



**MESLEKİ EĞİTİM ÖĞRENCİLERİNİN TEKNOLOJİ DESTEKLİ
ORTAMDA UZAMSAL YETENEKLERİNİN
GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

Zeynep PARMAK
(Yüksek Lisans Tezi)

Eskişehir – 2016

**MESLEKİ EĞİTİM ÖĞRENCİLERİNİN TEKNOLOJİ DESTEKLİ
ORTAMDA UZAMSAL YETENEKLERİNİN
GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

Zeynep PARMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hüseyin Bahadır YANIK

**Eskişehir
Anadolu Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Nisan, 2016**

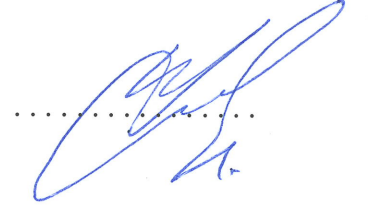
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Zeynep PARMAK'ın "Mesleki Eğitim Öğrencilerinin Teknoloji Destekli Ortamda Uzamsal Yeteneklerinin Gelişiminin İncelenmesi" başlıklı tezi 25.04.2016 tarihinde, aşağıda belirtilen jüri üyeleri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi programı yüksek lisans tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Adı-Soyadı

İmza

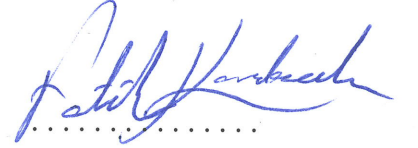
Üye (Tez Danışmanı) : Doç.Dr. H.Bahadır YANIK



Üye : Doç.Dr. Serkan ÖZEL



Üye : Yard.Doç.Dr. Fatih KARABACAK



Prof.Dr. Esra CEYHAN

Anadolu Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitü Müdürü

ÖZET

MESLEKİ EĞİTİM ÖĞRENCİLERİNİN TEKNOLOJİ DESTEKLİ ORTAMDA UZAMSAL YETENEKLERİNİN GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Zeynep PARMAK

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Nisan, 2016

Danışman: Doç. Dr. H. Bahadır YANIK

Bu çalışmada bir mesleki eğitim merkezine devam eden öğrencilerin uzamsal yeteneğinin “Açınımlar, Döndürme ve Görünüşler” alt bileşenleri kapsamında gelişimleri teknoloji destekli bir öğretim ortamında incelenmiştir.

Çalışma iki bölümden oluşmuştur. Birinci bölümde bir mesleki eğitim merkezine devam eden 30 öğrencinin uzamsal görselleştirme yetenekleri belirtilen bileşenler kapsamında değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme ile öğrencilerin ne tür zorluklar yaşadıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu aşamada Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi ve yazılı değerlendirme soruları kullanılmıştır. Ardından klinik görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

İkinci bölümde ise bu 30 katılımcı arasından öğretim deneyi kapsamında oluşturulan sınıf için sekiz katılımcı belirlenmiştir. Çalışma kapsamında Cabri 3D geometri yazılımı temelli yürütülen eğitimlerde katılımcıların bireysel olarak takip edilmesinin mümkün olması açısından sekiz kişilik sınıfın dördüne odaklanılmıştır. Çalışmanın son kısmında bu sekiz öğrenciye ön değerlendirmede sorulan sorular küçük değişiklikler yapılarak tekrar sorulmuş ve kendileri ile klinik görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Ardından bu sekiz öğrenciye Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi son test olarak tekrar uygulanmıştır.

Çalışma bulguları, katılımcıların uzamsal görselleştirmede çeşitli zorluklar yaşadıklarını göstermiştir. Özellikle, bulgular öğrencilerin verilen 3B cisimlerin 2B açınımlarını ve belirtilen bir yönden görünüşlerini çizmede çeşitli hatalar yaptıklarını

göstermiştir. Ayrıca bulgular öğrencilerin verilen bir cismin belirli bir yönde ve açıda döndürülmesi sonucunda elde edilen yeni görüntüyü zihinlerinde canlandırmakta zorlandıklarını göstermiştir. Bulgular teknoloji ortamında verilen eğitimin öğrencilerin bu zorlukları büyük oranda gidermede yardımcı olduğuna işaret etmektedir. Özellikle, Cabri 3D programının dinamik özellikleri -3B cisimlerin gerek açınımlarını gerekse farklı yönlerden görünümelerini almaya imkân vermesi- öğrencilerin yaptıkları hataları görmelerine ve bunları düzeltmelerine yardımcı olmuştur.

Anahtar Sözcükler: uzamsal beceri, uzamsal görselleştirme becerisi, Cabri 3D geometri yazılımı, matematik eğitimi, mesleki eğitim



ABSTRACT

INVESTIGATING THE GROWTH OF VOCATIONAL EDUCATION STUDENTS' SPATIAL ABILITIES IN A TECHNOLOGY SUPPORTED ENVIRONMENT

Zeynep PARMAK

Department of Mathematics Education

Anadolu University Institute of Educational Sciences

April, 2016

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. H. Bahadır YANIK

This study investigated the growth of vocational education students' spatial ability with respect to "Developments, Rotations and Views" in a technology-mediated environment in which Cabri 3D software used.

The study consisted of two phases. In the first phase, 30 vocational education students' spatial abilities with respect to components mentioned above, were investigated. The purpose of this investigation was to identify students' visualization difficulties. Purdue Spatial Visualization Test and a written instrument developed by the researcher were used for this purpose. Additionally, an individual clinical interview was conducted.

In the second phase of the study, eight students among 30 participants were chosen to form a classroom for the teaching episodes. For the purpose of this study four of these students selected as a focus group for further analysis. Through the end of the study the researcher administered the slightly changed written instrument and conducted individual clinical interviews with eight students. Then Purdue Spatial Visualisation Test is administered to these eight students as a final test again.

The findings of the study showed that students had variety of spatial visualization difficulties. Specifically, students had difficulties in drawing 2D nets of 3D shapes and drawing views of 3D shapes from different viewpoints. Furthermore, findings showed that students had also difficulties in rotating 3D shapes in a given direction and angle mentally. Findings also showed that technology-mediated environment support students to overcome these difficulties. Specifically, the dynamic

futures of Cabri 3D program, which provide both nets of 3D shapes and their views of different directions, helped students to notice their mistakes and detect them.

Key Words: spatial skill, spatial visualisation skill, Cabri 3D geometry software, mathematics education, vocational education



20/04/2016

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

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

Zeynep PARMAK

TEŞEKKÜR

Öncelikle yüksek lisans döneminde öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmamın her aşamasında desteğini eksik etmeyen, yol gösteren, bilgi ve deneyimlerini paylaşan sayın hocam Doç. Dr. H. Bahadır YANIK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma kapsamında kullandığım Cabri 3D Geometri yazılımının kullanımını öğrenmemde büyük katkısı olan ve ayrıca tez jürimde yer almayı kabul eden sayın hocam Doç. Dr. Serkan ÖZEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez jürimde yer alan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Fatih KARABACAK'a değerli katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince zorlandığım noktalarda bana yol gösteren, rehberlik eden sayın hocam Arş. Gör. Dr. Ayşegül ERYILMAZ ÇEVİRGİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Uygulamayı yapmış olduğum okulun idarecilerine sağladıkları imkânlardan dolayı teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca uygulamayı yapmış olduğum okul öğretmenlerinden uygulama sürecinde yardımını esirgemeyen meslektaşlarım İlyas ÇALIK, Ayşegül ÇERÇİ'ye ve okulun tüm öğretmenlerine teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmamın son dönemlerinde tanıştığım ve birçok konuda yardımını aldığım meslektaşım Feyza KURBAN'a çok teşekkür ederim.

Değerli meslektaşım Selin Sercan ARAT'a yardımlarından dolayı çok teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca manevi desteğiyle bana yardımcı olan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli dostum Zühal ŞAHİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu uzun ve zorlu süreçte her türlü destekleriyle her zaman yanımda olan sevgili annem Refiye PARMAK, babam Abdurrahman PARMAK ve kardeşim İslam PARMAK'a minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iv
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
TEŞEKKÜR	vii
TABLolar DİZİNİ	xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
KISALTMALAR DİZİNİ	xx
1. GİRİŞ	1
1.1. Uzamsal Yetenek ve Bileşenleri	3
1.2. Uzamsal Yetenek Tanımları.....	5
1.2.1. Uzamsal görselleştirme	7
1.2.2. Uzamsal yönelim.....	7
1.3. Uzamsal Yeteneğin ve 3B Cisimlerin Programdaki Yeri	8
1.3.1. Ortaokul matematik dersi öğretim programı	8
1.3.2. Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı	10
1.3.3. Mesleki eğitim merkezi matematik, teknik resim ve mesleki resim dersi öğretim programı.....	13
1.4. Uzamsal Yeteneğin Ölçülmesi.....	19
1.4.1. Zihinsel Döndürme Testi (Mental Rotation Test)	19
1.4.2. Zihinsel Kesit Alma (Mental Cutting Test).....	19
1.4.3. Ayırıştırıcı Yetenek Testi: Uzamsal İlişkiler (Differential Aptitude Test: Space Relations).....	20
1.4.4. Lappan Testi (The Lappan Test)	20
1.4.5. Ekstrom Uzamsal Yetenek Testi (Spatial Ability Test)	21
1.4.5.1. Kâğıt Katlama Testi (Paper Folding Test-PFT)	22

1.4.5.2. Yüzey Oluşturma Testi (Surface Development Test-SDT)	22
1.4.5.3. Kart Döndürme Testi (Card Rotation Test-CRT).....	23
1.4.5.4. Küp Karşılaştırma Testi.....	23
1.4.6. Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (Purdue Spatial Visualisation Test - PSVT)	24
1.4.6.1. Açınımlar	24
1.4.6.2. Döndürme	25
1.4.6.3. Görünüşler.....	25
1.5. Mesleki Eğitim ve Mesleki Eğitimde Uzamsal Yeteneğin Önemi.....	26
1.5.1. Türkiye’de mesleki eğitim	26
1.5.2. Mesleki eğitimde uzamsal becerilerin yeri ve önemi.....	28
1.6. Uzamsal Yeteneğin Geliştirilmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar	29
1.6.1. Uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde somut materyal kullanımı	29
1.6.2. Uzamsal becerilerin geliştirilmesinde teknoloji kullanımı	31
1.6.3. Uzamsal becerilerin geliştirilmesinde teknoloji ve somut materyal kullanımı.....	32
1.7. Araştırmanın Amacı ve Araştırma Problemleri	34
1.8. Araştırmanın Önemi ve Alana Katkısı	35
1.9. Araştırmanın Sınırlılıkları	36
2. YÖNTEM	37
2.1. Araştırma Ortamı ve Katılımcılar.....	37
2.2. Araştırma Tasarımı ve Veri Toplama.....	38
2.2.1. Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi	39
2.2.2. Yazılı değerlendirme soruları.....	39
2.2.3. Öğretim deneyi.....	40
2.2.4. Ön klinik görüşmeler	41
2.2.5. Öğretim seansları.....	41

2.2.6. Son klinik görüşmeler	44
2.3. Verilerin Analizi	44
3. BULGULAR VE YORUMLAR	46
3.1. Katılımcıların Uzamsal Görselleştirme Kapsamında Yaşadıkları Zorluklar	46
3.1.1. PSVT ile elde edilen bulgular	46
3.1.1.1. Açınımlar bölümü ile ilgili bulgular	48
3.1.1.2. Döndürme bölümü ile ilgili bulgular	49
3.1.1.3. Görünüşler ile ilgili bulgular	50
3.1.2. Yazılı değerlendirme soruları ve ön klinik görüşmeler ile elde edilen bulgular	51
3.1.2.1. Açınımlar ile ilgili yapılan hatalar	52
3.1.2.1.1. [A1] Hata profili	52
Tablo 3.7'nin Devamı	53
3.1.2.1.2. [A2] Hata profili	53
3.1.2.1.3. [A3] Hata profili	56
3.1.2.1.4. [A4] Hata profili	57
3.1.2.2. Döndürme ile ilgili yapılan hatalar	58
3.1.2.2.1. [D1] Hata profili	60
3.1.2.2.2. [D2] Hata profili	61
3.1.2.2.3. [D3] Hata profili	63
3.1.2.3. Görünüşler ile ilgili yapılan hatalar	64
3.1.2.3.1. [G1] Hata profili	64
3.1.2.3.2. [G2] Hata Profili	66
3.1.2.3.3. [G3] Hata profili	67
3.1.2.3.4. [G4] Hata profili	69
3.1.2.3.5. [G5] Hata Profili	71

3.2. Teknoloji Ortamında Katılımcıların Uzamsal Görselleştirme Becerilerindeki Gelişim Süreci.....	72
3.2.1. Açınımlar Bileşeninin Tasarımı ve Öğretim Seanslarının Uygulama Süreci	72
3.2.1.1. Öğretim seansı 1.....	74
3.2.1.1.1. Açınımı verilen kare prizma (açık→kapalı) etkinliği	75
3.2.1.1.2. Yan üçgen prizma açınımı (açık→kapalı) etkinliği	78
3.2.1.1.3. Koni açınımı (açık→kapalı) etkinliğinin uygulama süreci.....	79
3.2.1.1.4. Altıgen piramit açınımı (açık→kapalı) etkinliğinin uygulama süreci.....	81
3.2.1.2. Öğretim seansı 2.....	82
3.2.1.2.1. Kesik dikdörtgen prizma açınımı (açık→kapalı) etkinliği.....	82
3.2.1.2.2. Karmaşık şekil açınımı (açık→kapalı) etkinliği.....	84
3.2.1.3. Öğretim seansı 3.....	88
3.2.2. Döndürme.....	94
3.2.2.1. Öğretim seansı 4.....	96
3.2.2.2. Öğretim seansı 5.....	102
3.2.3. Görünüşler	108
3.2.3.1. Öğretim seansı 6.....	109
3.2.3.2. Öğretim seansı 7.....	117
3.3. Öğrencilerin Mevcut Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Değerlendirilmesi	120
3.3.1. Ön ve son klinik görüşmelerin karşılaştırılması.....	120
3.3.1.1. Açınımlar	121
3.3.1.1.1. Katılımcı 1: Ali	121
3.3.1.1.2. Katılımcı 2: Orhan	125
3.3.1.1.3. Katılımcı 3: Musa.....	127

3.3.1.1.4. Katılımcı 4: Metin	129
3.3.1.2. Döndürme	132
3.3.1.2.1. Katılımcı 1: Ali	132
3.3.1.2.2. Katılımcı 2: Orhan	136
3.3.1.2.3. Katılımcı 3: Musa	137
3.3.1.2.4. Katılımcı 4: Metin	139
3.3.1.3. Görünüşler	141
3.3.1.3.1. Katılımcı 1: Ali	141
3.3.1.3.2. Katılımcı 2: Orhan	144
3.3.1.3.3. Katılımcı 3: Musa	144
3.3.1.3.4. Katılımcı 4: Metin	148
3.3.2. Ön ve Son PSVT'nin Karşılaştırılması	151
3.3.3. Öğrencilerin PSVT Testindeki Performans Artışlarının Olası Sebepleri	152
4. TARTIŞMA VE ÖNERİLER	154
4.1. Çalışmanın Sınırlılıkları ve Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler	155
4.2. Sonuç	157
KAYNAKLAR	158
EK 1. İstanbul İl Milli Eğitim Müdürlüğü Araştırma İzin Belgesi	167
Ek 2. Öğrenci Bilgilendirme Formu	168
Ek 3. Veli Bilgilendirme Formu	169
Ek 4. Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi Bilgilendirme Sayfası	170
Ek 5. Purdue Spatial Visualization Testi Kullanımı İzin Belgesi (Aşlı)	171
Ek 6. Purdue Spatial Visualization Testi Kullanımı İzin Belgesi (Türkçe)	172
Ek 7. Purdue Spatial Visualisation Testi Yönlendirmeleri ve Soru Örnekleri	173
Ek 8. Açınımlar Bölümü Ön- Son Değerlendirme Örnek Sorular	176
Ek 9. Döndürme Bölümü Ön- Son Değerlendirme Örnek Sorular	177

Ek 10. Görünüşler Bölümü Ön- Son Değerlendirme Örnek Sorular	178
ÖZGEÇMİŞ	179



TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri İle İlgili Yapılan Sınıflamalar	4
Tablo 1.2. MEB, 2013 Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı'nda 3B Cisimler İle İlgili Kazanımlar	9
Tablo 1.3. MEB, (2011) 12. Sınıf Ortaöğretim Geometri Dersi Öğretim Programı'nda Yer Verilen 3B Cisimler İle İlgili Kazanımlar	10
Tablo 1.4. MEB, (2013) 10. Sınıf Matematik Dersi Öğretim Programı ve 12. Sınıf Ortaöğretim Matematik Dersi İleri Düzey Öğretim Programı'nda Yer Verilen 3B Cisimler ile İlgili Kazanımlar	13
Tablo 1.5. MEB, (2005) Matematik ve Meslek Matematiği Dersi Öğretim Programı'nda Yer Verilen 3B Cisimler ile İlgili Kazanımlar.....	14
Tablo 1.6. Teknik Resim 1 Dersi Yıllık Planı.....	15
Tablo 1.7. Teknik Resim 2 Dersi Yıllık Planı.....	16
Tablo 1.8. Mesleki Resim 3 Dersi Yıllık Planı	17
Tablo 1.9. Mesleki Resim 4 Dersi Yıllık Planı	18
Tablo 2.1. Çalışmanın İlk Aşamasına Katılan Katılımcıların Bölümlerine Göre Dağılımı	37
Tablo 2.2. Çalışma Takvimi.....	38
Tablo 2.3. Yazılı Değerlendirme Sorularının Bileşenlere Göre Dağılımı	40
Tablo 2.4. Öğretim İçeriği ve Takvimi	42
Tablo 3.1. Öğrencilerin PSVT Puan Dağılımları	46
Tablo 3.2. Öğrencilerin PSVT Başarı Durumu	48
Tablo 3.3. Açınımlar Bölümü Puan Aralığına Göre Yapılan Dağılımlar	48
Tablo 3.4. Döndürme Bölümü Puan Aralığına Göre Yapılan Dağılımlar	49
Tablo 3.5. Görünüşler Bölümü Puan Aralığına Göre Yapılan Dağılımlar	50
Tablo 3.6. Hata Profilleri	51
Tablo 3.7. [A1] Hata Profili Örnekleri.....	52
Tablo 3.8. [A2] Hata Profili Örnekleri.....	55
Tablo 3.9. [A3] Hata Profili Örnekler	56
Tablo 3.10. [A4] Hata Profili Örnekleri.....	58

Tablo 3.11. Döndürme Bölümü 1. Düzey Etkinlikler Kapsamında Katılımcılara Yöneltilen Sorulardan Örnekler	97
Tablo 3.12. Ön-Son Görüşmede Yapılan Hata Profilleri Oranları.....	121
Tablo 3.13. Katılımcıların Ön-Son Test Puanları	151



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çokyüzlülerin Açınımı İle İlgili Bir Örnek.....	11
Şekil 1.2. Zihinsel Döndürme İle İlgili Bir Örnek.....	12
Şekil 1.3. Zihinsel Döndürme Testi Örnek Sorusu.....	19
Şekil 1.4. Zihinsel Kesit Alma Testi Örnek Sorusu	20
Şekil 1.5. Ayrıştırıcı Yetenek Testi: Uzamsal İlişkiler Örnek Sorusu.....	20
Şekil 1.6. Lappan Testinden İzometrik Çizim Örnek Sorusu.....	21
Şekil 1.7. Lappan Testinden Ortografik Çizim Örnek Sorusu	21
Şekil 1.8. Kâğıt Katlama Testi Örnek Sorusu	22
Şekil 1.9. Yüzey Oluşturma Testi Örnek Sorusu.....	22
Şekil 1.10. Kart Döndürme Testi Örnek Sorusu.....	23
Şekil 1.11. Küp Karşılaştırma Testi Örnek Sorusu	23
Şekil 1.12. PSVT Testi Açınımlar Bölümü Örnek Sorusu	24
Şekil 1.13. PSVT Testi Döndürme Bölümü Örnek Sorusu	25
Şekil 1.14. PSVT Testi Görünüşler Bölümü Örnek Sorusu	26
Şekil 3.1. Döndürme 1. Bölüm Sorularından Bir Örnek	59
Şekil 3.2. Döndürme 2. Bölüm Sorularından Bir Örnek	60
Şekil 3.3. [D1] Hata Profiline Bir Örnek.....	61
Şekil 3.4. [D2] Hata Profili Örneği.....	62
Şekil 3.5. [D2] Hata Profiline Diğer Bir Örnek.....	62
Şekil 3.6. [D3] Hata Profili Örneği.....	63
Şekil 3.7. [D3] Hata Profiline Diğer Bir Örnek.....	63
Şekil 3.8. [G1] Hata Profili Örneği 1.....	64
Şekil 3.9. [G1] Hata Profili Örneği 2.....	65
Şekil 3.10. [G1] Hata Profili Örneği 3.....	65
Şekil 3.11. [G2] Hata Profiline Bir Örnek.....	66
Şekil 3.12. [G2] Hata Profili İle İlgili Bir Başka Örnek.....	67
Şekil 3.13. [G3] Hata Profili Örnek 1	67
Şekil 3.14. [G3] Hata Profili Örnek 2.....	68
Şekil 3.15. [G3] Hata Profili Örnek 3	68
Şekil 3.16. [G4] Hata Profili Örneği.....	69
Şekil 3.17. Bakış Yönü Yanılgısı	70

Şekil 3.18. Bakış Yönü Yanılgısına Bir Diğer Örnek	70
Şekil 3.19. Görünüş Sorularından Bir Örnek 1	71
Şekil 3.20. Görünüş Sorularından Bir Diğer Örnek	72
Şekil 3.21. Açınımlar Bölümü Etkinliklerinin Uygulanış Şeması.....	73
Şekil 3.22. Kare Prizma Etkinliğinde Açınımı Verilen Şekil.....	75
Şekil 3.23. Kare Prizma Etkinliğinde Katılımcıların Yaptığı 3B Çizimlerden Örnekler.....	76
Şekil 3.24. Kare Prizmanın Cabri 3D Programında Kapanmasından Bir Görüntü	77
Şekil 3.25. Açınımı Verilen Üçgen Prizma	78
Şekil 3.26. Öğrencilerin Üçgen Prizma Örnek Çizimleri.....	79
Şekil 3.27. Koni Etkinliğinde Açınımı Verilen Şekil.....	79
Şekil 3.28. Koni Etkinliğinde Katılımcıların Yaptığı 3B Çizimlerden Örnekler	80
Şekil 3.29. Koninin Cabri 3D Programında Kapanmasından Bir Görüntü	81
Şekil 3.30. Altıgen Piramit Etkinliğinde Katılımcıların Yaptığı 3B Çizimlerden Örnekler	81
Şekil 3.31. Kesik Dikdörtgen Prizma Etkinliğinde Verilen Açınım Şekli	83
Şekil 3.32. Kesik Dikdörtgen Prizma Etkinliğinde Öğrencilerin Yapmış Oldukları Çizimlerden Örnekler	83
Şekil 3.33. Karmaşık Şekil Etkinliğinde Öğrencilere Verilen Açınım Şekli	85
Şekil 3.34. Karmaşık Şekil Etkinliğinde Yapılan Çizimlerden Bir Örnek.....	85
Şekil 3.35. Karmaşık Şekil Etkinliğinde Orhan'ın Yapmış Olduğu Çizim.....	86
Şekil 3.36. Kare Piramit Etkinliğinde Bir Öğrencinin Açınım Çizimi.....	88
Şekil 3.37. Rıza'nın Silindir Açınımında Yapmış Olduğu Çizimler (öncesi ve sonrası).....	89
Şekil 3.38. Cisim Açınımı	89
Şekil 3.39. Cismin Açınımında Yapılan [A1] Hata Profili Örnekleri	90
Şekil 3.40. Cismin Açınımında Yapılan [A2] Hata Profili Örnekleri	90
Şekil 3.41. Cismin Açınımında Yapılan [A3] Hata Profili Örnekleri	91
Şekil 3.42. Ters T Etkinliğinde Açınımı Etkinliğinde Açınımı İstenen Cisim Ve Doğru Açınımı	92
Şekil 3.43. Kesik Küp Etkinliğinde Açınımı Etkinliğinde Açınımı İstenen Cisim Ve Doğru Açınımı	93
Şekil 3.44. Kesik Küp Açınımında Yapılan [A3] Hata Profili İle İlgili Bir Örnek.....	94
Şekil 3.45. Döndürme Bölümü Etkinliklerinin Uygulanış Şeması.....	95

Şekil 3.46. Döndürme Bölümü 1. Düzey Uygulamasında Cabri 3D Uygulamasından Bir Görüntü	99
Şekil 3.47. Öğrencilerin Tablo Yanıtlarından Bir Örnek	100
Şekil 3.48. Örnek Döndürme Etkinliği	101
Şekil 3.49. Döndürme Bölümü 2. Düzey Etkinliklerinden Bir Örnek	103
Şekil 3.50. Cabri 3D' de X, Y ve Z Eksenleri Üzerinde Döndürmenin Uygulanmasından Bir Görüntü	104
Şekil 3.51. Cabri 3D' de Döndürme Açısı ve Döndürme Yönünün Belirlenmesine Yönelik Hazırlanmış X, Y Ve Z Eksenli Açısal Olarak İşaretlendirilmiş Çemberler ..	104
Şekil 3.52. Cabri 3D' de Döndürme Açısı ve Döndürme Yönünün Belirlenmesinin Anlatımında Verilen Örnekler	105
Şekil 3.53. Katılımcıların Döndürme Bölümü 2. Düzey İlk Etkinlikte Yapılan Çizimlerden Örnekler ve Cabri 3D' de Elde Edilen Doğru Görünüşü	106
Şekil 3.54. 2. Düzey Etkinliklerinden İki Aşamalı Sorulardan Bir Örnek	107
Şekil 3.55. Görünüşler Bölümü Etkinliklerinin Uygulanış Şeması	109
Şekil 3.56. Görünüşler Bölümü Etkinliklerinde 2B Görünüş Çizimleri İstenen Bazı 3B Cisimler.....	110
Şekil 3.57. Rıza'nın Görünüşler Bölümü Etkinlik 1'de Yapmış Olduğu Hatalı Çizimler ve Cabri 3D' de Elde Edilen Doğru Çizimler	111
Şekil 3.58. Rıza'nın Ön Görünüş Çizimi ve Cabri 3D' de Elde Edilen Doğru Çizim ..	111
Şekil 3.59. Etkinlikte Verilen Cismin Küp İçerisindeki Görüntüsü	112
Şekil 3.60. Katılımcıların Görünüşler Bölümü Etkinlik 2'de Yapmış Olduğu Hatalı Çizimler ve Cabri 3D' de Elde Edilen Doğru Çizimler	113
Şekil 3.61. Görünüşler Bölümü Etkinlik 2'de Cismin Küp İçerisindeki Görüntüsü	113
Şekil 3.62. Musa'nın Yaptığı Üst ve Alt Görünüş Çizimleri	114
Şekil 3. 63. Rıza'nın Alt Görünüş Çizimi	115
Şekil 3.64. Etkinliğin Üst Görünüş Çiziminde Yapılan Yanlış Çizim Örnekleri	115
Şekil 3.65. Cismin Küp İçerisindeki Görüntüsü	116
Şekil 3.66. Etkinlik Kapsamında Verilen Cismin A Noktasından Görünüşü	116
Şekil 3.67. Görünüşler Bölümü Etkinlik 4'te Cismin Küp İçerisindeki Görüntüsü	117
Şekil 3.68. Görünüşler Bölümü Etkinliğinde Musa'nın Çiziminden Bir Örnek	118
Şekil 3.69. Cismin Görünen Yüzeylerinin Tahmin Edilmesi İle İlgili Örnek Soru	118
Şekil 3.70. Örnek Öğrenci Çizimleri	119

Şekil 3.71. Ali'nin [A1] Hata Profili İle İlgili Çizimleri	122
Şekil 3.72. Ali'nin [A2] Hata Profili İle İlgili Çizimleri	122
Şekil 3.73. Ali'nin [A3] Hata Profili İle İlgili Çizimleri	123
Şekil 3.74. Ali'nin [A3] Hata Profili İle İlgili Diğer Çizimi	124
Şekil 3.75. Ali'nin [A4] Hata Profili İle İlgili Çizimleri	124
Şekil 3.76. Orhan'ın [A1] Hata Profili İle İlgili Çizimleri	125
Şekil 3.77. Orhan'ın [A2] Hata Profili İle İlgili Çizimleri	126
Şekil 3.78. Orhan'ın [A3] Hata Profili İle İlgili Çizimleri	126
Şekil 3.79. Orhan'ın [A4] Hata Profili İle İlgili Çizimleri	127
Şekil 3.80. Musa'nın [A1] Hata Profili İle İlgili Çizimleri	127
Şekil 3.81. Musa'nın [A2] ve [A3] Hata Profili İle İlgili Çizimleri	128
Şekil 3.82. Musa'nın [A4] Hata Profili İle İlgili Çizimleri	129
Şekil 3.83. Metin'in [A1] Hata Profili İle İlgili Çizimleri.....	130
Şekil 3.84. Metin'in [A2] Hata Profili İle İlgili Çizimleri.....	130
Şekil 3.85. Metin'in [A3] Hata Profili İle İlgili Çizimleri.....	131
Şekil 3.86. Metin'in [A4] Hata Profili İle İlgili Çizimleri.....	132
Şekil 3.87. Ali'nin D1 Hata Profili İle İlgili Tahminleri	133
Şekil 3.88. Ali'nin [D1] Hata Profili İle İlgili Bir Diğer Sorudaki Tahminleri.....	133
Şekil 3.89. Ali'nin [D3] Hata Profili İle İlgili Tahminleri	135
Şekil 3.90. Orhan'ın [D2] Hata Profili İle İlgili Tahminleri	137
Şekil 3.91. Musa'nın [D1] Hata Profili İle İlgili Tahminleri.....	138
Şekil 3.92. Musa'nın [D2] Hata Profili İle İlgili Tahminleri.....	138
Şekil 3.93. Musa'nın [D2] Hata Profili İle İlgili Tahminleri.....	139
Şekil 3.94. Musa'nın [D2] Hata Profili İle İlgili Tahminleri.....	140
Şekil 3.95. Musa'nın [D3] Hata Profili İle İlgili Tahminleri.....	141
Şekil 3.96. Ali'nin [G1] Hata Profili İle İlgili Tahminleri	142
Şekil 3.97. Ali'nin [G1] Hata Profili İle İlgili Bir Diğer Sorudaki Tahminleri.....	143
Şekil 3.98. Musa'nın [G1] Hata Profili İle İlgili Tahminleri.....	145
Şekil 3.99. Musa'nın [G2] Hata Profili İle İlgili Tahminleri.....	146
Şekil 3.100. Musa'nın [G3] Hata Profili İle İlgili Tahminleri.....	147
Şekil 3.101. Musa'nın [G5] Hata Profili İle İlgili Tahminleri.....	148
Şekil 3.102. Metin'in [G1] Hata Profili İle İlgili Tahminleri.....	149
Şekil 3.103. Metin'in [G2] Hata Profili İle İlgili Tahminleri.....	150

KISALTMALAR DİZİNİ

2B: İki Boyutlu

3B: Üç Boyutlu

Cabri 3D: Cabri 3 Boyutlu Geometri Yazılımı

DGY: Dinamik Geometri Yazılımı

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics

PSVT: Purdue Spatial Visualisation Test (Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi)

1. GİRİŞ

Yaşadığımız dünyayı incelediğimizde üç boyutlu (3B) yapılar, geometrik cisimler göze çarpmaktadır. Gerçek dünyanın daha iyi anlaşılabilir yorumlanabilmesi, çevremizde bulunan 3B cisimleri, nesneleri ve yapıları zihnimize canlandırabilme, zihinsel olarak hareket ettirebilme becerisini gerekli kılmaktadır. Uzamsal beceriler bu bağlamda doğal dünyaya ayak uydurmamıza, onu algılayıp anlamamıza katkı sağlamaktadır (Kösa, 2011, s. 4; Yıldız ve Tüzün, 2011, s. 499).

Birçok alanda başarılı olabilmek için gerekli olan uzamsal beceriler, günlük yaşamdaki temel gereksinimleri yerine getirmede ihtiyaç duyulan becerilerdir (Kösa, 2011, s. 5). Günlük hayatın birçok alanında, örneğin araba park ederken, evde eşyaları yerleştirirken, yolda yürürken, haritayı kullanarak yönümüzü bulmaya çalışırken uzamsal beceriler kullanılmaktadır (Yurt ve Sünbül, 2012, s. 1975). Uzamsal yetenek birçok mesleki alanda da gerekli olan bir yetenektir. Örneğin, mühendislik, mimarlık, görsel sanatlar, tıp, fizik, kimya, biyoloji, teknik resim gibi konular uzamsal görselleştirmenin gerekli olduğu alanların başında gelmektedir (Yıldız ve Tüzün, 2011, s. 499). McGee, (1979, s. 890), uzamsal yeteneğin alt bileşenleri olarak tanımladığı uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim yeteneklerinin çalışma alanları ile büyük oranda ilişkili olduğunu vurgulamıştır. Bannatyne (2003, s. 3), mesleklerin %80'inin sözel yetenekten çok uzamsal yeteneğe bağlı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca yapılan çalışmalarda uzamsal görselleştirmenin okul matematiği, özellikle geometri ve cebirdeki başarıda önemli olduğu görülmüştür (Lohman, 1993, s. 3; McGee, 1979, s. 890). Birçok ulusal ve uluslararası kaynaklar (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2011, s. 7; Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi, National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000, s. 41; Yıldız ve Tüzün, 2011, s. 498; Lohman, 1993, s. 2) uzamsal yeteneğin önemine vurgu yapmıştır. Ortaöğretim Geometri dersinin genel amaçlarında uzamsal yetenek ile ilgili olarak bazı amaçlara yer verilmiştir:

- Konumsal ve uzamsal farkındalık, geometrik sezgi ve hayal gücünü geliştirebilecek.
- Düzlem ve uzay geometrisi arasındaki ilişkiyi fark edebilecek.
- Uzamsal düşünme yeteneğini geliştirebilecek. (MEB, 2011, s. 7)

Ayrıca NCTM (2000, s. 41), geometri ve uzamsal düşünmenin matematik öğrenmenin temel bir bileşeni olduğunu vurgulayarak matematik ve fen bilimleri ile ilgili çalışmalarda fiziksel çevremizi yansıtmaya ve yorumlamada bir araç olarak rol oynadığını belirtmiştir.

Her ne kadar uzamsal becerinin önemi öğretim programlarında vurgulansa da (Diezmann ve Lowrie, 2012, s.1469), birçok öğrenci uzay geometride bu becerinin eksikliğinden dolayı zorlanmakta, öğretmenler ise anlatımda sıkıntılarla karşılaşmaktadır (Bakó, 2003, s. 4). Geometrik şekillerin 2 boyutlu (2B) çizimlerinden 3B formlarının zihinsel olarak görselleştirilmesinde sorunlar yaşanabilmektedir (Christou vd., 2005, s. 70; Yeh ve Nason, 2004, s. 3). Ayrıca öğrenciler 3B cisimlerin izometrik kâğıtta bulunan 2B çizimini anlamakta zorlanabilmektedirler (Idris, 1998, s. 40 ; Risma, Putri ve Hartono, 2013, s. 1). Bu tür zorlukların giderilmesine yönelik olarak 3B nesnelerin çizimlerinin açık kaidelerle yorumlanmasına ve kullanılmasına ihtiyaç vardır, aksi halde öğrenciler çizimleri yanlış okuyacaklar ve 3B cisimlerin 2B temsilleri olduğunu anlayamayacaklardır (Pittalis ve Christou, 2010, s. 192). Uzamsal yeteneği kullanabilmeyi gerekli kılan 3B bir cismin kesit yüzeyinin zihinde canlandırılarak, tahmin edilmesinde de sıkıntılar yaşanmaktadır (Barbara, 2008, s. 3).

NCTM (2000, s. 41) öğrencilere 3B cisimlerle çalışma fırsatı vererek onları göz önünde canlandırma ve uzamsal becerilerinin geliştirilmesini önermektedir. 3B geometri, uzamsal olarak göz önünde canlandırma, cisimleri zihinde çevirebilme, cisimlerin farklı yönlerden görünüşlerini tahayyül edebilme gibi becerilerin sıkça kullanılmasını gerekli kıldığından, uzamsal becerilerin statik ortamlarda geliştirilmesi oldukça zordur (Kösa, 2011, s. 5). Sadece kâğıt, kalem gibi materyaller kullanılarak 3B cisimlerin anlaşılması güç olabilmektedir (Kozaklı, Şay ve Akkoç, 2013, s. 205). Yolcu ve Kurtuluş (2010, s. 258) da geleneksel eğitimin öğrencilerin 3B cisimleri zihinlerinde canlandırmalarında yeterli olmadığını belirtmişlerdir.

NCTM'e (2000, s. 41) göre öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin gelişmesi için 3B cisimlerle çalışmanın önemli bir rolü vardır. Öğrencilerin böyle çalışmaları yapmalarına imkân sunacak somut materyallerden veya 3B dinamik geometri yazılımlarından faydalanmaları gerekmektedir (Clements, 1998, s. 20; Kösa, 2011, s. 221). Ayrıca 3B simülasyonlar da öğrencilerin uzamsal görselleştirmede yaşadıkları zorluklarını gidermede rol oynayabilirler (Feng, Spence ve Pratt, 2007, s. 854). Çünkü bilgisayarlar gerçeğe yakın olan, öğrencilerin fiziksel manipülatifleri anlamalarına yardımcı olan sunumlar sağlamaktadırlar (Clements, 1998, s. 20). Ayrıca öğretim teknolojileri, katılımcıların dikkatini çekerek geri dönüt vermekte ve kurallar (genellemeler) oluşturmalarını sağlamaktadır (Barbara, 2008, s. 120). Bununla birlikte çok az sayıda çalışma öğrencilerin 3B ortamda öğrenme süreçlerini ya da uzamsal becerilerinin gelişimini incelemiştir (Widder ve Gorsky, 2013, s. 92).

Burada uzamsal becerilerin geliştirilmesine yönelik çalışmaların detaylarına girmeden önce, öncelikle uzamsal yetenek ve bileşenleri açıklanacaktır.

1.1. Uzamsal Yetenek ve Bileşenleri

“Uzamsal” faktörünün tanımlanmasında literatürde farklı terimlerin kullanıldığı görülmektedir. Uzamsal faktörünün tanımlarında uzamsal yetenek, uzamsal beceri, görsel muhakeme, zihinsel canlandırma, uzamsal düşünme, imge, görselleştirme, zihinsel imge, uzamsal imgeler, uzamsal görselleştirme yeteneği, görselleştirme yeteneği, uzamsal imge gibi terimlere yer verilmektedir (Eryılmaz-Çevirgen, 2012, s. 30).

Literatürde uzamsal beceri ve uzamsal yetenek kavramlarının tam olarak ayıramayan terimler olup birbiri yerine kullanıldığı görülmektedir. Buna karşın, bu iki kavramın birbirinden farklı olduğunu savunanlar da vardır. Örneğin, Sorby’e göre (1999, s. 21) uzamsal yetenek ve uzamsal beceri birbirinden farklı kavramlardır. Uzamsal yetenek kişinin doğuştan sahip olduğu bir yetenek iken; uzamsal beceri eğitim ile öğrenilebilen, ulaşılabilen ve geliştirilebilen bir beceridir. Benzer şekilde Marunic ve Glazar (2013, s. 703) de uzamsal yeteneğin “doğuştan gelen bir görselleştirme yeteneği”, uzamsal becerinin ise “eğitimle kazanılabilen, öğrenilebilen bir beceri” olduğunu savunmuştur.

Bu düşüncelere karşın literatürde uzamsal yeteneğin tamamen yekpare bir yapıya sahip olmadığı ve dolayısıyla geliştirilebilir alt becerilerden oluştuğu fikri de mevcuttur. Örneğin, Linn ve Petersen (1985, s. 1480) uzamsal yeteneği sembolik, dilsel olmayan bilgiyi temsil etme, dönüştürme, oluşturma ve hatırlama becerisi olarak ifade etmiştir. Bu çalışma kapsamında, uzamsal yetenek terimi kullanılarak uzamsal yeteneğin bir dizi geliştirilebilen alt becerilerden oluştuğu varsayılmıştır. Bu kapsamda bu beceriler uzamsal görselleştirme (3B cismin 2B formunun düşünülmesi, 3B cismin zihinde döndürülebilmesi) ve uzamsal yönelim (3B bir cismin farklı yönlerden görünüşünün zihinde canlandırılabilmesi) bileşenleri şeklinde ele alınmıştır.

Literatürde uzamsal yeteneğin bileşenleri ile ilgili yapılan çalışmalar Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1. *Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri İle İlgili Yapılan Sınıflamalar*

Araştırmacılar	Uzamsal Yetenek Alt Bileşenlerinin Sınıflama Şekilleri
Lohman (1989)	• uzamsal görselleştirme • uzamsal yönelim • uzamsal ilişkilendirme
Linn ve Petersen (1985)	• uzamsal algı • zihinsel döndürme • uzamsal görselleştirme
Maier (1996)	• uzamsal algı • görselleştirme • zihinsel döndürme • uzamsal ilişkiler • uzamsal yönelim
McGee (1979) ve Tartre (1990)	• uzamsal görselleştirme • uzamsal yönelim
Hegarty ve Waller (2004)	• zihinsel döndürme • perspektif alma
Carpenter ve Just (1986)	• yönelim • manipüle etme
Michael, Guilford Fruchter ve Zimmerman (1957)	• uzamsal ilişkiler ve yönelim • görselleştirme, • kinestetik imge
Olkun (2003)	• uzamsal ilişkiler • uzamsal görselleştirme

Literatürde uzamsal yetenek için üzerinde fikir birliğine varılan bir tanımın olmadığı gibi uzamsal yetenek, uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişki, uzamsal beceri, görsel-uzaysal yetenek, uzamsal kavrama yeteneği, 3B görselleştirme gibi kavramların birbirlerinin yerine kullanıldığı görülmektedir (Wheatley, 1990, s. 10; Cantürk-Günhan

vd., 2009, s. 152; Yıldız ve Tüzün, 2011, s. 502; Turğut ve Yılmaz, 2012, s. 70; Eryılmaz-Çevirgen, 2012, s. 30). Bir sonraki bölümde uzamsal yeteneğin tanımlarından bazıları verilmiştir.

