜM II

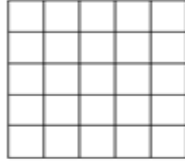
1.



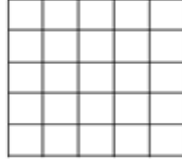
Yanda verilen şeklin aşağıdaki durumlardaki görünümünü çiziniz.

SAĞ

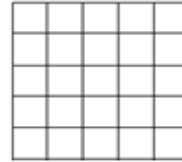
ÖN



önden

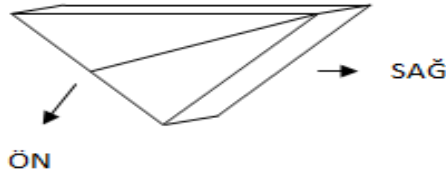


sağdan



üstten

2. Aşağıda verilen şeklin istenilen durumlardaki görünümünü çiziniz.



ÖN

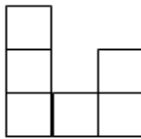
SAĞ

ÖN

SAĞ

ALT

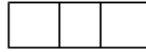
3. Farklı cephelerden görünümü verilen küplü yapıları oluşturunuz ve yapılarınızı soruların altındaki izometrik noktalı alanlara çiziniz.



ÖN



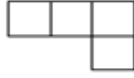
SAĞ



ÜST



4. Farklı cephelerden görünümü verilen küplü yapıları oluşturunuz ve yapılarınızı soruların altındaki izometrik noktalı alanlara çiziniz.



ÜSTTEN



SAĞDAN



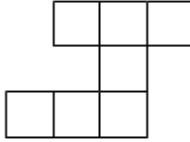
SOLDAN



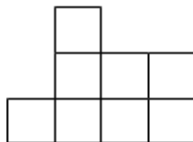
ÖNDEN



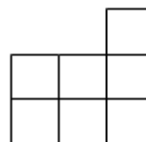
5. Alttan, sağdan, soldan ve önden görünümü verilen aşağıdaki yapının **arkadan** görünümünü bulunuz.



ALT



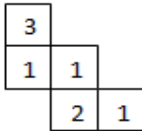
ÖN



SAĞ

ARKA

6.



Yukarıda bir binanın tepeden (kuşbakışı) görünüşü verilmiştir. Her kutucuğun içindeki sayılar üst üste kaç tane küp olduğunu göstermektedir. Bu şeklin arkadan, sağdan ve üstten görüntüsünü çiziniz.

ARKA

SAĞ

ÜST



Yukarıda verilen şeklin aşağıda belirtilen taraflardan görüntülerini çizin.

7. ARKA SAĞDAN



8. ÖN SOLDAN



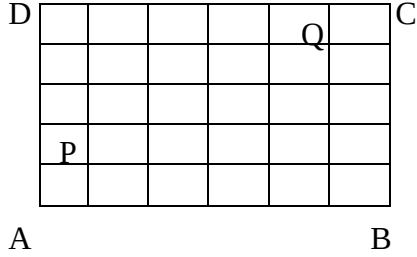
EK 3

KLİNİK MÜLAKATLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN KULLANILAN DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

BÖLÜM I

1.Problem

Birim karelerden oluşan dikdörtgen biçimindeki aşağıdaki kartonun AB ve CD kenarları yapıştırılarak bir silindir elde ediliyor.

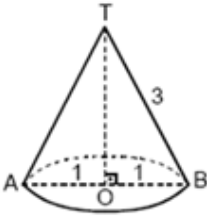


Bu silindirin P noktasında bulunan bir karınca en kısa yoldan giderek Q noktasına ulaştığına göre, bu karınca kaç birim yol almıştır?

SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemın Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemin cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözümüne ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci sorunun ne istediğini anlayamaz, sonuç olarak çözüm için hiçbir açıklama yapamaz.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci sorunun tek bir özelliğine odaklanmaktadır. P noktasından Q noktasına ulaşırken izlenilebilecek sadece bir yolu düşünür. Alternatif yollar düşünerek mesafeler arasında karşılaştırma yapamaz. Neden izlediği yolun en kısa olduğu konusunda tatmin edici bir açıklama yapamaz.
Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci karıncanın silindir üzerinde izleyebileceği birkaç tane yol belirler. Farklı yollar üzerinden mesafeyi hesaplarlar. Ancak yaptığı açıklamalar yine ezber üzerindendir, çok fazla düşünmeden hesap yapmaya başlar. Yani derinlemesine bir düşünme yoktur daha yüzeysel olarak soru incelenir.