1.2. Uzamsal Yetenek Tanımları

Araştırmacılar uzamsal yeteneğin farklı özelliklerine ağırlık vererek uzamsal yeteneği farklı şekillerde tanımlamışlardır. Linn ve Petersen (1982, s. 1482) uzamsal yeteneği; görsel bir uyarıyı tespit etme, alma, dönüştürme ve geri getirme (hatırlama) becerisi olarak tanımlamışlardır. Benzer şekilde Lohman (1993, s. 3) da uzamsal yeteneği; yapılandırılmış görsel imgeleri zihinsel olarak ortaya çıkarma, bulup getirme ve dönüştürebilme yeteneği olarak tanımlamaktadır. Kimura (1999, s. 2) ise uzamsal yeteneği; uzamsal yönelim, uzamsal yer belleği, hedefleme, uzamsal görselleştirme, nesne ayırt etme, uzamsal algı becerileri olarak 6 boyutla tanımlamıştır. Maccoby ve Jacklin (1974, s.14) uzamsal yeteneği *analitik olan* ve *analitik olmayan* faktörler olarak iki gruba ayırmıştır. Analitik olan faktörlerin kapalı şekli verilen bir nesnenin açık halinin tahmin edilebilmesi ile ilgili olduğunu; analitik olmayan faktörlerin ise bir nesnenin döndürülmesi ile ilgili olduğunu belirtmiştir.

McGee (1979, s. 896) bir nesnenin zihinsel olarak görünümünün değiştirilmesi, döndürülmesi, bükülmesi ve tersine döndürülmesi bileşenlerinden oluşan uzamsal yeteneğin zihnin uyarılmasını sağladığını ifade etmiştir.

Sorby (1999, s. 22), Strong ve Smith (2002, s. 8) ise uzamsal görselleştirmeyi bir nesnenin zihinde hareket ettirilmesi şeklinde ifade ederken; uzamsal yönelimi uzayda sabit bir nesneye bakış açısının değiştirilmesi veya açık halinin tasavvur edilmesi şeklinde tanımlamışlardır.

Tartre de (1990, s. 217) uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim olarak iki alt başlıkta uzamsal yeteneği incelemiştir. Tartre'ye göre, uzamsal görselleştirme zihinsel olarak taşınan veya yer değiştirilen bir şeklin görünümü ile ilişkilidir. Örneğin; her yüzü farklı şekil içeren bir küpün açıldığında oluşan yüzeylerin hangi yüzünde hangi şeklin olacağı uzamsal görselleştirme ile ilgilidir. Diğer tarafta, bir yüzücünün yüzme esnasında nerede dönmesi gerektiğini bilmesi, ya da usta bir pilotun gösteri esnasında manevra yapacağı bölgeye karar vermesi ise uzamsal yönelimin gelişmesi ile meydana gelmektedir. Lohman (1993, s. 3) ise uzamsal yeteneğin, görsel bir imgeyi meydana getirebilme, bir şekli devam ettirebilme, yeniden düzenleme ve başka bir şekle dönüştürebilme olarak tanımlanabileceğini belirtmiştir.

Pantazi ve Christou (2010, s. 104), uzamsal yeteneği uzamsal görselleştirme ve nesnel görselleştirme olarak 2 farklı boyutta ele almıştır. Bu iki görselleştirme tipi arasındaki farkları belirlemeye çalışmıştır. Uzamsal görselleştirme yeteneğine sahip bireylerin üretici düşüncelerinin gelişmiş olduğu, şemasal sunuları daha iyi kavradığı; nesnel görselleştirme yeteneği yüksek olan kişilerde ise şekillerin uzaydaki konumu, hareketleri, kendisi veya bir parçasının dönüşümü ile ilgili etkinlikleri yüksek başarıyla gerçekleştirdikleri sonucuna varılmıştır.

Olkun (2003, s. 2) uzamsal düşünmenin bireyin nesnelere ait görüntüler üzerinde zihinsel oynamalar yapabilme yeteneği ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, uzamsal yetenek kavramının uzayın ve geometrik formun kullanımı ile ilgili becerileri içerdiğini belirterek uzamsal ilişkiler ve uzamsal görselleştirme olarak iki alt boyutundan bahsetmiştir. Olkun (2003, s. 2) uzamsal ilişkileri, 2B ve 3B geometrik formların bütün halinde zihinsel olarak döndürülmesi ve cisimlerin farklı konumlanışlarının tanınabilmesi şeklinde ifade ederek uzamsal ilişkileri ölçen testlerde kişinin doğru karar vermesi kadar çabuk karar vermesinin de gerekli olduğunu belirtmektedir. Uzamsal görselleştirmeyi ise bir ya da birden çok parçadan oluşan 2B ve 3B nesneler ve bunların parçalarına ait görüntülerin 3B uzayda hareket ettirilmesi sonucu oluşacak yeni durumlarının zihinde canlandırılabilmesi becerileri olarak ele almıştır. Bu testlerde uzamsal ilişkilerde olduğunun aksine hızdan çok gittikçe karmaşılaşan maddelerdeki doğruluğa önem verildiği belirtilmiştir (Olkun, 2003, s. 2).

Genel bir bakış sonrasında uzamsal yetenek ile ilgili genel kabulün nesneleri, nesnelerin parçalarını 2B ve 3B uzayda zihinsel olarak manipüle edebilme ile ilgili olduğu ve uzamsal yeteneğin birçok araştırmacı tarafından uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim alt bileşenleri aracılığıyla tanımlandığı görülmektedir (Burnett ve Lane, 1980, s. 234; Clements ve Battista, 1992, s. 422; Tartre, 1990, s. 219). Özetle, uzamsal yetenek, uzaydaki nesnelerin zihinde canlandırılabilmesi, farklı açılardan tanınabilmesi, bütün olarak ya da parçalarının ayrı ayrı hareket ettirilebilmesi yeteneklerinin bütünü olarak tanımlanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında McGee (1979, s. 896) ve Tartre (1990, s. 220) tarafından yapılan uzamsal yetenek ve alt bileşenleri ile ilgili tanımlamalar baz alınmıştır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında uzamsal yeteneğin geliştirilmesine yönelik olarak, uzamsal yeteneğin alt bileşenleri olan uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim bileşenlerinin tanımları göz önünde bulundurularak teknoloji destekli etkinlikler hazırlanmış ve uygulanmıştır. Bir sonraki bölümde bu bileşenlerin detayları verilmiştir.

1.2.1. Uzamsal görselleştirme

Uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme, manipüle etme, 2B ve 3B şekilleri birbirine dönüştürme becerilerini içermektedir (McGee, 1979, s. 896). Uzamsal görselleştirme, zihinsel fonksiyonların kullanıldığı, algısal-bilişsel çalışmalarda gerekli olan bir yetenektir (McGee, 1979, s. 896; Olkun, 2003, s. 2).

Bu beceride kişinin 3B cisimlerin yüzeylerinin açılmış hallerini ve açık hallerinin kapatılmasında nasıl bir cisim oluşacağını zihninde canlandırabilmesi gerekir. Örneğin; her yüzü farklı şekil içeren bir küpün açıldığında oluşan yüzeylerin hangisinin üzerinde hangi şeklin olacağı uzamsal görselleştirme ile ilgilidir. Ya da 3B formu verilen bir cismin yüzeylerinin zihinde hareket ettirilerek, 2B açılım şeklinin tahmin edilmesi veya 2B açılımı verilen bir şeklin 3B formunun zihinsel olarak canlandırılması uzamsal görselleştirme yeteneği ile ilgilidir. Ayrıca uzamsal görselleştirme parçaların katlanması, geri açılması, yeniden düzenlenmesi, yüzeyin kaplanması gibi etkinlikleri içerebilmektedir (Olkun ve Altun, 2003, s. 87).

Buna ek olarak, verilen 2B bir şeklin veya 3B bir cismin istenen şekilde (yön, eksen ve açıda) döndürüldükten sonraki görünümünün tahmin edilerek zihinde canlandırılması veya bunun tersi olarak döndürüldükten sonraki görünümü verildiğinde önceki formunun tahmin edilebilmesi de uzamsal görselleştirme yeteneği ile ilgilidir (Olkun ve Altun, 2003, s. 87).

1.2.2. Uzamsal yönelim

Uzamsal yeteneğin uzamsal yönelim alt bileşeni; görsel bir düzen içinde bulunan bileşenlerin düzeneğini anlama, yönelim değiştiğinde uzamsal olarak şekli koruyabilme ve bakış yönüne bağlı olarak uzamsal yönelimi koruyabilme yeteneklerini içermektedir (McGee, 1979, s. 897). Uzamsal yönelimin önemi yön hissinin gerekli olduğu çalışmalarda artmaktadır (McGee, 1979, s. 897).

Örneğin; bir cisme farklı yönlerden bakıldığında, cismin görünümünün tahmin edilmesi uzamsal yönelim ile ilgilidir. Uzamsal yönelim ile ilgili sorularda kişinin cismin istenen yönden görünümünü hayal ederken, cismi zihninde döndürmesi yerine, kendisinin cismin etrafında dönerek istenen noktadan cisme baktığını düşünmesi ve cismin o noktadan görünümünü hayal edebilmesi gerekmektedir (McGee, 1979, s. 897).

Uzamsal görselleştirme sorularında kişinin konumu sabit olup cismin bir bölümünün, bir parçasının veya tamamının zihinsel olarak hareket ettirilmesi

beklenirken; uzamsal yönelim sorularında cismin sabit tutularak, kişinin istenen yönden bakıldığında cismin görünümünü tahmin etmesi beklenir (Olkun ve Altun, 2003, s. 87).

Bu tez kapsamında öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerinin geliştirilmesi hedeflenerek bu becerileri kullanmalarını gerektiren etkinliklere yer verildiğinden öncelikle ülkemizde kullanılan öğretim programlarında uzamsal yetenek ile ilgili mevcut durumun incelenmesi uygun görülmüştür. Bu bağlamda bir sonraki bölümde ülkemizde kullanılmakta olan öğretim programlarında 3B cisimler ve uzamsal yeteneğe yer verilme durumuna değinilmiştir.

1.3. Uzamsal Yeteneğin ve 3B Cisimlerin Programdaki Yeri

Bu bölümde ülkemizdeki ortaokul (MEB, 2013), lise (MEB, 2010; 2013) ve mesleki eğitim merkezlerinde (2005) kullanılan öğretim programlarında uzamsal yeteneğe yönelik ilgili kazanımlara değinilmiştir (Lise programında iki farklı öğretim programının incelenmesi, hala yürürlükte olan ders kitaplarının bir kısmının eski öğretim programına göre hazırlanmış olmasından kaynaklanmaktadır).

1.3.1. Ortaokul matematik dersi öğretim programı

Tablo 1.2’de ortaokul matematik dersi öğretim programında 3B cisimler ile ilgili bazı kazanımlara yer verilmiştir. Bu kazanımlar incelendiğinde, uzamsal yeteneğin 2 alt bileşeninin ön plana çıktığı görülmektedir. Bunlar uzamsal görselleştirme (5.2.5.2., 8.1, 8.3.4.2, 8.3.4.5, 8.3.4.6) ve uzamsal yönelimdir (7.3.5.1, 7.3.5.2).

Tablo 1.2. MEB, 2013 Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı'nda 3B Cisimler İle İlgili Kazanımlar

SINIF DÜZEYİ	ÖĞRENME ALANI	ALT ÖĞRENME ALANI	KAZANIMLAR
5. sınıf (2013)	GEOMETRİ VE ÖLÇME	GEOMETRİK CİSİMLER	5.2.5.1. Dikdörtgenler prizmasını tanıır ve temel özelliklerini belirler. 5.2.5.2. Dikdörtgenler prizmasının yüzey açınımlarını çizer ve verilen farklı açınımların dikdörtgenler prizmasına ait olup olmadığına karar verir. 5.2.5.3. Dikdörtgenler prizmasının yüzey alanını hesaplar.
6. sınıf (2013)	GEOMETRİ VE ÖLÇME	GEOMETRİK CİSİMLER VE HACİM ÖLÇME	6.3.4.1. Dikdörtgenler prizmasının içine boşluk kalmayacak biçimde yerleştirilen birim küp sayısının o cismin hacmi olduğunu anlar; verilen cismin hacmini birim küpleri sayarak hesaplar. 6.3.4.2. Verilen bir hacme sahip farklı dikdörtgenler prizmalarını birim küplerle oluşturur; hacmin taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olduğunu gerekçesiyle açıklar. 6.3.4.3. Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer. 6.3.4.4. Standart hacim ölçme birimlerini tanıır ve santimetreküp-desimetreküp-metreküp birimleri arasında dönüşüm yapar. 6.3.4.5. Dikdörtgenler prizmasının hacmini tahmin eder.
7. sınıf (2013)	GEOMETRİ	CİSİMLERİN FARKLI YÖNLERDEN GÖRÜNÜMLERİ	7.3.5.1. Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizer. 7.3.5.2.2. Farklı yönlerden görünümüne ilişkin çizimleri verilen yapıları oluşturur.
8. sınıf (2013)	GEOMETRİ	GEOMETRİK CİSİMLER	8.3.4.1. Dik prizmaları tanıır ve temel özelliklerini elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımlarını çizer. 8.3.4.2. Dik dairesel silindirin temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımlarını çizer. 8.3.4.3. Dik dairesel silindirin yüzey alanı bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer. 8.3.4.4. Dik dairesel silindirin hacim bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer. 8.3.4.5. Dik piramidi tanıır, temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımlarını çizer. 8.3.4.6. Dik koniyi tanıır, temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açınımlarını çizer.

MEB (2013) Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı'nda yer verilen uzamsal beceriler ile ilgili kazanımların elde edilebilmesine yönelik olarak “Somut modellerle çalışmalara yer verilir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanılabilir.” (s. 40) ve “Uygun bilgi ve iletişim teknolojileriyle etkileşimli çalışmalara yer verilebilir.” (s. 31) önerilerine yer verilmiştir. Ancak hangi tür somut materyal veya hangi teknoloji destekli program veya yazılımının kullanılabileceği ile ilgili bir bilgi verilmemiştir.

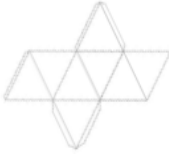
1.3.2. Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı

Şu an uygulanmaya devam eden MEB (2013) Ortaöğretim Matematik programında uzamsal beceriler ile ilgili kazanımlara yer verilmemiştir. Buna karşın yürürlükte olan 12. Sınıf Geometri ders kitabı, MEB (2011) programına göre hazırlanmıştır. Günümüzde uygulanmakta olan Ortaöğretim Geometri Programlarında (MEB, 2011) 3B cisimler ile ilgili kazanımlar Tablo 1.3'te verilmiştir. Bu kazanımlar incelendiğinde, uzamsal yeteneğin iki alt bileşeninin ön plana çıktığı görülmektedir. Bunlar uzamsal görselleştirme (A3, B1, B2, B3, B4) ve uzamsal yönelimdir (B5).

Tablo 1.3. MEB, (2011) 12. Sınıf Ortaöğretim Geometri Dersi Öğretim Programı'nda Yer Verilen 3B Cisimler İle İlgili Kazanımlar

SINIF DÜZEYİ	ÖĞRENME ALANI	ALT ÖĞRENME ALANI	KAZANIMLAR
12. sınıf (2011)	GEOMETRİ	A. TEK VE ÇOKYÜZEYLİ KAPALI YÜZEYLER VE KATI CİSİMLER	1. Katı cisimleri ve kapalı yüzeyleri sınıflandırır. 2. Çokyüzeyli katı cisimlerin temel elemanlarını açıklar. 3. Verilen çokyüzlülerin açınımlarını yapar ve açınımları verilen çokyüzlüleri oluşturur. 4. Çokyüzeyli katı cisimlerin yüzey alanı ile ilgili uygulamalar yapar. 5. Çokyüzeyli katı cisimlerin hacimleri arasındaki ilişkiyi açıklar ve uygulamalar yapar.
		B. UZAYDA SÜSLEMELER, DÖNME VE PERSPEKTİF ÇİZİMLER	1. Katı cisimler, tek ve çokyüzeylilerle 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.

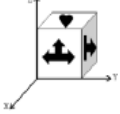
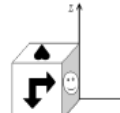
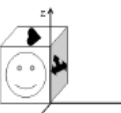
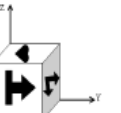
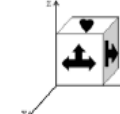
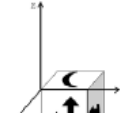
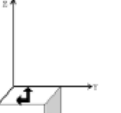
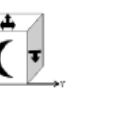
2011 Matematik Programı’da uzamsal beceriler ile ilgili olarak yer verilen etkinlik örneklerinden bazıları ise şöyledir (bkz. Şekil 1.2 ve Şekil 1.2). Bu etkinliklerde uzamsal becerilerden 3B formu verilen bir cismin 2B açınım formu ve zihinsel olarak 3B şeklin döndürülmesi becerilerine odaklanılmıştır (uzamsal görselleştirme becerisi).

IV. ÜNİTE: UZAYDA SÜSLEMELER, DÖNME VE PERSPEKTİF ÇİZİMLER		
KAZANIMLAR	ETKİNLİK İPUÇLARI	AÇIKLAMALAR
3. Çokyüzlülerin yüzeylerini süsler ve bu yüzeylerdeki süslemeleri açıklar.	Aşağıda verilen çokyüzlü incelenerek; - Düzgün sekizyüzlünün yüzeyinin nasıl kaplandığı tartışılır.  - Düzgün sekizyüzlünün açılımı yapılır. Her bir yüzdeki eşkenar üçgenin kenarları üzerine çizilen eğrilerin döndürülerek kedi motifi oluşturulduğu ve bu motifle düzgün sekizyüzlünün yüzeyinin kaplandığı fark etilir.  - Düzgün sekizyüzlünün açılımı dağıtılarak her bir yüzdeki eşkenar üçgenin bölgede motif oluşturulur. Bu motifle düzgün sekizyüzlünün yüzeyi süslenir. 	[1] Süslemelerin, boşluk kalmayacak ve motifler çakışmayacak biçimde yüzeylerin örtülmesiyle oluşturulan kaplamaları ve yüzeylerde yapılan desen, motif vb. çalışmalarını da içerecek biçimde ele alınacağı vurgulanır. [2] Çokyüzlülerin yüzeyleri kaplanırken; çokyüzlülerin açınımına düzlemsel kaplama tekniklerinin uygulandığı ve açınımın kapatıldığında yapılan desenlerin üst üste gelmemesi ve yüzeyde boşluk kalmaması gerektiği vurgulanır. [3] Düzlemde kaplama teknikleri hatırlatılır.

Simf-okul içi etkinlik Okul dışı etkinlik İnceleme gezisi Uyan Ders içi ilişkilendirme Diğer derslerle ilişkilendirme Ölçme ve değerlendirme

Şekil 1.1. Çokyüzlülerin Açınımı İle İlgili Bir Örnek

Kaynak: MEB, 2011, s. 94

IV. ÜNİTE: UZAYDA SÜSLEMELER, DÖNME VE PERSPEKTİF ÇİZİMLER		
KAZANIMLAR	ETKİNLİK İPUÇLARI	AÇIKLAMALAR
4. Verilen yapılara dönme hareketini uygular ve açıklar.	• Küpün her yüzüne dönme hareketi uygulandığında hareketin rahatlıkla anlaşılacağı farklı şekil, harf vb. semboller yazılır. Aşağıda verilmiş dönme hareketlerinin hangi eksene göre kaçar derecelik olduğu sorgulanarak açıklanır.  • Kalp sembolünün bulunduğu yüz yukarı gelecek şekilde küp yandaki gibi sabitlenir. Daha sonra bu küpün hangi eksene göre kaçar derecelik döndürülmüş olabileceği sorgulanır.    • Kalp sembolünün bulunduğu yüz yukarı gelecek şekilde küp yandaki gibi sabitlenerek Y eksenine göre 90, 180 ve 270 derece döndürülmüş hallerinin aşağıda verilen küplerden hangileri olabileceği sorgulanır.    	[!] Yapı sadece X, Y ve Z eksenleri etrafında 90, 180 ve 270 derece döndürülür. [!] Dönme hareketleri açıklanırken referans alınan yüz verilir. [!] Birim küplerle oluşturulmuş yapılardaki dönme hareketleri açıklanır. [!] Dönme hareketleriyle ilgili çalışmalarda somut modeller (origami, kil, oyun hamuru, kutu vb.) veya bilgisayar yazılımları kullanılır. Verilen yapıya belirli bir dönme hareketi uygulanarak yapısı elde ediliyor. Verilen yapıya aynı dönme hareketi uygulanırsa aşağıdaki yapılardan hangisi elde edilir. 

Şekil 1.2. Zihinsel Döndürme İle İlgili Bir Örnek

Kaynak: MEB, 2011, s. 96

Ülkemizde son yıllarda yapılan bir değişiklik ile programda Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 07.06.2013 tarih ve 52 sayılı Kurul Kararı ile Matematik ve Geometri konuları birleştirilerek Geometri dersi konuları Matematik dersi içine alınmıştır. Yapılan bu değişiklik kapsamında 2013'te yeni Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı hazırlanmıştır. 2013 Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı, 2013-2014 eğitim öğretim yılı itibarıyla 9. Sınıf ve 2014-2015 eğitim-öğretim yılı itibarıyla de 10. Sınıf düzeyinde kademeli olarak uygulanmaya başlanmıştır. Bu programda 11. Sınıf ve 12. sınıf kazanımları için ileri düzey ve temel düzey olmak üzere iki farklı program şeklinde düzenlenerek öğrencilerin alanlarına göre bu programlardan birini seçmelerine imkan tanınmıştır.

MEB (2013) programı incelendiğinde, sadece 10. Sınıf Matematik Dersi Öğretim Programı ile 12. Sınıf Matematik Dersi İleri Düzey Öğretim Programı'nda 3B geometrik cisimler ile ilgili kazanım ve etkinliklere yer verildiği görülmektedir (bkz. Tablo 1.4). 3B cisimler ile ilgili kazanımlar incelendiğinde alan, hacim ve yüzey hesabı bağıntıları ile ilgili olduğu, uzamsal beceriler bağlamında bir kazanıma yer verilmemiştir. Bununla birlikte Ortaöğretim Matematik Dersi Temel Düzey Öğretim

Programları'nda (MEB, 2013) 11. sınıf ve 12. sınıf düzeylerinde 3B geometrik cisimler ile ilgili kazanımlara yer verilmediği görülmektedir.

Tablo 1.4. MEB, (2013) 10. Sınıf Matematik Dersi Öğretim Programı ve 12. Sınıf Ortaöğretim Matematik Dersi İleri Düzey Öğretim Programı'nda Yer Verilen 3B Cisimler ile İlgili Kazanımlar

SINIF DÜZEYİ	ÖĞRENME ALANI	ALT ÖĞRENME ALANI	KAZANIMLAR
10. sınıf (2013)	GEOMETRİ	GEOMETRİK CİSİMLER	10.9.1.1. Dik prizma ve dik piramitlerin yüzey alan ve hacim bağıntılarını oluşturur. 10.9.1.2. Dik dairesel silindiri ve dik dairesel koniyi açıklar, yüzey alan ve hacim bağıntılarını oluşturur. 10.9.1.3. Küreyi açıklar, yüzey alanı ve hacim bağıntısını oluşturur. 10.9.1.4. Katı cisimlerin yüzey alan ve hacim bağıntılarını modelleme ve problem çözmede kullanır.
12. sınıf (İleri Düzey) (2013)	GEOMETRİ	KATI CİSİMLER	12.7.2.1. Dikdörtgenler prizması üzerinde uzunluk, açı ve alan hesaplamaları yapar.

Tablo 1.3 ve Tablo 1.4 karşılaştırıldığında 3B cisimler ile ilgili kazanımlara MEB (2013) lise matematik öğretim programında MEB (2011) lise matematik öğretim programına göre daha az oranda yer verildiği, uzamsal beceriler ile ilgili kazanımlara ise hiç yer verilmediği görülmüştür.

1.3.3. Mesleki eğitim merkezi matematik, teknik resim ve mesleki resim dersi öğretim programı

Örgün eğitim veren kurumların dışında yaygın eğitim veren kurumlarda da uzamsal beceriler ile ilgili kazanımlara yer verilmektedir. Örneğin, mesleki eğitim veren okullarda veya mesleki eğitim merkezlerinde Matematik dersi ve Teknik Resim derslerinde 3B cisimler ile ilgili alıştırma, soru ve etkinliklere yer verilmektedir. Matematik derslerinde öğrencilerin 3B olarak verilen prizma ve piramitlerin 2B açınımlarını düşünebilmeleri beklenmektedir (bkz. Tablo 1.5, 2 nolu kazanım). Bununla birlikte Tablo 1.5 incelendiğinde programda 3B cisimler ile ilgili olarak yer verilen

kazanımların uygulama ve hesaplama yönelik kazanımlara olduğu, uzamsal yetenek ile ilişkili olmadığı görülmektedir.

Tablo 1.5. MEB, (2005) Matematik ve Meslek Matematiği Dersi Öğretim Programı'nda Yer Verilen 3B Cisimler ile İlgili Kazanımlar

Mesleki Eğitim Merkezi (4. Yarıyıl)	GEOMETRİ	GEOMETRİK CİSİMLER	1) Geometrik cisimlerin genel özelliklerin kavrar. 2) Prizmaların açık halini kavrar. 3) Çevresinden prizma örnekleri verir. 4) Prizmaların açık halini kavrar. 5) Çevresinden prizma örnekleri verir. 6) Üçgen prizmanın hacmini hesaplar. 7) Kare prizmanın hacmini hesaplar. 8) Dikdörtgen prizmanın hacmini hesaplar. 9) Silindirin hacmini hesaplar. 10) Piramit ve koninin hacmini hesaplar.
--	-----------------	-------------------------------------	---

Her ne kadar bu Matematik ve Meslek Matematiği programında uzamsal görselleştirme ile ilgili sadece bir kazanım olsa da, mesleki eğitim sürecinde okutulan Teknik Resim ve Mesleki Resim derslerinin programı incelendiğinde yapılan etkinlik ve çizimlerin uzamsal beceriler ile doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Çalışmanın yapıldığı okulun 2014-2015 eğitim-öğretim yılı güz dönemi Teknik Resim ve Mesleki Resim yıllık planları incelendiğinde uzamsal beceriler ile ilgili kazanımlara yer verildiği görülmektedir (bkz. Tablo 1.6, 1.7, 1.8 ve 1.9).

Tablolar incelendiğinde, daha çok uzamsal yönelime yönelik kazanımların olduğu görülmektedir (Tablo 1.6 ve Tablo 1.7). Örneğin verilen bir cismin sağ, sol, arka vb. yönlerden görünüşlerinin çizimleri ile perspektif çizimleri bu bileşen altında değerlendirilebilecek kazanımlardır. Ayrıca verilen makine parçalarını birleştirerek oluşan yeni cismin görüntüsünü çizmek gibi uzamsal görselleştirme becerisi gerektiren etkinlikler de bu dersler kapsamında yapılmaktadır (Tablo 1.8 ve Tablo 1.9).

Tablo 1.6. Teknik Resim 1 Dersi Yıllık Planı

Tarih ve Süre		Hedef ve davranışlar	Konular	Öğrenme-öğretme yöntem ve teknikleri	Kullanılan eğitim teknolojileri,araç ve gereçler	Değerlendirme
Tarih	S					
MODÜL: Geometrik çizimler						
1	10 Eki 2014	2	Teknik resmin endüstrideki yeri, önemi , tanımı ve çizim araç , gereçleri	Bireysel öğretimi destekleyecek şekilde; gösteri, anlatım, tartışma, uygulama, araştırma, problem çözme, grup çalışması, beyin fırtınası, gözlem, çizim, inceleme, proje hazırlama vb.	Ortam: Teknik resim sınıfı Donanım: Teknik resim çizim araç ve gereçleri, geometrik parçalar, izdüşümü düzlemleri, kesilmiş parçalar, perspektif ve arakesitleri çizilebilecek parçalar	Modül ve ders sonunda ölçme araçları kullanılarak ölçme ve değerlendirme yapılacaktır.
2	17 Eki 2014	2	Yazı ve rakamlar ve çizgi çeşitleri			
3	24 Eki 2014	2	Doğrularla ilgili geometrik çizimler ve açılarla ilgili geometrik çizimler			
4	31 Eki 2014	2	Çokgenlerin çizimi			
5	7 Kas 2014	2	Çember, Teğet ve doğrularla ilgili çizimler			
6	14 Kas 2014	2	Oval çizimleri			
7	21 Kas 2014	2	Elips çizimleri			
8	28 Kas 2014	2	Helis çizimleri			
MODÜL: Görünüş çıkarma						
9	5 Ara 2014	2	İz düşüm kavramının tanımı ve sınıflandırılması. İz düşüm düzlemlerinin tanımı ve çeşitleri	Bireysel öğretimi destekleyecek şekilde; gösteri, anlatım, tartışma, uygulama, araştırma, problem çözme, grup çalışması, beyin fırtınası, gözlem, çizim, inceleme, proje hazırlama vb.	Ortam: Teknik resim sınıfı Donanım: Teknik resim çizim araç ve gereçleri, geometrik parçalar, izdüşümü düzlemleri, kesilmiş parçalar, perspektif ve arakesitleri çizilebilecek parçalar	Modül ve ders sonunda ölçme araçları kullanılarak ölçme ve değerlendirme yapılacaktır.
10	12 Ara 2014	2	Görünüş çıkarmanın kuralları, tanımı ve çeşitleri			
11	19 Ara 2014	2	Tek, iki ve üç görünüşle ifade edilen parçalar. Ortak görünüşlü parçalar.			
12	26 Ara 2014	2	Perspektif resimler ve model parçalar			
13	2 Oca 2015	2	Eksik verilmiş görünüşler. Yardımcı görünüşlere ihtiyaç duyulan parçalar.			
14	9 Oca 2015	2	Kesit alma kavramının tanımı			
15	16 Oca 2015	2	Kesit görünüş çeşitleri			
16	23 Oca 2015	2	Kesit alma kuralları			

Tablo 1.7. Teknik Resim 2 Dersi Yıllık Planı

2014-2015 EĞİTİM TÜM ALANLAR TEKNİK RESİM -2-DERSİ YILLIK PLANI						
Tarih ve Süre		Hedef ve davranışlar	Konular	Öğrenme-öğretme yöntem ve teknikleri	Kullanılan eğitim teknolojileri, araç ve gereçler	Değerlendirme
Tarih	s					
MODÜL: Ölçülendirme ve Yüzey İşlemleri						
1	10 Ekim 2014	3	Ölçülendirmenin önemi ve kuralları	Bireysel öğretimi destekleyecek şekilde; gösteri, anlatım, tartışma, uygulama,	Ortam: Teknik resim sınıfı Donanım: Teknik resim çizim araç ve gereçleri, geometrik parçalar, izdüşümü düzlemleri, kesilmiş parçalar, perspektif ve arakesitleri çizilebilecek parçalar	Modül ve ders sonunda ölçme araçları kullanılarak ölçme ve değerlendirme yapılacaktır.
2	17 Ekim 2014	3	Makine parçalarının imalatı için hazırlanmış görünüşler üzerinde ölçülendirme, yüzey işleme işaretleri ve tolerans değerlerini gösterebilecektir.	Ölçülendirme elemanları ve sistemleri		
3	24 Ekim 2014	3		Ölçeğin tanımı ve çeşitleri		
4	31 Ekim 2014	3		Yüzey pürüzlülüğünün tanımı ve yüzey işleme işaretlerinin tanımı ve önemi		
5	7 Kasım 2014	3		Resim üzerinde yüzey işleme işaretleri ve imalat yöntemlerine göre yüzey kaliteleri		
6	14 Kasım 2014	3		Toleransın tanımı, önemi ve sınıflandırılması		
7	21 Kasım 2014	3		Toleransı gerektiren sebepler ve genel kavramları		
8	28 Kasım 2014	3		Resim üzerinde toleranslar gösterme ve tolerans antet çizelgesi		
MODÜL: Kroki, Perspektif ve Yapım Resimleri						
9	5 Aralık 2014	3		Krokinin tanımı, önemi ve çeşitleri		
10	12 Aralık 2014	3		Kroki çiziminde kullanılan gereçler ve kroki de ölçek		
11	19 Aralık 2014	3	Teknik resim kurallarına göre kroki, perspektif ve yapım resimlerini çizilebilecektir	Kroki çalışmasında kullanılan çizimin özellikleri ve çizim yöntemleri		
12	26 Aralık 2014	3		Perspektif resmin tanımı, önemi ve çeşitleri		
13	2 Ocak 2015	3		Perspektif resim çizim kuralları		
14	9 Ocak 2015	3		Yapım resminin tanımı ve önemi		
15	16 Ocak 2015	3		Yapım resmin de olması gereken özellikler		
16	23 Ocak 2015	3		Yapım resmi antedürün hazırlanması ve doldurulması		
				Bireysel öğretimi destekleyecek şekilde; gösteri, anlatım, tartışma, uygulama, problem çözme, grup çalışması, beyin fırtınası, gözlem, çizim, inceleme, proje hazırlama vb.	Makine atölyesi, derslik, projeksiyon, tepegöz, bilgisayar, el aletleri, torna tezgahları, örnek işler, projeler.	Modül ve ders sonunda ölçme araçları kullanılarak ölçme ve değerlendirme yapılacaktır

Tablo 1.8. Mesleki Resim 3 Dersi Yıllık Planı

2014-2015 EĞİTİM TÜM ALANLARI MESLEK RESİM-3 DERSİ YILLIK PLANLARI					
Tarih ve Süre	Hedef ve davranışlar	Konular	Öğrenme-öğretme yöntem ve teknikleri	Kullanılan eğitim teknolojileri, araç ve gereçler	Değerlendirme
Tarih	s	MODÜL: Standart makine elemanları			
1	10 Eki 2014 3	Teknik resim araçları kullanılarak TS-ISO standartlarına göre standart makine elemanlarının yapım resimlerini çizerek okuyabilecekler	Birleştirmeler önemi ve çeşitleri. Üçgen ve kare vidalar	Bireysel öğretim yöntemleri ile daha önceden çizilmiş komple ve detay yapım resimlerini okuma ve çizim yapma teknikleri kullanılmaktadır.	Modül ve ders sonunda ölçme araçları kullanılarak değerlendirme yapılacaktır
2	17 Eki 2014 3		Üçgen ve kare vidalar		
3	24 Eki 2014 3		Trapez ve yuvarlak vidalar		
4	31 Eki 2014 3		Saplamalar, somunlar ve rondelalar		
5	7 Kas 2014 3		Cıvata ve somun çizimleri		
6	14 Kas 2014 3		Kanallar, çeşitleri ve ölçüleri Kanal birleştirme çizimi		
7	21 Kas 2014 3		Pimlerin çeşitleri, biçimleri ve ölçüleri Pimli birleştirme çizimi		
8	28 Kas 2014 3		Perçinlerin çeşitleri, biçimleri ve ölçüleri Perçinli birleştirme çizimi		
9	5 Ara 2014 3		Paralel düzlemler metodu		
10	12 Ara 2014 3		Paralel düzlemler geçirerek eğik kesilen koninin ara kesitini bulma		
11	19 Ara 2014 3		Paralel düzlemler geçirerek eğik kesilen kürenin ara kesitini bulma		
12	26 Ara 2014 3		Cisimlerin birbirleriyle kesişmesi		
13	2 Oca 2015 3		Merkezi düzlemler metodu		
14	9 Oca 2015 3		Küreler metodu		
15	16 Oca 2015 3		Eksenleri ile birlikte dik kesişen silindirin ara kesitini çizme		
16	23 Oca 2015 3		Eksenleri ile birlikte dik kesişen konilerin ara kesitini çizme		

Tablo 1.9. Mesleki Resim 4 Dersi Yıllık Planı

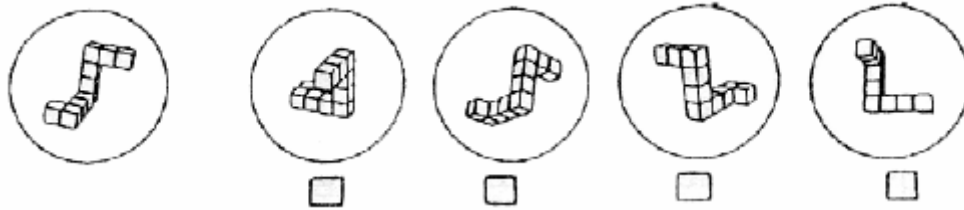
2014-2015 EĞİTİM TÜM ALANLARI						
MESLEK RESİM DERSİ-4 YILLIK PLANLARI						
Tarih ve Süre		Hedef ve davranışlar	Konular	Öğrenme-öğretme yöntem ve teknikleri	Kullanılan eğitim teknolojileri, araç ve gereçler	Değerlendirme
Tarih	S					
MODÜL:Dişli çarklar						
1	10 Eki 2014	3	Düz dişli çeşitleri,kullanıldığı yerler ve elemanları	Bireysel öğretim yöntemleri ile daha önceden çizilmiş komple ve detay yapım resimleri okuma ve çizim yapma teknikleri kullanılmaktadır.	Resim hane, çizim araç gereçleri, bilgisayar, projeksiyon, ders kitabı, hazır çizimler, makine parçaları ve modelleri	Modül ve ders sonunda ölçme araçları kullanılarak ölçme ve değerlendirme yapılacaktır
2	17 Eki 2014	3	Düz dişli elemanların hesaplanması			
3	24 Eki 2014	3	Düz dişli yapım resmi çizimi			
4	31 Eki 2014	3	Kramayer dişli çeşitleri,kullanıldığı yerler ve elemanları			
5	7 Kas 2014	3	Kramayer dişli elemanların hesaplanması			
6	14 Kas 2014	3	Kramayer dişli yapım resmi çizimi			
7	21 Kas 2014	3	Helis dişli çeşitleri,kullanıldığı yerler ve elemanları			
8	28 Kas 2014	3	Helis dişli elemanların hesaplanması			
9	5 Ara 2014	3	Helis dişli yapım resmi çizimi			
10	12 Ara 2014	3	Konik dişli çeşitleri,kullanıldığı yerler ,elemanları ve elemanların hesaplanması			
11	19 Ara 2014	3	Konik dişli yapım resmi çizimi			
12	26 Ara 2014	3	Sonsuz dişli çeşitleri,kullanıldığı yerler ,elemanları ve elemanların hesaplanması			
13	2 Oca 2015	3	Sonsuz dişli yapım resmi çizimi			
14	9 Oca 2015	3	Karşılık dişli çeşitleri,kullanıldığı yerler ,elemanları ve elemanların hesaplanması			
15	16 Oca 2015	3	Karşılık dişli yapım resmi çizimi			
16	23 Oca 2015	3	Zincir dişli çeşitleri,kullanıldığı yerler ,elemanları ve elemanların hesaplanması			

1.4. Uzamsal Yeteneğin Ölçülmesi

Literatürde uzamsal yeteneğin ölçülmesine yönelik çeşitli ölçme araçları mevcuttur. Bu bölümde Gorska ve Sorby (2008) tarafından derlenen ve açıklanan bu ölçme araçlarına, Ekstrom (1976) tarafından geliştirilen uzamsal yetenek testine ve Roland Guay (1976) tarafından geliştirilen Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi'ne değinilmiştir.

1.4.1. Zihinsel Döndürme Testi (Mental Rotation Test)

Vandenberg ve Kuse tarafından 1978'de geliştirilmiş olan Zihinsel Döndürme Testi 20 maddeden oluşmaktadır. Testte 3B bir cismin görünümü ve bu cisme bağlı olarak farklı görünümlerden oluşan 4 şık verilmektedir. Bu şıklarda ki görünümlerden hangi ikisinin ilk verilen cisme uygulanan bir döndürme ile elde edileceği sorulmaktadır (bkz. Şekil 1.3). Uygulama aşamasında ilk 10 soru için 4 dakikalık bir süre verilmektedir. Kısa bir ara verildikten sonra da diğer 10 soru için 4 dakikalık bir süre verilmektedir.

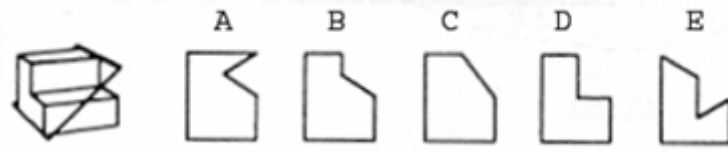


Şekil 1.3. Zihinsel Döndürme Testi Örnek Sorusu

Kaynak: Gorska ve Sorby, 2008, s. 3

1.4.2. Zihinsel Kesit Alma (Mental Cutting Test)

Zihinsel Kesit Alma Testi ilk olarak 1939 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde üniversite giriş sınavının bir parçası olarak geliştirilmiştir. Daha sonraları Japonya, Avustralya, Almanya, Polonya ve A.B.D tarafından uzamsal görselleştirme ile ilgili araştırmalarda uygulanmaya başlamıştır. Test 25 maddeden oluşmaktadır ve çözümler için 20 dakika süre verilmektedir. Testin her bir soru maddesinde, verilen 3B cismin belirtilen yüzey ile kesiti alındığında kesit yüzeyinin zihinsel olarak hayal edilerek verilen 5 kesit yüzeyinin bulunduğu şıklardan doğru olanı seçmeleri istenmektedir. Test ile ilgili örnek soru maddesi Şekil 1.4'te verilmiştir. Zihinsel Kesit Alma Testi ile uzamsal görselleştirme becerisi ve uzamsal ilişkiler ile ilgili beceriler ölçülmektedir.

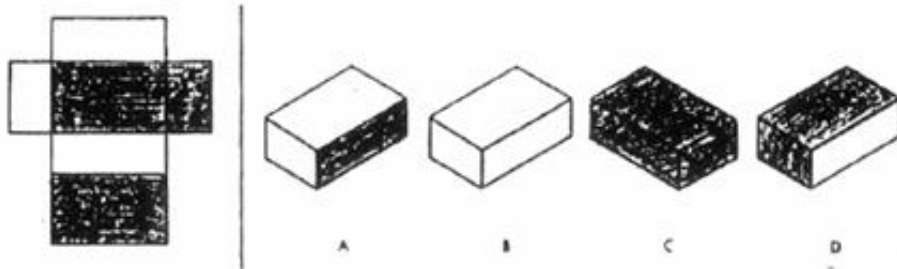


Şekil 1.4. Zihinsel Kesit Alma Testi Örnek Sorusu

Kaynak: Gorska ve Sorby, 2008, s. 4

1.4.3. Ayırıştırıcı Yetenek Testi: Uzamsal İlişkiler (Differential Aptitude Test: Space Relations)

Gorska ve Sorby'nin (2008) çalışmalarında bahsedilen Ayırıştırıcı Yetenek Testi: Uzamsal İlişkiler 50 maddeden oluşan bir testtir. Soru maddelerinde öğrenciden 2B açık formu verilen bir şeklin yüzeylerinin zihinsel olarak hareket ettirilerek 3B kapalı formunun zihinde canlandırılabilmesi ve verilen 4 şıktan doğru olan 3B formun bulunması istenmektedir (Şekil 1.5). Bu test ile uzamsal görselleştirme becerisi ile uzamsal ilişkiler becerileri ölçülmektedir.



Şekil 1.5. Ayırıştırıcı Yetenek Testi: Uzamsal İlişkiler Örnek Sorusu

Kaynak: Gorska ve Sorby, 2008, s. 5

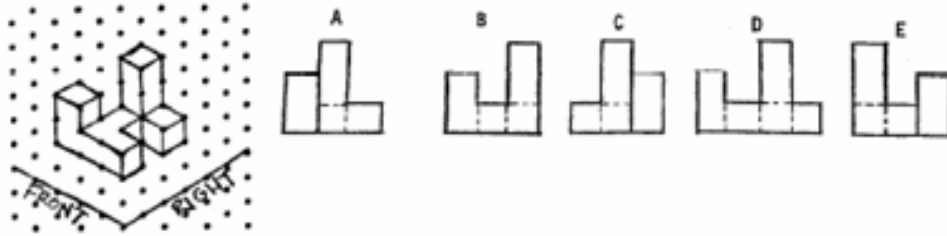
1.4.4. Lappan Testi (The Lappan Test)

Lappan testi, Lappan tarafından 1981'de, ortaokul seviyesinde ki öğrencilerin uzamsal becerilerini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Test maddelerinde yer alan çizimler daha sonra mühendislik çizimleri ile ilgili standartlara uygun olarak tekrar düzenlenmiştir. Test ile öğrencilerin izometrik ve ortografik çizimleri anlama düzeyleri (uzamsal yönelim becerisi) belirlenmek istenmektedir.

Testin sorularının bir bölümünde öğrencilerin 3B görüntüsü verilen bir cismin belirtilen bir yönden (ön-arka-sağ-sol yönler gibi) izometrik görünüşünün verilen 5

şıktan hangisinin olduğunu belirlenmesi istenmektedir. Örnek soru maddesi Şekil 1.6'da verilmiştir.

2. You are given a picture of a building drawn from the FRONT-RIGHT corner.
Find the BACK VIEW.

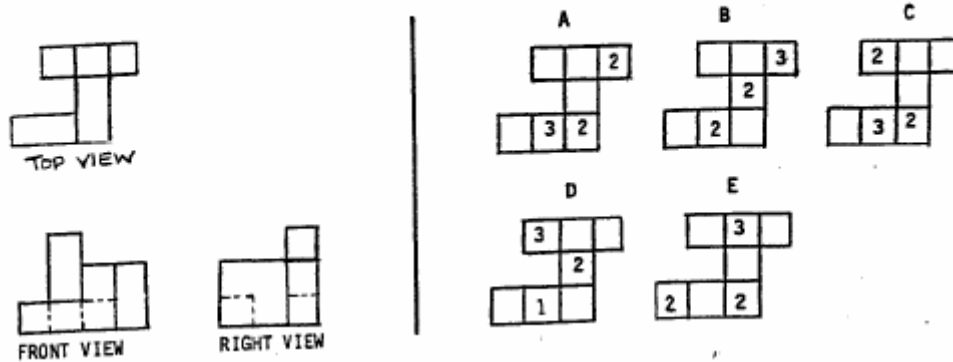


Şekil 1.6. Lappan Testinden İzometrik Çizim Örnek Sorusu

Kaynak: Gorska ve Sorby, 2008, s. 8

Test sorularının diğer bölümünde 3B bir cismin 3 farklı açıdan görünüşleri verilerek, öğrencilerden bu 3B cismin ortografik çiziminin verilen 5 şıktan hangisinin olduğunu bulunması istenmektedir (bkz. Şekil 1.7).

5. You are given the TOP VIEW, FRONT VIEW, and RIGHT VIEW of a building.
Find the partial coded plan that can be completed to fit the building.



Şekil 1.7. Lappan Testinden Ortografik Çizim Örnek Sorusu

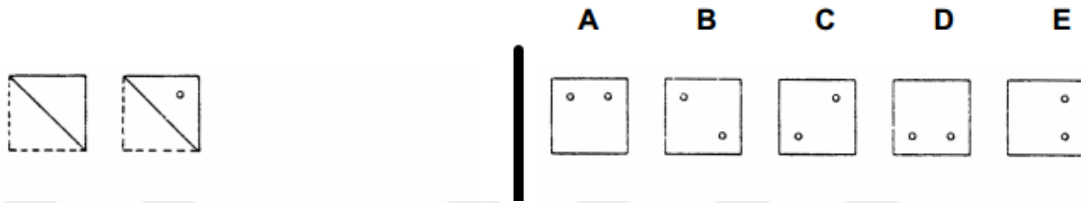
Kaynak: Gorska ve Sorby, 2008, s. 8

1.4.5. Ekstrom Uzamsal Yetenek Testi (Spatial Ability Test)

Test, Ekstrom (1976) tarafından geliştirilmiştir ve Delialioğlu (1996) tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir. Testte uzamsal görselleştirme becerisi ile ilgili 4 farklı soru türüne yer verilmiştir (Boyras, 2008).

1.4.5.1. Kâğıt Katlama Testi (Paper Folding Test-PFT)

Kâğıt Katlama Testi'nde her bölümde 10 soru maddesi olmak üzere toplam 2 bölüm bulunmaktadır. Her bölüm için 3 dakikalık bir süre verilmiştir. Her soruda katlanmış ve delinmiş olan bir kâğıdın görüntüsü verilerek kâğıt açıldığında ki görüntüsünün verilen 5 şıktan hangisi olduğunun tahmin edilmesi istenmektedir (bkz. Şekil 1.8).

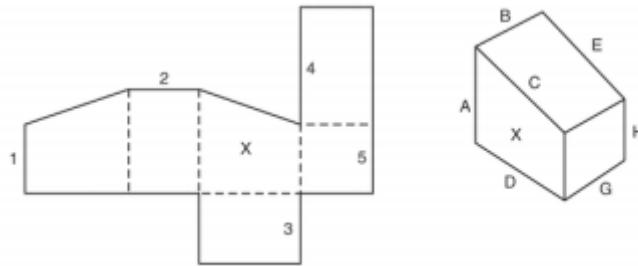


Şekil 1.8. Kâğıt Katlama Testi Örnek Sorusu

Kaynak: Boyraz, 2008, s. 101

1.4.5.2. Yüzey Oluşturma Testi (Surface Development Test-SDT)

Testin bu bölümündeki sorularda toplam 12 sorudan oluşan 2 bölüm bulunmaktadır. Sorularda 3B bir cismin açık ve kapalı formları bazı köşeleri isimlendirilmiş şekilde birlikte verilmiştir. Cismin 3B ve 2B arasında hangi köşelerin birleştiğinin tahmin edilerek verilen tablonun doldurulması istenmektedir (bkz. Şekil 1.9).

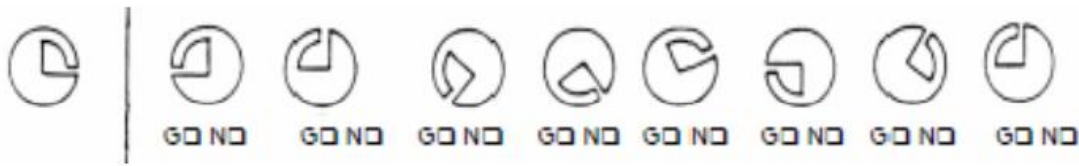


Şekil 1.9. Yüzey Oluşturma Testi Örnek Sorusu

Kaynak: Boyraz, 2008, s. 102

1.4.5.3. Kart Döndürme Testi (Card Rotation Test-CRT)

Yüzey Oluşturma Testi'nde her bölümde 10 soru maddesi olmak üzere toplam 2 bölüm bulunmaktadır. Her bölüm için 3 dakikalık bir süre verilmiştir. Soru maddelerinde sol tarafta bir şekil ve sağ tarafta 8 şekil bulunmaktadır. Sağ tarafta verilen şekillerin, sol tarafta verilen şeklin döndürülmüş formu olup olmadığının belirlenerek şekillerin altında belirtilen yere işaretlemelerin yapılması istenmektedir (bkz. Şekil 1.10).

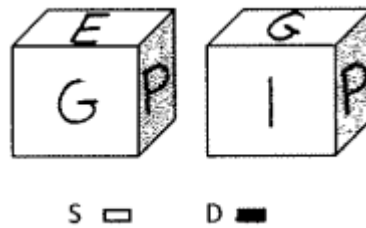


Şekil 1.10. Kart Döndürme Testi Örnek Sorusu

Kaynak: Boyraz, 2008, s. 103

1.4.5.4. Küp Karşılaştırma Testi

Test her bölümde 21 Doğru – Yanlış soru maddesi bulunan iki bölümden oluşmaktadır. Her bölüm için 3 dakikalık bir süre verilmiştir. Üzerinde harf, rakam veya şekil bulunan ve 6 yüzü olan küp çiftleri verilmiştir ve küplerin aynı olup olmadığının bulunması istenmiştir (bkz Şekil 1.11).

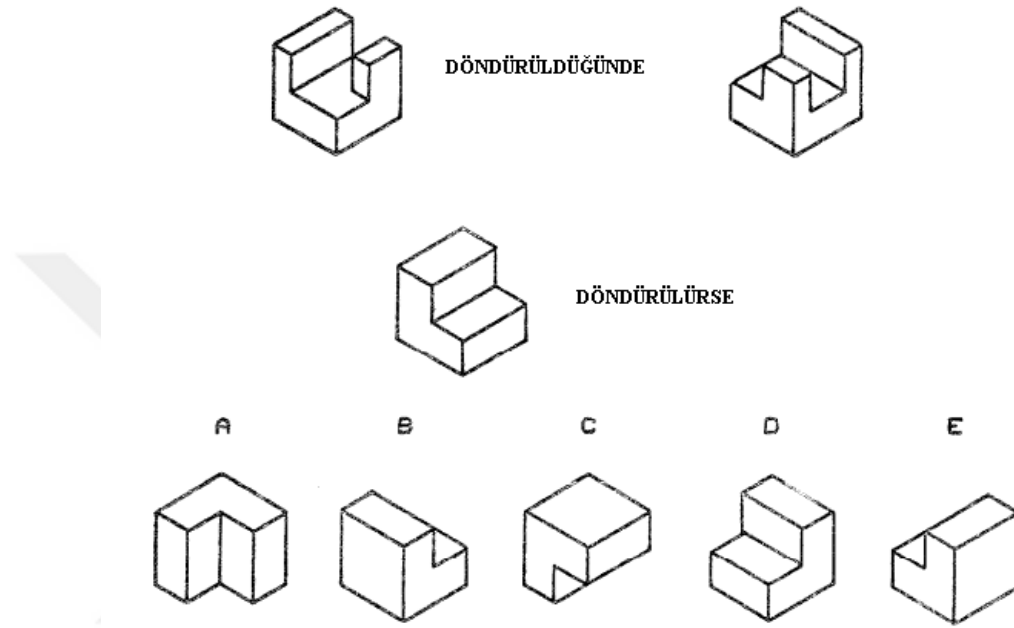


Şekil 1.11. Küp Karşılaştırma Testi Örnek Sorusu

Kaynak: Boyraz, 2008, s. 102

1.4.6.2. Döndürme

Bu bölümdeki sorularda ise 3B cisimlere uygulanan döndürmenin tahmin edilmesi ve bu döndürme verilen başka bir 3B cisme uygulandığında cismin son görüntüsünün tahmin edilmesi istenmektedir (Şekil 1.13).

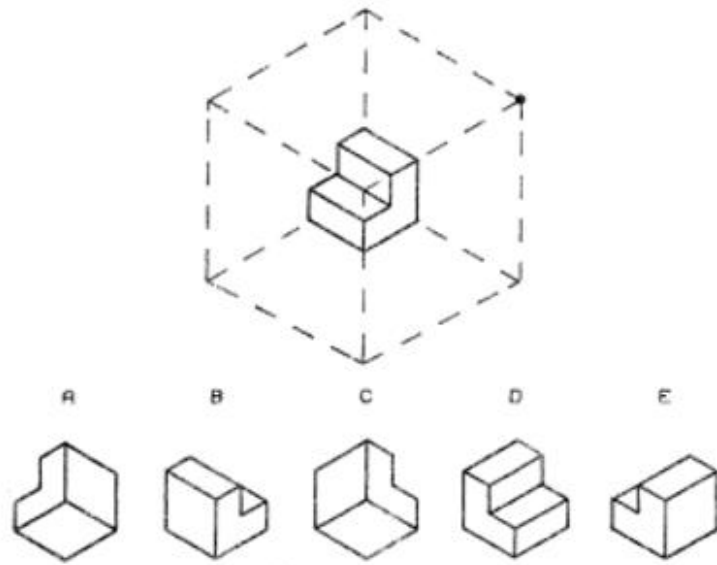


Şekil 1.13. PSVT Testi Döndürme Bölümü Örnek Sorusu

Kaynak: Guay, 1976, s. 10

1.4.6.3. Görünüşler

Bu bölümdeki sorularda, saydam bir küp içerisinde verilen bir 3B cisme belirlenen bir bakış yönünden bakıldığında, 3B cismin görünüşünün nasıl olacağının zihinsel olarak düşünülmesi ve tahmin edilerek şıklarda verilen görünüşlerden hangisine tekabül ettiğinin belirlenmesi beklenmektedir (Şekil 1.14).



Şekil 1.14. PSVT Testi Görünüşler Bölümü Örnek Sorusu

Kaynak: Guay,1976, s. 19

1.5. Mesleki Eğitim ve Mesleki Eğitimde Uzamsal Yeteneğin Önemi

Bu bölümde ilk olarak Türkiye’de mesleki eğitimin nasıl gerçekleştirildiğinden bahsedilmiştir. Yüksek Lisans tezi kapsamında gerçekleştirilen çalışma çıraklık eğitimi veren bir kurumda yürütüldüğü için, burada bilhassa mesleki bir eğitim türü olan çıraklık eğitimi hakkında bilgi verilmesi gerekli görülmüştür. Bölümde, son olarak mesleki eğitimde uzamsal becerilerin yeri ve önemi üzerinde durulmuştur.

1.5.1. Türkiye’de mesleki eğitim

Toplumumuzda mesleki eğitim 19.yy’a kadar çıraklık sistemi ile yürütülmüştür (Doğan, 1983, s. 171). Mesleki eğitimle ülkemiz, 1861 yılında tanışmıştır. İlk sanat okulu bu yıl içerisinde eğitim ve öğretime başlamıştır. Sanat okulunu, sırayla 1864 ve 1883 yılında eğitim ve öğretime başlayan kız meslek okulu ve ticaret lisesi takip etmiştir (Doğan, Alkan ve Sezgin, 1980, s. 5). Genel eğitim ile mesleki eğitimi birbirinden ayıran temel özellik, birincinin kişinin yetiştirilmesi ve geliştirilmesini, diğerinin bir mesleğin getirdiği özel bilgi ve becerilerin geliştirilmesini ön planda tutmasıdır (Budak, 2009, s. 68).

Ülkemizde mesleki ve teknik eğitim, “milli eğitim sisteminin bütünlüğü içinde endüstri, tarım ve hizmet sektörleriyle birlikte her türlü mesleki ve teknik eğitim hizmetlerinin planlanması, araştırılması, geliştirilmesi, organizasyonu ve eşgüdümü ile

yönetim, denetim ve öğretim etkinliklerinin bütünü” şeklinde tanımlanmaktadır (Alkan, Doğan ve Sezgin, 1994, s. 405). Mesleki ve teknik eğitim; iş piyasasında insanlara belirli bir işi yapmak veya bir mesleğin gereklerini yerine getirmek için ihtiyaç duyulan bilgi, beceri ve yetkinlikleri kazandırmayı amaçlamaktadır (Kenar, 2009, s. 3). Yüksek öğretim dışında, ülkemizde meslek eğitimi örgün mesleki ve teknik eğitim, yaygın eğitim ve çıraklık eğitimi yoluyla verilmektedir (Kenar, 2009, s. 5). Mesleki ve teknik eğitim örgün orta öğretim kurumlarından olan Meslek Liseleri ve Teknik Liselerde gerçekleştirilmektedir. Yaygın eğitim kurumlarında ise mesleki eğitim halk eğitim merkezlerinde ve en yaygın olarak çıraklık eğitimi veren mesleki eğitim merkezlerinde yapılmaktadır.

Çıraklık eğitimi, yaygın eğitim kurumları içinde yer almaktadır, fakat yaygın eğitim kurumları için oluşturulan mevzuatın gereklerini takip etmesi gerekli görülmemektedir. Çıraklık eğitim kurumları için ayrı bir mevzuat kanunu düzenlenmiştir. Milli Eğitim Bakanlığı’nın internet adresinde çıraklık eğitimi ile ilgili olarak şu bilgiler yer almaktadır:

İlk kez 1977 yılında çıkarılan 2089 sayılı Yasa ile eğitim sistemimiz içinde yer alan çıraklık sistemi ile ilgili 1986 yılında 3308 sayılı Çıraklık ve Mesleki Eğitim Kanunu yürürlüğe girmiştir. 2001 yılında yapılan değişiklikle adı “Mesleki Eğitim Kanunu” olarak değiştirilen söz konusu Kanun; çırakların, kalfaların ve ustaların eğitim ve öğretimi ile ilgili kural ve düzenlemeleri belirlemiştir. Çıraklık eğitimi, ilkokul ve ortaokul eğitimini tamamlayıp bir işyerinde meslek öğrenmek amacıyla çalışan gençlerin teorik ve pratik eğitimini kapsayan eğitim türüdür. Başlamak için 14 yaşının tamamlanması gerekir. Zorunlu eğitimi bitiren ancak 14 yaşın altında olanlar, çırak adayı statüsüyle çıraklık eğitimine başlarlar. Çıraklık eğitimi için üst yaş sınırı yoktur. Çıraklar, haftada bir gün MEB’e bağlı mesleki eğitim merkezlerinde veya MEB’ce uygun bulunan iş yerlerinin eğitim biriminde teorik eğitim, haftanın kalan günlerinde işyerinde pratik eğitim alırlar. Çırak öğrenciler Mesleki Eğitim Merkezi’nde aldıkları teorik eğitimde haftada 2 saat Türkçe, 2 saat Matematik ve Meslek Matematiği ve 6 saat meslek dersleri olmak üzere toplam 10 saat ders almaktadırlar. Çıraklık eğitimini başarı ile tamamlayanlar kalfalık ve ustalık eğitimlerine devam edebilmektedirler (mevzuat.meb.gov.tr adresinden 19.02.2015 tarihinde alınmıştır).

Yaygın ve örgün eğitim içinde yer alan mesleki eğitim, pek çok meslek grubu için nitelikli insan gücünün sağlanabilmesinde son derece önemlidir. Bunu Şahin ve Fındık (2008, s.1) “Nitelikli iş gücü verimli bir ekonomi için vazgeçilmez bir unsurdur, nitelikli iş gücüne ise ancak iyi planlanmış mesleki eğitimle sahip olunabilir” ifadesiyle açıklamaktadır. Mesleki eğitimde öğrencilere sunulacak dersler, onların ileride sahip

olacakları meslekle yakından ilgili olmalıdır. Dersler öğrencilerin mesleki hayatlarına katkı sağlayacak şekilde seçilmeli ve iyi biçimde planlanmalıdır. Öğrenciler ileride istihdam edileceklerini düşündükleri meslekler ile ilgili becerileri, sadece mesleki eğitimle kazanabilirler.

1.5.2. Mesleki eğitimde uzamsal becerilerin yeri ve önemi

Farklı meslek gruplarında uzamsal beceriler önemli bir rol oynamaktadır (Olkun, 2003, s. 1; Park vd., 2011, s. 505). Bununla birlikte çalışmalarda en çok mühendislik eğitiminde okutulan teknik resim ve çizim derslerinde uzamsal yeteneği oluşturan uzamsal becerilerin geliştirilmesinin üzerinde durulmaktadır (Kayhan, 2005, s. 19; Lohman, 1993, s. 7; Marunic ve Glazar, 2013, s. 705; Olkun, 2003, s. 3). Çünkü teknik resim dersinde başarılı olunabilmesi için öğrencilerin uzamsal yetenek düzeylerinin yükseltilmesi gerekmektedir (Kayhan, 2005, s. 21). Lohman (1993, s. 7) uzamsal testler ve mekanik yeteneklerin makine ve torna ile ilgili mesleki eğitimindeki başarının en iyi tahminleyicisi olduğunu vurgulayarak makine ile ilgili bölümlerin uzamsal yetenekler ile yakından ilişkili olduğuna dikkat çekmiştir.

Uzamsal beceriler ile yakından ilişkili olan teknik resim dersi içerisinde yer alan etkinlikler öğrencilerin uzamsal becerilerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır (Kayhan, 2005, s. 21; Koch ve Sanders, 2011, s. 4). İyi bir mühendislik eğitimi programı, uzamsal becerilere odaklanmalıdır (Marunic ve Glazar, 2013, s. 713). Németh (2007, s. 127) uzamsal yeteneklerin mühendislik ile ilgili çizim çalışmalarında gerekli olduğunun altını çizerek bu yeteneklerin uzun öğrenme süreçleri sonucunda geliştirilebileceğini ifade etmektedir. Buna ek olarak teknik resmin tanımını “Teknik Resim gibi mühendislik çizimleri bir takım teknik kurallar, çizim teknolojileri ve görsel becerilerden oluşan grafiksel bir iletişim dilidir. Bu teknik kurallar standardizasyonu sağlamaktadır.” şeklinde yapan Olkun (2003, s. 3) teknik resimde gerekli uzamsal becerilerin basitten karmaşığa doğru ilerleyen görsel şekillerin olduğu etkinlik ve deneyimler ile kazanılabileceğini belirtmektedir.

Pek çok meslek belirli uzamsal becerilere sahip olmayı gerektirmektedir. Ayrıca son 10-20 yıl boyunca, donanım ve teknik yönde büyük çaplı gelişmeler meydana gelmiştir ve bilgisayar teknolojileri önceden gerçekleştirilmesi zor ya da imkânsız olan karmaşık modellerin üretilmesini mümkün kılmıştır (Koch ve Sanders, 2011, s. 3). Örneğin, Marunic ve Glazar (2013, s. 710) mühendislik çizimleri ile ilgili olan eğitim programlarının da teknolojide meydana gelen gelişmelerden etkilendiğini ifade

etmektedirler. Ayrıca bilgisayar teknolojisindeki önemli ve hızlı gelişmelerin mühendislik alanı için güçlü araç ve teknikler sağlamakla birlikte mühendislik eğitimi programlarının da teknolojinin sağladığı olanaklardan etkilendiğini belirtmektedirler. Bu nedenle, birçok araştırmacı da uzamsal becerilerin uygun materyal ve teknolojilerden yararlanılarak geliştirilebileceği fikri üzerinde durmaktadır (Alias, Black ve Gray, 2002, s. 5; Christou vd., 2007, s. 3; Clements vd., 1997, s. 184; Güven ve Kösa, 2008, s. 106; Olkun, 2003, s. 8; Risma, Putri ve Hartono, 2013, s. 10; Robichaux, 2003, s. 13; Sorby, 2012, s. 3).

Bir sonraki bölümde uzamsal yeteneğin geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar ile ilgili daha detaylı bilgi verilmiştir.

1.6. Uzamsal Yeteneğin Geliştirilmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Uzamsal yeteneğin gelişmesine yönelik literatürde farklı yollar izlenmiştir. Bazılarında somut materyaller kullanılırken bazılarında teknolojiye dayanarak yararlanılmıştır. Bazı çalışmalarda ise somut materyal ve teknolojinin birlikte kullanıldığı görülmektedir. Yapılan bu çalışmaların sonuçları uzamsal beceriye genel olarak olumlu katkısının görülmesi yanında etkisinin olmadığı çalışmalar da mevcuttur. Uzamsal yeteneğin gelişimine yönelik olarak son yıllarda yapılan çalışmalar alt bölümde başlıklar halinde verilmiştir.

1.6.1. Uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde somut materyal kullanımı

Alias, Black, ve Gray (2002), somut manipülatif kullanmayı ve çizim yapmayı gerektiren aktivitelerin mühendislik öğrencilerinin uzamsal görselleştirmelerinde etkili olup olmadığını test etmeyi amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. Ön ve son testi içeren yarı deneysel çalışmanın katılımcıları sivil mühendislikte öğrenim gören öğrencilerden oluşuyordu. Biri deney, biri kontrol grubundan oluşan gruba ön test uygulandıktan sonra, deney grubu bir haftanın belirli periyotlarında çeşitli uzamsal aktivitelerle meşgul olmuşlardır. Sonuç olarak somut manipülatifler kullanmanın mühendislik öğrencilerinin uzamsal görselleştirmelerini geliştirdiğini bulmuşlardır.

Bakker (2008), küpler ve mozaik parçalarından oluşan Tridio öğrenme materyalleri ile onlara eşlik eden izometrik ve ortogonal bakış açılarını içeren alıştırmaların çocukların uzamsal yeteneklerini geliştirmesine olan etkisini incelemiştir. Tridio materyallerinin 11 yaşındaki (5. sınıf) çocukların uzamsal yeteneklerine etkisini inceleyen çalışmada, uzamsal yetenek için Carroll'un (1993) uzamsal ilişkiler ve görselleştirme bileşenlerinden ikisine odaklanılmıştır. Uzamsal

ilişkiler için, kart döndürme ve bayrak testi, uzamsal görselleştirme için, kağıt katlama ve zihinde döndürme testleri kullanılmıştır. Ön test ve son test çiftinin eşleştirilmesi kullanılan çalışmada 59 öğrenci yer almıştır. Yedi hafta süren çalışmanın beş haftasında, çocuklara haftada birer buçuk saat süren Tridio öğrenme etkinlikleri uygulanmıştır. Sonuç olarak Tridio'nun uzamsal yetenek üzerine odaklanan genel okul öğretim programı üzerinde katkısı olduğu fakat tüm Tridio alıştırmalarının aynı etkiyi yapmadığı bulunmuştur.

Olkun ve Sinoplu (2008) yaptıkları çalışmada, 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin birim küpleri ve üçgen prizmaları kullanarak kendilerinin oluşturdukları oyuncakların onların birim küplerden yapılmış katı cisimleri anlamalarını geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Öğrencilerin resimleri verilen yapılara bakarak birim küplerden ile oyuncaklar, somut yapılar oluşturmalarının ve onların resimleri arasında ilişkiler kurmalarının uzamsal ilişkiyi keşfetmelerine yardımcı olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar bu tür aktivitelerin öğrencilerin hacim formülünü kendilerinin keşfetmesine yardımcı olacağını ifade etmişlerdir.

Risma, Putri ve Hartono (2013) ise çalışmalarında öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin nasıl geliştirilebileceğini incelemişlerdir. Bu amaçla ilkokul 3. Sınıf düzeyi 39 öğrenci ile somut birim küpler ile yapılan inşa aktivitelerini kapsayan etkinlikler yapmışlardır. Burada öğrencilerin birim küp etkinliklerini nasıl görselleştirmekte ve yorumlamakta olduğunu öğrenmeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerin 3B nesneleri anlama, tanımlama ve sınıflandırmada gelişme gösterdikleri ve uzamsal terimler kullanmaya başladıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Maiorana (2014), çalışmasını üniversite düzeyinde farklı okullardan 13 erkek ve 30 kız öğrenci ile gerçekleştirmiştir. Burada araştırmacı uzamsal görselleştirme üzerine odaklanarak, 2B küp açınımlarından 3B küp oluşturma ve bunun tersi türünde etkinliklere yer vermiştir. Katılımcılar iki gruba ayrılarak, 3 hafta süren eğitim sürecinde gruptan birine katlanarak 3B hale getirebilen somut manipülatifler sağlanırken, diğer bir gruba böyle bir imkân verilmemiştir. Eğitimler sonrasında her iki gruba da ön ve son değerlendirme testleri uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda farklı okul türünden olma ve cinsiyet farklılığı faktörlerinin uzamsal görselleştirme becerisi başarı oranında anlamlı bir fark oluşturmadığı, fakat somut manipülatif kullanan grupta olumlu yönde önemli bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

1.6.2. Uzamsal becerilerin geliştirilmesinde teknoloji kullanımı

Güven ve Kosa (2008), Cabri 3D dinamik geometri yazılımının matematik öğretmen adaylarının uzamsal becerilerine etkisini deneysel bir çalışma ile incelenmiştir. 40 öğretmen adayına PSVT uygulandıktan sonra, deney grubuna 8 hafta boyunca Cabri 3D etkinlikleri uygulanmıştır. Etkinliklerden sonra, aynı test (PSVT) katılımcılara tekrar uygulanmıştır. Çalışma sonucunda Cabri 3D geometri yazılımının öğrencilerin uzamsal becerilerinin gelişmesinde etkili bir araç olduğu, bilgisayar destekli aktivitelerin öğretmen adayların uzamsal becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Akasah ve Alias'ın (2010) yapmış oldukları çalışmada, inşaat mühendisliği 1. sınıf öğrencilerini, ortaöğretimde teknik resim dersi görmüş olma durumlarına göre 2 alt gruba ayırmışlardır. Akasah ve Alias, inşaat mühendisliği öğrencilerinin iki alt grubundan önceden teknik resim dersi almış olan grubuna geleneksel yaklaşımla öğretim yöntemini, bu derse aşina olmayan diğer gruba ise Bilgisayar Destekli bütünden parçaya öğretim yaklaşımıyla öğretim yöntemini uygulamışlardır. Altı haftalık bir öğretim süresi sonunda Bilgisayar destekli olarak sunulan bütünden parçaya öğretim yaklaşımının teknik resim dersine acemi olan öğrencilerle önden bu dersi alan öğrenciler arasındaki uçurumun kapandığı sonucuna varılmıştır.

Samsudin, Rafi ve Hanif (2011) uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme ile ilgili ön-son testten oluşan deneysel bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında 15-16 yaş aralığındaki 98 katılımcıyı iki deney, bir kontrol grubuna ayırmışlardır. Üç gruba da içeriğin aynı olduğu farklı eğitim ortamları sağlanmıştır. İlk deney grubu öğrencileri sanal manipülatifleri etkin olarak kullandıkları bir ortamda, ikinci deney grubu öğrencilerin aktif olmadığı, sadece nesnelerin fiziksel form ve hareketlerinin animasyon olarak temsil edildiği bir ortamda, kontrol grubu ise içeriğin aynı olduğu basılı materyallerin kullanıldığı bir ortamda eğitim sürecine tabi tutulmuşlardır. Çalışma sonucunda iki deney grubunun da kontrol grubuna göre zihinsel döndürme becerilerinin arttığı gözlemlenirken, sanal manipülatifleri kullanan grubun uzamsal görselleştirmede diğer gruplara göre daha başarılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Erkoç, Gecü ve Erkoç (2013), bilgisayar tabanlı bir uygulama olan Google SketchUp programının sekizinci sınıf öğrencilerinin zihinsel döndürme becerilerinde etkililiğini araştırmışlardır. Bunun için, kontrol ve deney grubundan oluşan 62 kişilik bir öğrenci grubuna 6 hafta süren bir öğretim uygulaması yapmışlardır. Dört hafta boyunca kontrol grubundan birim küplerden oluşan somut modelleri izometrik kâğıt üzerine

çizimleri, deney grubundan ise aynı modelleri Google SketchUp programı yardımı ile çizimleri istenmiştir. Öğrencilere ön ve son test olarak “Vandenberg Zihinde Döndürme Testi (Vandenberg Mental Rotation Test)” uygulanmıştır. Çalışma sonucunda deney ve kontrol grubu arasında zihinsel döndürme testi ile ilgili ortalama skorlarda anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Lin, Chen ve Lou (2013), ortaokul öğrencilerinin uzamsal yönelim ve uzamsal belleklerini artırmaya yönelik tasarladıkları bir oyunun etkililiğini araştırmışlardır. Kontrol ve deney grubu şeklinde tasarladıkları çalışmalarında bilgisayar oyununu kullanan deney grubu öğrencilerinin uzamsal yönelim ve uzamsal belleklerinin arttığı gözlenmiştir.

Pedrosa, Barbero ve Miguel (2014) mühendislik öğrencileri ile yapmış olduğu çalışmalarında nesnelerin 3B formunu görüntüleyebilen, bireysel ve sürekli değerlendirme yapmaya imkân tanıyan bir uygulama olan ILMAGE_SV (Interactive Learning Manager for Graphic Engineering to Develop Spatial Vision) adını verdiği bilgisayar yazılımını kullanmışlardır. Çalışma uzamsal görselleştirme becerisinin gelişimine etkisi bakımından ILMAGE_SV temelli uygulama ile yapılan eğitim ile geleneksel yöntemler ile yapılan eğitimi karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda her iki yöntemin uzamsal görselleştirme becerisine katkısının eşit olduğu görülmüştür; ancak teknik resim ile ilgili ön bilgisi olmayan öğrencilerin karşılaştıkları zorlukların giderilmesinde ILMAGE_SV uygulamasının çok daha etkili olduğu vurgulanmıştır.

1.6.3. Uzamsal becerilerin geliştirilmesinde teknoloji ve somut materyal kullanımı

Yolcu ve Kurtuluş (2010) ise 6. Sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerisinin gelişimini inceledikleri deneysel çalışmalarında deney grubunda somut manipülatifler, bilgisayar uygulamaları ve kâğıt üzerindeki temsilleri kullanmışlardır. Öğrenciler somut birim küpler ile yaptıkları inşa çalışmaları ve bilgisayar üzerinde izometrik çizim programı ile tasarımlar oluşturduklarında, kâğıt üzerindeki temsillerde görünmeyen birim küplerin olabileceğini kavramışlardır. Ayrıca 3B cisimlerin 2B görüşlerinin kavranmasında dinamik bilgisayar kullanımının önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir.

Koch ve Sanders (2011) ise mühendislik öğrencileri ile yapmış oldukları çalışmalarında, teknik resim dersi ile ilgili soruların çözümünde 3B modelleme yazılımı kullanımının çizim tekniğinden daha etkili olup olmadığını ve teknik resim problemlerinin çözümünde 3B modelleme yazılımı kullanımının düşük uzamsal

beceriye sahip kişilerde mevcut olan farklılıkları dengelemedeki etkisini araştırmışlardır. “Purdue Spatial Visualisation Test- Rotation” ön-son test olarak kullanılmıştır. Deney grubunda 3B modelleme yazılımı ProDesktop ve somut materyaller kullanılarak ve çizim etkinliklerinden yararlanılarak eğitim verilirken kontrol grubunda sadece çizim etkinlikleri ile ders işlenmiştir. Çalışma sonucunda modelleme yazılımlarının düşük uzamsal beceriye sahip bireylerin farklılıklarını gidermede etkili olmadığı ve yüksek uzamsal beceriye sahip bireyler için de herhangi bir avantaj sağlamadığı bilgisine ulaşılmıştır.

Baki, Kosa ve Güven (2011) yaptıkları çalışmalarda Cabri 3D geometri somut-fiziksel manipülatiflerin matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerisi üzerine etkisini incelemişlerdir. Katılımcıları 3 gruba ayırmışlardır. Birinci gruba dinamik geometri yazılımlarından Cabri 3D programından yararlanarak, ikinci gruba somut-fiziksel manipülatifler kullanarak eğitim verirken üçüncü gruba ise sadece geleneksel yöntemler ile eğitim verilmiştir. Ön-son test sonuçları sonrasında farklı materyaller kullanılarak eğitim alan birinci ve ikinci grup katılımcılarının geleneksel yöntem ile eğitim alan üçüncü grup katılımcılarından daha başarılı oldukları görülmüştür. Ayrıca birinci grup katılımcıları ön son testin “bakış” bölümünde ikinci grup katılımcılarından daha başarılı olmuşlardır.

Kösa (2011) çalışmasında lise düzey öğrencileri ile yarı deneysel bir çalışma yapmıştır. Uzay geometriye yönelik dersler, deney grubundaki öğrenciler ile dinamik geometri yazılımı ve şeffaf geometrik cisim modellerinden yararlanarak gerçekleştirilirken, kontrol grubundaki öğrenciler ile sınıf ortamında geleneksel yolla işlenmiştir. 12 hafta süren çalışmada öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerileri, 3B düşünme düzeyleri ve 3B çizim yapabilme becerilerinin gelişimleri izlenmiştir. Araştırma sonunda deney grubu öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerileri anlamlı ölçüde artmıştır. Ayrıca deney ve kontrol grubunun ikisinde de 3B çizim yapma ve 3B düşünme düzeylerinde artış gözlenmiştir.

Yurt ve Sünbül (2012) ise sanal ortam ve somut nesneler kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerine etkisini araştırmışlardır. 6. sınıf öğrencileri ile yürütülen bu çalışma 9 hafta sürmüş ve toplam 18 farklı model geliştirilmiştir. Araştırmanın sonucu uzamsal becerilerin geliştirilmesinde sanal ortam ve somut nesnelerin birlikte kullanılmasının daha etkili olduğu belirtilmiştir.

Youssef ve Berry (2012), uzamsal düşünme ve iletişimi geliştirmek amacıyla yaptıkları çalışmada çeşitli disiplinlerden gelen üniversite 1. sınıf öğrencilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada özellikle öğrencilerin uzamsal kavramlar ve uzamsal becerileri çizim, 2B ve 3B temsiller, dijital ve fiziksel modellemelerle geliştirilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonunda öğrencilerin mühendislik, sanat gibi alanlardaki farklı problemler içinde uzamsal düşünmelerini tarif edebildikleri, grafiksel temsilleri kullanabildikleri ve iletişimde bulunabildikleri görülmüştür. Ayrıca öğrenciler 3B temsilleri inceleyip ve yorumlayabilmişler, uzamsal problemleri görselleştirebilmiş ve tanımlayabilmişlerdir. Bunun yanında 2B ve 3B temsiller oluşturup manipüle edebilmişlerdir, uzamsal düşünme gerektiren problemlerde temsil araçlarını ve tekniklerini seçip, kullanabilmişlerdir.

Yaman ve Şahin (2014), 5. sınıf öğrencileri ile yaptıkları yarı deneysel çalışmada somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin geometrik yapıları inşa etme ve çizme başarılarına etkisini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında 5 ders saati süresince, belirlenen kazanımlar doğrultusunda deney grubuna somut ve sanal manipülatiflerden yararlanılarak eğitim verilirken, kontrol grubunda öğretim programında belirtildiği şekilde öğretim yapılmıştır. Çalışmada ön-son test olarak araştırmacılar tarafından 5. sınıf programında yer alan kazanımlar dikkate alınarak hazırlanan “Geometrik Yapıları İnşa Etme ve Çizme Testi” kullanılmıştır. Bu test 15 çoktan seçmeli ve 6 çizim yapma sorusu olmak üzere toplam 21 soru şeklindedir. Çalışma sonucunda her iki grubun geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusunda başarısının arttığı, ayrıca öğretim programının öngördüğü şekilde yapılan eğitime göre somut ve sanal manipülatif destekli yapılan matematik öğretiminin geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusunda daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

1.7. Araştırmanın Amacı ve Araştırma Problemleri

Bu çalışmanın amacı Cabri 3D programı ile hazırlanan materyallerin bir mesleki eğitim merkezine devam eden 15-16 yaş grubundaki dört öğrencinin uzamsal görselleştirme becerilerine etkisini incelemektir.

Bu kapsamda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. Öğrencilerin uzamsal becerilerin “açınım, döndürme ve görünüş” bileşenleri kapsamında yaşadıkları zorluklar nelerdir?

2. Cabri 3D geometri yazılımı ile hazırlanan materyallerin ve çizim etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneğine etkisi nasıl olmaktadır?

1.8. Araştırmanın Önemi ve Alana Katkısı

Uzamsal becerilerin gelişimine yönelik yapılan çalışmalar (Koch ve Sanders, 2011; Kösa, 2011; Lin, Chen ve Lou, 2013; Yaman ve Şahin, 2014; Yolcu ve Kurtuluş, 2010; Youssef ve Berry, 2012;) incelendiğinde, bu çalışmaların daha ziyade ortaokul, lise ve üniversite düzeyindeki öğrenciler ile sınırlı olduğu görülmektedir. Mesleki eğitim programlarına devam eden öğrencilerin uzamsal becerilerinin geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar (Kang, Jean, Chung ve Chung, 2004; Kang, David, Jean ve Jan, 2004; Kayhan, 2005) son derece azdır. Bu merkezlere devam eden öğrenciler gerek okul ortamında gerekse çalışma ortamlarında uzamsal becerileri gerektiren durumlarla sıklıkla karşılaşmaktadırlar. Buna karşın okul ortamında aldıkları eğitimler daha çok geleneksel eğitimidir. Yukarıda bahsedilen çalışmalarda geleneksel eğitimin teknoloji ortamında yapılan eğitime göre çok fazla etkili olmadığı görülmektedir. Bu çalışma ile Cabri 3D geometri yazılımı ile hazırlanan materyallerin mesleki eğitim programına devam eden öğrencilerin uzamsal becerilerini ne ölçüde etkilediği araştırılması hedeflenmiştir. Çalışma bu kapsamda bu öğrencilerin uzamsal beceri gerektiren etkinliklerde ne gibi zorluklar yaşadıkları ve teknoloji ortamının bu zorlukları ne ölçüde giderdiğine ışık tutacaktır. Böylelikle literatürdeki bu öğrenci grubuna yönelik az sayıdaki çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışmanın sonuçları bu merkezlerin özellikle uzamsal becerileri içeren gerek Matematik gerekse Mesleki ve Teknik Resim derslerinin kazanımlarını düzenlemede ve öğretim ortamlarının güncellenmesinde önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın sonuçları sadece mesleki eğitim öğrencilerine değil, genel anlamda tüm örgün öğretim öğrencilerinin uzamsal becerilerinin geliştirilmesine yönelik fikirler de verecektir.

Ayrıca yapılacak olan bu gibi çalışmalarla uzamsal becerilerin geliştirilmesine yönelik teknoloji kullanılarak hazırlanan etkinlik, çalışma ve çizimlere kaynak kitaplarda daha fazla yer verilebileceği ve uygulamacılar tarafından matematik ve geometri problemlerinde tercih edilen bir araç olabileceği düşünülmektedir.

1.9. Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışma İstanbul il sınırları içerisindeki bir mesleki eğitim merkezinde öğrenim gören 30 öğrenci arasından seçilen 4 öğrenci ile sınırlıdır. Bu çalışma nitel bir çalışma olarak tasarlandığından sonuçlar genellenemez ve her bir öğrencinin gelişimi ve verdikleri cevaplar ile sınırlıdır. Bu öğrenciler mesleki eğitim programına haftada sadece bir gün katılıp diğer günlerde işyerinde çalıştıklarından performanslarını tam olarak yansıtamadıkları düşünülebilir. Bu da gelişimlerini belirli bir düzeyde tutmuş olabilir. Çalışma bir başka öğrenci grubu ile farklı okullarda okuyan farklı düzeydeki öğrenciler ile yapıldığı takdirde farklı sonuçlar elde edilebilir.

Ayrıca çalışmada uzamsal yeteneğin geliştirilmesine yönelik olarak dinamik geometri yazılımlarından Cabri 3D kullanılmıştır. Bu ve benzeri çalışmalar farklı bilgisayar programları kullanılarak da yapılabilir.

Çalışmanın yapıldığı mesleki eğitim merkezindeki bilgisayar laboratuvarı teknik nedenlerden dolayı kullanılamadığından çalışma bu merkezde bulunan bir sınıfta gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla her bir öğrenciye bir bilgisayar düşmemiştir. Bu da çalışmanın sınırlılıklarından biri olarak kabul edilebilir.