İlişkisel Yapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci birden fazla durumu ilişkilendirerek cevap verir. Ezberden değil düşünerek sonuca ulaşmaya çalışır. Neden bu yolu seçtiğini gerekçeleri ile birlikte açıklar.
Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci verilenlerin ötesinde akıl yürütebilir ve genellemelere ulaşabilir.

2. Problem



T dik koninin tepesi

$|AB|$ koni tabanının bir çapı

$|AO|=|OB|= 1 \text{ km}$

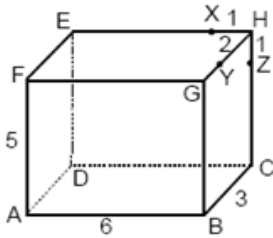
$|TB| = 3 \text{ km}$

Yukarıdaki şekil, dik koni biçiminde idealleştirilmiş bir dağ, A ve B noktaları ise bu dağ eteğindeki iki köyü temsil etmektedir. Bu iki köyü birleştiren, dağ yüzeyi üzerindeki en kısa yol kaç km dir?

SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemın Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemın cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözüme ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci soruyu tam olarak okumadan cevaplamaya geçer. Soruda tam olarak ne istendiğini anlayamaz. Koninin açık halini doğru olarak çizemez ya da çizse bile noktaları yerleştiremez. Dolayısıyla köylerin yerlerini belirleyemez. Daha baştan çözüm için yanlış bir adım atmış olur.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci sorunun tek bir özelliğine odaklanmaktadır. En kısa mesafenin neden bu şekilde olması gerektiğinin tam olarak bilincinde değildir. Tek bir yolla iki köy arasındaki mesafeyi bulmaya çalışır. Verilen uzunluk değerlerini ne için kullanacağını bilemez. Mesafenin bulunması için gerekli olan açı değerini bulması gerektiğinin bilincinde değildir. Bu süreçte izlemesi gereken yol hakkında fikir sahibi değildir.

Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci çözüme ulaştıran birden fazla özelliğe odaklanılır. Köyleri şekil üzerinde doğru bir şekilde yerleştirdikten sonra neden böyle bir yol izlediği hakkında doğru bilgiler verir. Ancak yaptığı açıklamalar ezberdendir, çok fazla düşünmeden hesap yapmaya başlar. Başka bir yol daha düşünüp karşılaştırma yapmaz. Mesafenin bulunması için gerekli açının bulunması aşamasında değer verme yoluna gidebilir.
İlişkisel Yapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci birden fazla durumu ilişkilendirerek cevap verir. Ancak alternatif yollar bulmasa da en kısa yolun bu olduğuna dair bir açıklaması vardır. Mesafeyi bulması için şeklin açılımında yer alan açı değerini hesaplaması gerektiğinin bilincindedir. Doğru hesaplamayı yapıp uzunlukları kullandıktan sonra eşkenar üçgen olduğunu belirleyerek mesafeyi bulur.
Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci açıdaki herhangi bir değişimin mesafeyi nasıl etkilediğini belirleme konusunda çıkarımlar yapar ve genellemelere gider.

3. Problem



$|AB| = 6$ birim
 $|BC| = 3$ birim
 $|AF| = 5$ birim
 $|HX| = |HZ| = 1$ birim
 $|HY| = 2$ birim

Yukarıdaki gibi dikdörtgenler prizması şeklindeki bir kutunun A köşesinden harekete başlayan 3 karıncadan birincisi X, ikincisi Y, üçüncüsü Z noktasına sırasıyla x, y ve z birim yol alarak ulaşmıştır. Kutunun ABCD tabanından geçemeyen bu karıncalar X, Y ve Z noktalarına kutu yüzeyinde kalarak en kısa yollardan ulaştıklarına göre, aşağıdaki sıralamalardan hangisi doğrudur?