Çalışma sınırlı bir zaman dilimi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu da çalışmanın bir başka sınırlılığı olarak düşünülebilir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Ortamı ve Katılımcılar

Bu çalışma 2014-2015 eğitim öğretim yılında İstanbul ilinde yer alan bir mesleki eğitim merkezinde gerçekleştirilmiştir. Bu mesleki eğitim merkezinde Makine Teknolojisi, Metal Teknolojisi, Elektrik-Elektronik Teknolojisi, Güzellik ve Saç Bakım Hizmetleri gibi bölümler olup öğrenciler meslekleri ile ilgili dersler görmektedirler. Mesleki eğitim merkezi öğrencileri haftada bir gün teorik eğitim alırken aynı zamanda diğer günlerde meslekleri ile ilgili işyerlerinde uygulamalı eğitim görmektedirler.

Çalışma iki ana bölümden oluşmuştur. Birinci bölümde öğrencilerin uzamsal becerilerin uzamsal görselleştirme (açınım ve döndürme) ve uzamsal yönelimin görünüş bileşenlerinde yaşadıkları zorlukları belirlemek amacıyla 30 katılımcı ile çalışılmıştır. Bu 30 katılımcının bölümlerine göre dağılımı Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. *Çalışmanın İlk Aşamasına Katılan Katılımcıların Bölümlerine Göre Dağılımı*

BÖLÜM	KATILIMCI SAYISI	SINIF DÜZEYİ
Makine Teknolojisi	10	2. dönem
Elektrik-Elektronik Teknolojisi	14	1. dönem
Motorlu Araçlar Teknolojisi	5	2. dönem
Pastacılık	1	2. dönem

Çalışmanın katılımcıları araştırma problemleri kapsamında belirlenmiştir. Birinci araştırma problemi kapsamında öğrencilerin uzamsal becerilerin açınım, döndürme ve görünüş bileşenleri kapsamında yaşadıkları zorlukları belirlemek amacıyla yaşları 15-16 arasında değişen çalışmada gönüllü olarak yer alan 30 öğrenciye Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PSVT) uygulanarak, ardından yazılı değerlendirme soruları yöneltilmiştir. İkinci araştırma problemi kapsamında çalışmanın ilk bölümünde toplanan veriler ışığı altında 8 öğrenci belirlenmiştir. Bu seçimin amacı çalışma kapsamında yapılan uygulamanın sonuçlarının daha rahat bir şekilde görülebilmesidir. Bu öğrenciler seçilirken farklı hata profillerine sahip olmaları, öğrenim gördükleri bölümler, öğretmenlerinin tavsiyesi, düşüncelerini açıkça paylaşabilen ve çalışmaya katılmakta istekli oluşları gibi faktörler göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca çalışma kapsamında katılımcılar belirlenirken özellikle Makine Teknolojisi bölümü öğrencileri seçilmiştir.

Bu öğrencilerin bölümleri gereği uzamsal görselleştirme becerilerine sıklıkla ihtiyaç duymaları bu hususta etken olmuştur.

Çalışmanın yapıldığı mesleki eğitim merkezindeki bilgisayar laboratuvarı teknik nedenlerden dolayı kullanılamadığından çalışma bu merkezde bulunan bir sınıfta gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın yapıldığı sınıf ortamının imkânları dâhilinde, grubun kalabalık olmasının eğitim süreci ile ilgili uygulamaları ve katılımcıların vermiş oldukları yanıtların takibini zorlaştıracığı düşünülmüştür. Bu nedenle eğitim sürecinde katılımcıların bireysel olarak takip edilmesinin mümkün olması açısından çalışma kapsamında sekiz kişilik sınıftan dört öğrenciye odaklanılmıştır.

2.2. Araştırma Tasarımı ve Veri Toplama

Bu çalışma ağırlıklı olarak nitel bir çalışma olarak tasarlanmıştır. Çalışmanın nicel boyutu 30 öğrencinin PSVT'ye verdikleri cevaplarla sınırlı kalmıştır. (Bir sonraki bölümde bu testin detaylarına yer verilmiştir.) Çalışmanın nitel boyutunu ise yine bu 30 öğrenciye sorulan değerlendirme soruları, ardından bu öğrenciler arasından seçilen 4 öğrenci ile yapılan ön ve son görüşmeler ve öğretim seanslarını içermektedir. Çalışma takvimi Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Çalışma Takvimi

ETKİNLİK	TARİH
Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi'nin uygulanması	13-17 Ekim 2014
Belirlenen öğrencilere yazılı değerlendirme sorularının sorulması, katılımcıların belirlenmesi ve ön klinik görüşmelerin yapılması	20-24 Ekim 2014
Katılımcılar ile Cabri 3D temelli etkinliklerin uygulanması (öğretim seansları)	27 Ekim-15 Aralık 2014
Yazılı değerlendirme sorularının sorulması ve son klinik görüşmelerin yapılması	22-26 Aralık 2014
Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi'nin tekrar uygulanması	29 Aralık 2014

Aşağıda araştırma kapsamında kullanılan veri toplama araçlarının içerikleri, amaçları ve araştırma tasarımının detayları açıklanmıştır.

2.2.1. Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi

Araştırmanın başında ve sonunda katılımcıların uzamsal görselleştirme becerilerini değerlendirmek amacıyla Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PSVT) kullanılmıştır. Guay (1980), üç farklı grup üzerinde yaptığı çalışmalar sonucunda testin güvenilirlik katsayısını farklı gruplar için 0.87, 0.89 ve 0.92 olarak bulmuştur. Battista, Wheatley ve Talsma (1982) ile Sorby ve Baartmans (1996) bu test için güvenilirlik katsayısını 0,80 olarak bulmuşlardır. Ayrıca Eryılmaz-Çevirgen (2012), PSVT'yi Türkçe'ye çevirerek geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarını yapmıştır ve testin güvenilirlik katsayısını 0.88 olarak belirlemiştir. Bu çalışmada PSVT'nin Eryılmaz-Çevirgen (2012) tarafından Türkçe'ye çevrilen formu kullanılmıştır.

Test, katılımcılara bireysel olarak ve 40 dakikalık süre zarfında uygulanmıştır. Ancak verilen sürenin öncesinde bitiren katılımcılara süre bitimi öncesinde teslim etme imkânı verilmiştir. Doğru cevaplanan her sorunun puan değeri 1, yanlış cevaplanan veya boş bırakılan her sorunun puan değeri ise 0 olarak belirlenmiştir. Testten en fazla 36 puan alınabilmektedir (PSVT örnek soruları Ek 7'de verilmiştir). PSVT 30 katılımcıya uygulanmış ve güvenilirlik katsayısı 0,54 olarak belirlenmiştir. Bu katsayısının düşük çıkmasının sebebi az sayıda katılımcıya uygulanmış olmasından kaynaklanabilir. Bu nedenle testin sonuçlarına bu çalışma kapsamında ihtiyatla yaklaşılmıştır. Çalışma kapsamında ana veri toplama aracı olarak yazılı değerlendirme soruları ve klinik görüşmelere ağırlık verilmiştir.

2.2.2. Yazılı değerlendirme soruları

Çalışmanın başında PSVT'ye ek olarak 30 öğrencinin her birine yazılı değerlendirme soruları (örnek sorular için bkz. Ek 8, Ek 9 ve Ek 10) yöneltilmiştir. PSVT çoktan seçmeli soruları içerirken, yazılı değerlendirme soruları açınımlar, döndürme ve görünüşler bağlamında öğrencilerin çizim yapmalarını gerektiren soruları içermektedir. Bu sorular öğrencilerin yapmış oldukları hata türlerini belirlemek ve zorlandıkları alanları daha detaylı bir şekilde incelemek amacıyla sorulmuştur. Sorular araştırmacılar tarafından literatürde ismi geçen çeşitli testlerin, (PSVT,...) ortaokul ve lise matematik ders kitaplarının ve mesleki eğitim merkezinde okutulan teknik resim kitabının incelenmesi sonucunda hazırlanmıştır. Bu sorular ardından mesleki eğitim merkezine devam eden başka bir grup öğrenciye sorularak yeniden düzenlenmiştir.

Hazırlanan bu sorular ayrıca uzman görüşüne sunularak son halleri verilmiştir. Yazılı değerlendirme soruları kapsamında bu üç bileşende toplam 45 soru sorulmuştur. Soru dağılımı Tablo 2.3'te verilmiştir. Görünüşler kapsamında sorulan sorular 4 ana sorudan oluşmakta olup her bir ana soruya ait altışar alt soru bulunmaktadır. Her bir alt soru ile birlikte toplam 24 soru olarak değerlendirmesi yapılmıştır.

Tablo 2.3. *Yazılı Değerlendirme Sorularının Bileşenlere Göre Dağılımı*

Uzamsal Yetenek Bileşeni Adı	Soru Adedi
Açınımlar	10
Döndürme	11
Görünüşler	24
Toplam	45

Bu sorulara verilen cevaplar analiz edildikten sonra tüm sınıf öğretim deneyi uygulanmak üzere 8 öğrenci ile bir sınıf oluşturulmuştur. Çalışmanın sonunda bu 8 öğrencinin 4'üne bu yazılı değerlendirme soruları küçük değişiklikler yapılarak (sadece açınım sorularında) sorulmuş böylece mevcut durumlarında bir değişiklik olup olmadığı değerlendirilmeye çalışılmıştır. Yapılan bu değişiklikler için Ek 8'e bakınız. Diğer 4 öğrenci son yazılı değerlendirme sorularına katılmamıştır.

2.2.3. Öğretim deneyi

Öğrencilerin dinamik geometri ortamında uzamsal görselleştirme becerilerinin zaman içerisindeki değişimini incelemek ve bu sürece olumlu ya da olumsuz etki eden faktörleri belirlemek amacıyla tüm sınıf öğretim deneyi (Cobb, 2000, s. 308) yöntemi uygulanmıştır. Öğretim deneyi, araştırmacıların ve öğretmenlerin matematiksel düşünmenin doğasını, düşünme biçimlerinin gelişimini gözlemlemelerini sağlayan bir yöntemdir (Czarnocha ve Maj, 2008, s. 48). Öğretim deneyi ile sınıf ortamının gözlenmesi ve öğrenme sürecinin izlenmesinin ötesinde, eş zamanlı olarak, öğrenme ve öğretme etkinliklerinin geliştirilmesi de sağlanır (Czarnocha ve Prabhu, 2006, s. 255).

Bu çalışma kapsamında araştırmacı aynı zamanda öğretmen rolü üstlenerek her bir öğretim seansında katılımcıların ne yaptıklarını ve bunları nasıl ve neden yaptıklarını anlamaya odaklanmıştır. Araştırmacı her bir öğretim seansını video kamera ile kayıt altına almış, her seanstan sonra katılımcılarla görüşmeler yapmış ve elde edilen bulguların dökümünü yaparak analiz etmiştir. Analizler bir sonraki dersin

tasarlanmasında rehber olmuştur. Bu aşamada araştırmacı öğrencilerin yanıtlarını incelemiş ve hipotezlerde bulunmuştur. Öğrencilerin muhakemeleri sonraki derslerin planlanmasında yönlendirici olmuştur.

Bu çalışmada öğretim deneyi üç bölümden oluşmuştur: 1) bireysel ön klinik görüşmeler, 2) öğretim seansları ve 3) bireysel son klinik görüşmeler.

2.2.4. Ön klinik görüşmeler

Öğretim deneyine başlamadan önce belirlenen 4 öğrencinin her biri ile çalışmanın başında ön değerlendirme sorularını içeren bireysel klinik görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerde ön değerlendirme soruları tekrar sorularak öğrencilerin çizim yapıp sesli düşünerek (Miles ve Huberman, 1994, s.165) her bir soruyu nasıl çözdüklerini anlatmaları istenmiştir. Daha önceki yazılı çözümlerinden farklı cevaplar verilmesi halinde bunun nedenleri sorgulanıp son çözümleri alınmıştır. Bu görüşmelerin amacı öğrencilerin her bir soruyu çözerken nasıl düşündüklerini daha detaylı olarak ortaya çıkarmak ve anlamak olmuştur. Böylece yazılı ön değerlendirme sorularına verdikleri cevapların yanlış yorumlanmasının önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Her bir görüşme video kaydına alınıp analizleri yapılmak üzere dökümleri yapılmıştır. İlk klinik görüşmelerin analizleri yapıldıktan sonra her bir öğrencinin uzamsal görselleştirme becerilerinin mevcut durumları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu analizler sonucunda hipotezler oluşturularak ilk toplu öğretim seansının planlaması yapılmıştır. Örneğin, tüm öğrencilerde 3B cisimlerin açınımları yapılırken yüzeylerini eksik sayıda çizdikleri ya da orantısız çizdikleri gözlemlenmiştir. Bu nedenle birinci öğretim seansı kapsamında katılımcıların dikkatleri cisimlerin yüzeylerine odaklandırılması amaçlanmıştır. Detaylı örnekler Bölüm 3'te verilmiştir.

2.2.5. Öğretim seansları

Bu çalışmada öğretim seansları kapsamında öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirebilecek deneyimler kazandırmak amaçlanmıştır. Katılımcılara etkinliklerin uygulamasına geçilmesinden önce Cabri 3D programında hazırlanan materyalleri nasıl kullanacakları uygulamalı olarak anlatılmıştır. Araştırmacı, sınıf içerisindeki projeksiyon ve bilgisayarı kullanmış ve katılımcıların eğitimler süresince bilgisayarı sırayla kullanmalarına özen göstermiştir. Bu esnada bir katılımcı bilgisayarı kullanırken diğer öğrenciler de oluşan değişiklikleri ekrandan gözlemlene fırsatı bulmuşlardır. Araştırmacı yaklaşık 8 hafta boyunca haftada 3 ders saati (bir ders saati 40 dakikadır) süresince katılımcılarla bir araya gelmiştir. Katılımcılar her bir bileşene

(açınım, döndürme ve görünüşler etkinlikleri) yaklaşık 2-3 hafta zaman ayırmıştır. Öğretim içeriği ve takvimi Tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2.4. Öğretim İçeriği ve Takvimi

Cabri 3D Temelli Etkinlikler		Uygulama Tarihleri
Açınım Etkinlikleri	• Kare Prizma, Üçgen Prizma, Koni, Altıgen Piramit Açınımları (Açık→Kapalı)	27 Ekim 2014
	• Kesik Dikdörtgen Prizma, Karmaşık Cisim Açınımı (Açık→Kapalı)	3 Kasım 2014
	• Küp, Kare Piramit Açınımları (Kapalı→Açık)	
	• Silindir, Küpün 3/4ü, Ters T, Kesik Küp Açınımları (Kapalı→Açık)	10 Kasım 2014
Döndürme Etkinlikleri	• Döndürme Modülünde bulunan ilk 2 etkinliğin uygulanması	17 Kasım 2014
	• Döndürme Modülünde bulunan 12 etkinliğin uygulanması	24 Kasım 2014
Görünüşler Etkinlikleri	• Görünüşler Modülünde bulunan ilk etkinliğin uygulanması	1 Aralık 2014
	• Görünüşler Modülünde bulunan diğer 4 etkinliğin uygulanması	8 Aralık 2014
Karma Etkinlikler	• Açınım- Döndürme-Görünüşler modüllerinden 1'er etkinlik uygulanarak tekrar yapılması	15 Aralık 2014

Öğretim seansları süresince araştırmacı Cabri 3D programı ile hazırlanan öğretim materyallerini kullanarak öğrenciler ile sürekli iletişim halinde bulunmuştur. Sahip olduğu özellikler bakımından Cabri 3D programının kullanılmasının önemli katkılar sağlayacağı düşünülmüştür. Özellikle programın kullanımının kolay olması, dinamik özelliklere sahip olması ve farklı yönlerden görünüş elde edilmesine imkân tanınması programın seçilmesinde etkili olmuştur.

Her uygulama başında araştırmacı hazırlamış olduğu çalışma yapraklarını öğrencilere dağıtmıştır. Öncelikle onlardan çalışma yaprağında bulunan örnek soruların

(örneğin; verilen 3B cismin açınımını bulunuz) cevaplarını tahmin etmelerini ve ardından tahminlerini önlerindeki çalışma yapraklarına çizmelerini istemiştir. Bu süreçte öğrenciler bireysel çalışmışlardır. Araştırmacı öğrenciler arasında dolaşarak çizimlerini incelemiş, öğrencilerin soruları olduğunda cevabı vermeden kısa açıklamalarda bulunmuştur. Çalışma yaprağında yer alan her bir sorunun tahminleri öğrenciler tarafından çizildikten sonra araştırmacı öğrencilere fırsatlar verip Cabri 3D programını kullanarak mevcut soruların çözümlerini projeksiyonla tahtada yansıtmış ve onlardan tahminlerini değerlendirmelerini istemiştir. Bu süreçte öğrenciler kendi tahmini çizimleri ile tahtada yansıtılan görüntüleri karşılaştırarak sınıf içi değerlendirmelerde bulunmuşlardır.

Öğretim materyalleri uzamsal yeteneğin alt bileşenleri olan “Açınımlar, Döndürme ve Görünüşler” olmak üzere 3 ayrı modülde hazırlanmıştır. Örneğin; Açınımlar modülü kapsamında 3B bir cismin yüzeylerinin açılmış (2B) hali verilerek öğrencilerden bu açınım yüzeylerini zihinsel olarak hareket ettirerek oluşacak 3B cismi tahmin etmeleri istenmiştir. Bu tahminlerini çalışma yapraklarında belirtilen izometrik alana çizmeleri istenmiştir. Bu esnada öğrencilere bazı sorular sorulmuştur:

- Şekil kapandığında hangi yüzeyler karşılıklı konumlanacaktır?
- Şekil kapandığında ortak ayrıtı olacak olan yüzeyler hangileridir?
- Şekil kapandığında işaretli kenarlar hangi kenar ile birleşecektir?
- Şekil kapandığında hangi noktalar birleşerek cismin köşesini oluşturacaktır?

Döndürme modülü kapsamında 3B bir cismin döndürme öncesi ve sonrası görünümeleri verilerek uygulanan döndürmenin hangi yönde ve kaç derecelik açıyla yapıldığının tahmin edilmesi beklenmiştir. Bu esnada öğrencilere yöneltilen sorulardan bazıları şöyledir:

- Şekli zihninde X (Y veya Z) ekseninde döndürürken nasıl düşündün, anlatır mısın?
- Verilen görüntüde üst (ön, sağ, sol) yöne bakan yüzey (yüzey gösterilerek), döndürme sonrasında verilen görünümdeki hangi yüzeydir, gösterir misin?

Etkinlikler ile öğrenciler öngörude bulunmuşlar, bunları açıklamışlar ve daha sonra Cabri 3D programını kullanarak öngörülerini test etme fırsatı bulmuşlardır. Bu

soruların aynı zamanda öğretici özellik de taşıyacağı düşünülmüştür. Bu sorularla yüzeylerin ilişkisiz konumlandırılması ve ayrıt uzunluklarının uyumsuzluğu konusunda yapılan hataların giderilmesi amaçlanmıştır. Her bir öğretim seansı video kaydına alınmış ve öğrencilerin çalışma yapıları seanslar sonunda incelenmek üzere toplanmıştır.

2.2.6. Son klinik görüşmeler

Çalışmanın sonunda 4 katılımcıya çalışmanın başında uygulanan yazılı değerlendirme soruları küçük değişiklikler (bkz. Ek 8) yapılarak tekrar yöneltmiştir. Bu esnada katılımcıların soruları yanıtlamaları ve nasıl düşündüklerini açıklamaları istenmiştir. Bu görüşmeler ile katılımcıların öğretim seansları sonrasında ki uzamsal görselleştirme becerilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Görüşme esnasında katılımcılara ihtiyaç duyduklarında kullanabilecekleri cetvel, kalem gibi çeşitli araç-gereçler sağlanmıştır.

Son klinik görüşmelerde her bir görüşme yaklaşık 40 dakika sürmüştür. Tüm görüşmelerin video kaydı alınıp daha sonra analizlerinin yapılması amacıyla dökümleri yapılmıştır.

2.3. Verilerin Analizi

Veri analizi çalışma kapsamında iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada öğrencilerin mevcut uzamsal görselleştirme becerilerinin belirlenmesi amacıyla öğretim seansları öncesinde PSVT testi ve yazılı değerlendirme sorularına verdikleri cevaplar değerlendirilmiştir. Her bir öğrencinin PSVT'deki bölümlerden aldığı puanlar ayrı ayrı hesaplanmıştır (bkz. Tablo 3.1). Bu değerlendirmenin ardından öğrencilerin yazılı değerlendirme sorularına vermiş oldukları yanıtlar incelenmiştir. Bu süreçte araştırmacı içerik analizi (Yıldırım ve Şimşek, 2008, s. 227) yaparak her bir öğrencinin düşünce tarzları ve buna bağlı olarak yapmış oldukları hata türlerini belirleyerek her bir hata türünü kodlamıştır. Ardından öğrencilerin kodlanan hata türleri birbirleri ile karşılaştırılarak hata profillerinin ne ölçüde kendi aralarında yaygın olduğu durumu belirlenmeye çalışılmıştır (Kodlama örnekleri için Tablo 3.6'ya bakınız).

Çalışmanın ikinci aşamasında araştırmacı klinik görüşmeler ve öğretim seansları yardımıyla belirlenen hata profillerinin dört öğrencide zamanla nasıl bir değişime uğradığını incelemiştir. Yazılı değerlendirme soruları ile belirlenen hata profilleri klinik görüşmelerle teyit edildikten sonra her bir öğrencinin ön görüşmede gösterdiği hata profillerinin oranları hesaplanmıştır (bkz. Tablo 3.12). Bu veriler çalışmanın sonunda

güncellenerek öğrencilerin ne ölçüde bu hata profillerini giderdikleri araştırılmıştır. Ön ve son görüşme analizlerine ek olarak araştırmacı öğretim seansları boyunca öğrencilerin uzamsal becerilerinde ki gelişimi izlemiştir. Her bir öğretim seansında toplanan veriler devamlı ve geriye dönük olarak (Middleton vd., 2004, s. 14) analiz edilmiş ve bu analizler sonucunda sonraki öğretim seansları planlanmıştır. Her seansın sonunda araştırmacı öğrencilerin hangi hata profillerini giderdiklerini, hangi hata profillerinde henüz tam anlamıyla ilerleme kaydedemediklerini belirleyerek bir sonraki öğretim seansının planını yapmıştır.



3. BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölüm araştırma soruları kapsamında düzenlenmiştir. Öncelikle birinci araştırma problemi kapsamında (Öğrencilerin uzamsal becerilerin açınım, döndürme ve görünüş bileşenleri kapsamında yaşadıkları zorluklar nelerdir?) öğrencilerin PSVT testine, yazılı değerlendirme sorularına ve ön klinik görüşmelerdeki sorulara verdikleri cevaplar değerlendirilmiştir. Ardından ikinci araştırma problemi (Cabri 3D Geometri yazılımı ile hazırlanan materyallerin ve çizim etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneğine etkisi nasıl olmaktadır?) bağlamında öğretim seansları boyunca yapılan gözlem ve görüşmelere ve son klinik görüşmeler kapsamında toplanan bulgulara yer verilmiştir.

3.1. Katılımcıların Uzamsal Görselleştirme Kapsamında Yaşadıkları Zorluklar

3.1.1. PSVT ile elde edilen bulgular

PSVT testinin sonuçları öğrencilerin uzamsal görselleştirmenin bileşenleri olan açınımlar, döndürme ve görünüşler bölümlerinde zorluklar yaşadıklarını göstermiştir. Tablo 3.1’de öğrencilerin PSVT ‘den aldıkları puan dağılımları verilmiştir. Tabloda ayrıca öğretim seanslarına katılan sekiz öğrenci (*) ve ön-son klinik görüşmelerin yapıldığı dört katılımcı (**) ile belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Öğrencilerin PSVT Puan Dağılımları

Sıra No	Bölüm ve Sınıf Düzeyi	PSVT Sonuçları			
		Açınımlar ___/12	Döndürme ___/12	Görünüşler ___/12	Toplam ___/36
1 **	Makine 2	3	2	5	10
2 **	Makine 2	7	5	5	17
3 **	Makine 2	3	4	4	11
4 *	Makine 2	3	2	2	7
5 *	Makine 2	2	3	6	11
6 **	Makine 2	2	0	4	6
7 *	Makine 2	4	2	2	8
8 *	Makine 2	4	2	5	11
9	Makine 1	2	6	1	9
10	Makine 1	1	2	4	7
11	Makine 1	3	2	2	7

Tablo 3.1'in Devamı. Öğrencilerin PSVT Puan Dağılımları

Sıra No	Bölüm ve Sınıf Düzeyi	PSVT Sonuçları			Toplam ___/36
		Açınımlar ___/12	Döndürme ___/12	Görünümler ___/12	
12	Makine 1	2	8	8	18
13	Makine 1	7	2	5	14
14	Makine 1	3	3	5	11
15	Makine 1	3	4	4	11
16	Elektrik 1	1	1	4	6
17	Elektrik 1	1	3	1	5
18	Elektrik 1	3	1	3	7
19	Elektrik 1	4	4	4	12
20	Elektrik 1	3	6	4	13
21	Elektrik 1	5	6	4	15
22	Elektrik 1	2	4	3	9
23	Motor 1	2	6	4	12
24	Motor 1	2	1	2	5
25	Motor 1	5	3	1	9
26	Motor 1	6	1	3	10
27	Motor 1	2	1	4	7
28	Motor 1	3	2	1	6
29	Pastacılık 2	1	1	3	5
30	Makine 3	5	3	4	12
Genel Ortalama		<u>3.1/12</u>	<u>3/12</u>	<u>3.6/12</u>	<u>9.7/36</u>
(Yüzdelik)		(%26)	(%25)	(%30)	(%27)

Tablo 3.1'den de anlaşılacağı üzere gerek her bir bileşen için gerekse tüm katılımcılar için genel başarı ortalaması yaklaşık %27 civarındır. Puan aralıkları açısından öğrencilerin PSVT başarı durumları dört kategori halinde Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Öğrencilerin PSVT Başarı Durumu

PUAN ARALIĞI	ÖĞRENCİ SAYISI
0 ile 9 arası	15 (%50)
10 ile 18 arası	15 (%50)
19 ile 27 arası	0 (%0)
28 ile 36 arası	0 (%0)
	N=30

Tablo 3.2 incelendiğinde, katılımcıların tamamının soruların %50 si veya %50 sinden fazlasını yapamadıkları görülmüştür. Katılımcıların yarısının PSVT'den 0-9 puan aralığında bir puan alması uzamsal görselleştirmenin tüm bileşenlerinde zorlandıklarını göstermektedir. 10-18 puan aralığında bir puan alan katılımcıların uzamsal görselleştirme becerilerinin, 0-9 puan aralığında puan alan katılımcılara göre daha yüksek seviyede olduğu söylenebilir. Bununla birlikte bu öğrencilerin de uzamsal görselleştirme becerilerinde sıkıntılar yaşadıkları söylenebilir.

Uygulanan uzamsal görselleştirme testinin (PSVT) bulgularının daha detaylı olarak analiz edilebilmesi için katılımcıların testin alt bölümlerinden (açınımlar, döndürme ve görünüşler) almış oldukları puanlar belirli puan aralıklarında aşağıdaki şekilde incelenmiştir.

3.1.1.1. Açınımlar bölümü ile ilgili bulgular

PSVT testinin açınımlar bölümünde 2B olarak verilen bir şeklin, yüzeylerinin zihinsel olarak hareket ettirilerek 3B halinin zihinsel olarak canlandırılması istenmektedir. Bu bölümde 12 çoktan seçmeli soru bulunmaktadır ve bu bölümden alınabilecek maksimum puan 12'dir. 0 ve 12 puan arasında puan alan katılımcılar, 0-3, 4-6, 7-9 ve 10-12 puan aralıkları olarak 4 kategoride incelenmiştir. Belirlenen bu aralıklarda puan alan katılımcıların sayısı Tablo 3.3'te belirtilmiştir.

Tablo 3.3. Açınımlar Bölümü Puan Aralığına Göre Yapılan Dağılımlar

Puan Aralığı	Toplam (n,%)
0 ile 3 arası	21 (%70)
4 ile 6 arası	7 (%23)
7 ile 9 arası	2 (%7)
10 ile 12 arası	0 (%0)
	N=30

Açınım bölümünden 21 katılımcının (%70) 0-3 puan aralığında bir puan aldığı görülmektedir. Katılımcıların büyük bir çoğunluğu 12 sorudan en fazla 3 tanesine doğru cevap verebilmişlerdir. Katılımcıların bu konuda zorlandıkları, yüzeylerin hareketini zihinsel olarak düşünebilmede sıkıntı yaşadıkları söylenebilir.

Katılımcılardan 7'si (%23) ise 4-6 puan aralığında bir puan almıştır. Bu aralıkta puan alan katılımcılar 12 sorunun en fazla yarısını, yani 6 soruyu doğru şekilde cevaplayabilmişlerdir. Bu öğrencilerin de aslında açınım sorularında zorlandıkları söylenebilir.

Açınımlar bölümünden almış olduğu puan 7-9 puan aralığında bulunan sadece 2 katılımcı (%7) bulunmaktadır. Diğer aralıklara bakıldığında bu puan aralığındaki katılımcı sayısının oldukça düşük olduğu görülmektedir.

10-12 puan aralığında hiçbir katılımcı puan alamamıştır. Bu aralıkta bir puan alan katılımcı olmaması uzamsal görselleştirme yeteneğinin açınımlar alt bileşeninde eğitimin gerekli olduğu düşüncesini desteklemektedir.

3.1.1.2. Döndürme bölümü ile ilgili bulgular

PSVT testinin döndürme bölümünde 3B cisimlere uygulanan döndürmenin tahmin edilmesi ve bu döndürmenin verilen başka bir 3B cisme zihinsel olarak uygulanması ve bu döndürme sonucu cismin elde edilecek görünümünün tahmin edilmesi istenmektedir. Bu bölümde de 12 çoktan seçmeli soru bulunmaktadır ve bu bölümden alınabilecek maksimum puan 12'dir. Tablo 3.4'te katılımcıların aldıkları puanların belirli puan aralıklarındaki dağılımı verilmiştir.

Tablo 3.4. Döndürme Bölümü Puan Aralığına Göre Yapılan Dağılımlar

Puan Aralığı	Toplam (n, %)
0 ile 3 arası	20 (%67)
4 ile 6 arası	9 (%30)
7 ile 9 arası	1 (%3)
10 ile 12 arası	0 (%0)
	N=30

Tablo 3.4 incelendiğinde, *açınımlar* bileşeninde olduğu gibi katılımcıların büyük bir çoğunluğu (%67) 0-3 puan aralığında puan alabilmişlerdir. Belirlenen aralıklarda puan alan katılımcı sayıları arasında belirgin farklılığın olduğu göze çarpmaktadır. Katılımcıların hemen hemen tamamı bu bölümde yer alan soruların yarısından fazlasını

yanlış cevaplamışlardır. Katılımcılar arasında açınımlar bölümündekine benzer bir dağılım bulunmaktadır. Ancak bu bölümde 0-3 puan aralığı ile 4-6 puan aralığında puan alan katılımcı sayısı arasında daha belirgin bir fark bulunmaktadır. 0-3 aralığında puan alan katılımcı sayısı oldukça fazladır. Bu değerler de öğrencilerin uzamsal görselleştirmenin döndürme bileşeninde zorlandıklarını göstermektedir.

3.1.1.3. Görünüşler ile ilgili bulgular

PSVT testinin görünüşler bölümünde, verilen 3B şekillere belirlenen bir bakış yönünden bakıldığında, 3B şekillerin görünüşünün nasıl olacağının zihinsel olarak düşünülmesi istenmektedir.

Görünüşler bölümünü, açınımlar ve döndürme bölümlerinden farklı kılan bir husus bulunmaktadır. Açınımlar ve döndürme bölümlerindeki sorularda cismi gözlemleyen kişinin sabit olması; cismin tamamının veya bir kısmının zihinsel olarak hareket ettirilmesi istenmektedir. Görünüşler bölümü sorularında ise verilen 3B şekil sabit olup, cisme bakış yönü değişkenlik göstermektedir. Yani kişinin kendisinin hareket ettiğinin düşünülmesi istenmektedir. Bu özelliği ile diğer bölümlerden farklı bir tür düşünme şekli gerektiği söylenebilir.

Bu bölümde 12 çoktan seçmeli soru bulunmaktadır ve bu bölümden alınabilecek maksimum puan 12'dir. 0 ve 12 puan arasında puan alan katılımcılar, 0-3, 4-6, 7-9 ve 10-12 puan aralıkları olarak 4 kategoride incelenmiştir. Belirlenen bu aralıklarda puan alan katılımcıların sayısı Tablo 3.5'te belirtilmiştir.

Tablo 3.5. Görünüşler Bölümü Puan Aralığına Göre Yapılan Dağılımlar

Puan Aralığı	Toplam(n,%)
0 ile 3 arası	12 (%40)
4 ile 6 arası	17 (%57)
7 ile 9 arası	1 (%3)
10 ile 12 arası	0 (%0)
	N=30

Tablo 3.5 incelendiğinde, katılımcıların 12'si 0 ile 3 arasında soruyu doğru şekilde cevaplarken, yarısından fazlası (%57) 4 ile 6 arasında soruyu doğru şekilde cevaplamışlardır. Büyük bir yoğunluğun yine ilk iki aralıkta (0-3 ve 4-6) olduğu görülmektedir. Az da olsa bu oranın diğer bileşenlere göre olumlu yönde değişkenlik

göstermesi katılımcıların benzer türdeki sorular ile Teknik Resim derslerinde karşılaşmış olmaları ile ilişkilendirilebilir. Genel olarak Tablo 3.5 incelendiğinde 30 katılımcının 29'unun soruların %50 den fazlasını yapamadıkları görülmektedir.

PSVT bulguları, genel olarak incelendiğinde katılımcıların büyük bir çoğunluğunun uzamsal görselleştirmenin açınımlar, döndürme ve görünüşler bileşenlerinde zorlandıkları belirlenmiştir.

3.1.2. Yazılı değerlendirme soruları ve ön klinik görüşmeler ile elde edilen bulgular

Bu bölümde yazılı değerlendirme kapsamında elde edilen bulguların analizi sonucunda öğrencilerin uzamsal becerinin açınım, döndürme ve görünüş bileşenleri ile ilgili yaptıkları hatalar belirlenmiştir. Tablo 3.6'da belirlenen hata profillerine yer verilmiştir. Klinik görüşmeler ile elde edilen bulgular öğrencilerin hata profillerini açıklamakta kullanılmıştır.

Tablo 3.6. Hata Profilleri

UZAMSAL YETENEK BİLEŞENLERİ	HATA PROFİLLERİ
Açınımlar	[A1] Açınımdaki yüzey sayısının cismin yüzey sayısı ile uyuşmaması [A2] Şeklin açınımdaki yüzey şekillerinin kapalı halindeki yüzey şekilleri ile uyuşmaması [A3] Şeklin açınımda yüzeylerin ilişkisiz şekilde konumlandırılması [A4] Şeklin açınımdaki yüzeylerin kenar uzunluklarıyla cismin ayrıt uzunlukları arasındaki tutarsızlıklar
Döndürme	[D1] Dönme ekseninin (X, Y, Z eksenlerinin) doğru belirlenememesi [D2] Dönme yönlerinin (saat yönü-saat yönü tersi) doğru belirlenememesi [D3] Dönme derecelerinin (90°, 180°, 270°) doğru olarak belirlenememesi (dönme miktarının doğru belirlenememesi)
Görünüşler	[G1] Görünüşün bir bölümünün eksik olarak çizilmesi (görünmeyen yüzeylerin gösterilmemesi) [G2] Görünüş yüzey türünün yanlış belirlenmesi [G3] Görünüş çiziminde yüzeylerin ilişkisiz şekilde konumlandırılması [G4] Bakış yönünün yanlış belirlenmesi (örn: arka görünüş yerine sağ görünüşün çizilmesi) [G5] Şekle belirlenen bakış yönünden bakıldığında şeklin görülebilecek yüzeylerinin (ön, arka, sağ, sol, üst, alt yüzeyler) doğru belirlenememesi

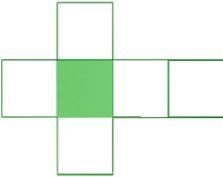
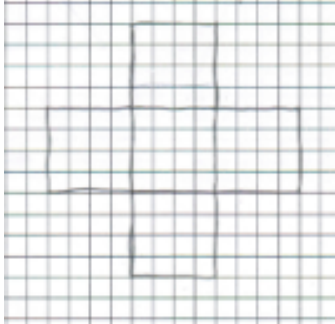
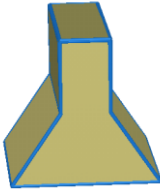
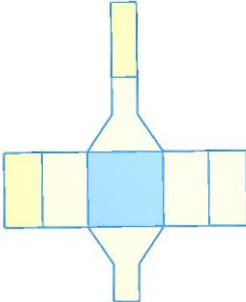
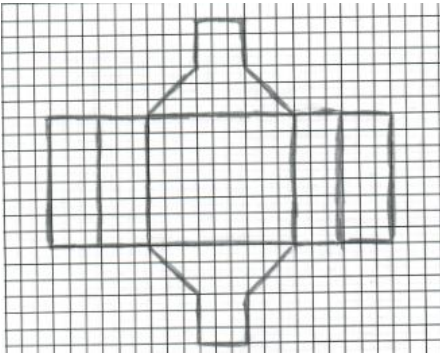
3.1.2.1. Açınımlar ile ilgili yapılan hatalar

Açınımlar ile ilgili sorularda verilen 3B şekillerin 2B açınımlarını zihinsel olarak canlandırıp ardından tahminlerini kâğıtta belirtilen kareli alana aktarmaları istenmiştir. Yapılan analiz sonucunda öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 3.6’da gösterildiği şekilde kodlanmıştır ([A1], [A2], [A3] ve [A4]). Bu hata profilleri ile ilgili detaylı bilgi ve örneklerle aşağıdaki bölümlerde yer verilmiştir.

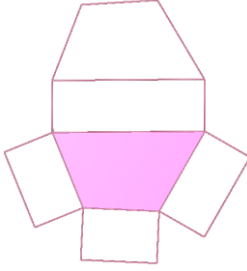
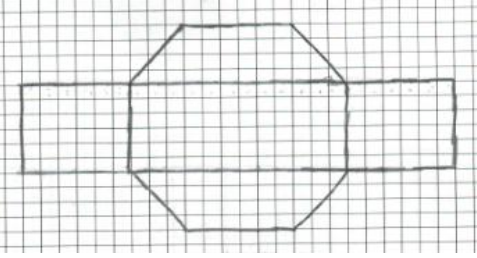
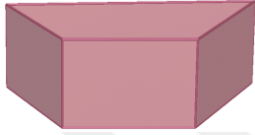
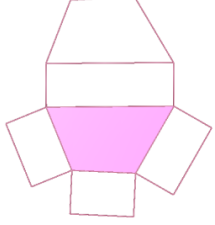
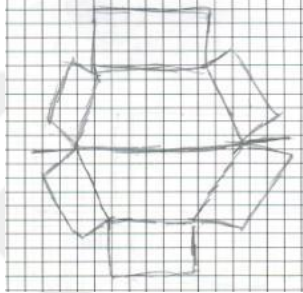
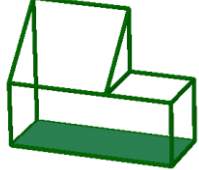
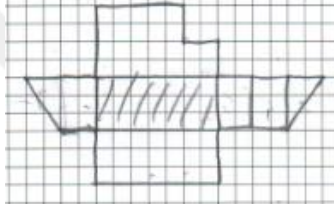
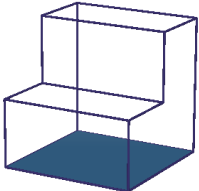
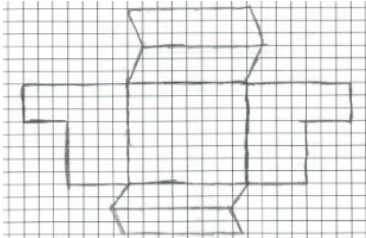
3.1.2.1.1. [A1] Hata profili

[A1] hata profili “açınımdaki yüzey sayısının cismin yüzey sayısı ile uyuşmaması” hatasıdır. Katılımcıların açınımları çizerken bazı yüzeylerin çizimlerini yapmadıkları görülmüştür. Örneğin, şeklin 3B gösteriminde 6 yüzey varsa öğrencinin 2B açınım çiziminde 5 yüzey gösterilmiştir. Eksik olan yüzeyin daha çok üst yüzey olduğu, bazen de arka yüzey (görünmeyen yüzey) olduğu (bkz. Tablo 3.7, 1, 2, 3 nolu şekiller), bazı çizimlerde ise açınımda gösterilen yüzey sayısının açınımı yapılması istenen 3B şeklin yüzey sayısından fazla olduğu (bkz. Tablo 3.7, 4 nolu şekil) görülmüştür. Ayrıca bazı birleşik şekillerin açınımlarının çizimlerinde de farklı yönlerdeki yüzeylerin eksik olduğu görülmüştür (bkz. Tablo 3.7, 5 ve 6 nolu şekiller).

Tablo 3.7. [A1] Hata Profili Örnekleri

No	Açınımı Çizilmesi İstenen Şekil	Örnek Doğru Açınım Çizimi	Öğrencilerin Çizimleri
1			
2			

Tablo 3.7'nin Devamı

No	Açınımı Çizilmesi İstenen Şekil	Örnek Doğru Açınım Çizimi	Öğrencilerin Çizimleri
3			
4			
5			
6			

3.1.2.1.2. [A2] Hata profili

[A2] kodlu hata profili “şeklin açınımındaki yüzey şekillerinin kapalı (3B) halindeki yüzey şekilleri ile uyuşmaması” olarak belirtilmiştir. [A2] kodlu hata türünün 3B olarak verilen bir cismin yüzeylerinin açınımında oluşacak 2B formunun tam olarak zihinde canlandırılmamasından kaynaklı olduğu görülmüştür. Öğrenciler şekillerin açınım çizimlerinde şeklin yan yüzeylerinin çizimlerini paralelkenara benzeyen bir şekil olarak göstermişlerdir (bkz. Tablo 3.8, 1 ve 2 nolu şekiller). Yan yüzeyler kare olması gerektiğinden yüzey türleri arasında bir tutarsızlık mevcuttur. Ancak, burada öğrencinin

yüzey türünü doğru algılayıp şekli yarım açarak çizmiş olabileceği sorusu akla gelmektedir. Klinik görüşmeler esnasında bu konuda netlik kazandırmak için bu çizimi yapan öğrenciye bazı sorular yöneltilmiştir. Sorulara verilen yanıtlar sonrasında öğrencinin yan yüzeyleri zihninde tam olarak canlandıramadığı görülmüştür. Araştırmacı ile öğrenci arasında geçen diyalog şu şekildedir:

Araştırmacı : Bu şeklin açınımını çizerken nasıl düşündün, anlatır mısın?

Öğrenci : Tabanı kare olarak çizdim. Yan tarafları sırayla açtım.

Araştırmacı : Yan yüzeylerin bu şekilde [paralelkenar] olduğunu mu düşünüyorsun?

Öğrenci : Evet.

Araştırmacı : Yan yüzeyleri tam açılmamış gibi görünüyor, tam açıp çizebilir misin?

Öğrenci : Çizdim. Yine böyle olur.

Öğrencinin yan yüzeyleri kare yerine paralelkenar gibi çizmesi küpün kâğıt üzerindeki görüntüsü ile de ilgili olabilir. Öğrencinin bulunduğu konumdan küpün her yüzeyini paralelkenar olarak görmesi onu böyle bir çizime sevk etmiş olabilir.

[A2] hata profili, silindir ve koni gibi eğrisel yüzey bulunduran şekillerin açınımında daha fazla sayıda gözlemlenmiştir. Yazılı değerlendirme soruları yöneltilen 30 öğrencinin hepsinin yaptığı çizimlerde bu hata türüne rastlanmıştır. Öğrencilerin bu tür cisimlerin yan yüzeylerinin açınım çizimlerini yapmakta zorlandıkları gözlemlenmiştir (bkz. Tablo 3.8, 3 nolu şekil).

[A2] kodlu hata türünün 3B olarak verilen bir cismin bazı yüzeylerini açarken, açılış doğrultusunu yanlış belirlemesi sonucunda farklı bir açınım çizimi yapıldığı görülmüştür. Örneğin, Tablo 3.7, 4 nolu şekilde katılımcıların bazıları cismin 1 ve 2 nolu yan yüzeylerini taban ayrıtlarına dik olarak açıp dikdörtgen şekli elde etmeleri gerekirken, yanlara doğru açmaya çalışmaları sonucunda yan yüzeyleri yamuk şeklinde elde etmişlerdir (bkz. Tablo 3.8, 4 nolu şekil). Bu çizimi yapan öğrencilere görüşme esnasında bu yüzeylerin dikdörtgen veya çizimde olduğu şekilde yamuk bir şekil mi olması gerektiği sorulmuştur. Öğrencilerden zihinde canlandırdıklarının çizimdeki gibi olması gerektiği cevabı alınmıştır.

Tablo 3.8. [A2] Hata Profili Örnekleri

No	Açınımı Çizilmesi İstenen Şekil	Örnek Doğru Açınım Çizimi	Öğrencilerin Çizimleri
1			
2			
3			
4			

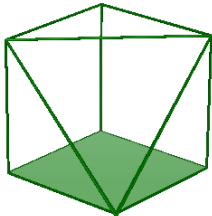
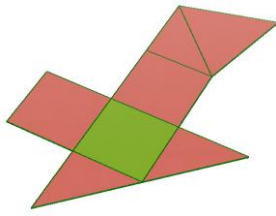
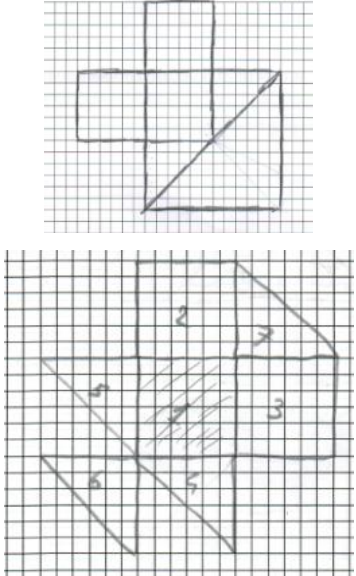
3.1.2.1.3. [A3] Hata profili

[A3] olarak kodlanmış hata türü ise “cismin açınımında yüzeylerin ilişkisiz şekilde konumlandırılması” ile ilgilidir. Cisimlerin açınım yüzeylerinin birleşim konumlarının doğru belirlenememesi olarak da açıklanabilir. Küp, dikdörtgen prizma gibi basit cisimlerde bu hata türüne çok sık rastlanmazken, şekil karmaşık hale geldikçe, yani yüzey sayısı arttıkça hangi yüzeyin ne yönde olacağı ve hangi yüzey ile ortak kenarı olacağı gibi noktalarda hata yapma oranı artmıştır. Öğrencilerin yapmış olduğu çizimler incelendiğinde, bazı çizimlerde tabana komşu olan yüzeylerin doğru şekilde açılarak çiziminin yapıldığı, ancak diğer yüzeylerin konumlandırılmasında hatalar olduğu görülmektedir (bkz. Tablo 3.9, 1, 2 ve 3 nolu şekiller).

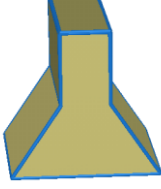
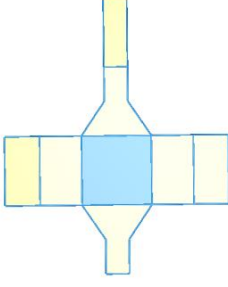
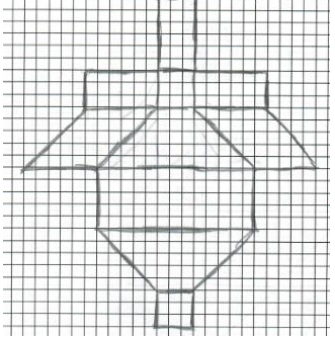
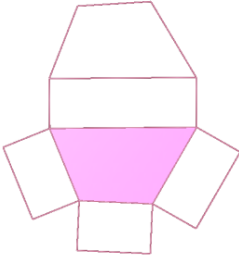
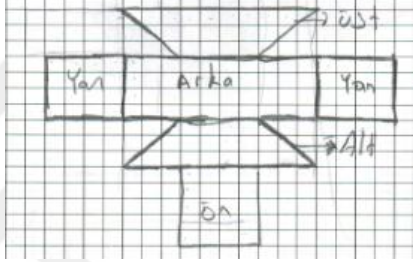
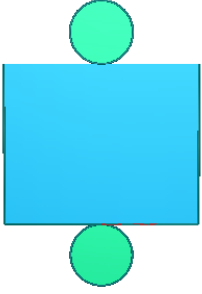
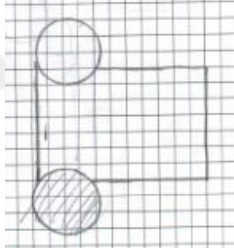
Örneğin, Tablo 3.9, 1 nolu şekilde örnekte cismin açınımın çiziminde katılımcı 7 nolu yüzeyi yanlış bir şekilde konumlandırmıştır. Benzer şekilde, bir başka örnekte ise (bkz. Tablo 3.9, 3 nolu şekil) katılımcı yüzey şekillerini büyük oranda doğru belirlediği halde bu yüzeyleri doğru bir şekilde konumlandıramamıştır.

Silindirin açınımının çizilmesi istendiğinde katılımcı silindirin taban yüzeyleri ile yan yüzeyini doğru olarak konumlandıramamıştır. Yan yüzeyin tam bir dikdörtgen olmadığı düşünülmüş ve taban yüzeyler yan yüzeye doğru şekilde birleştirilmemiştir. Yapılan bu açınım şeklinin yüzeyleri kapatılarak 3B cisim oluşturulmak istense silindir şekli oluşmayacaktır (bkz Tablo 3.9, 4 nolu şekil).

Tablo 3.9. [A3] Hata Profili Örnekler

No	Açınımı Çizilmesi İstenen Şekil	Örnek Doğru Açınım Çizimi	Öğrencilerin Çizimleri
1			

Tablo 3.9'un Devamı

No	Açınımı Çizilmesi İstenen Şekil	Örnek Doğru Açınım Çizimi	Öğrencilerin Çizimleri
2			
3			
4			

3.1.2.1.4. [A4] Hata profili

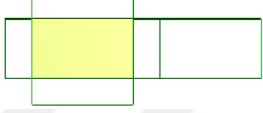
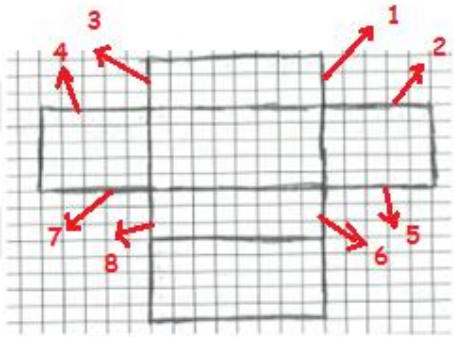
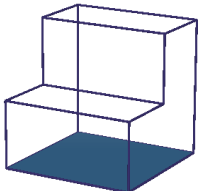
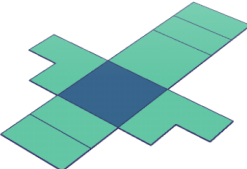
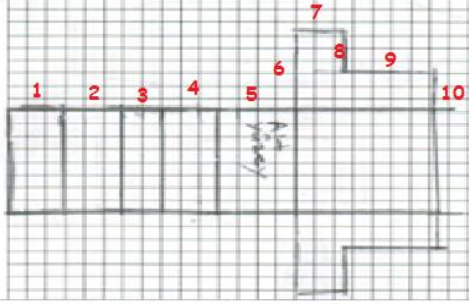
“Cismin açınımındaki yüzeylerin kenar uzunluklarıyla cismin ayrıt uzunlukları arasındaki tutarsızlıklar” olarak kodlanmış olan [A4] hata profili, açınımlarda birbirine eşit olması gereken kenar uzunluklarının birbirine eşit olmaması ile ilgilidir. Bu hatanın bazı çizimlerde dikkatsizlikten kaynaklandığı görülürken, bazı açınım çizimlerinde yanlış düşünmeden kaynaklandığı gözlemlenmiştir.

Tablo 3.10, 1 nolu şekilde verilen örnekte cismin açınımında birleşen kenar uzunlukları farklı sayıda birimler ile ifade edilmiştir. Örneğin açınım şeklinin yüzeyleri katlandıklarında 1 ile 2, 3 ile 4, 5 ile 6, 7 ile 8 nolu kenarlar birebir aynı hizaya gelememektedirler. Yüzeyler katlandıklarında prizma oluşturabilmeleri için bu

kenarların aynı uzunlukta olmaları gerekirken öğrencinin çiziminde 2 nolu kenar 1 nolu kenara göre daha uzun çizilmiştir.

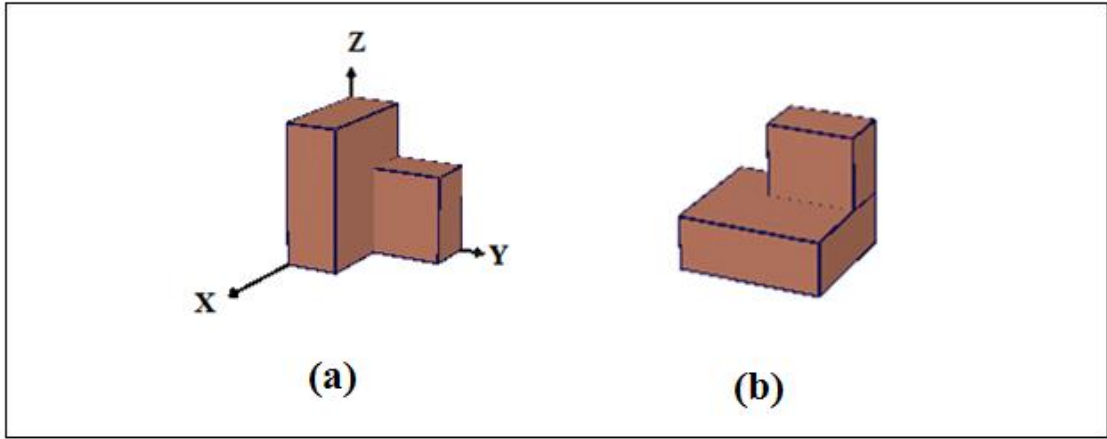
Çizim yüzeyleri katlandığında, verilen cismin elde edilebilmesi için bazı kenar uzunluklarının birbirine eşit olması gerekmektedir. Tablo 3.10, 2 nolu şekilde verilen açınım çiziminde birçok kenar uzunluğu tutarsız olarak çizilmiştir. Burada 5 ile 6, 4 ile 7, 3 ile 8, 2 ile 9 ve 1 ile 10 nolu kenarların eşit uzunlukta çizilmesi gereklidir. Oysa çizimde bu uzunluklar birbirinden farklı uzunluklarda çizilmiştir. Örneğin, 2 nolu kenar 3 birim ile, 9 nolu kenar ise yaklaşık 5 birim ile çizilmiştir.

Tablo 3.10. [A4] Hata Profili Örnekleri

No	Açınımı Çizilmesi İstenen Cisim	Örnek Doğru Açınım Çizimi	Öğrencilerin Çizimleri
1			
2			

3.1.2.2. Döndürme ile ilgili yapılan hatalar

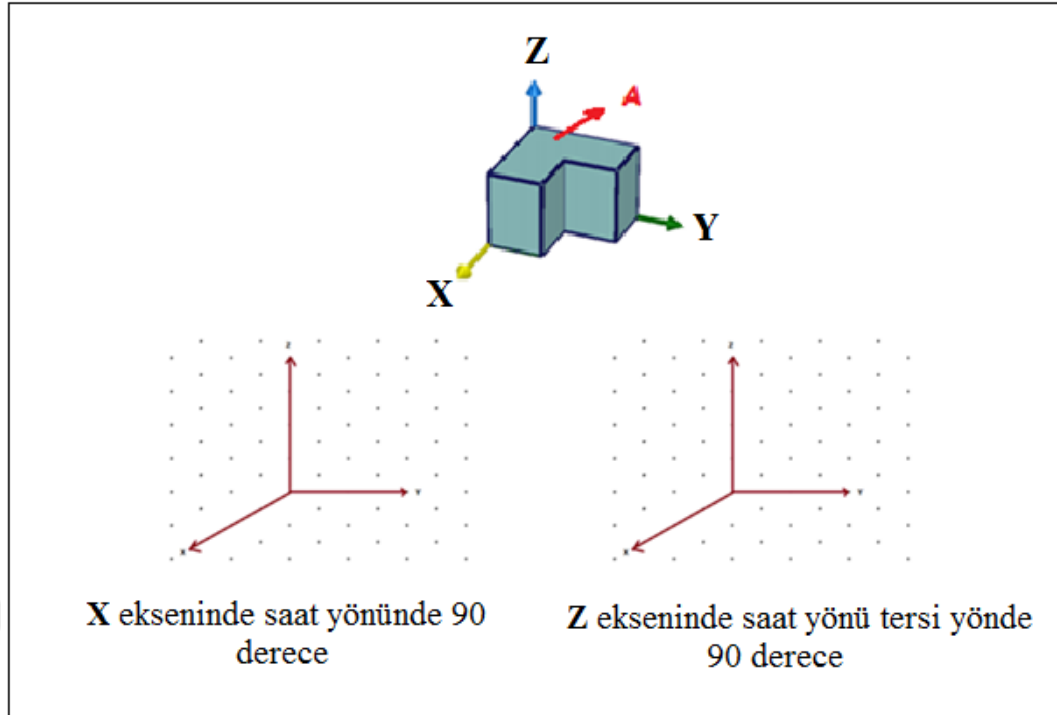
Döndürme soruları 2 bölümden oluşmuştur. Birinci bölümde belirtilen bir cisim (Şekil 3.1a) ile bu cisme uygulanmış bir döndürme sonucu cismin aldığı son görünüm (Şekil 3.1b) verilerek, bu son görünümün cisme nasıl bir döndürme uygulanarak kazandırılabilirliğini kişinin tahmin etmesi istenmiştir.



Şekil 3.1. Döndürme 1. Bölüm Sorularından Bir Örnek

Katılımcının tahminlerini cismin dönme eksen, dönme yönü ve dönme açısını göz önünde bulundurarak yapması ve bunu yazılı olarak belirtmesi istenmiştir.

Döndürme bölümü sorularının ikinci kısmında ise katılımcılara verilen 3B cisme belirtilen döndürme uygulandığında cismin nasıl görüneceğini zihinsel olarak canlandırmaları ve zihinlerinde oluşturdukları görünümü belirtilen alana çizmeleri istenmiştir (bkz Şekil 3.2). Bu bölüm sorularında çizim yeteneği de gerekli olduğu düşünülerek yapılan hataların sebebini anlamak amacıyla katılımcılar ile görüşme yapılmıştır. Bu görüşmelerde bazı katılımcıların dönme sonucu oluşacak görünümü zihinsel olarak doğru düşündükleri ancak kâğıda çizmede sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Görüşmelerde öğrencilere şeklin bazı yüzeylerinin döndürme sonrası ne yöne bakacağı sorularak zihinlerinde oluşan görünüm anlaşılmaya çalışılmıştır. Örneğin, A yüzeyinin döndürme sonrası ne yöne bakacağı sorulmuştur.



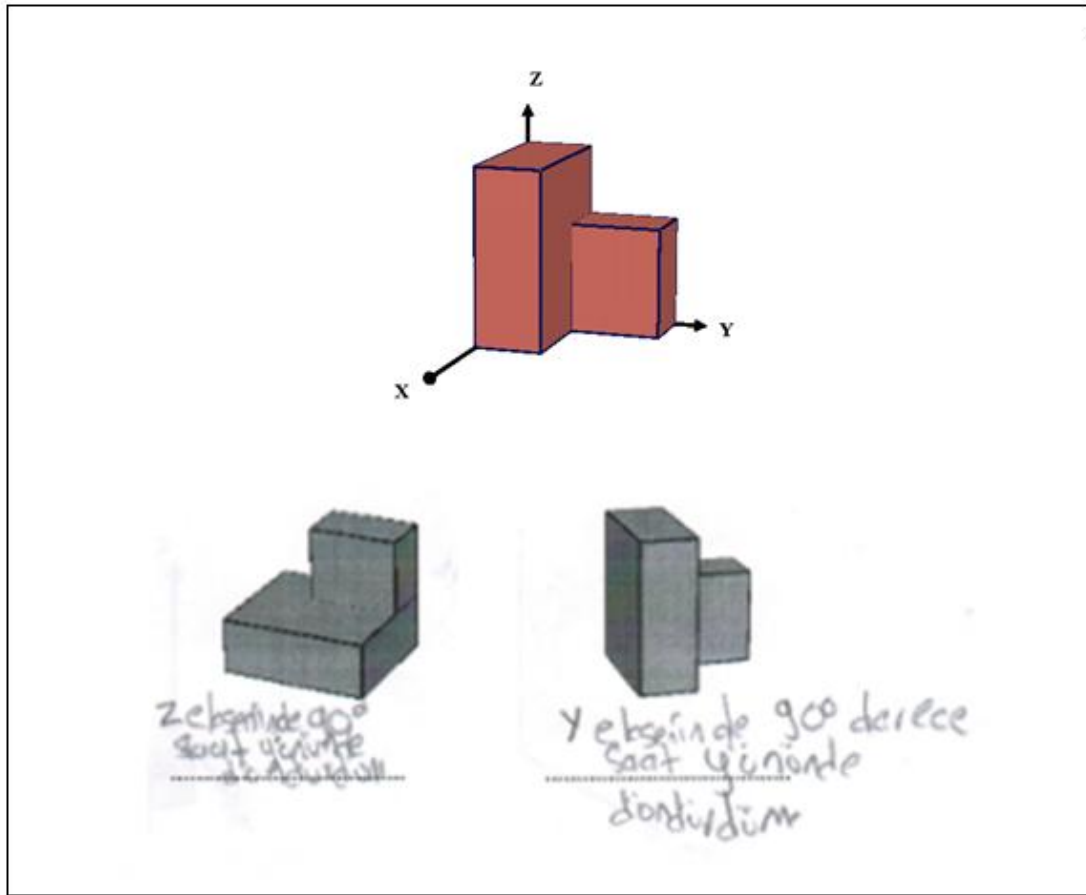
Şekil 3.2. Döndürme 2. Bölüm Sorularından Bir Örnek

Döndürme bölümü ile ilgili katılımcılara yöneltilen sorulara verilen cevaplar analiz edildiğinde öğrencilerin 3 farklı noktada hatalar yaptıkları gözlenmiştir (bkz. Tablo 3.6). Bu hatalarla ilgili detaylı bilgi aşağıda verilmiştir.

3.1.2.2.1. [D1] Hata profili

[D1] hata profili, döndürmenin uygulandığı cismin dönme ekseninin (X, Y, Z eksenlerinin) doğru belirlenememesi durumudur. Örneğin, cismin verilen 2. görüntüsü 1. görüntüsünün X ekseninde döndürülmesiyle elde edilebilmektedir. Ancak kişi bu cisme uygulanan döndürmenin Z ekseninde olduğunu ifade ediyorsa bu durumda döndürme eksenini doğru olarak tahmin edememesinden dolayı [D1] kodlu hata profiline örnek bir hata yapmış olduğu kabul edilmiştir.

Örneğin Şekil 3.3'te verilen cisme uygulanan döndürme sonucu elde edilen görüntüleri verilerek öğrencinin bu döndürmenin hangi ekseninde, hangi yönde ve hangi derecede olduğunu tahmin etmesi istenmiştir. Verilen yanıtlar incelendiğinde dönme ekseninin belirlenmesinde hatalar yapıldığı görülmektedir. Örnekte istenen dönme eksenini sırasıyla X eksenini ve Z eksenini olmalıdır. Verilen yanıtlarda katılımcıların bu eksenler yerine sırasıyla Z ve Y eksenlerinde döndürmenin gerçekleştiğini düşündükleri görülmüştür. Bu hata türünün çalışmada soru yöneltilen katılımcıların nerdeyse tamamı tarafından yapılan bir hata olduğu gözlenmiştir.

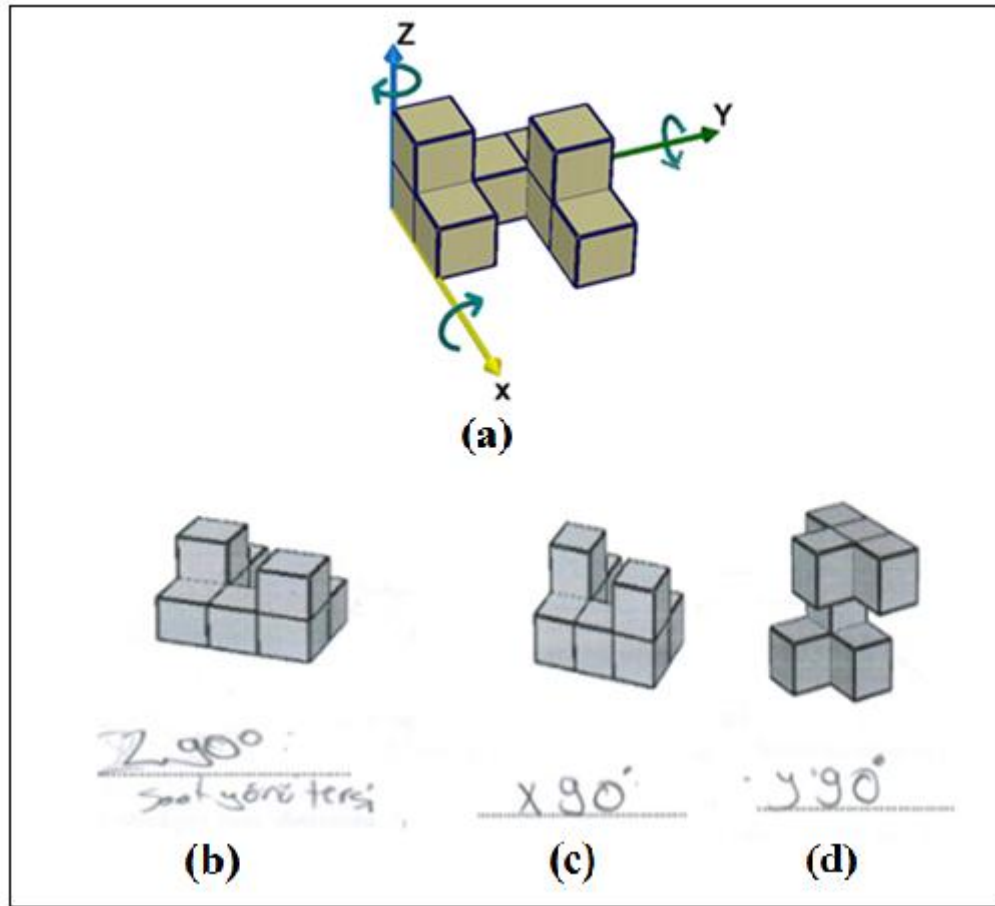


Şekil 3.3. [D1] Hata Profiline Bir Örnek

3.1.2.2.2. [D2] Hata profili

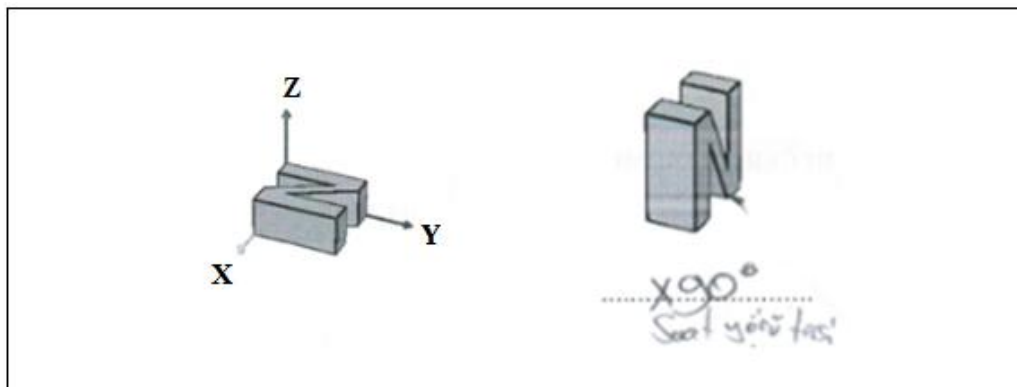
[D2] olarak kodlanmış hata profili, dönme yönünün (saat yönü-saat yönünün tersi) doğru belirlenememesinden oluşmuş olan hata türüdür. Sorulara verilen yanıtlar incelendiğinde, eksenlerin (X, Y, Z) etrafında dönme uygulanan cisimlerin ne yönde döndürüleceğinin zihinsel olarak canlandırılmadığı görülmüştür. Soruda verilen cismin ilk görünümü üzerinde yönler (saat yönü ve saat yönü tersi yön) oklar ile gösterilmesine rağmen döndürme yönü ile ilgili yanılgılar olduğu veya döndürme yönünün cevapta doğru olarak belirlenemediği gözlenmiştir.

Örneğin, Şekil 3.4 a'da verilen cisme uygulanan döndürme sonucu oluşan görünümüleri aşağıdaki şekilde verilmiştir. Bu örnekte verilen yanıtlar incelendiğinde dönme yönleri ile ilgili verilen yanıtlarda eksik bilgi ve hatalı cevaplar olduğu görülmektedir (Şekil 3.4 b, c ve d).



Şekil 3.4. [D2] Hata Profili Örneği
Kaynak: MEB, 2012, s. 242

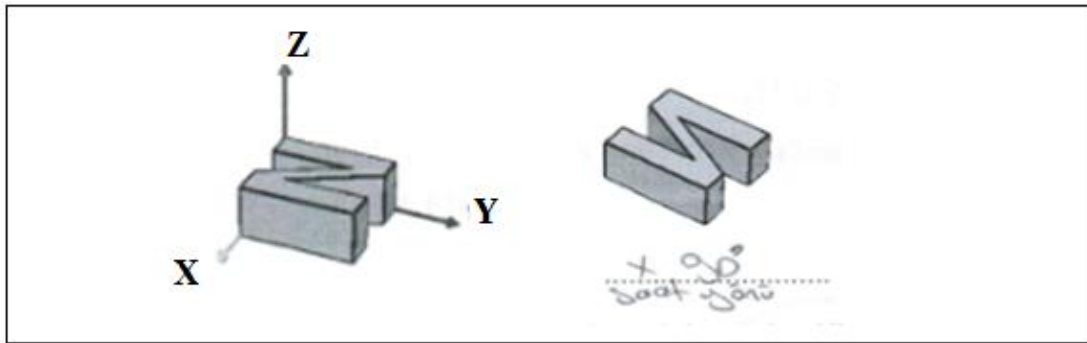
Dönme yönü ile dönme açısı birbirine bağlı olarak değişmektedir. Dönme yönü yanlış belirlendiğinde dönme açısı da direkt olarak yanlış olarak ifade edilebilmektedir. Şekil 3.5'te verilen örnekte de dönme eksenini dönme açısı doğru olarak belirlenmiştir. Ancak dönme yönünün belirlenmesinde hata yapılmıştır. Cevap saat yönü olması gerekirken saat yönünün tersi yönü olarak belirtilmiştir.



Şekil 3.5. [D2] Hata Profiline Diğer Bir Örnek

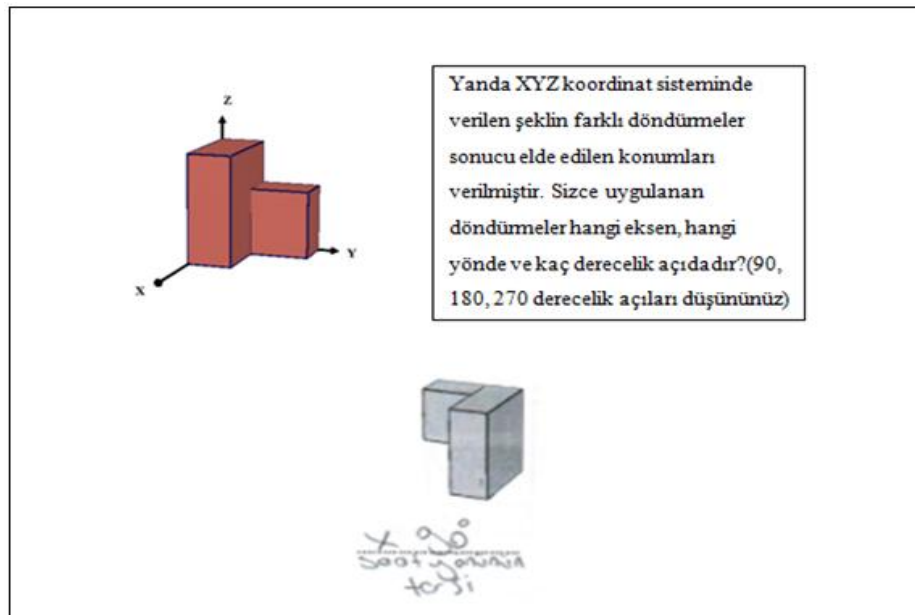
3.1.2.2.3. [D3] Hata profili

[D3] hata profili, cisme uygulanan dönme derecesinin (döndürme miktarının) doğru olarak tahmin edilememesi durumudur. Sorulan sorularda uygulanan döndürmelerin miktarlarının 90° , 180° veya 270° den biri kadar açıda olduğu ifade edilerek, döndürme miktarının tahmin edilmesi istenmiştir. Örneğin Şekil 3.6'da verilen örnekte verilen cevap incelendiğinde, dönme eksenini ve dönme yönünün doğru olarak belirlendiği; ancak dönme miktarının 180° yerine 90° olarak belirtildiği görülmektedir.



Şekil 3.6. [D3] Hata Profili Örneği

Şekil 3.7 incelendiğinde, verilen cevap analiz edildiğinde bir önceki örneğe benzer olarak dönme ekseninin doğru olarak belirlendiği; ancak dönme açısının yanlış tahmin edildiği görülmektedir. Bu soruda dönme açısı 180° olmalı iken cevap 90° olarak verilmiştir.



Şekil 3.7. [D3] Hata Profiline Diğer Bir Örnek

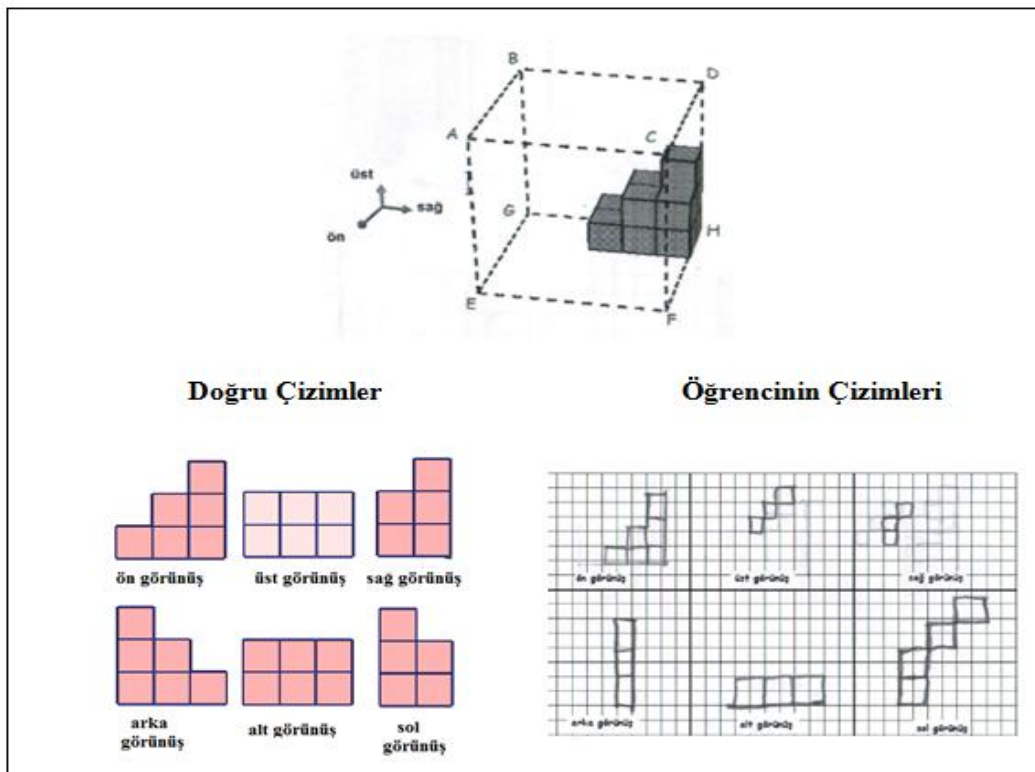
3.1.2.3. Görünüşler ile ilgili yapılan hatalar

Görünüşler bölümü ile ilgili katılımcılara yöneltilen sorulara verilen cevaplar analiz edildiğinde öğrencilerin 5 farklı hata profiline sahip oldukları gözlenmiştir (bkz. Tablo 3.6). Bu hata profilleri ile ilgili açıklama ve örnekler aşağıda verilmiştir.

3.1.2.3.1. [G1] Hata profili

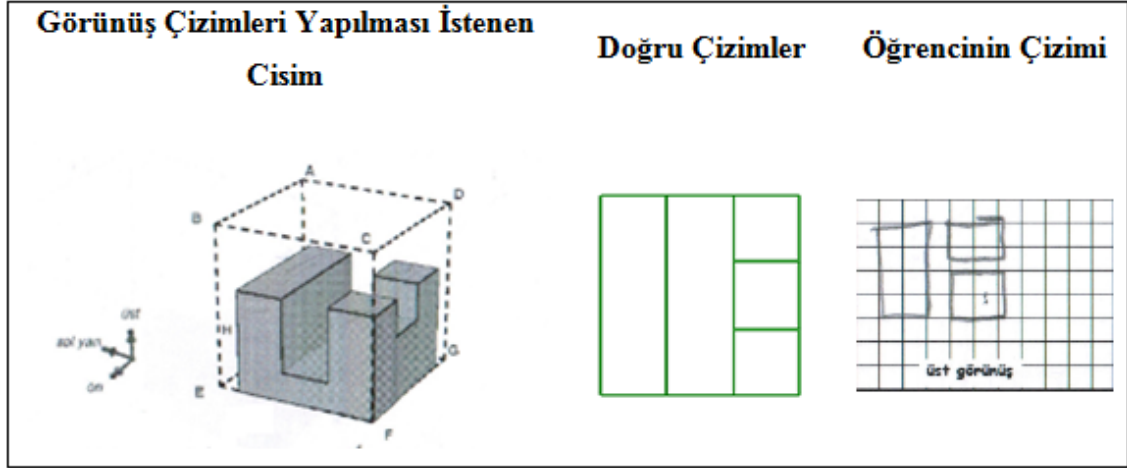
[G1] hata profili, yapılan çizimlerde görünüş yüzeyinin bir bölümünün çizilmemesi ya da bir bölümünün eksik olarak çizilmesi olarak ifade edilmiştir. Bu hatanın oluşumunda 2 tür düşünmenin etkili olduğu görülmüştür. İlk olarak kişi belirlenen bakış yönünden bakıldığında elde edilecek görünüşü tam olarak hayal edememiş, zihninde canlandıramamıştır. İkinci olarak ise kişi 3B cismin verilen görünüşünde cismin görünmeyen yüzeylerine çizimlerinde yer vermeyi unutmuştur (bkz. Şekil 3.8, 3.9 ve 3.10).

Şekil 3.8’de yapılmış olan çizimler incelendiğinde, ön görünüşün çiziminin doğru olarak yapıldığı, ancak diğer görünüş türlerinin doğru olarak belirlenemediği görülmektedir. Üst, sağ, arka, alt, sol görünüşlerin hepsinde çizimi gösterilmemiş olan birim kareler bulunmaktadır. Arka ve alt görünüşlerin tek sıra halinde birim kareler olarak düşünülmüş olduğu fark edilmektedir.



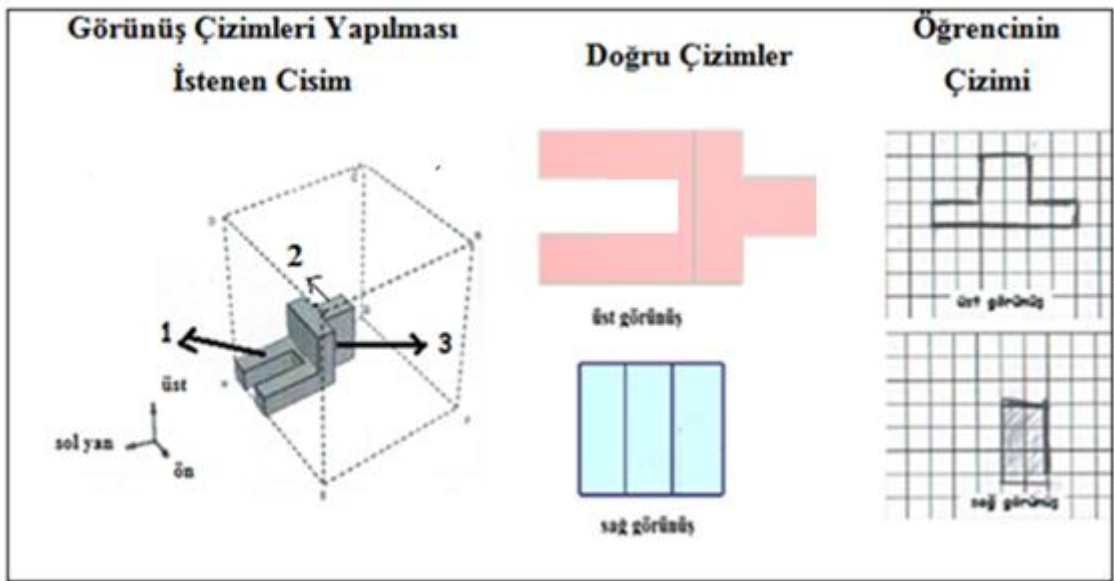
Şekil 3.8. [G1] Hata Profili Örneği 1

Şekil 3.9’da, üst görünüş çiziminde olması gereken görünüş yüzeylerinin eksik olduğu görülmektedir. Üst bölümde bulunan yüzeylere çizimde yer verilirken, daha iç kısmında bulunan iç yüzeylere çizimde yer verilmemiştir.



Şekil 3.9. [G1] Hata Profili Örneği 2

Şekil 3.10’da verilen örneği incelediğimizde, çizim yüzeylerinin bir bölümünün gösterilmediği fark edilmektedir. Üst görünüş çiziminde 1 nolu yüzey, sağ görünüş çiziminde ise, 2 ve 3 nolu yüzeyler gösterilmemiştir. Bu örnekte üst görünüş çiziminde katılımcı yüzeyleri eksik göstermekle birlikte şekli zihninde önce döndürmüş ve sonrasında çizimi yapmıştır.

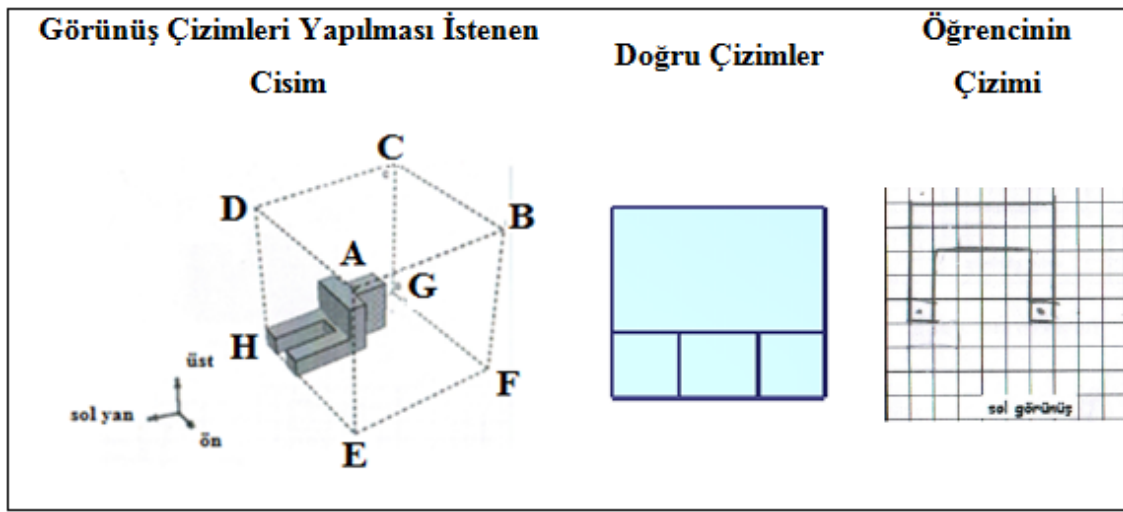


Şekil 3.10. [G1] Hata Profili Örneği 3

3.1.2.3.2. [G2] Hata Profili

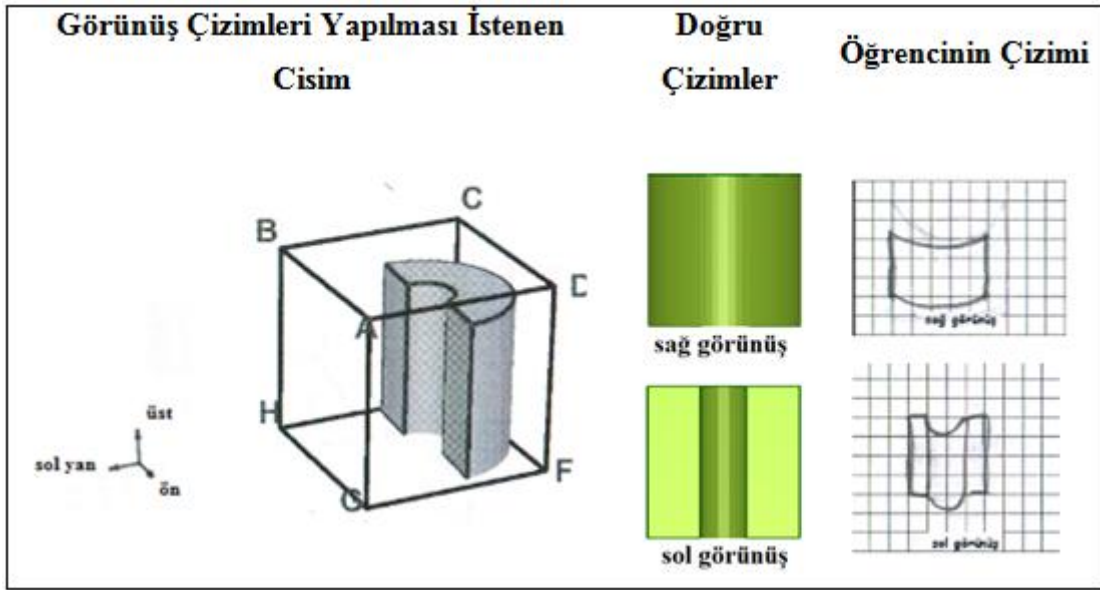
[G2] hata profilinde, görünüş yüzey şeklinin aslına uygun çizilememesi ile ilgilidir. Bu hata türünde öğrenci belirtilen yönden bakıldığında oluşacak görüntüyü tam olarak zihninde canlandıramamaktadır.