- A) $x < y < z$ B) $x < z < y$ C) $y < x < z$ D) $y < z < x$ E) $z < y < x$

SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemin Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemin cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözümüne ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci soruyu tam olarak anlamadan çözüm üretmeye çalışır. Çözüm için düşünmeden tahminler üzerinden mesafeler arasında karşılaştırmalar yapar. Dikdörtgenler prizmasının açık halini doğru olarak çizemez ya da çizse bile noktaları yerine yerleştiremez.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci sorunun tek bir özelliğine odaklanmaktadır. Soruda ABCD tabanının kullanılmaması gerektiği belirtildiği halde sadece en kısa yolu bulması gerektiği kısmına odaklanarak tabanı da kullanarak karşılaştırmalar yapmaya gider. Çözüm için şeklin açılımını kullanma yoluna gidebilir ama bu şekilde bir açılımın çözüme katkısını açıklayamaz. Örneğin şekli açtıktan sonra tüm yollara ulaşırken önce köşeye gelir buraya kadar tüm uzaklıklar için mesafeler aynıdır sonra diğer mesafeleri ekleyip sonuca gider. Bu süreçte izlemesi gereken yol hakkında fikir sahibi değildir.
Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci çözüme ulaştıran soruda verilen birden fazla bilgi kullanılır. Hem ABCD tabanını kullanmayacağını hem de en kısa yolu bulması gerektiğini bilir. Ama en kısa yolların hangi yollar olduğunu belirlemede sıkıntılar yaşar. Çok fazla akıl yürütmeden çözmeye başlar. Bulduğu sonucun doğru olup olmadığı konusunda farklı alternatifler düşünerek karşılaştırma yapmaz.
İlişkisel Yapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci sorudan verilen birden fazla bilgiyi ilişkilendirerek cevap verir. Sonuca ulaştıran farklı yollar bulmasa da en kısa yolun bu olduğuna dair bir tatmin edici bir açıklaması vardır. En kısa yolların bulunması için gideceği yolları belirler ve en kısa uzaklığın yine hipotenüs uzunluğu olduğunu düşünerek dik üçgenler oluşturur.

Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci tüm olasılıkları göz önüne alarak değerlendirme yapar ve sonuca ulaşır.
--------------------------------	--	---

4. Problem

Bir kenarının uzunluğu 24 cm olan kare şeklindeki bir kartonun her köşesinden kesip katlanarak üstü açık dikdörtgenler prizması şeklinde bir kutu yapılacaktır. Bu kutunun hacmi en fazla kaç cm^3 tür?

SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemın Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemin cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözüme ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci problemin çözümü için rutin bazı girişimlerde bulunur. Ancak çözüm için tam olarak nasıl bir yol izlemesi gerektiğini bilmez.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci problemde verilen tek bir bilgi parçasına odaklanır. Şeklin kenarlarından çıkarılacak miktarları belirler ancak kenar uzunluklarının eşit olup olmayacağı konusunda kararsızdır. Kenar uzunlukları ve yükseklik için sembolik değerleri yazıp hacim formülünü yazabilir. Ama değer verme yoluna giderek de çıkan sonuçlara göre değerlendirme yapabilir. Hacmin sadece yükseklikteki ya da sadece taban alanındaki değişimden etkileneceğini düşünür.
Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci problemle ilişkisi olan iki veya daha fazla durumu düşünür. En büyük hacim elde edilebilmesi için hem yüksekliğin hem de taban alanının birlikte değişiminin gerekli olduğunu bilir. Ancak sonuca ulaşması için gereken çözüm yolunu kestiremez. Uzun cevaplar verirler ve düşündüklerini sık sık tekrar ederler.
İlişkisel Yapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci sorudan verilen birden fazla bilgiyi ilişkilendirerek cevap verir. Sayısal hesaplamalara başvurmaz. Yükseklik ve taban alanının çarpımı ile hacmi sembolik olarak ifade eder.

Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci sembolik ifadeyi her boyutu ile ilişkilendirir. Değişkenlerden birindeki değişimin diğerini ve hacmi nasıl etkileyeceğini açıklar.
--------------------------------	--	--

5. Problem

Yarıçapı 12 cm olan bir küre içine yerleştirilebilecek en büyük hacimli silindirin hacmini bulunuz.

SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemın Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemin cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözüme ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci soruyu tam olarak anlayamaz ve en büyük hacimli silindirin koninin içine nasıl yerleştirilebileceğini kestiremez.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci sorunun çözümü için tek bir veriyi kullanır. Silindirin hacim formülünü oluşturabilir ama formülde yer alan iki farklı değişken arasında bağlantı kuramaz. Birbiri cinsinden ifade etme yoluna gitmez. Dolayısıyla iki değişken birden olunca da sonuca ulaşmak zorlaşacaktır. Bu aşamada değer verme yoluna gidebilir.
Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci problemle ilişkisi olan iki veya daha fazla durumu düşünür. En büyük hacim elde edilebilmesi için hem yüksekliğin hem de taban alanının birlikte değişiminin gerekli olduğunu bilir. Yükseklik ile yarıçap arasındaki bağlantıyı kuracak ve birbiri cinsinden ifade etmesini sağlayacak çözüm yolunu araştırır. Çeşitli denemelerde bulunur. Bu süreçte işlem hataları yapabilir.
İlişkisel Yapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci soruda verilen birden fazla bilgiyi ilişkilendirerek cevap verir. Hacmi cebirsel olarak ifade eder. Taban alanı ile yükseklik arasındaki bağıntıyı tam olarak bulur. Yükseklik ve taban alanının çarpımı ile hacmi sembolik olarak ifade eder.

Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci problem için net ve doğru bir çözüm sunar. Alternatif çözüm yolları bulur.
--------------------------------	--	--

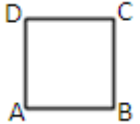
6. Problem

Yarıçapı 4 cm olan bir küreyi içine alabilen en küçük hacimli koninin hacmini hesaplayınız.

SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemın Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemin cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözüme ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci soruyu tam olarak anlayamaz ve en küçük hacimli koninin nasıl hesaplanacağı konusuna çözüm getiremez.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci problem durumu ile ilgili tek bir veriyi kullanır. Koninin hacim formülünü yazabilir ama yarıçap ile yükseklik arasında nasıl bir ilişki olduğunu belirleyemez. Değer verme yolunu tercih edebilir. Örneğin sezgisel olarak en küçük hacim elde etmek için 30-60-90 üçgeninin olması gerektiğini ifade eder.
Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci problemin çözümü ile ilişkili birden fazla yöne odaklanır. En küçük hacim elde edilebilmesi için hem yüksekliğin hem de taban alanının birlikte değişiminin gerekli olduğunu bilir. Yükseklik ile yarıçap arasındaki bağlantıyı kuracak ve birbiri cinsinden ifade etmesini sağlayacak çözüm yolunu araştırır. Çeşitli denemelerde bulunur. Bu süreçte işlem hataları yapabilir.
İlişkisel Yapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci problemin çözümüne ilişkin tüm yönlerin farkındadır. Hacmi cebirsel olarak ifade ettikten sonra yarıçapa ya da yüksekliğe bağlı bir fonksiyon olarak ifade eder.

Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci problem için net ve doğru bir çözüm sunar. Çözüme ulaşmak için farklı yollar kullanır.
--------------------------------	--	--

7. Problem

Aşağıda ABCD karesi için aşağıda dört farklı dönüşüm tanımlanmıştır. Bu dönüşümlerden  • I, kareyi saat yönünde 90° döndürmektir. • II, karenin ortasından dikey olarak geçen doğruya göre simetri almaktır. • III, karenin ortasından yatay olarak geçen doğruya göre simetri almaktır. • IV, karenin D ve B noktalarından geçen doğruya göre simetri almaktır.

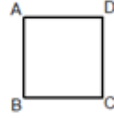
ABCD karesine uygulandıktan sonra yine ABCD karesinin elde edilebileceği bir dönüşümü sırasıyla yazınız.

SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemın Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemin cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözüme ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci soruda ne sorulduğunu tam olarak anlayamaz. Bir iki deneme yaptıktan sonra bırakır.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci problem durumu ile ilgili tek bir veriyi kullanır. Yönergede verilen adımların sırası ile takip edileceği düşüncesine odaklanarak çözüm üretmeye çalışır ya da çözüme ulaştıran tek bir yol olduğunu düşünerek onu bulmaya çalışır. Tekrar ABCD karesine ulaşmak için çok sayıda farklı dönüşüm yapılabileceğinin farkında değildir.
Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci problemi çözüme ulaştıracak birden çok veriyi kullanır. Dönüşümler sonunda yine ABCD karesini elde edebilmek için çeşitli denemelerde bulunur. Yanlış dönüşümler yapabilir dolayısıyla takip eden dönüşüm de yanlış olacak ve sonunda ABCD karesini elde etse bile doğru olmayan bir dönüşüm dizisi bulacaktır.

İlişkiselYapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci problemi çözüme tüm verileri kullanmaya çalışır. Sonuca ulaştıran çok sayıda dönüşüm seçeneği sunar ve bu aşamada doğru adımlar atar ve hata yapmaz. Zihninde ilişkilendirmeler yaparak sonraki adım için neyi kullanması gerektiğini önceden kestirir.
Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci problem için en az adımla ve işlemle en kısa sürede sonuca ulaşır. Çok sayıda alternatif yol geliştirir.

8. Problem

Sırasıyla I ve IV dönüşümü yapıldığında buişlemler yapılmadan önceki ilk kareyi



karesi elde edildiğine göre bulunuz.

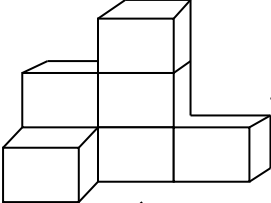
SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemın Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemın cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözüme ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci soruda ne sorulduğunu tam olarak anlayamaz. Cevabı yetersizdir.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci soru ile ilgili sadece bir veriye odaklanır. Problemde I ve IV dönüşümleri uygulanacağından bahsettiğinden hemen o dönüşümleri verilen kareye uygulamaya başlar ya da sırasıyla uygulanacağı kısmını göz ardı edebilir.
Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci problemi çözüme ulaştıracak birden çok veriyi kullanır. Hem I ve IV dönüşümlerini uygulayacağının hem de sonunda verilen kareyi elde edeceğinin farkındadır. İki bilgi arasında bağlantı kurmaya çalışır. Son kareyi elde edebilmek için dönüşümleri nasıl

		kullanacağı, hangi sırada kullanacağı konusunda yanlış adımlar atabilir.
İlişkiselYapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci problemde ne istendiği hakkında açık bir fikri vardır. İstenen kareyi elde etmek için dönüşümleri tersten uygulayarak ve önce ikinciye sonra da birinciye kullanarak karenin ilk halini bulur.
Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci problemin cevabına en kısa sürede ulaşır. Zihninde hemen canlandırarak karenin ilk haline ulaşır.

BÖLÜM II

1. Problem

Yanda verilen şeklin aşağıdaki durumlardaki görünümünü çiziniz.



ÖN

SAĞ

önden

sağdan

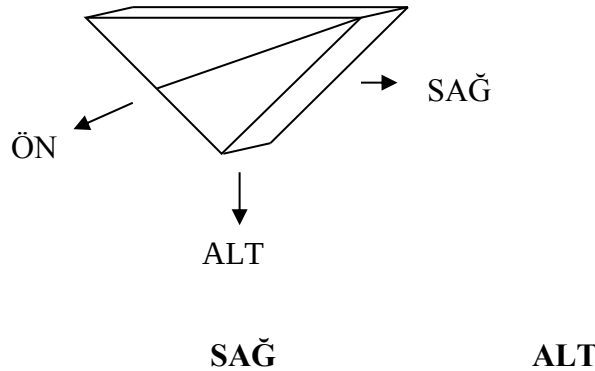
üstten

SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemın Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemın cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözüme ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci soruda ne sorulduğunu tam olarak anlayamaz. Verilen şeklin hiçbir yönden görüntüsünü doğru olarak çizemez.

Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci soruda ne sorulmak istendiğini anlar ancak sadece bir yönü ile ilgilenir. Örneğin üç boyutlu nesnenin yalnızca bir yönden görünümünü iki boyutlu düzleme aktarır.
Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci verilen durum için istenen tüm yönleri kullanır. Bu soru için önden, sağdan, üstten görünümünün hepsini çizer. Ancak bir yönden görünümünü çizmek için diğer yönlerin görünümünü de kullanıp kullanamayacağını kestiremez. Şekillerin sağ-sol, ön-arka, alt-üst görünümeleri arasında bir ilişki olup olmadığı sorulduğunda tutarlı cevaplar veremez.
İlişkisel Yapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci çözüm için ne yapması gerektiğini tam olarak bilir. Tüm yönlerden görünümünü çizer ve çizimler sırasında farklı yönlerden nasıl yararlanabileceğini bilir. Şekillerin sağ-sol, ön-arka, alt-üst görünümeleri arasında ilişkilendirmeler yapabilir.
Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci üç boyutlu nesneleri iki boyutlu düzleme aktarma sırasında hiçbir zorluk yaşamaz. Hızlı bir şekilde çizimini tamamlar. Şekillerin farklı görünümeleri arasında ilişkilendirmeler yaparak bu ilişkiler için doğru genellemelere gider ya da kural oluşturur.

2. Problem

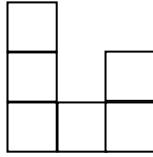
Aşağıda verilen şeklin istenilen durumlardaki görünümünü çiziniz.



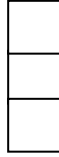
SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemin Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemin cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözümüne ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci sorunun ne istediğini anlayamaz, çizim için hiçbir girişimde bulunmaz ya da yanlış çizimler yapar.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci sorunun bir yönüne odaklanır. Verilen üç boyutlu nesnenin yalnızca bir yönden görünümünü iki boyutlu düzleme aktarır.
Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci verilen durum için istenen tüm yönleri kullanır. Bu soru için önden, sağdan, alttan görünümünün hepsini çizer. Ancak bir yönden görünümünü çizmek için diğer yönlerin görünümünü de kullanıp kullanamayacağını kestiremez. Şekillerin sağ-sol, ön-arka, alt-üst görünümünü arasında bir ilişki olup olmadığı sorulduğunda tutarlı cevaplar veremez.
İlişkisel Yapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci çözüm için ne yapması gerektiğini tam olarak bilir. Tüm yönlerden görünümü çizer ve çizimler sırasında farklı yönlerden nasıl yararlanabileceğini bilir. Şekillerin sağ-sol, ön-arka, alt-üst görünümü arasında bir ilişki olup olmadığı sorulduğunda farklı ilişkilendirmeler yapabilir. Zaman zaman yanlış akıl yürütmeler yapabilir.
Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci üç boyutlu nesneleri iki boyutlu düzleme aktarma sırasında hiçbir zorluk yaşamaz. Çizimler için bırakılan boşlukları en mantıklı şekilde kullanır. Şekillerin farklı görünümü arasında ilişkilendirmeler yaparak bu ilişkiler için doğru genellemelere gider ya da kural oluşturur. Önceki şeklin farklı görünümü ile bu şeklin görünümü arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları belirler.

3.Problem

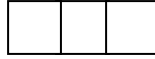
Farklı cephelerden görünümü verilen küplü yapıları oluşturunuz ve yapılarınızı soruların altındaki izometrik noktalı alanlara çiziniz.



ÖN



SAĞ



ÜST

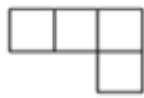


SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemın Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemın cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözümüne ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci soruda verilenleri çizim için nasıl kullanacağını bilemez. Yanlış çizimler yapar.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci sorunun bir yönüne odaklanır. İstenilen üç boyutlu yapıyı çizmek için verilen yönlerden (ön, sağ, alt vb.) sadece birini göz önüne alarak çizim yapar.

Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci istenilen şekli çizmek için birden fazla yönü kullanır. Çizim için tüm yönlerin kullanılması gerekip gerekmediği sorulduğunda ise tutarlı açıklamalar yapamaz. Örneğin sadece önden görünümü verildiğinde çizim yeterli olup olmadığı sorusuna yeterli değil der ama diğerlerini neden kullandığını tam olarak açıklayamaz.
İlişkisel Yapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci çözüm için ne yapması gerektiğini tam olarak bilir. Verilen bilgilerin hangilerinin yeterli hangilerinin gerekli olduğunu ayırt eder. Çizim hangi yönü neden kullandığını mantıklı bir şekilde açıklar. Ancak bazen yanlış akıl yürütmeler yapabilir.
Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci iki boyutlu nesneleri üç boyutta aktarmada güçlük çekmez. Şekillerin farklı görünümünü nerede ne için kullandığını adım adım formal bir dille açıklar.