[G2] hata profili için bir başka örnek de Şekil 3.11’de verilmiştir. Burada verilen cismin sol görünüş yüzeyinin çizilmesi istenmektedir. Öğrencinin yapmış olduğu çizimi incelendiğinde, öğrencinin istenen yönden (sol yan) cismin görünüşünü tahmin ederek çizmeye başladığı, ancak sonrasında cismin verilen görüntüsünün etkisinde kalarak üst görünüş yüzeyi ile çizimine devam ettiği görülmektedir.



Şekil 3.11. [G2] Hata Profiline Bir Örnek

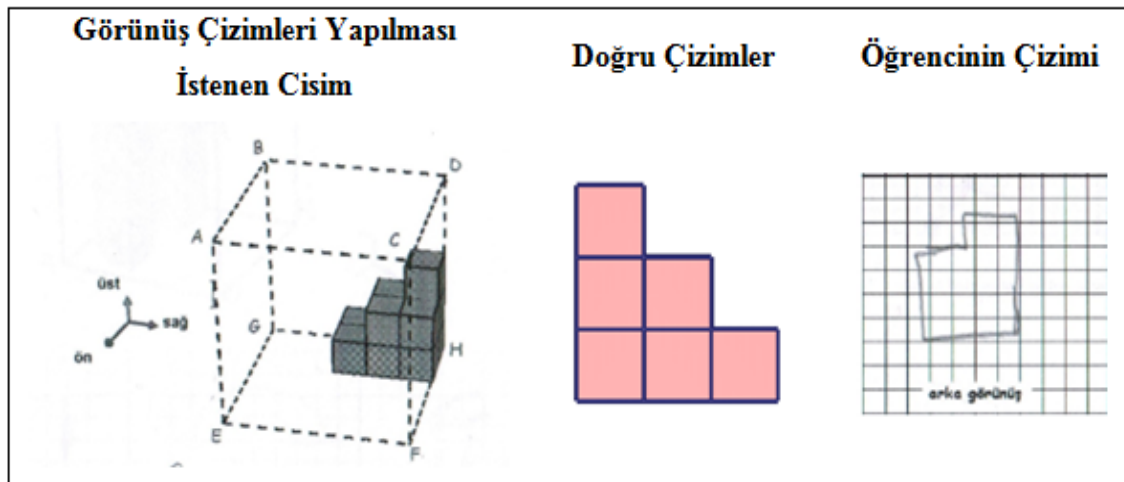
Eğrisel bir yüzey olan Şekil 3.12’de verilen örnekte de, sağ ve sol görünüş çizimlerdeki yüzeylerin eğrisel olarak görüneceği düşünülerek görünüş yüzey türü yanlış olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.12. [G2] Hata Profili İle İlgili Bir Başka Örnek

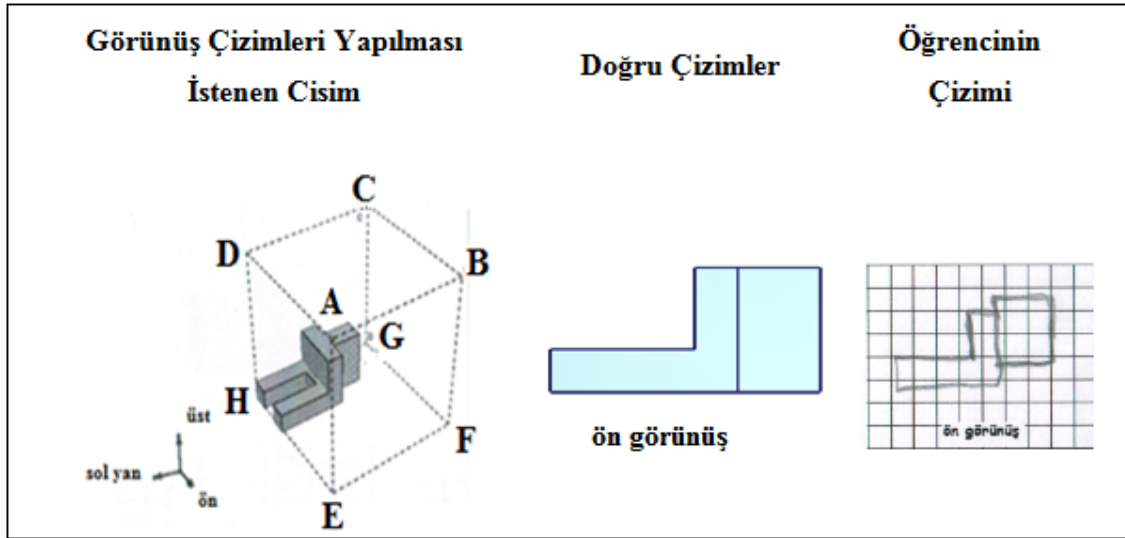
3.1.2.3.3. [G3] Hata profili

[G3] kodlu hata profili, görünüş çiziminde bulunan yüzeylerin ilişkisiz veya yanlış şekilde konumlandırılmasıdır. Bu hata türünde görünüş çiziminde yer alan yüzeyler büyük oranda doğru belirlenmiştir. Ancak bu yüzeylerin birleşimlerinde yanlışlıklar bulunmaktadır. Örneğin Şekil 3.13'te arka görünüş çiziminde cismin ön görünüş çizimine yakın bir çizim olduğu görülmektedir. Burada öğrenci cismin arka ve ön görünüş yüzeylerinin arasındaki farkı ayırt edemeyerek görünüş yüzeyi parçalarının konumlarını doğru belirleyememiş ve arka görünüş çizimini ön görünüş çizimine benzer şekilde yapmıştır. Ayrıca öğrencinin cismin görünüş yüzeyinin parçalarını da belirtmemiştir ([G2]).



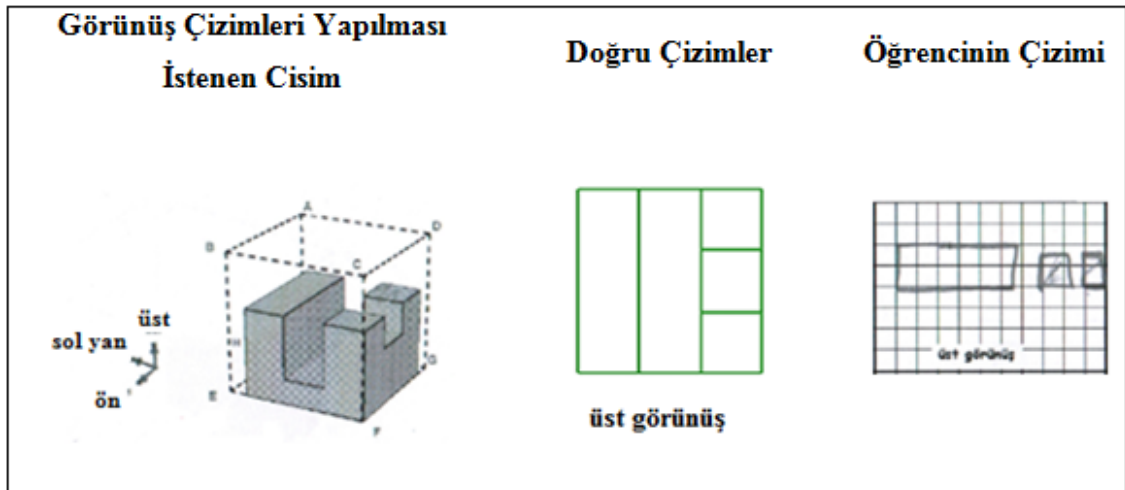
Şekil 3.13. [G3] Hata Profili Örnek 1

Şekil 3.14'te ise cismin verilen görünüşünün etkisinde kalınarak çizim yapıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 3.14).



Şekil 3.14. [G3] Hata Profili Örnek 2

Şekil 3.15'te verilen çizimde, üst görünüş yüzeylerinin bir kısmının doğru belirlendiği (Bir kısmını ise doğru belirleyememiş-[G2] ve bir kısmına da hiç yer vermemiştir-[G2]). ancak bu yüzeylerin yanlış konumlandırıldığı görülmektedir. Cismin üst görünüşünü bir bütün halinde çizememiş olup üst görünüşü oluşturan 2B şekilleri (dikdörtgen, kare) konumlandıramadığı için birbirinden bağımsız olarak çizmiştir.

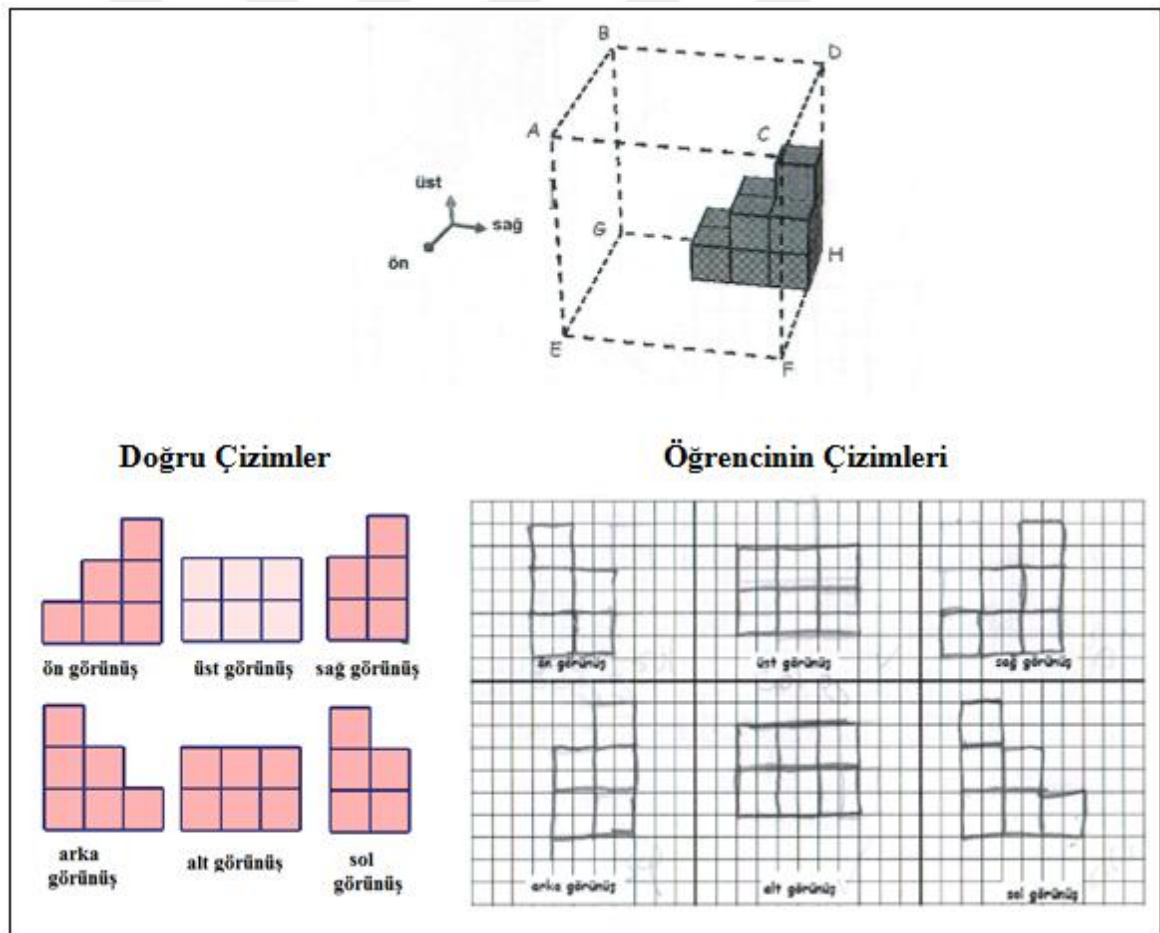


Şekil 3.15. [G3] Hata Profili Örnek 3

3.1.2.3.4. [G4] Hata profili

[G4] hata profili, görünüş çiziminin şekle istenen yönden değil de, farklı yönünden bakılarak çizilmesidir. İstenen bakış yönünün yanlış belirlenmesinden kaynaklanmaktadır.

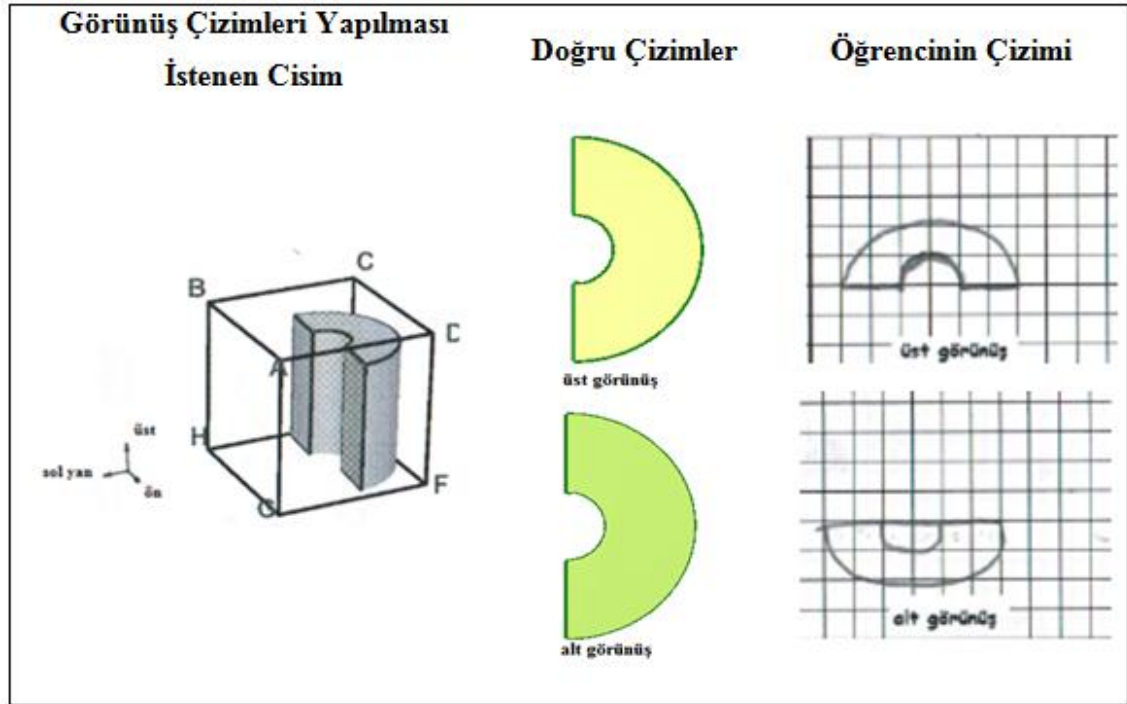
Örneğin Şekil 3.16'da bir katılımcının ön değerlendirme sorusu olarak yöneltilen sorulardan birine vermiş olduğu cevabın tümü gösterilmektedir. Çizimler incelendiğinde öğrencinin üst ve alt görünüş çizimlerinde bakış yönünü doğru belirlemekle birlikte, ön görünüş olarak sol görünüşü, arka görünüş olarak sağ görünüşü, sağ görünüş yerine ön görünüşü ve sol görünüş olarak da arka görünüşü çizdiği görülmektedir. Bu çizimler katılımcının yön karmaşası yaşadığını, şeklin ön-arka, sol-sağ, üst-alt yönlerinden görünüşünün elde edilmesi için şekle ne taraftan bakılması gerektiği konusunda tereddüt yaşadığını göstermektedir.



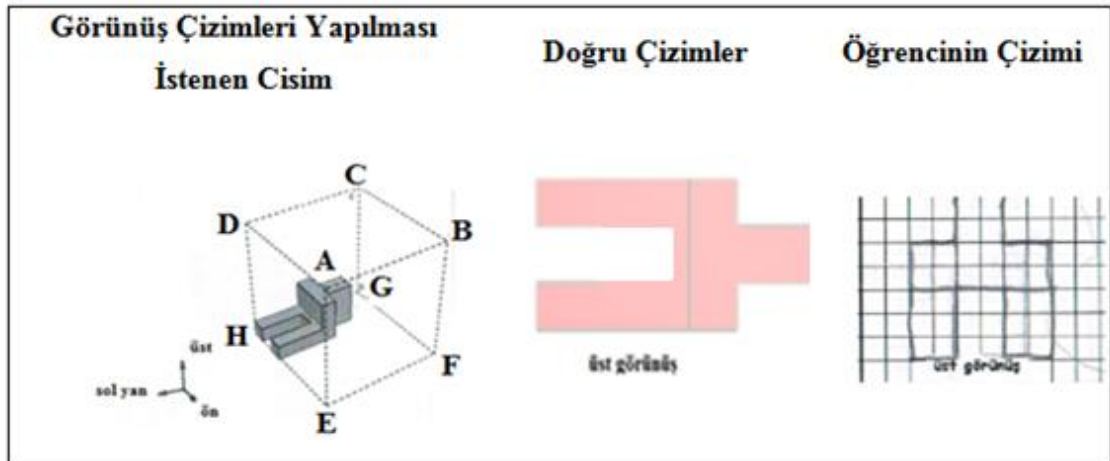
Şekil 3.16. [G4] Hata Profili Örneği

Ayrıca [G4] hata profilini bulunduran çizimlerde bazı çizimlerde kişinin bakış yönü hatası yaptığı görülmektedir. Katılımcılar bazen kendine yakın gelen yönden

bakarak cismin görünüş çizimini yapabilmektedir. Örneğin; arka görünüş yerine sağ görünüşün çizilmesi gibi. Şekil 3.17 ve Şekil 3.18’de verilmiş olan iki örnekte de görünüş çizimleri verilen cisme bakış yönü değiştirilerek çizilmiştir. Şekilde sol yan olarak belirtilen yöndeki yüzey ön yüzey gibi düşünülmüş ve bu yönden bakılarak üst ve alt görünüşler çizilmiştir.



Şekil 3.17. Bakış Yönü Yanılgısı



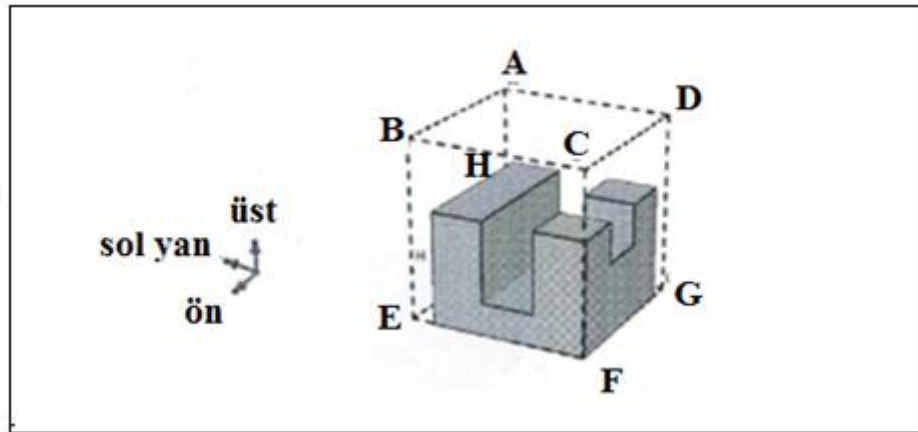
Şekil 3.18. Bakış Yönü Yanılgısına Bir Diğer Örnek

Şekil 3.17’de bakış yönü olmasının yanında ayrıca, cismin üst ve alt görünüş çizimlerinde cismin boyutları arasında ki oranı koruyamadığı gözlenmiştir. Şekil

3.18’de bakış yönü yanılgısının yanı sıra öğrenci cismin bir yüzeyini eksik çizerek [G1] hata profilini de yapmıştır.

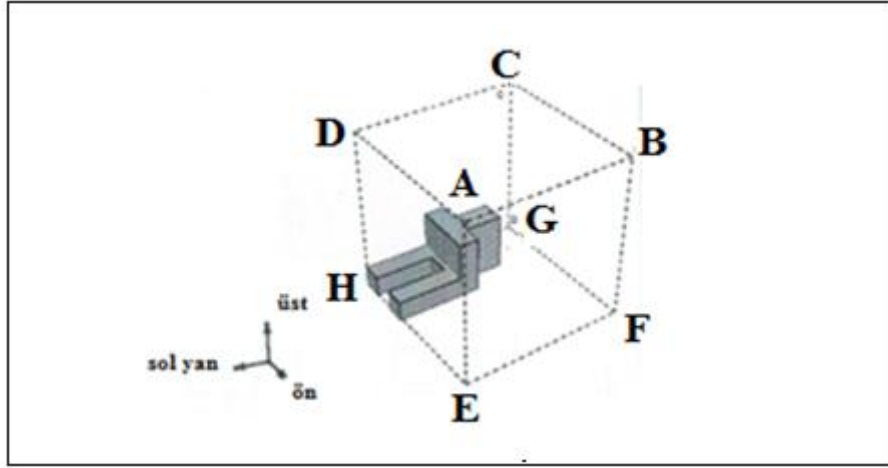
3.1.2.3.5. [G5] Hata Profili

Cisme belirlenen bir yönünden bakıldığında cismin görülebilecek yüzeylerinin (ön, arka, sağ, sol, üst, alt yüzeyler) doğru belirlenememesi hata türü [G5] olarak kodlanmıştır. Bu hata türünün anlaşılmasına yönelik olarak katılımcılara bir küp içinde verilen cismin belirtilen yönlerde bakan yüzeylerinin aynı anda görünebilmesi için cisme küpün hangi noktasından bakılması gerektiği sorulmuştur. Katılımcıların cevap olarak yanlış noktaları belirtmeleri bu konuda sıkıntı yaşadıklarını göstermiştir. Örneğin Şekil 3.19 için “Verilen cisim aynı anda alt, sağ ve ön yüzeylerinin görülmesi için cisme hangi noktadan bakılmalıdır?” sorusuna cevap olarak bazı katılımcılar tarafından “A, B, C ve E noktalarından” cevapları verilmiştir. Oysa bu 3 yüzeyin aynı anda görünebilmesi yalnızca F noktasından bakıldığında mümkündür.



Şekil 3.19. Görünüş Sorularından Bir Örnek 1

Benzer şekilde Şekil 3.20 için de “Verilen cismin aynı anda üst, sağ ve ön yüzeylerinin görülmesi için cisme hangi noktadan bakılmalıdır?” sorusuna cevap olarak bazı katılımcılar tarafından “B, D ve F noktalarından” cevapları verilmiştir. Oysa bu 3 yüzeyin anda görünebilmesi yalnızca C noktasından bakıldığında mümkündür.



Şekil 3.20. *Görünüş Sorularından Bir Diğer Örnek*

Bu bölümde, çalışmanın 1. aşaması kapsamında yazılı değerlendirme soruları ve klinik görüşmeler ile elde edilen bulgular analiz edilerek belirlenen hata profillerine yer verilmiştir. Hata profillerinin belirlenmesinin ardından 30 öğrenci arasından tüm hata profillerine sahip olan 8 öğrenci belirlenerek bir sınıf oluşturulmuştur. Araştırmanın 2. aşaması kapsamında belirlenen 8 öğrencinin teknoloji ortamında uzamsal görselleştirme becerilerindeki gelişim süreci bir sonraki bölümde detaylı olarak ele alınmıştır.

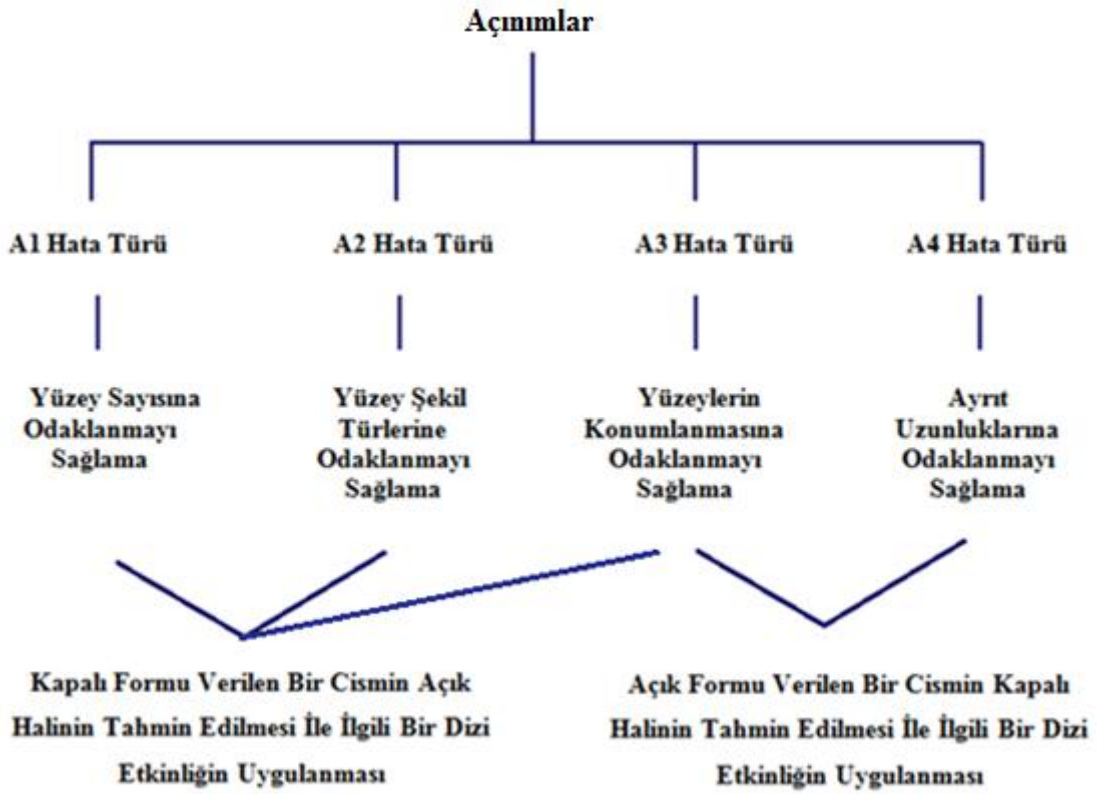
3.2. Teknoloji Ortamında Katılımcıların Uzamsal Görselleştirme Becerilerindeki Gelişim Süreci

Bu bölümde çalışmanın ikinci araştırma sorusu kapsamında katılımcıların teknoloji ortamında uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişim süreci incelenmiştir.

Aşağıda açınımlar, döndürme ve görünüşler kapsamında öğretim seanslarında elde eden bulgulara sırasıyla yer verilmiştir.

3.2.1. Açınımlar Bileşeninin Tasarımı ve Öğretim Seanslarının Uygulama Süreci

Açınımlar bölümü ile ilgili belirlenen Tablo 3.6'da gösterilen 4 hata profilinin giderilmesine yönelik olarak, araştırmacı bir dizi etkinlik hazırlayarak katılımcılar ile 3 öğretim seansı boyunca uygulamalar yapmıştır (bkz Şekil 3.21).



Şekil 3.21. *Açınımlar Bölümü Etkinliklerinin Uygulanış Şeması*

Açınımlar bölümü etkinlikleri iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada öğrenciler açık formu verilen bir cismin kapalı halinin tahmin edilmesi ile ilgili etkinlikler üzerinde çalışmışlardır. İkinci aşamada ise kapalı formu verilen bir cismin açık halinin tahmin edilmesi ile ilgili etkinlikler üzerinde çalışmışlardır. Bu etkinliklerin her birinde öğrencilerin hata profilleri göz önüne alınmıştır. Özellikle, yüzey sayısındaki uyuşmazlık; yüzey şekil türlerindeki uyuşmazlık; yüzeylerin konumlandırılmasındaki uyuşmazlık; yüzeylerin ayrıtlarındaki uyuşmazlık gibi mevcut olan hata profillerinin giderilmesi amaçlanmıştır. Araştırmacı bu hata profillerinin giderilmesine yönelik olarak bazı öngörülerde bulunmuş ve bu öngörülerini öğretim seansları boyunca test etmiştir. Örneğin, yüzey sayısını eksik çizen öğrencilerin bu hatasının giderilmesi için Cabri 3D programının döndürme özelliğinin kullanılarak cismin bütün yüzeylerinin görme fırsatının verilmesinin, öğrencinin bu hatasını fark etmesine yardımcı olacağı düşünülmüştür. Öğretim seanslarının detaylarına bir sonraki bölümde yer verilmiştir.

3.2.1.1. Öğretim seansı 1

Araştırma bulguları cismin kapalı formunda görünmeyen yüzeylerin katılımcılarca tahmin edilmesinde zorluklar yaşandığını göstermiştir. Öte yandan, açınımı verilen bir şekilde ise tüm yüzeyler rahatlıkla gözlemlenebilmektedir. Bu nedenle birinci öğretim seansında öncelikli olarak açınımı verilen cisimlerin kapalı hallerinin zihinde canlandırılması ile ilgili etkinliklerin uygulanması tercih edilmiştir. Bu şekilde, katılımcıların cismin kapalı halindeki tüm yüzeylerini öncesinde görme imkânı vererek daha önce yaptıkları yüzeylerin yanlış konumlandırılması ([A3]) ve ayırıt uzunluklarının tutarsız olması ([A4]) gibi hataların önüne geçilmeye çalışılması hedeflenmiştir.

Örneğin, sık karşılaşılan hata türlerinden biri katılımcıların 3B cismi oluştururken cismin yüzeylerini birbirleri ile ilişkili bir şekilde konumlandırmada yanlışlar yapmalarıdır. Bu sorunun giderilmesine yönelik yapılan etkinliklerde, özellikle katılımcıların dikkatleri, açınım yüzeylerinin cismi oluşturulabilmesi için kapalı durumda hangi yüzeylerin karşılıklı bir durumda olacağı, hangi yüzeylerin ise birbiriyle komşu olacağı durumlarına yönlendirilmiştir. Bu amaçla, katılımcılardan verilen açınımlarda bulunan numaralandırılmış yüzeyleri zihinsel olarak hareket ettirerek, şeklin kapalı formundaki konumlarını düşünmeleri ve öngörülerde bulunmaları istenmiştir. Sınıf ortamında öğrencilerin öngörülerini tartışarak ve sonrasında Cabri 3D programı kullanılarak bu öngörülerin doğruluğu test edilmiştir. Cabri 3D programı ile cismin yüzeyleri dinamik olarak hareket ettirilerek katılımcıların düşünceleri ile programın gösterdiği durumlar karşılaştırılmış ve katılımcıların kendi öngörülerindeki farkı gözlemlemeleri ve çıkarım yapmaları sağlanmıştır. Bu süreçte katılımcıların Cabri 3D programını kullanmalarına olanak sağlanarak cisimlerin kapalı ve açık hallerini tekrar tekrar görmelerine fırsat verilmiştir. Böylece öğrencilerin aktif katılımları sağlanarak süreci daha yakından deneyimlemeleri amaçlanmıştır.

Bu türdeki etkinliklerde yüzeylerin konumlarının düşünülmesinin ardından, yüzeylerin ayırıt uzunlukları arasındaki uyumsuzluklar ile ilgili [A4] hata türünün (bkz. Tablo 3.10) farkına varmalarını sağlamak amacıyla belirlenen ayırıtların şekil kapandığında hangi ayırıt ile birleşeceği, devamında ise hangi noktaların bir araya gelerek tek nokta oluşturacağı sorusu yöneltilmiştir. Böylece birbirine eşit olması gereken ayırıt uzunluklarının farkına varılması amaçlanmıştır.

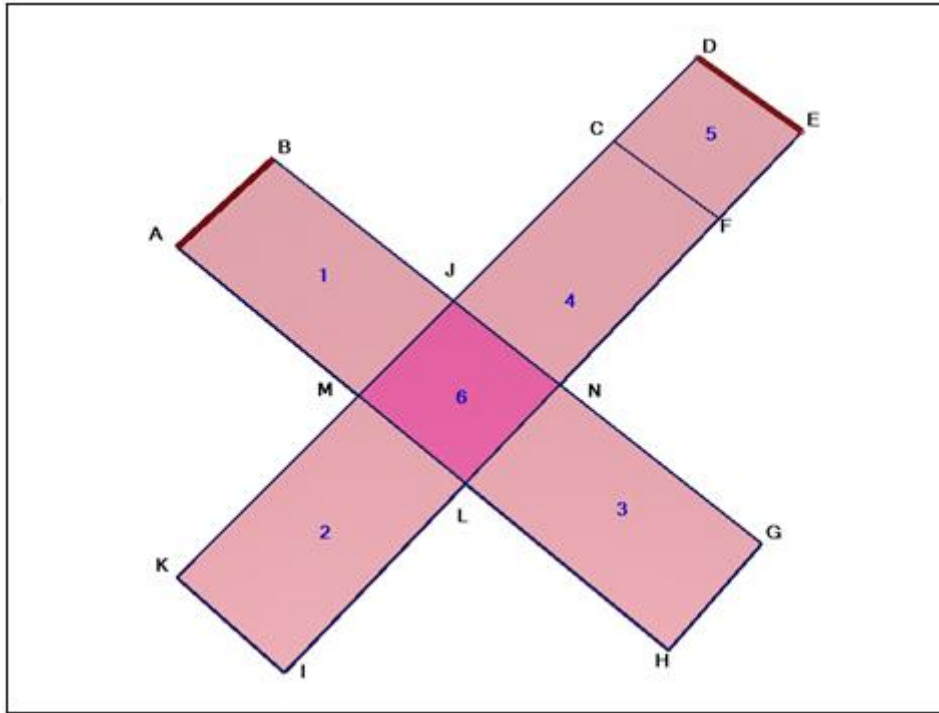
[A3] ve [A4] türündeki hataların giderilmesine ek olarak bu etkinliklerde ayrıca katılımcıların 3B cisimlerin adlarını kenar-köşe-yüzey sayısı gibi özelliklerini

öğrenmeleri, bu konuda yanlış bilgileri varsa bunları düzeltmeleri de amaçlanmıştır. Bu nedenle, açınımı verilen cismin kapalı formunun isminin ne olduğu, kaç köşe ve kaç ayrıtının olacağı gibi sorular da yöneltilmiştir.

Açınım şekli verilerek kapalı formunun tahmin edilmesi istenen toplam altı etkinlik aşağıdaki sırada katılımcılarla birlikte uygulanmıştır.

3.2.1.1.1. Açınımı verilen kare prizma (açık → kapalı) etkinliği

İlk olarak uygulanan etkinlik kare prizmanın açık halinin verilip, kapalı halinin tahmin edilmesi ile ilgilidir (bkz. Şekil 3.22). Bu etkinlik ile açık hali verilen cismin kapalı formu oluşturulduğunda görünümünün nasıl olacağını zihinlerinde canlandırmaları ve mevcut bilgileri kapsamında bu cismin neye benzediğini söylemeleri istenmiştir. Öncelikle öğrencilerin dikkati açınımı verilen 2B şekilde bulunan yüzey sayısı ve yüzey şekillerine odaklandırılmıştır. Bu yolla öğrencilerin açınımı verilen 3B cismin yüzey şekillerini tanımaları ve yüzey sayılarını belirlemeleri amaçlanmıştır.

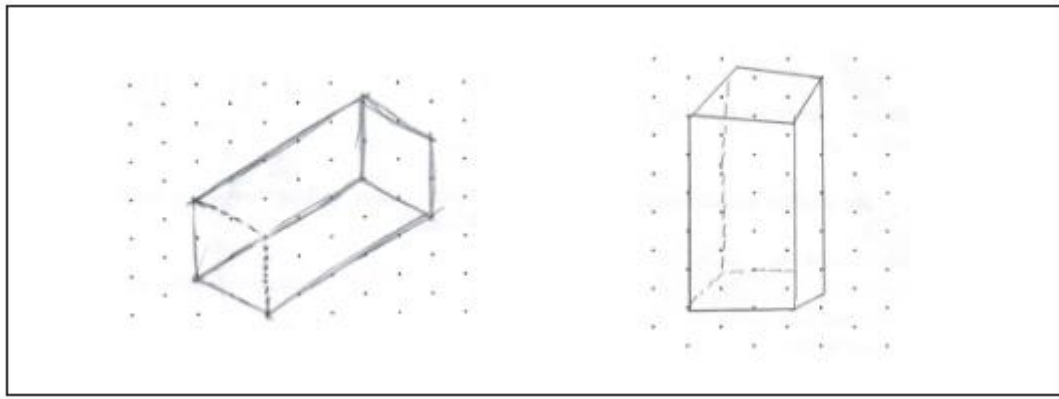


Şekil 3.22. Kare Prizma Etkinliğinde Açınımı Verilen Şekil

Verilen şekilde bulunan yüzey sayısı ve yüzey türleri sorulmuştur. Bu sorulara alınan cevaplar genel olarak doğru olup, “İki kare ve dört dikdörtgen olmak üzere toplam altı yüzey vardır” şeklindedir. Sonrasında bu yüzeyin kapalı halinin ne olması gerektiği ve bilindik şekillerden bir şekli oluşturup oluşturmayacağı sorulmuştur.

Öğrencilerden ilk olarak “küp” cevabı gelmiştir. Küpün özellikleri sorularak kare prizma ile arasındaki farkları görmeleri amaçlanmıştır. Kare prizma ve dikdörtgen prizma arasındaki farklar ifade edilmiştir. Katılımcılar bu soru-cevap durumundan sonra açınımı verilen şeklin kare prizma olacağını ifade etmişlerdir. Böylece katılımcılar kare prizma, dikdörtgen prizma ve küp arasındaki farklılıkların ve benzerliklerin farkına varmışlardır.

Devamında katılımcılardan zihinlerinde canlandırdıkları kapalı formun daha iyi anlaşılması için belirtilen izometrik noktali kağıda, verilen şeklin 3B olan kapalı halini çizimleri istenmiştir. Bu aşamada katılımcılar çizimleri yapma konusunda teşvik edilmişlerdir. Çizimleri yaparken yapılan hatalarda yönlendirmeler yapılarak daha doğru bir çizim yapmaları için yardımda bulunulmuştur. Yapılan çizimler katılımcıların cismin kapalı halini zihinlerinde doğru olarak canlandırdıklarını göstermiştir (bkz. Şekil 3.23).



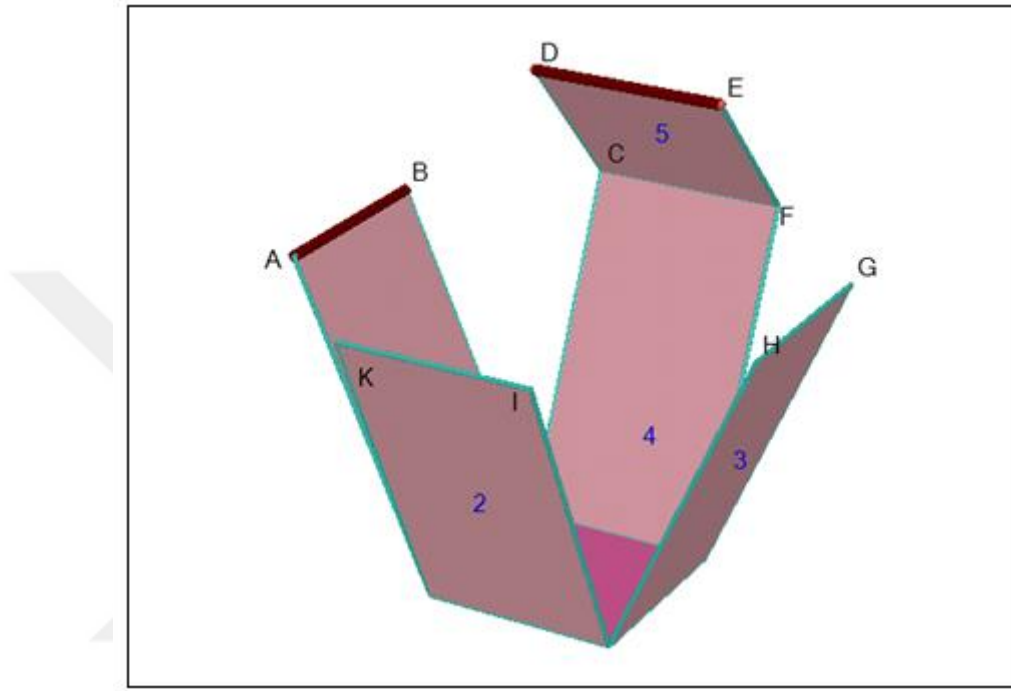
Şekil 3.23. *Kare Prizma Etkinliğinde Katılımcıların Yaptığı 3B Çizimlerden Örnekler*

Etkinliğin devamında verilen açınım şekline (Şekil 3.22) göre tabana komşu olan yüzeyleri belirtmeleri ve karşılıklı konumlanan yüzeyleri ifade etmeleri istenmiştir ([A3] Hata Profili). Bu soruları tüm katılımcılar doğru olarak cevaplamışlardır. Sonraki soru ise Şekil 3.22’de belirtilen AB ve DE kenarlarının şekil kapandığında hangi kenar ile birleşecektir. Bu soruda verilen yanıtlar farklı olup, AB kenarı için GD, KI, DE, CD; DE kenarı için KI, GH cevapları gelmiştir. Doğru cevaplar da bulunmakla birlikte katılımcıların bu sorunun cevabında tereddüt yaşadıkları, verdikleri cevaplardan tam olarak emin olamadıkları görülmektedir ([A4] Hata Profili).

Açınım şekli kapandığında oluşacak 3B şekilde hangi noktaların birleşeceği sorulmuştur. Katılımcıların birkaçı bu soruya cevap vermede zorlanmışlardır. Tüm köşeler üç noktanın birleşiminden oluşmaktadır (A-D-K gibi). Katılımcılardan bazıları

bu noktalardan birini tahmin edemeyip sadece iki noktayı ifade etmişlerdir. Bazı cevaplarda ise noktaların birleşimi yanlış olarak ifade edilmiştir.

Soruların cevaplanması sürecinin sonrasında Cabri 3D ile hazırlanan etkinlik tahtaya yansıtılmıştır. Verilen şeklin kapanışı dinamik olarak gösterilmiştir (bkz. Şekil 3.24). İstenilen sayıda bu açınım-kapanış tekrar edilmiştir.



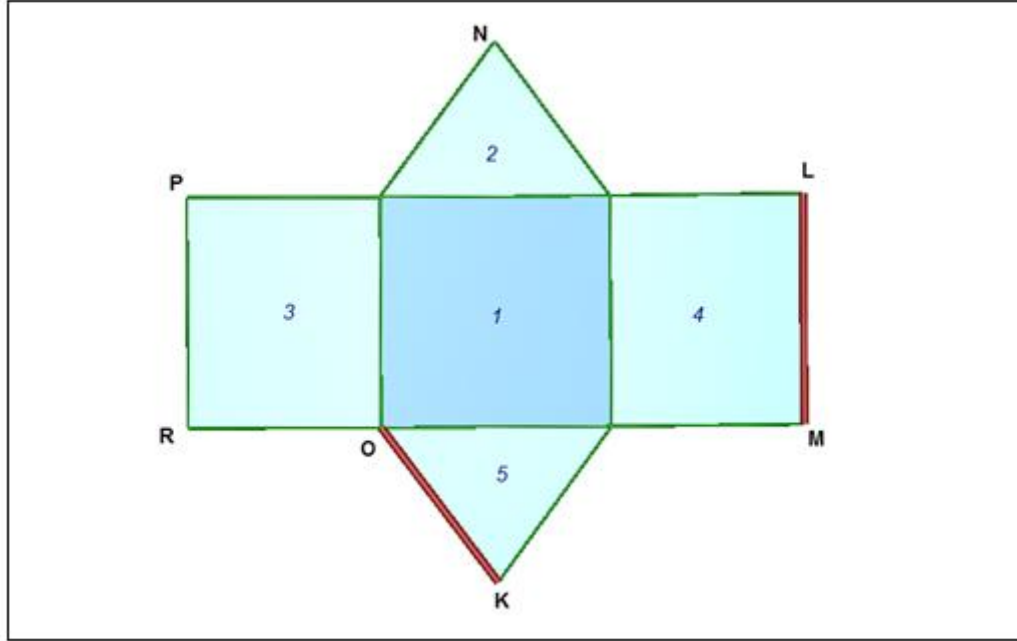
Şekil 3.24. *Kare Prizmanın Cabri 3D Programında Kapanmasından Bir Görüntü*

Aynı sorular tekrar sorularak Cabri 3D programı ile gösterilen animasyona göre önceden vermiş oldukları cevapları kontrol etmeleri istenmiştir. AB kenarının CD kenarı ile, DE kenarının ise KI kenarı ile birleşeceğini gözlemlemişlerdir. Katılımcılar kendi cevaplarının doğruluğunu test ederek hatalarının farkına varmışlardır. Birleşen kenarlar ve noktaların hangiler olduğunu uygulamalı olarak görme imkanı verilerek durum öğrenciler açısından netleştirilmiştir.

Cismin kapalı formu elde edildikten sonra cisim döndürülerek her açıdan cismin görülmesi sağlanmıştır. Böylece, kare prizmanın özellikleri (yüzey türleri, köşe sayısı, kenar sayısı vb.) katılımcılar tarafından rahatlıkla doğru şekilde ifade edilebilmiştir.

3.2.1.1.2. Yan üçgen prizma açınımı (açık → kapalı) etkinliği

Bu etkinlikte bir önceki etkinliğe benzer olan bir etkinlik olup, yan üçgen prizmanın açınım şekli verilerek öğrencilere cismin kapalı formu ile ilgili sorular yöneltilmiştir (bkz. Şekil 3.25).

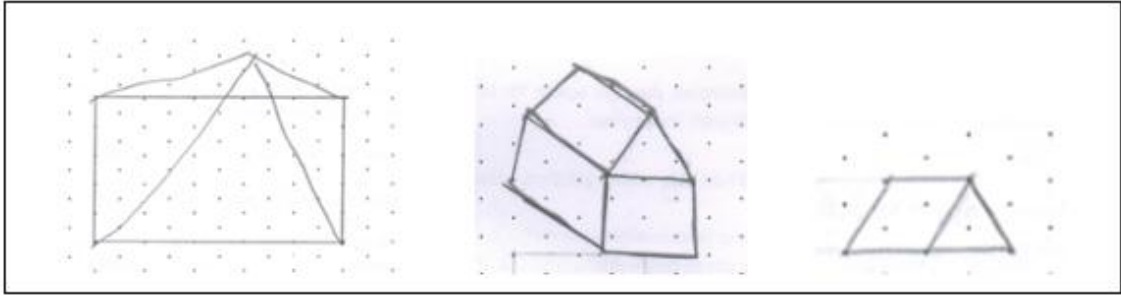


Şekil 3.25. Açınımı Verilen Üçgen Prizma

Genel olarak bu etkinliğin uygulamasının bir önceki etkinliğe göre daha seri şekilde geçtiği, soruların öğrenciler tarafından daha rahat bir şekilde cevaplandırıldığı görülmüştür. Katılımcılar yüzey sayısı ve tabana komşu olan yüzeyleri belirtirken kare prizma etkinliğine göre daha hızlı ve doğru şekilde cevap vermişlerdir.

Verilen açınım şeklinin kapandığında oluşacak cisim ile ilgili tahminleri sorulduğunda üçgen prizma, piramit gibi cevaplar gelmiştir. Günlük hayattan neye benzeyeceği sorusuna ise ev, çatı ve piramide benzediği söylenmiştir. Bu esnada prizma ile piramit arasındaki farklı özelliklerin ayırt edilemediği görülerek, piramit açınımı ile ilgili bir etkinlik uygulaması yapılarak prizma ve piramidin özelliklerinin anlatılması planlanmıştır.

Tahmin ettikleri cismin 3B halini izometrik alana çizimleri istendiğinde, birçok katılımcının ev şekline benzer bir çizim yaptığı, çiziminde yüzey sayısının farklı olduğu görülmüştür (bkz. Şekil 3.26). Çizimler incelendiğinde kapanış formunun zihinde tam olarak doğru şekilde canlandırılmadığı görülmüştür.

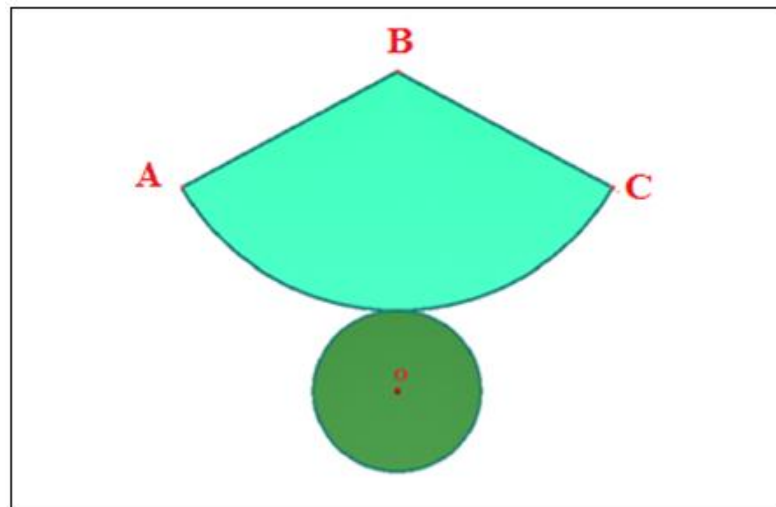


Şekil 3.26. Öğrencilerin Üçgen Prizma Örnek Çizimleri

Etkinliğin devamında açınımı verilen şeklin (Şekil 3.25), LM ve KO kenarlarının hangi kenarlar ile birleşeceği ve hangi noktaların biraraya gelerek köşe oluşturacaklarının tahmin edilmesi istenmiştir. Birleşen kenarlar ile ilgili soru şekil ekrana yansıtılarak tartışılmıştır. Verilen cevapların genel olarak doğru olduğu görülmüştür. Ancak iki öğrencinin cevabı hatalı olmuştur. Birleşen noktalar sorusunda yapılan tipik hatalardan biri K ve N noktalarının birleşeceğinin düşünülmesi olmuştur. Bunu söyleyen Metin kodlu öğrencinin yaptığı 3B çiziminde piramide benzer bir çizim yaptığı görülmüştür. Bu bilgi ve çizim öğrencinin bu cismin kapanışını zihninde yanlış canlandırmış olduğunu göstermektedir. Bu öğrenci Cabri 3D üzerinde cismin kapanışını gördükten sonra, birleşen noktalar ile ilgili soruda hata yapmış olduğunu ve uygulama sonrasında bunu fark ettiğini ifade etmiştir.

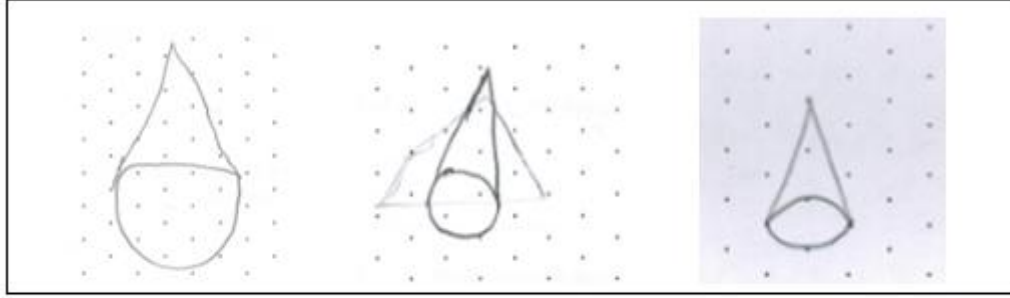
3.2.1.1.3. Koni açınımı (açık → kapalı) etkinliğinin uygulama süreci

Üçüncü etkinlik olarak eğrisel yüzeyleri bulunan koninin açınım şekli verilmiştir (bkz. Şekil 3.27).



Şekil 3.27. Koni Etkinliğinde Açınımı Verilen Şekil

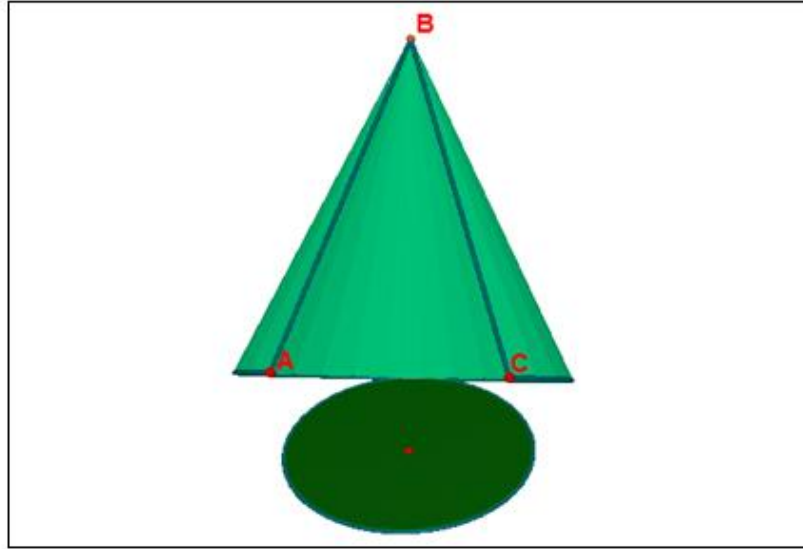
Koninin yüzeyleri incelendiğinde tabanın daire yan yüzeyin ise daire dilimi olduğu anlatılmıştır. Katılımcılar cismin kapalı halinin yılbaşı şapkası, şamandıra veya huniye benzer bir şekil olacağını ifade etmişlerdir. Cismin 3B çizimi için yapılan çizimlerde koniye yakın şekiller çizilmiştir (bkz Şekil 3.28).



Şekil 3.28. Koni Etkinliğinde Katılımcıların Yaptığı 3B Çizimlerden Örnekler

Yazılı değerlendirme sorularında koninin 3B hali verilip açınımı sorulduğunda yan yüzeyin çoğu katılımcı tarafından üçgen olarak çizildiği görülmüştür (bkz. Tablo 3.8, 3 nolu şekil). Cabri 3D’de bunu uygulamalı olarak görmeleri bu yanılgılarını gidermelerini, açık hali verilen koninin yan yüzeyinin daire dilimi olduğunu görmelerini sağlamıştır. Katılımcılar çizimlerindeki bu detayı fark ettiklerini ifade etmişlerdir.

Şekil 3.27’de verilen şekil kapandığında birleşecek noktalar sorusunda yanlış tahmin yaptıkları görülmüştür. Birleşen kenarlar üzerinde durulduğunda dairesel yüzeyin çevresinin hangi kenar ile birleşeceği sorusunda tereddüt yaşadıkları fark edilmiştir. Durumun böyle olmasında yüzeylerin eğrisel olmasının neden olduğu tahmin edilmektedir. Cabri 3D’de şekil kapatıldığında dairenin çevresinin AC yayı ile birleşeceğini ifade etmişlerdir (bkz. Şekil 3.29).

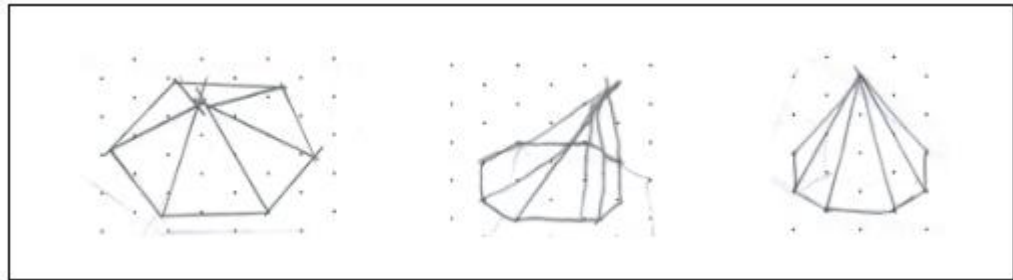


Şekil 3.29. Koninin Cabri 3D Programında Kapanmasından Bir Görüntü

3.2.1.1.4. Altıgen piramit açınımlı (açık → kapalı) etkinliğinin uygulama süreci

Birinci haftanın son etkinlik uygulamasında açınımlı verilen şekil altıgen piramit açınımlıdır. Öğrencilerin yüzey sayısı ve türünü belirlemede zorlanmadıkları gözlenmiştir. Şeklin kapandığında oluşacak cismin altıgen piramit olduğunu ifade etmişlerdir. Bu esnada piramit ve prizmanın farklı noktaları hususunda bilgilendirme yapılmıştır. Böylece katılımcıların piramit ve prizma ayrımını yapabilmeleri amaçlanmıştır.

Cismin 3B halini çizmeleri istendiğinde altıgen piramidi zihinlerinde doğru olarak canlandırdıkları, ancak çizime aktarmada sıkıntı yaşadıkları gözlenmiştir (bkz Şekil 3.30).



Şekil 3.30. Altıgen Piramit Etkinliğinde Katılımcıların Yaptığı 3B Çizimlerden Örnekler

Karşılıklı konumlanacak yüzeyler sorusu tüm katılımcılar tarafından doğru şekilde cevaplandırılmıştır. Birleşen kenarlar ile ilgili doğru cevap verenler olmakla birlikte birkaç öğrenci yanlış cevap vermiştir. Bu şekilde tüm yan yüzeyler tek noktada

birleşeceğinden birleşen kenarlar noktasında sorun yaşadıklarını belirtebiliriz. Birleşen noktalara verilen cevapların yapılan yönlendirmeler sonrasında doğru belirlenmeye başlandığı gözlenmiştir.

Genel olarak birinci öğretim seansı sonunda, öğrenciler açınımı verilen bir cismin kapalı halini bir bütün olarak zihinlerinde canlandırabildikleri halde, şekil kapandığında birleşecek kenarlar ve bir araya gelecek noktaları tahmin etmede hala zorluklar yaşadıkları gözlenmiştir. Özellikle etkinliklerde yer verilen açınımlar karmaşıktıkça (prizma, yan prizma, koni ve piramit) değiştikçe birleşen kenar ve birleşen noktaların tahmininde zorlanmışlardır. Buna karşın Cabri 3D uygulamasının kendilerinin mevcut yanılgılarını fark edip düzeltmelerine yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir.

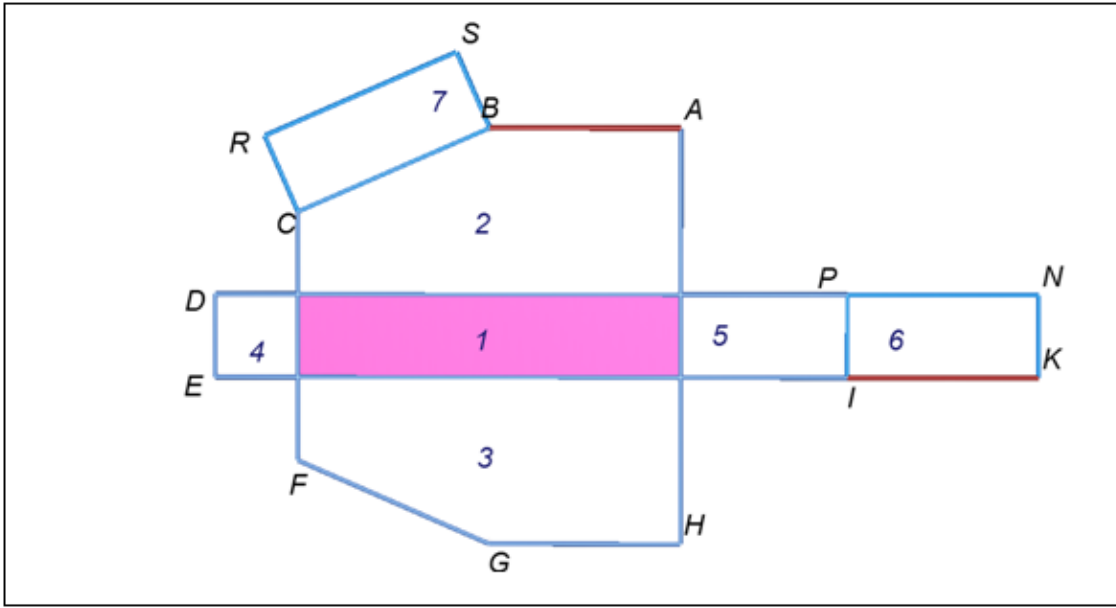
Birinci öğretim seansı sonucunda elde edilen bulgular ışığında, ikinci öğretim seansında daha karmaşık açınım şekillerine yer verilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. Bu kapsamda ikinci öğretim seansında kesik dikdörtgen prizma açınımına ve karmaşık şekil açınımlarına yer verilmesi planlanmıştır.

3.2.1.2. Öğretim seansı 2

Birinci öğretim seansında olduğu gibi ikinci öğretim seansında temel hedeflerden bir tanesi öğrencilerin A3 ve A4 hata profillerini düzeltmek olmuştur. İkinci öğretim seansında ayrıca öğrencilerin A1 ve A2 hata profillerinin giderilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla araştırmacı kapalı formu verilen cisimlerin açınımlarını içeren etkinlikler hazırlayarak sınıf içinde Cabri 3D programını kullanarak katılımcılar ile birlikte bu etkinlikleri uygulamıştır. Aşağıda ikinci öğretim seansı kapsamında uygulanan etkinliklere detaylı olarak yer verilmiştir.

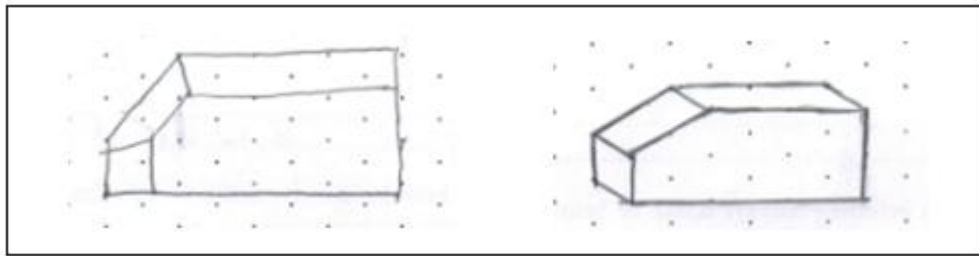
3.2.1.2.1. Kesik dikdörtgen prizma açınımı (açık → kapalı) etkinliği

Bu etkinlik kapsamında kesik dikdörtgen prizma olarak adlandırılan bir açınım şekli verilmiştir (bkz. Şekil 3.31). Bu etkinlikte katılımcılar yüzey şekilleri, yüzey sayıları ve karşılıklı konumlanacak yüzeyler ile ilgili sorulara Cabri 3D programına ihtiyaç duymadan doğru tahmin etmişlerdir. Sadece bir öğrenci (Ufuk) bu soruları cevaplamakta zorlanmıştır. Araştırmacı bu öğrenciye Cabri 3D programını kullanarak cismin hangi yüzeylerinin karşılıklı konumlanacağını görme fırsatı vermiştir.



Şekil 3.31. Kesik Dikdörtgen Prizma Etkinliğinde Verilen Açınım Şekli

Ardından tüm öğrencilere açınımı verilen şeklin kapalı halini kendilerine verilen izometrik kâğıtlara çizmelerini istemiştir (örnek çizimler için Şekil 3.32’ye bakınız). Bu etkinliğin amacı öğrencilerin cismin kapalı halini zihinlerinde bir bütün olarak görmelerine yardımcı olmaktır. Cismin kapalı halini çizmekte zorlanan öğrencilere araştırmacı çeşitli sorular yönelterek (Şekil kapandığında 6 nolu yüzey hangi yüzeyler ile komşu olacaktır?, Şekil kapandığında 3 nolu, 4 nolu yüzeyler hangi yöne bakacaktır?) öğrencilerin şeklin kapalı halini zihinlerinde canlandırarak tahmin etmelerine teşvik etmiştir. Ardından öğrencilere Cabri 3D programını kullanarak bu yeni tahminlerini test etmelerini sağlamıştır.



Şekil 3.32. Kesik Dikdörtgen Prizma Etkinliğinde Öğrencilerin Yapmış Oldukları Çizimlerden Örnekler

Öğrencilerin yaşadıkları bir diğer temel sorun da şekil kapandığında birleşecek kenarların hangilerinin olduğu sorusudur. Örneğin, şekil kapandığında IK kenarının hangi kenar ile birleşeceği sorulduğunda bazı öğrencilerden farklı tahminler gelmiştir. Araştırmacı öğrenciler ile bu tahminlerini tartıştıktan sonra Cabri 3D programını

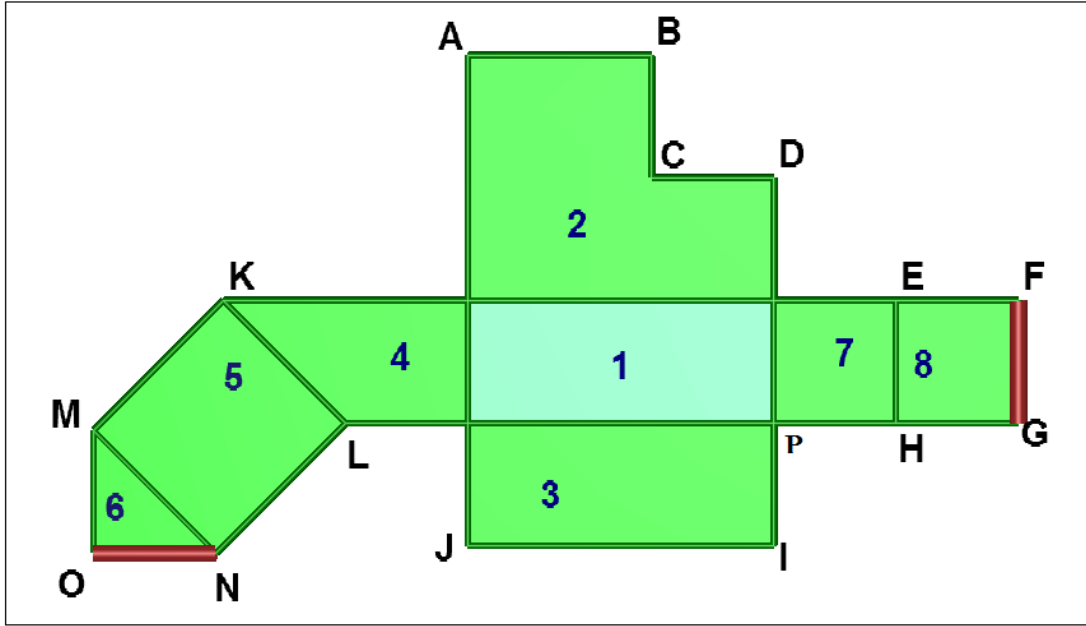
kullanarak öğrencilerin bu tahminlerinin doğruluklarını test etmelerine imkân sağlamıştır. Ayrıca araştırmacı öğrencilerden de Cabri 3D programını kullanarak bizzat deneyimlemelerine fırsat vermiştir.

Araştırmacı ayrıca öğrencilere şekil kapandığında hangi noktaların bir araya gelerek cismin köşelerini oluşturacağını sormuştur. Bu esnada verilen cevaplarda da öğrencilerin zorlandıkları görülmüştür. Örneğin, öğrencilerden Metin şekil kapandığında B ile G noktalarının birleşmesi gerektiğini ifade etmiştir. Cabri 3D programı kullanımı sonucunda bu iki noktanın birleşmediğini, bunun yerine B ve N noktalarının bir araya geldiğini gözlemlemiştir. Bu etkinlik ile öğrenciler şeklin kapandığında hangi yüzeylerin karşılıklı konumlanacağını görmekle birlikte hangi kenarların birer ayrıt oluşturacağını ve hangi noktaların birer köşe oluşturacağını görme fırsatı bulmuşlardır.

Bu etkinliğin uygulamasında katılımcılar genel olarak şeklin kapalı halini zihinlerinde canlandırmada zorlanmamışlardır. Ancak daha detaya inilmesi gereken birleşen kenar ve noktalar ile ilgili sorularda hataları olduğu gözlenmiştir. Katılımcıların dinamik olarak program üzerinde şeklin kapanışını gözlemledikten sonra hatalarının farkına vardıkları ve bunu düzelttikleri görülmüştür. Özetle, bu etkinlik uygulamasının en büyük katkısının birleşen noktaların kavranması konusunda olduğu gözlenmiştir. Öğrenciler ile vermiş oldukları cevapların tartışılması, sonrasında öğrencilerin dinamik olarak kapanışı gözlemlemeleri ve yapmış oldukları hataları kendilerinin düzeltmeleri öğrencilerde etkili bir öğrenme gerçekleştiğini göstermektedir.

3.2.1.2.2. Karmaşık şekil açınımı (açık → kapalı) etkinliği

Diğer bir etkinlik olarak öğrencilere daha karmaşık bir açınım şekli verilerek benzer sorular yöneltmiştir. [A3] ve [A4] hata profillerinin giderilmesine yönelik yapılan son etkinlik olarak katılımcılara daha karmaşık bir şekil açınımı verilmiştir (bkz. Şekil 3.33). Benzer sorular bu şekil için de sorularak alınan cevaplar tartışılmıştır.



Şekil 3.33. Karmaşık Şekil Etkinliğinde Öğrencilere Verilen Açınım Şekli

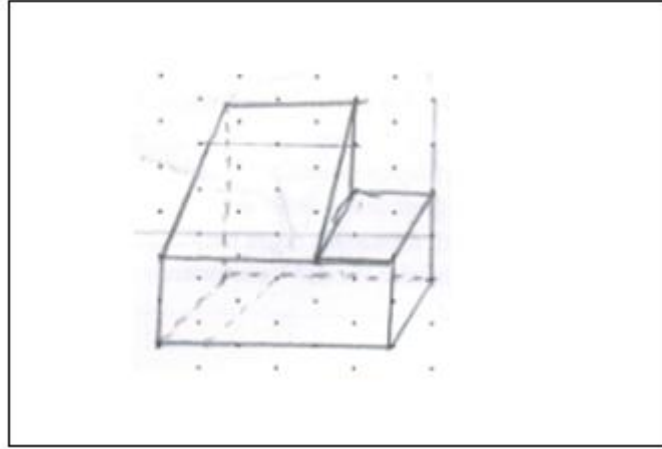
Kaynak: MEB, 2011, s. 82

Etkinlik kapsamında ilk olarak öğrencilere verilen açınının kapalı hali sorulmuştur. Kapatıldığında oluşacak 3B cisim ile ilgili farklı yorumlar yapılmıştır. Devamında öğrencilerden zihinlerinde canlandırdıklarını belirtilen alana çizimleri istenmiştir. Bu şeklin çiziminde öğrencilerden farklı yorumlar gelmiştir. Örneğin bir öğrenci, şekil kapandığında bir dikdörtgen prizma ve bir üçgen prizma oluşacağını söylemiştir. Bununla birlikte üçgen prizmanın, dikdörtgen prizmanın üstünü tamamen kaplayacağını ifade etmiştir (bkz. Şekil 3.34). Ayrıca öğrencilerin sordukları sorular ve sorulan sorulara verdikleri cevaplar incelendiğinde genel olarak, şeklin sağ tarafını (2, 3, 7 ve 8 nolu yüzeyler) oluşturmakta çok fazla zorluk yaşamadıkları, sol tarafının (4, 5 ve 6 nolu yüzeyler) tahmininde sorun yaşadıkları gözlenmiştir. 4 ve 5 nolu yüzeyler arasındaki açının dik olmayışı, yani eğik olarak konumlanmaları bunda etkili olduğu tahmin edilmiştir.



Şekil 3.34. Karmaşık Şekil Etkinliğinde Yapılan Çizimlerden Bir Örnek

Katılımcılardan sadece bir tanesi (Orhan) şeklin kapalı halini zihninde doğru canlandırıp, cismin 3B çizimini doğru yapabilmiştir (bkz. Şekil 3.35).



Şekil 3.35. Karmaşık Şekil Etkinliğinde Orhan'ın Yapmış Olduğu Çizim

Şekil 3.33'te verilen açık formu verilen cismin kapalı formunun çizilmesi etkinliği sonrasında [A3] ve [A4] hata profilinin giderilmesi amaçlanarak öğrencilere, oluşacak 3B cisim ile ilgili birkaç soru yöneltilmiştir. Oluşacak 3B cisimde karşılıklı konumlanacak yüzeyler sorusunda öğrencilerin hepsi tabana komşu olan yüzeylerin (2, 3, 4 ve 7 nolu yüzeyler) ve alt ve üst yöne bakacak olan yüzeyler (1 ve 8 nolu yüzeyler) ile ilgili doğru tahminler yapmışlardır. Bununla birlikte tabana komşu olmayan yüzeylerin (5 ve 6 nolu yüzeyler) konumları ile ilgili yorum yapamadıkları gözlenmiştir. Öğrencilere etkinliğin devamında Cabri 3D üzerinde hazırlanan materyal aracılığıyla açılımı verilen şekli dinamik olarak kapatarak bu soru ile ilgili tahminlerini test etme imkânı verilmiştir. Program üzerinde kapanış gözlendikten sonra öğrenciler kendi tahminlerine ek olarak 1-5 ve 4-6 nolu yüzey çiftlerinin de karşılıklı konumlandıklarını fark etmişlerdir.

Öğrencilere ayrıca Şekil 3.33'te verilen şekil ile ilgili olarak [A4] hata profilinin giderilmesine katkı sağlamak amacıyla, şeklin kapalı formunda NO ve FG kenarlarının hangi kenarlar ile bir araya gelerek bir ayırıt oluşturacağı sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruda doğru tahmin yapmakta zorlandıkları görülmüştür. Gelen tahminler sınıf ortamında tartışıldıktan sonra öğrencilere şekil kapandığında NO ve FG kenarlarının birleşeceği sözel olarak ifade edilmiştir. Ancak öğrencilerin birçoğu bunun mümkün olamayacağını ifade etmişlerdir. Etkinlik kapsamında daha sonra Cabri 3D programı

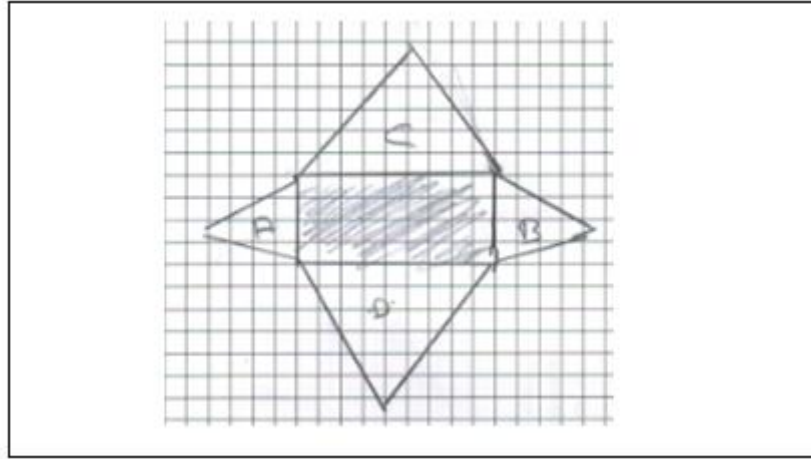
üzerinde şeklin kapalı formu elde edildikten sonra öğrencilerin tamamının NO ve FG kenarlarının birleştiğine ikna oldukları gözlenmiştir.

Öğrencilerin şekil kapatıldığında birleşecek noktalar ile ilgili tahminlerinde sıkıntı yaşadıkları, farklı yanlış olan yanıtlar (örneğin, G noktası J noktası ile birleşir) verdikleri gözlenmiştir. Ancak Cabri 3D ile şeklin kapalı formu elde edildikten sonra öğrenciler tahminlerinin yanlış olduğunu fark ederek, doğru yanıtların nasıl olması gerektiğini söylemişlerdir.

Bu öğretim seansının ikinci aşamasında öğrencilerin verilen cismin yüzey sayısı ve yüzey şeklinin belirlenmesinde karşılaştıkları zorlukların giderilmesi amacıyla kapalı formu verilen bir cismin açık halinin tahmin edilmesi ile ilgili etkinlikler yapılmıştır. Bu etkinliklerde öğrencilere 3B olarak verilen cismin 2B açınımını tahmin etmeleri, tahminlerini belirtilen alanlara ölçekli olarak çizmeleri ve ardından Cabri 3D yardımı ile tahminlerinin doğruluklarını değerlendirmeleri istenmiştir. İkinci öğretim seansında bu amaçla 2 etkinlik uygulaması gerçekleştirilmiştir. Basitten karmaşığa ilkesi gereğince ilk olarak küpün açınımı etkinliğinin uygulanması uygun görülmüştür. Devamında ise kare piramit açınımı etkinliği gerçekleştirilmiştir.

Küp açınımı etkinliğinde katılımcılardan ilk olarak verilen 3B cismin açınım çizimini yapmaları istenmiştir. Yapılan çizimler incelendiğinde tüm öğrencilerin çizimi doğru bir şekilde yaptıkları görülmüştür. Sadece Ufuk'un çiziminde bir yüzeyin eksik olduğu gözlenmiştir ([A1]). Cabri 3D programı üzerinde hazırlanan küp şekli döndürülerek Ufuk'un cismin yüzeylerini sayması sağlanmıştır. Hangi yüzeyi çizmeyi unuttuğu sorusuna yine Cabri 3D programının yardımıyla "üst yüzey" olarak cevap vermiştir. Umut ardından küpün açınımını doğru şekilde çizmiştir.

Bu etkinliğin ardından öğrencilerden kendilerine verilen çalışma yaprağı üzerindeki dikdörtgen piramidin açınımını zihinlerine canlandırıp kâğıt üzerine çizmeleri istenmiştir. Öğrencilerin yaptıkları çizimler incelendiğinde öğrencilerin yüzey sayılarını ve şekillerini doğru olarak çizmelerine rağmen ölçekli çizimlerde hala sıkıntı yaşadıkları gözlemlenmiştir. Özellikle öğrencilerin [A4] hata profilini bu örnekte devam ettirdikleri görülmüştür (bkz. Şekil 3.36). Şekil 3.36'da A ve C üçgenlerinin tabana komşu olmayan kenar uzunlukları birbirine eşit olarak çizilmemiştir.



Şekil 3.36. *Kare Piramit Etkinliğinde Bir Öğrencinin Açınım Çizimi*

Öğrenciler Cabri 3D programını kullanarak eşit uzunlukta olması gereken kenar uzunluklarını tespit etmişlerdir. Bu gözlemin ardından dikdörtgen piramidin açınımını tekrar yapmaları istendiğinde tüm öğrenciler açınımı doğru şekilde çizebilmişlerdir.

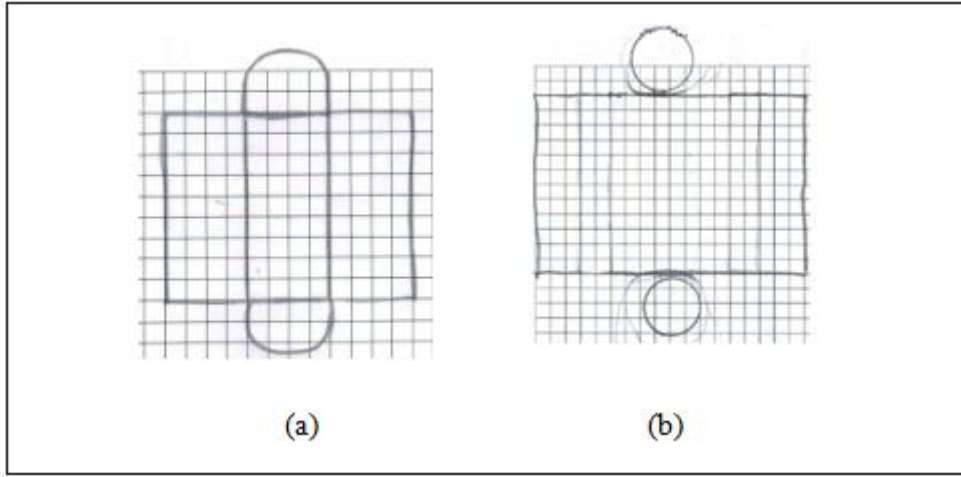
İkinci öğretim seansının sonunda öğrenciler birleşen kenarlar ve bir araya gelecek noktaları tahmin etmede büyük oranda ilerleme göstermişlerdir. Buna karşın araştırmacı daha karmaşık cisimlerin açınımlarında öğrencilerin bu hata profillerini ([A1] ve [A2]) devam ettirip ettirmediklerini saptamak ve gidermek amacıyla üçüncü öğretim seansında uygulamalar yapmayı planlamıştır.

3.2.1.3. Öğretim seansı 3

Açınımlar bileşenine yönelik hazırlanan üçüncü ve son öğretim seansında öğrencilerin daha karmaşık cisimlerin açınımları üzerinde düşünmeleri sağlanarak varsa [A1], [A2], [A3] ve [A4] hata profillerinin giderilmesi amaçlanmıştır.

Bu kapsamda ilk olarak öğrencilere bir silindir verilir ve açınımını tahmin etmelerini ve çizmeleri istenmiştir.

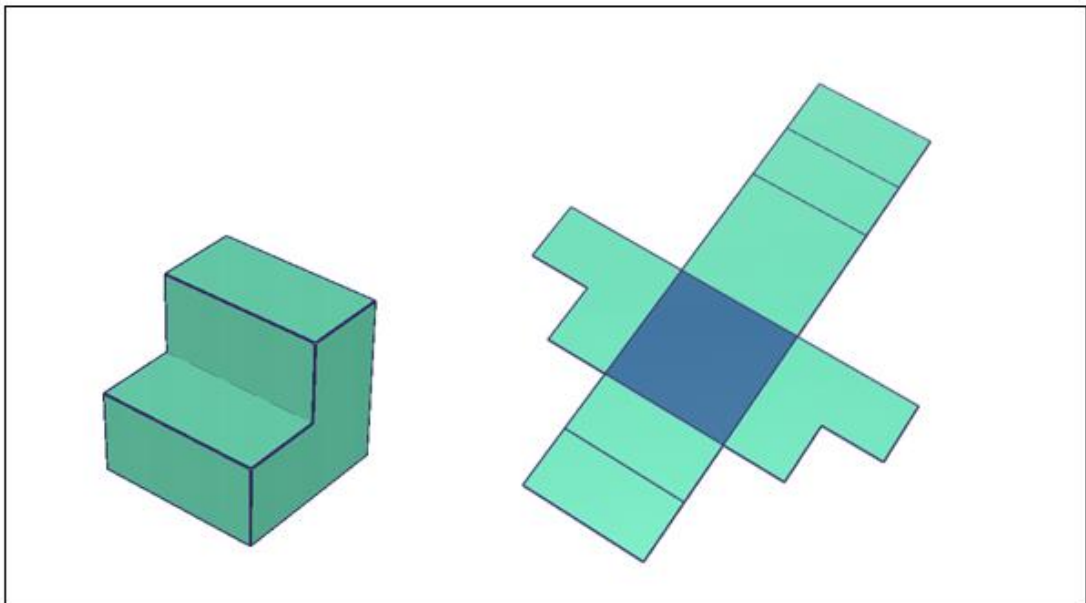
Öğrencilerin çizimleri incelendiğinde 2 öğrencinin silindirin açınımını doğru şekilde yapamadığı gözlemlenmiştir. Örneğin, Rıza yaptığı çizimde silindirin alt ve üst tabanlarını yanlış ([A2]) çizmiştir (bkz. Şekil 3.37a). Rıza'nın program üzerinde silindiri döndürmesi sağlanarak alt ve üst taban şekillerini görmesine fırsat verilmiştir. Ardından silindirin açınımını yeniden çizmesi istendiğinde doğru şekilde göstermiştir (bkz. Şekil 3.37b).



Şekil 3.37. Rıza'nın Silindir Açınımında Yapmış Olduğu Çizimler (öncesi ve sonrası)

Bunların dışında, açınım yüzeylerinden yan yüzeydeki dikdörtgenin kenarları ile taban yüzeylerinin çevre uzunlukları arasında bir ilişki olduğu bilgisi vurgulanmıştır. Orantısız çizim yapanların bu noktada çizimlerini tekrar gözden geçirmeleri istenmiştir. Bunun sonucunda yapılan son çizimlerde yüzeyler arasındaki orantının çizime yansıtıldığı gözlenmiştir. İlk çizimlerde taban konumunda olan dairesel yüzeyler büyük çizilirken, son çizimlerde yan yüzeyin dairenin etrafına konumlanacak şekilde çizildiği gözlenmiştir.