4. Problem

Farklı cephelerden görünümü verilen küplü yapıları oluşturunuz ve yapılarınızı soruların altındaki izometrik noktalı alanlara çiziniz.



ÜSTTEN



SAĞDAN



SOLDAN



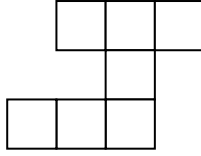
ÖNDEN



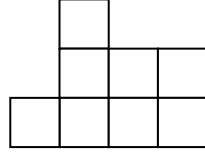
SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemin Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemin cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözümüne ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci soruda verilenleri çizim için nasıl kullanacağını bilemez. Çizim işlemini gerçekleştiremez.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci sorunun bir yönüne odaklanır. İstenilen üç boyutlu yapıyı çizmek için verilen yönlerden (ön, sağ, alt vb.) sadece birini göz önüne alarak çizim yapar. Hangi yönün gerekli hangilerinin yeterli olduğunu kestiremez.
Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci istenilen şekli çizmek için birden fazla yönü kullanır. Çizim için tüm yönlerin kullanılması gerekip gerekmediği sorulduğunda ise tutarlı açıklamalar yapamaz.
İlişkisel Yapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci çözüm için ne yapması gerektiğini tam olarak bilir. Verilen bilgilerin hangilerinin yeterli hangilerinin gerekli olduğunu ayırt eder. Çizim hangi yönleri neden kullandığını mantıklı bir şekilde açıklar. Şeklin farklı yönleri (sağ-sol, alt-üst, ön-arka) arasındaki ilişkinin farkındadır.
Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci şeklin çizimi sırasında verileri doğru ve hızlı bir şekilde kullanma konusunda yeterlidir. Çizimin daha farklı nasıl gerçekleştirilebileceği konusunda değişik fikirleri vardır.

5. Problem

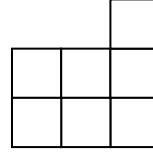
Altan, sağdan, soldan ve önden görünümü verilen aşağıdaki yapının **arkadan** görünümünü bulunuz.



ALT



ÖN

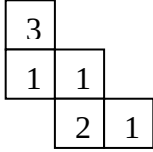


SAĞ

ARKA

SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemın Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemin cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözüme ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci soruda verilenleri çizim için nasıl kullanacağını bilemez. Çizim işlemini gerçekleştiremez.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci sorunun bir yönüne odaklanır. İstenilen üç boyutlu yapıyı çizmek için verilen yönlerden (ön, sağ, alt vb.) sadece birini göz önüne alarak çizim yapar. Hangi yönün gerekli hangilerinin yeterli olduğunu kestiremez.
Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci istenilen şekli çizmek için birden fazla yönü kullanır. Çizim için tüm yönlerin kullanılması gerekip gerekmediği sorulduğunda ise tutarlı açıklamalar yapamaz.
İlişkisel Yapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci çözüm için ne yapması gerektiğini tam olarak bilir. Verilen bilgilerin hangilerinin yeterli hangilerinin gerekli olduğunu ayırt eder. Çizim hangi yönleri neden kullandığını mantıklı bir şekilde açıklar. Şeklin farklı yönleri (sağ-sol, alt-üst, ön-arka) arasındaki ilişkinin farkındadır.
Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci şeklin çizimi sırasında verileri doğru ve hızlı bir şekilde kullanma konusunda yeterlidir. Çizimin daha farklı nasıl gerçekleştirilebileceği konusunda değişik fikirleri vardır.

6. Problem



Yukarıda bir binanın tepeden (kuşbakışı) görünüşü verilmiştir. Her kutucuğun içindeki sayılar üst üste kaç tane küp olduğunu göstermektedir. Bu şeklin arkadan, sağdan ve üstten görüntüsünü çiziniz.

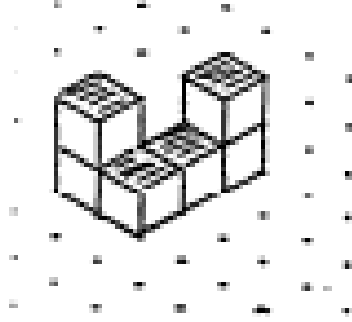
ARKA

SAĞ

ÜST

SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemin Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemin cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözüme ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci soruyu tam olarak anlayamaz ve verilenleri çizim için nasıl kullanacağını bilemez.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci sorunun bir yönüne odaklanır. Şeklin sadece arka, sağ ve üst kısımlardan görünümünden birini çizebilir.
Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci verilenler doğrultusunda istenilen yönlerden görüntülerini çizer. Çizim yaparken takip ettiği yollar konusunda ise yaptığı açıklamalar tutarlı değildir.
İlişkisel Yapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci çözüm için neler yapması gerektiğini tam olarak bilir. Şeklin farklı yönlerden görünümünü çizerken sorulan diğer yönleri de hesaba katarak değerlendirme yapar ve ilişkilendirmelerde bulunur.
Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci şeklin çizimini doğru ve çabuk bir şekilde tek denemede gerçekleştirir. Çizimin daha farklı nasıl gerçekleştirilebileceği konusunda alternatif yollar sunar.

7. ve 8. Problem



Yukarıda verilen şeklin aşağıda belirtilen taraflardan görüntülerini çiziniz.

7. ARKA SAĞDAN



8. ÖN SOLDAN



SOLO Düşünme Seviyeleri	Seviyelerin Genel Özellikleri	Problemin Değerlendirilmesi
Yapı Öncesi (YÖ)	Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar yeterli değildir. Problemin cevaba götürmeyen yönleri sık sık öğrencinin dikkatinin dağılmasına yol açar. Çözümüne ulaşırken kullandığı yol onu doğruya götürmez ve daha düşük seviyede bir evreye uygun adımlar atar.	Öğrenci çizim için hangi yönlerden bakması gerektiğini tam olarak anlayamaz. Yanlış çizimler yapar.
Tek Yönlü Yapı (TY)	Öğrenci probleme odaklanır ancak çözüm için sadece ilişkili bir veriyi kullanır. Kullandığı verinin bütün içindeki yerini ve diğer verilerle ilişkisini anlayamaz. Dolayısıyla cevapları tutarlı olmayabilir.	Öğrenci sorunun bir yönüne odaklanır. Soruda arka sağdan ya da ön soldan görünümüleri sorulmaktadır. Ancak öğrenci ya sadece arkadan ya da sağdan ya da sadece önden ya da soldan görünümünü çizer.
Çok Yönlü Yapı (ÇY)	Cevaba ulaştıran birden fazla veriyi kullanır ancak bu veriler arasındaki ilişkiyi kavrayamaz. Bu yüzden cevaplarında bazı tutarsızlıklara rastlanabilir.	Öğrenci istenilen yönlerden görünümünü çizer. Her iki yönü de birlikte kullanarak yani hem arka hem sağ, hem ön hem sol taraftan bakarak görünümüleri çizer. Ancak kafa karışıklıkları yaşayabilir.
İlişkisel Yapı (İY)	Öğrenci problemin cevabına ulaştıran tüm verileri kullanır ve bunların bütün içindeki yerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlar. Tutarlı bir yapı oluşturur.	Öğrenci çözüm için ne yapması gerektiğini tam olarak bilir. Çizimi nasıl gerçekleştirdiği konusunda mantıklı açıklamalar yapar. Şeklin farklı yönleri arasındaki ilişkinin farkındadır.
Genişletilmiş Soyut Yapı (GSY)	Öğrenci çözüme ulaşırken problemde yer alan verilerin ötesinde düşünür ve genellemelere ulaşır. Yeni bir düşünme biçimi oluşturulabilir.	Öğrenci şeklin çizimi sırasında verileri doğru ve hızlı bir şekilde kullanma konusunda yeterlidir. Çizimin daha farklı nasıl gerçekleştirilebileceği konusunda değişik fikirleri vardır.