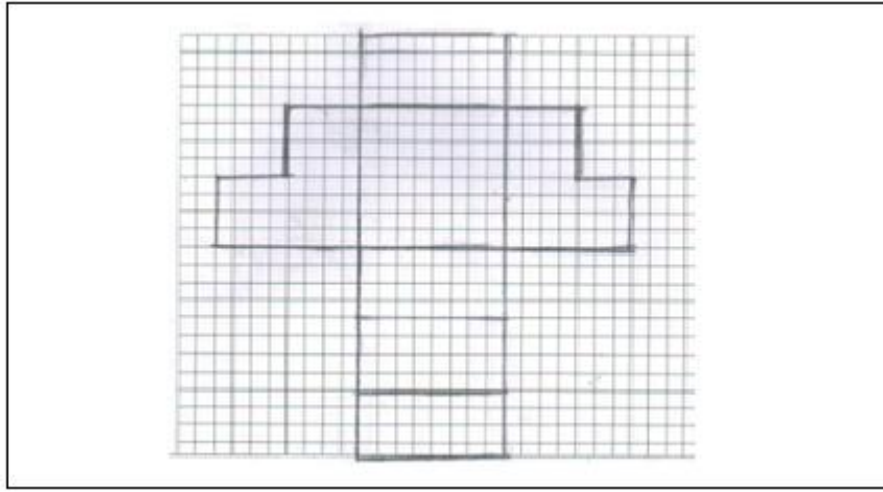
Diğer bir etkinlik olarak öğrencilerden şekil 3.38'de verilen cismin açınımını yapmaları istenmiştir.



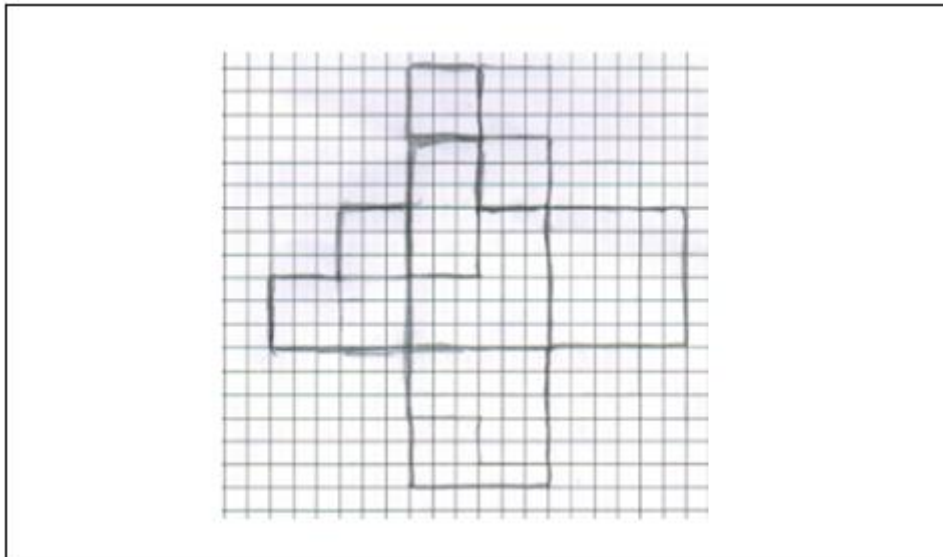
Şekil 3.38. Cismin Açınımı

Diğer etkinliklerdekine benzer şekilde bu etkinlikte de öğrencilere 3B cismin açınımını zihinde canlandırmaları ve ardından çizimleri istenmiştir. Bu esnada, yüzeylerin konumlarına ve yüzey kenarlarından eşit olması gerekenlere dikkat etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin çizimleri incelendiğinde, genel olarak üç farklı hata profilinin yapıldığı görülmüştür:

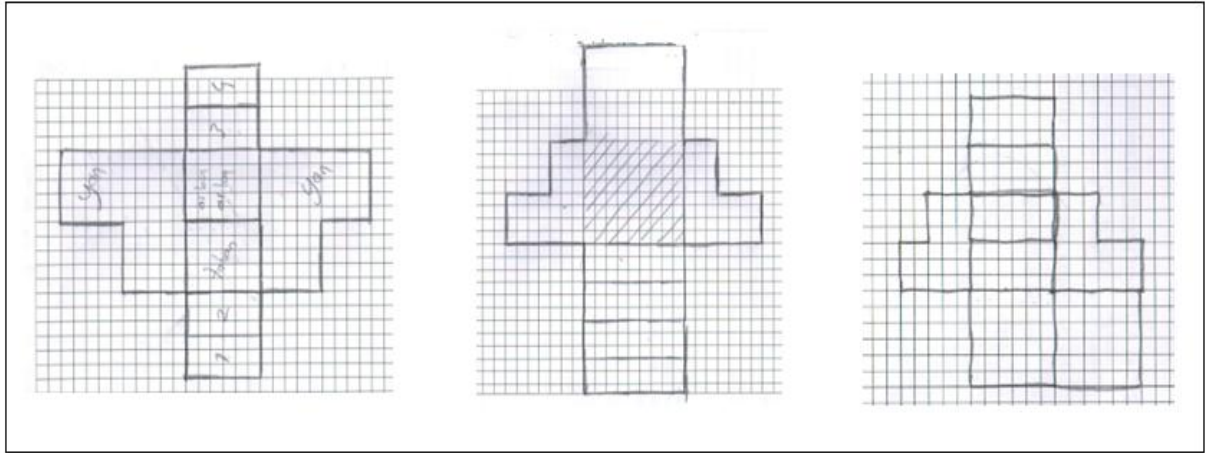
- Yüzey sayısının eksik olması ([A1]), (bkz. Şekil 3.39)
- Yüzey türlerinin yanlış belirlenmesi ([A2]), (bkz. Şekil 3.40)
- Bazı yüzeylerin yanlış konumlandırılması ([A3]), (bkz. Şekil 3.41)



Şekil 3.39. Cismin Açınımında Yapılan [A1] Hata Profili Örnekleri



Şekil 3.40. Cismin Açınımında Yapılan [A2] Hata Profili Örnekleri



Şekil 3.41. Cismın Açınımında Yapılan [A3] Hata Profili Örnekleri

Yapılan çizimler öğrencilerle tartışılmıştır. Bu esnada bazı sorular yöneltilmiştir:

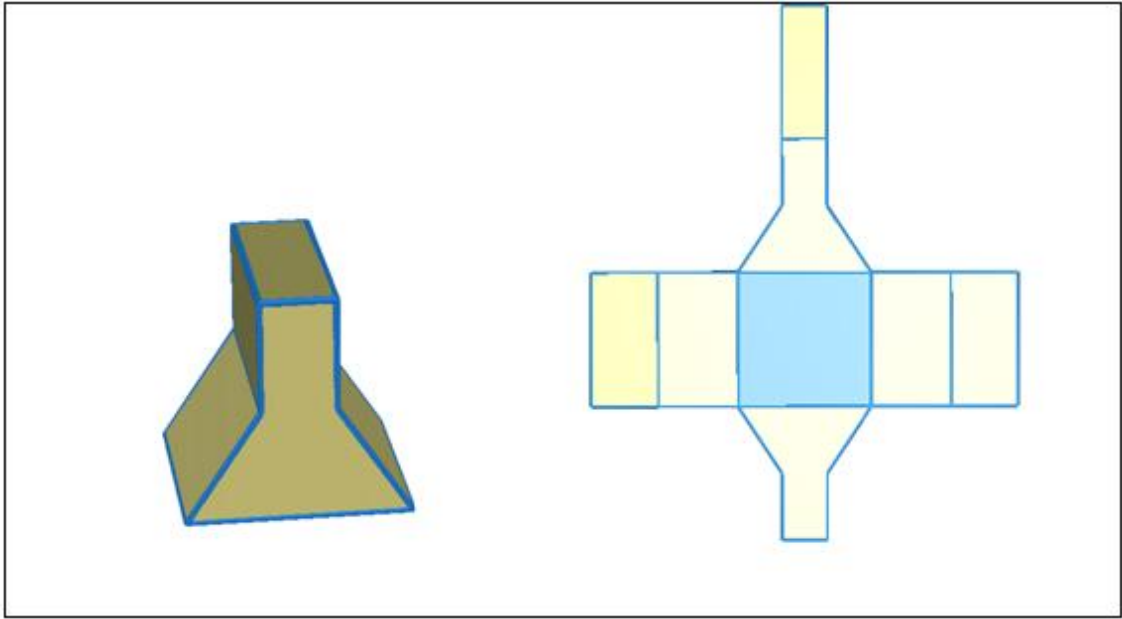
- Verilen cisimde ve yaptığınız çizimde kaç yüzey vardır? Karşılaştırınız.
- Verilen cisimde ve yaptığınız çizimde bulunan yüzey şekil ve sayılarını belirleyip karşılaştırınız.
- Alt tabana komşu olan yüzeyler nasıl konumlanmalıdır? Düşününüz.
- Yaptığınız açınım çizimindeki yüzeyleri kapatsanız verilen 3B cismi elde edebilir misiniz? Yüzeyleri zihninizde tek tek kapatarak kontrol ediniz.

Sorulara verilen yanıtlar ile birlikte hatalarını fark ettikleri ve düzeltme yönünde istekli oldukları gözlenmiştir. [A1] ve [A2] hata profillerinin düzeltilmesinde bu soruların büyük katkısı olmuştur. Ayrıca, cisimde bulunan yüzey türü ve yüzey sayıları Cabri 3D programında hazırlanan 3B cismin döndürülerek cismin farklı yönlerden görülmesiyle rahatlıkla belirlenmiştir. Böylece öğrenciler yanılgılarının farkına varmış ve çizimlerini düzeltme ihtiyacı hissetmişlerdir.

[A3] hata profilinde ise öğrencilere yöneltilen sorular ve cismin programda döndürülerek gözlenmesi yeterli olmamıştır. Öğrenciler bir süre çizimlerindeki yüzeylerin konumlarının neden hatalı olduğunu kavramakta zorluklar yaşamışlardır. Bu türdeki yanılgılarının giderilmesine yönelik Cabri 3D programında verilen cismin açınımı yapılmıştır. Bu esnada öğrencilerin bilgisayarı kullanarak cismi açıp kapamaları sağlanmıştır.

Bunların dışında bazı öğrencilerin yaptığı çizimler doğru açınımlar olmasına rağmen programdaki açınım ile farklı olmuştur. Burada bir cismin birden fazla şekilde açınımının yapılabileceği vurgulanarak diğer türdeki açınımların neler olabileceği ile ilgili fikirleri alınmıştır.

Diğer bir etkinlik olarak öğrencilerden şekil 3.42’de verilen cismin açınımını yapmaları istenmiştir.



Şekil 3.42. Ters T Etkinliğinde Açınımı Etkinliğinde Açınımı İstenen Cisim Ve Örnek Doğru Açınımı

Bu etkinlik ile ilgili katılımcıların vermiş olduğu yanıtlar incelendiğinde [A1] ve [A2] hata profiline neredeyse hiç yer verilmediği, 2 öğrenci haricinde [A3] hata profiline de yapılmadığı görülmüştür. Bu hata profillerinin yapılan açınım çizimlerinde görülme sıklığının azalmış olması katılımcıların yüzey sayısı, yüzey türü, yüzeylerin konumu hususlarına odaklanarak çizimlerini yapmaya başladıklarını göstermiştir.

Bu etkinlik uygulandığında açınım çizimini öğrencilerin farklı çizimler yaptıkları görülmüştür. Cabri 3D programında hazırlanan cisim dinamik olarak açıldıktan sonra, programdaki açınım ile bazı öğrencilerin çizimlerinin farklı olduğu görülmüştür. Burada farklı açınım çizimlerinin de mümkün olduğu araştırmacı tarafından ifade edilmiştir. Ardından da araştırmacı olası verilen cismin olası diğer açınımlarını düşünmelerini isteyerek verilen yanıtları tartışmışlardır. Böylece bir cismin farklı açınımları olabileceği ve bu farklı açınımlardaki yüzeylerin konumları arasında ne tür benzerlikler ve farklılıklar olduğunun katılımcılar tarafından fark edilmesi sağlanmıştır.

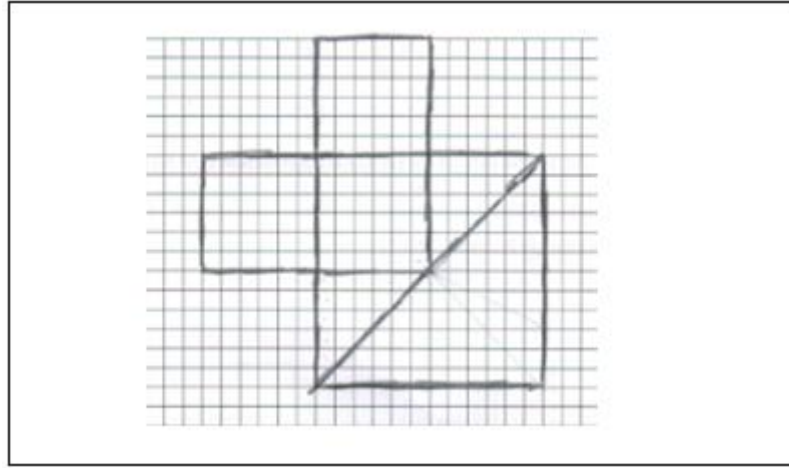
Diğer bir etkinlik olarak öğrencilerden şekil 3.43’te verilen cismin açınımını yapmaları istenmiştir.



Şekil 3.43. Kesik Küp Etkinliğinde Açınımı Etkinliğinde Açınımı İstenen Cisim Ve Örnek Doğru Açınımı

Bu etkinlikte, önceki etkinliklerden farklı olarak verilen cisimde 3 adet eğik ayrıt bulunmaktadır. Bu eğik ayrıtlar cismin açınımını düşünülmesini zorlaştırmaktadır. Araştırmacı burada açınımı istenen cismi biraz daha zorlaştırarak katılımcıların açınımları zihinsel olarak canlandırmada yaşadıkları sıkıntıları gidermelerine yardımcı olmayı amaçlamıştır. Bu cismin açınım çiziminde katılımcıların görünmeyen yüzey şekillerini belirlemede sıkıntılar yaşadıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenle Cabri 3D programı üzerinde hazırlanan cisim döndürülerek, tüm yüzey şekillerinin görülmesi sağlanmıştır. Böylece katılımcılar cismin yüzey şekillerini doğru belirleyebilmişlerdir.

Burada katılımcıların yaşadıkları diğer bir zorluk ise Şekil 3.43'te "A yüzeyi" olarak belirtilen yüzeyin nasıl konumlanacağını tahmini etmede sıkıntı yaşamalarıdır. Katılımcıların çoğu "A yüzeyi" haricinde diğer tüm yüzeylerin açınım çizimini büyük oranda doğru şekilde yapmakla birlikte eğik olarak konumlanan "A yüzeyi" nin konumlandırılmasında hatalı çizimler olduğu görülmüştür (Şekil 3.44). Öğrencilere çizimleri aşamasında düşünmeye sevk edici sorular sorulmuştur. Bu yönlendirmeler sonunda bir öğrenci (Orhan) "A yüzeyi" ni doğru konumlandırmayı başarmıştır. Cabri 3D programında hazırlanmış olan cismin yüzeyleri dinamik olarak açıldığında, diğer öğrenciler de konumlandıramadıkları "A yüzeyi" nin nasıl çizmeleri gerektiğini anladıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca katılımcılar bu cismin farklı açınım çizimlerinin nasıl olabileceği ile ilgili tahminlerde bulunmuşlardır.



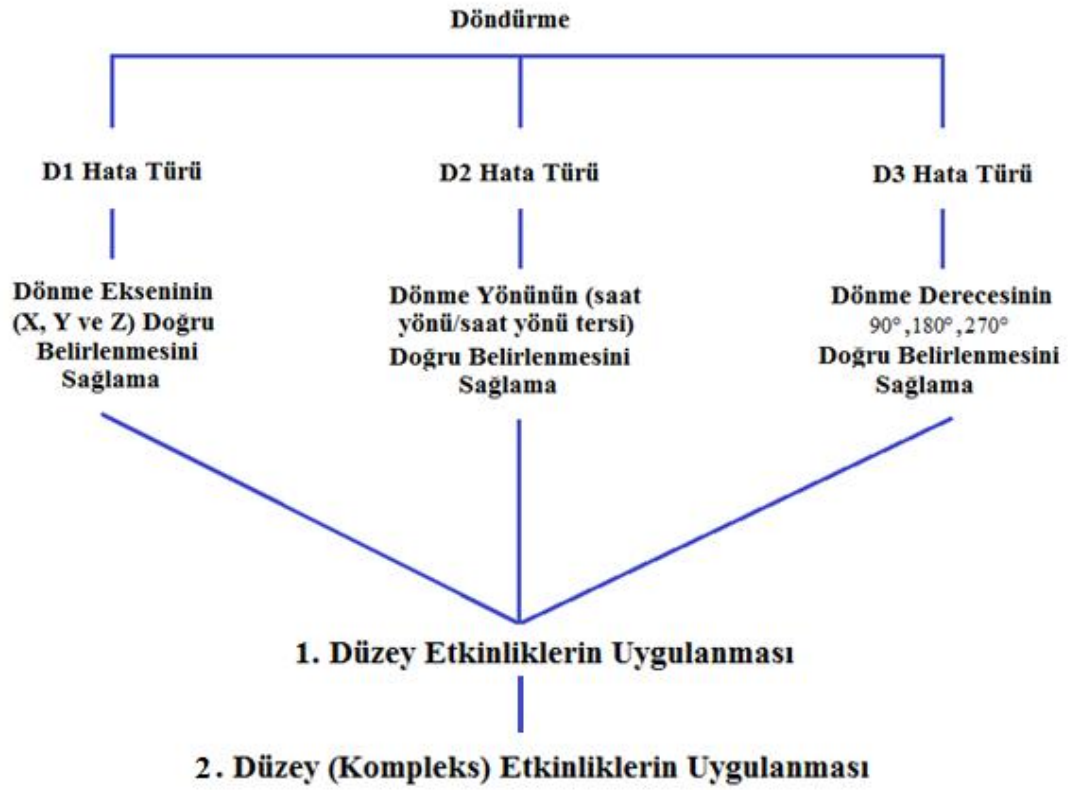
Şekil 3.44. Kesik Küp Açınımında Yapılan [A3] Hata Profili İle İlgili Bir Örnek

Üçüncü öğretim seansının sonunda öğrenciler cismin karmaşıklığı arttıkça diğer bir ifadeyle yüzey sayıları arttıkça ve yüzey şekilleri çeşitlendikçe benzer hatalara ([A1], [A2] ve [A3]) düşebildikleri gözlenmiştir. Bununla birlikte Cabri 3D programının yardımıyla ve çizim etkinliklerinin sonucunda bu hatalarını fark etme ve düzeltme fırsatları bulmuşlardır.

“Açınımlar” bileşeni ile ilgili etkinlik uygulamaları 3 öğretim seansı sonunda tamamlanarak, bir sonraki öğretim seansında “Döndürme” bileşeni ile ilgili etkinlik uygulamalarına geçilmiştir. Bir sonraki bölümde “Döndürme” bileşeni ile ilgili öğretim seanslarını içeriğine yer verilmiştir.

3.2.2. Döndürme

Döndürme bölümü ile ilgili belirlenen Tablo 19’da gösterilen 3 hata profilinin (döndürme eksenini, dönme yönünün ve dönme derecesinin yanlış belirlenmesi) giderilmesine yönelik olarak, araştırmacı bir dizi etkinlik hazırlayarak katılımcılar ile 2 öğretim seansı boyunca uygulamalar yapmıştır (bkz. Şekil 3.45).



Şekil 3.45. Döndürme Bölümü Etkinliklerinin Uygulanış Şeması

Bu etkinlikler ile katılımcıların hatalarını fark etmelerine imkân sağlamak ve bu hataları düzeltmelerine yardımcı olmak amaçlanmıştır. Döndürme etkinlikleri 2 düzeyde gerçekleştirilmiş olup birinci öğretim seansında basit düzeyde etkinliklere yer verilirken, ikinci öğretim seansında kompleks etkinlik uygulamalarına ağırlık verilmiştir.

Döndürmenin birinci öğretim seansı kapsamında araştırmacı tarafından hazırlanmış olan basit düzey etkinlikler ile öğrencilerin döndürmenin 3 parametresi olan (dönme eksen, dönme yönü ve dönme açısı) bileşenlerine odaklanarak bu parametreler ile ilgili bilgilerini gözden geçirmeleri ve varsa hatalarını düzeltmeleri amaçlanmıştır. Döndürmenin ikinci öğretim seansı kapsamında ise birinci öğretim seansı ile karşılaştırıldığında daha kompleks etkinlik uygulamalarına yer verilmiştir. Kompleks etkinlikler ile araştırmacı katılımcıların döndürmenin 3 parametresini bir arada düşünerek verilen bir cismi zihinsel olarak döndürebilmelerini amaçlamıştır.

Basit ve kompleks düzey etkinliklerin uygulandığı öğretim seanslarının detayları aşağıda verilmiştir.

3.2.2.1. Öğretim seansı 4

Dördüncü öğretim seansı kapsamında katılımcılar ile döndürme bölümü ile ilgili 1. düzeyde 2 etkinlik yapılmıştır. Bu etkinliklerde katılımcıların döndürme eksen, dönme yönü ve dönme açısının belirlenmesinde yaptıkları hataları görmeleri amaçlanmıştır. Bu nedenle ilk olarak 3B bir cismin farklı görünümüleri verilerek, katılımcıların bu görünümün 3B cismin hangi yönde, ne kadarlık bir açıda ve hangi eksende döndürüldüğünde elde edilebileceği ile ilgili tahminde bulunmaları istenmiştir.

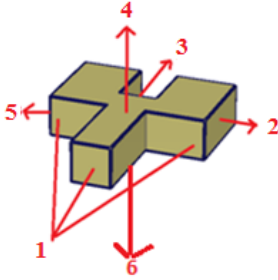
İlk etkinlik kapsamında Tablo 3.11’de verilen bir dizi etkinlik uygulanmıştır. Birinci soruda 3B bir cismin ilk görünümü ve döndürme sonrası görünümüleri ile dönme eksen, verilerek uygulanan döndürmenin yön ve açısını tahmin etmeleri istenmiştir.

İkinci soruda ise döndürme eksen, ile ilgili bilgi verilmeden, verilen 3B cismin döndürme yönü ve döndürme açısı ile birlikte dönme ekseninin de tahmin edilmesi istenmektedir.

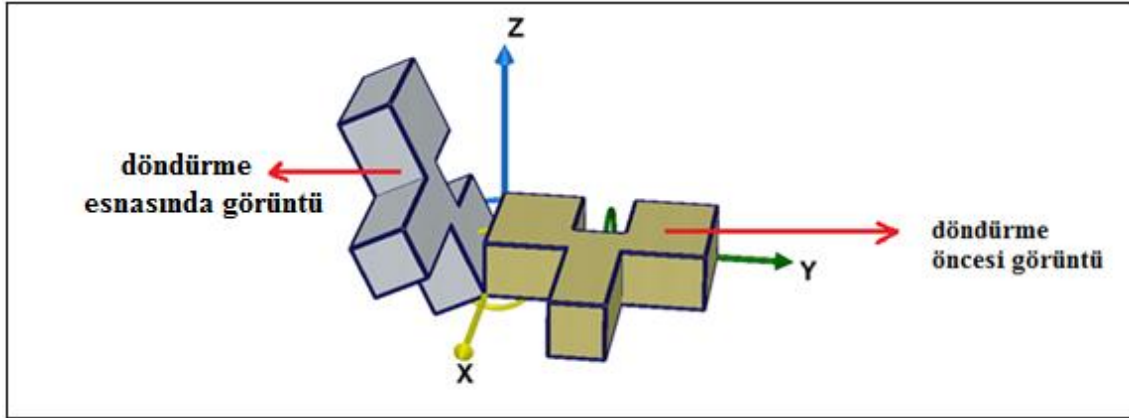
Üçüncü soru kapsamında öğrencilerin tahminlerindeki hataların daha iyi analiz edilebilmesi amacıyla hazırlanmış olan çizelgeleri doldurmaları istenmiştir. Bu çizelgelerde verilen cismin yüzeyleri numaralandırılarak istenen döndürme sonrasında kaç nolu yüzeyin hangi yöne doğru bakacağının tahmin edilmesi istenmiştir. Bu çizelgenin doğru şekilde doldurulabilmesi için öğrencinin kâğıt üzerinde görünümü verilen cismin 3B formunu zihinsel olarak canlandırıp istenen döndürmeyi zihinsel olarak düşünebilmesi gerekmektedir.

Dördüncü soru kapsamında ise döndürme sonrasında ön yöne bakması gereken yüzey numarası verilerek, bu konumun elde edilebilmesi için hangi eksen, yön ve ne kadarlık açıda bir döndürmenin gerekli olduğu sorulmuştur. Cevapların belirtilen çizelgeye doldurulması istenmiştir. Burada öğrencinin verilen 3B cismin zihinsel olarak istenilen şekilde döndürülebilmesi ve döndürme için gerekli olan döndürme eksen, dönme açısı ve dönme yönünü doğru olarak tahmin etmesi istenmektedir.

Tablo 3.11'in Devamı

Soru No	Sorunun İçeriği										
4. soru	 5. Yanda verilen şekilde 1 nolu yüzeyin tamamı görülmektedir. Aşağıda belirtilen yüzeylerin tamamen görünebilmesi için şeklin hangi eksende hangi yönde ve kaç derece döndürülmesi gerekir, tahmin ediniz. Tahmininizi göz önünde bulundurarak aşağıdaki tabloyu doldurunuz. <table border="1"> <tbody> <tr> <td>2 nolu yüzeyin görünmesi için</td><td></td></tr> <tr> <td>3 nolu yüzeyin görünmesi için</td><td></td></tr> <tr> <td>4 nolu yüzeyin görünmesi için</td><td></td></tr> <tr> <td>5 nolu yüzeyin görünmesi için</td><td></td></tr> <tr> <td>6 nolu yüzeyin görünmesi için</td><td></td></tr> </tbody> </table>	2 nolu yüzeyin görünmesi için		3 nolu yüzeyin görünmesi için		4 nolu yüzeyin görünmesi için		5 nolu yüzeyin görünmesi için		6 nolu yüzeyin görünmesi için	
2 nolu yüzeyin görünmesi için											
3 nolu yüzeyin görünmesi için											
4 nolu yüzeyin görünmesi için											
5 nolu yüzeyin görünmesi için											
6 nolu yüzeyin görünmesi için											

Uygulama aşamasında Tablo 3.11'de belirtilen sorular çalışma yaprağı olarak öğrencilere verilmiştir. Öğrenciler bu soruları incelediklerinde ilk olarak X, Y ve Z eksenlerinde döndürmenin ne demek olduğunu ve nasıl yapılacağı hakkında zorluklar yaşamışlardır. Araştırmacı bu esnada devreye girerek Cabri 3D programını kullanarak Şekil 3.46'da verilen örnek üzerinde sırayla X, Y ve Z eksenlerinde döndürmenin nasıl olduğunu göstermiştir. Ayrıca birkaç öğrenciye de programı kullanarak bu döndürmeleri yapmalarına fırsat vermiştir. Bununla birlikte araştırmacı cetvel ve defter gibi somut materyalleri kullanarak farklı eksenler etrafında döndürmenin nasıl yapıldığını göstermiştir. Ardından yine bu örnekler üzerinde 90, 180, 270 ve 360 derecelik dönmeleri göstererek öğrencilerin zihinlerinde farklı eksenler etrafında farklı açılarda dönmenin nasıl gerçekleştiğini anlamalarına yardımcı olmuştur. Ayrıca araştırmacı bu örnekler üzerinde ve Cabri 3D programını kullanarak saat yönü ve tersi yönünde nasıl döndürme yapılacağını örnek döndürmeler yaparak göstermiştir. Bu süreç içerisinde öğrencilerin sık sık Cabri 3D programını kullanmalarına olanak sağlanarak öğrencilerin dönme eylemini anlamalarına yardımcı olunmuştur.



Şekil 3.46. Döndürme Bölümü 1. Düzey Uygulamasında Cabri 3D Uygulamasından Bir Görüntü

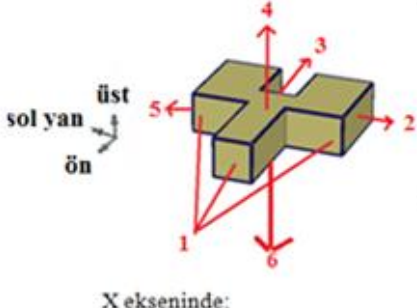
Araştırmacı birinci soru ile öğrencilerin sadece dönme yönü ve dönme açısına odaklanmasını amaçlamıştır. Dolayısıyla öğrenciler bu soruyu çözerken şekilde verilen cismin hangi eksen etrafında döndüğünü bildiklerinden zihinlerinde sadece o eksen etrafında hangi yönde ve ne kadarlık bir açıyla döndüklerini düşünmeleri bu soruyu yapmaları için yeterlidir. Öğrencilerin büyük bir bölümü birinci soruyu doğru bir şekilde yanıtlamıştır. Buna karşın ikinci soruda cismin hangi ekseninde döndüğü belirtilmediğinden bu soruya daha fazla zaman harcamışlardır. Birinci soruda öğrenciler iki parametre (dönme yönü ve dönme açısı) üzerinde düşünürken, bu soruda bu parametrelere ek olarak üçüncü bir parametrenin (dönme eksenini) eklenmesi öğrencilerin zihinlerinde dönme eylemini gerçekleştirmelerini zorlaştırmıştır.

Üçüncü soruda öğrencilerden verilen cismi ilk olarak X ekseninde sırasıyla belirtilen açılarda zihinsel olarak döndürmeleri ve bu döndürmeler sonrasında numaralandırılmış yüzeylerin ön-arka, sol-sağ, üst-alt yönlerden hangisine bakacağını düşünerek tabloları doldurmaları istenmiştir. Burada amaç öğrencilerin döndürmeyi zihinsel olarak canlandırmalarına kolaylık sağlamaktır. Çünkü cismin parçalarının döndürülmesi, cismin bütün olarak döndürülmesinden daha kolay olabileceği düşünülmüştür. Benzer çizelge devamında Y ve Z eksenlerindeki döndürmeler için yapılması ve belirtilen çizelgelerin doldurulması istenmiştir. Çizelgelerin nasıl doldurulacağı araştırmacı tarafından anlatılmıştır. Birinci tablonun (X eksenini ile ilgili olan tablo) doldurulmasında araştırmacı katılımcılara yardımcı olmuştur.

Sonrasında tam anlaşılmayan noktalar katılımcılara bire bir olarak anlatılmıştır. Öğrencilerin 3. soruda doldurdıkları çizelgeler incelendiğinde, döndürme eksenini olarak en çok Y ekseninin baz alındığı döndürmelerde hata yapıldığı gözlenmiştir. Döndürme

açısı olarak ise, 270° 'de yanlış cevap oranının arttığı görülmüştür. Üçüncü sorunun cevaplandırılmasının ardından, Cabri 3D programı kullanılarak tablodaki döndürmelerin her biri gerçekleştirilmiştir. Üçüncü soruda verilen tabloyu dolduran öğrencilerin tahminlerini test etmek için Cabri 3D programı kullanılmıştır. Böylelikle öğrencilerin her bir görüntünün elde edilmesi için döndürmenin hangi eksen, yön ve açıda yapılması gerektiğinin anlaşılması sağlanmıştır. Bu süreçte öğrencilerin Cabri 3D programını sıklıkla kullanmalarına olanak sağlanmıştır. Böylece katılımcılar Cabri 3D üzerinde döndürme hareketini dinamik olarak gözlemledikten sonra yanlışlarını, yapmış oldukları hatalarını fark etmişlerdir.

Bu süreçte öğrenciler ayrıca saat yönünde 180° döndürülme ile saat yönünün tersi yönünde 180° döndürülme sonucunda elde edilen görüntülerin (benzer şekilde saat yönünde 90° döndürme ile saat yönünün tersinde 270° döndürmenin) aynı olduğunu fark etmişlerdir. Ayrıca çizelgede aynı nolu yüzeylerin geldiği sütunlara dikkat çekilerek bu döndürmelerin aynı görüntüyü verdiğinin fark edilmesi amaçlanmıştır (bkz. Şekil 3.47).



Yanda verilen şekle aşağıda belirtilen döndürmeler uygulandığında hangi yüzeyler hangi konumda olmalıdır, tahmin etmeye çalışınız. Tahmininizi göz önünde bulundurarak aşağıdaki tabloları doldurunuz.

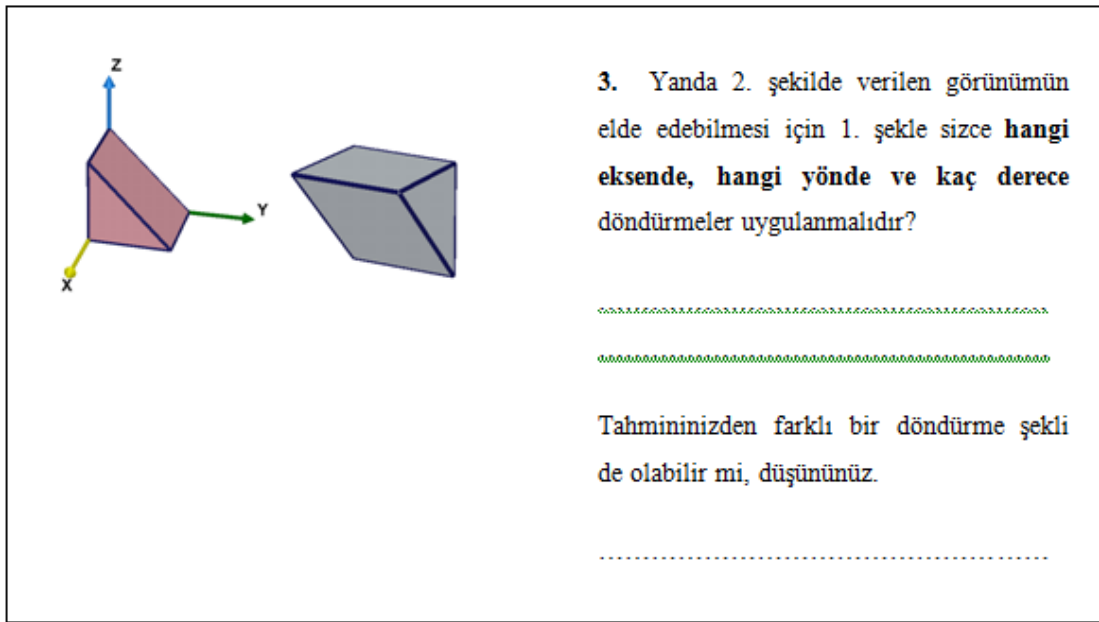
X ekseninde;

	saat yönünde 90°	saat yönünde 180°	saat yönünde 270°	Saat yönü tersi yönde 90°	Saat yönü tersi yönde 180°	Saat yönü tersi yönde 270°
Ön	1	1	1	1	1	1
Arka	3	3	3	3	3	3
Sol	6	2	4	4	2	6
Sağ	4	5	6	6	5	4
Üst	5	6	2	2	6	5
Alt	2	4	5	5	4	2

Şekil 3.47. Öğrencilerin Tablo Yanıtlarından Bir Örnek

Dördüncü öğretim seansının devamında edinilen bilgilerin pekiştirilmesi amacıyla 1. düzey etkinlik uygulaması bir önceki etkinliğine benzer sorular farklı bir cismin görüntüsü verilerek tekrar sorulmuştur. Bu etkinlikte bir önceki etkinliğin 2.

sorusundan farklı olarak 2. soru kapsamında küçük bir değişiklik yapılarak öğrencilere verilen cismin 2 eksen etrafında ard arda döndürülerek yeni cismin görüntüsünün elde edildiği söylenmiştir (bkz. Şekil 3.48). Bu soruda öğrenciler iki döndürme eksenini belirleyip her bir eksen için hangi yönde ve kaç derece önceki cismin döndürülmüş olduğunu bulmaları gerekti. Özellikle bu soru kapsamında öğrencilerin zorlandıkları görülmüştür. İki döndürmenin daha karmaşık olmasından dolayı bu döndürmeleri zihinsel olarak canlandırmada zorlandıkları gözlemlenmiştir.



Şekil 3.48. Örnek Döndürme Etkinliği

Bu aşamada araştırmacı öğrencilerle birlikte Cabri 3D programını kullanarak farklı döndürme olasılıkları üzerinde tartışmıştır. Bu esnada araştırmacı öğrencilerden çeşitli tahminler almıştır. Araştırmacı katılımcıların hepsine programı kullanmalarını isteyerek bu tahminlerinin her birini test etmelerini sağlamıştır. Bu süreçte öğrencilerin birden fazla eksen üzerinde döndürmeyi zihinlerinde canlandırmakta zorlandıkları görülmüştür. Bununla birlikte Cabri 3D programının her olasılığı kolayca test etme olanağı vermesinden dolayı öğrenciler pratik olarak olası zihinsel döndürmeleri hızlı bir şekilde gerçekleştirmişlerdir.

Dördüncü öğretim seansının sonunda öğrenciler verilen bir cismin tek eksen (X, Y veya Z eksenini) etrafında, hangi yönde ve ne kadar bir açıyla döndürüldüğünü doğru bir şekilde tahmin etmeye başlamışlardır. Ancak bulgular öğrencilerin iki eksenli döndürmelerde döndürülmüş cisimlerin hangi ekseninde, hangi yönde ve hangi açıda

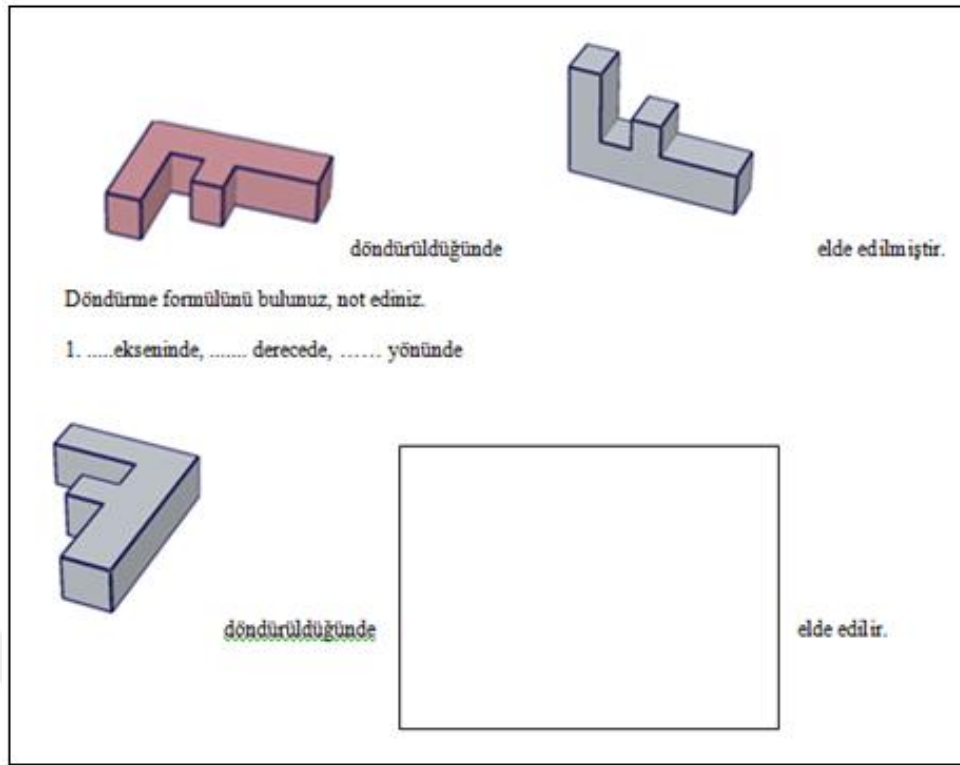
döndürülmüş olduğunu tahmin etmede zorlandıklarını göstermiştir. Bu nedenle araştırmacı bir sonraki öğretim seansında öğrencilerin bu zorluklarını gidermek amacıyla iki eksenli döndürme etkinliklerini içeren daha fazla sayıda etkinliklere yer vermiştir.

3.2.2.2. Öğretim seansı 5

Birinci öğretim seansı öğrencilerin cisimleri iki eksenli döndürmede zihinsel olarak canlandırmakta zorlandıklarını göstermiştir. Araştırmacı bunun nedenini öğrencilerin cisimleri tek eksenli döndürmelerde yeterli zihinsel beceriye ulaşamamış olmalarından kaynaklanabileceğini düşünüp, ikinci öğretim seansının başında tek eksenli döndürmelere daha fazla zaman ayırmaya karar vermiştir. Bu süreçte özellikle verilen bir cismin X, Y ve Z eksenlerinden bir tanesi etrafında döndürülmesine odaklanılmıştır. İkinci öğretim seansının devamında iki eksenli döndürmelere yer verilmiştir. Genel olarak ikinci öğretim seansı kapsamında yapılan etkinliklerde 3B bir cismin döndürme öncesi ve döndürme sonrası görünümleri verilmiştir.

Katılımcılardan önce döndürmeyi (döndürme eksen, dönme açısı ve dönme yönü) ifade etmeleri istenmiştir. Sonrasında bu döndürmeyi verilen diğer şekle zihinsel olarak uygulaması, bu şeklin döndürme sonrası alacağı görünümün tahmin edilerek belirtilen alana çizilmesi istenmiştir (bkz. Şekil 3.49).

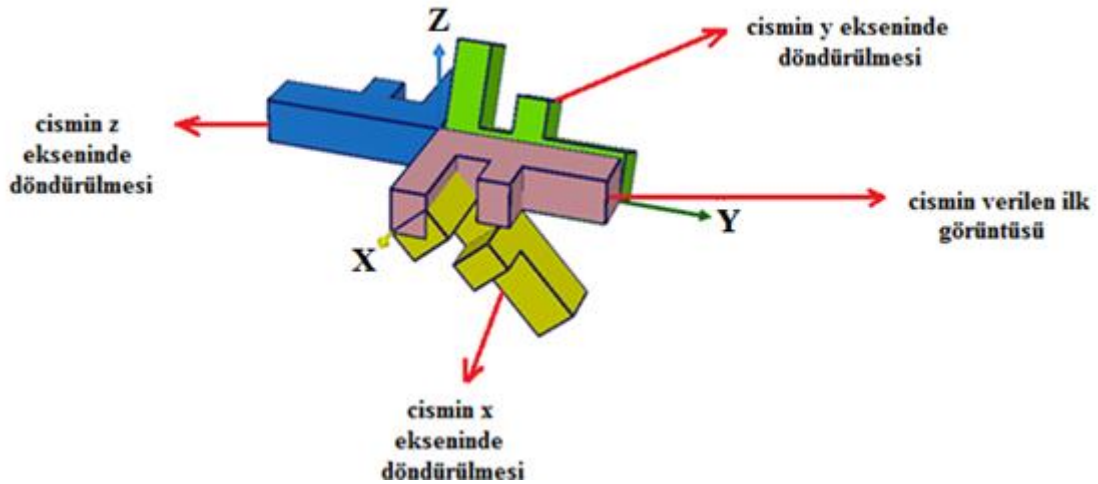
Zihinsel olarak tahmin edilen görünümün 3B olarak kâğıda aktarılmasının katılımcılar için zor olacağı bilinmektedir. Bu nedenle yapılan çizimlerde, çizimin düzgün olmasından ziyade hangi yüzeyin ne yöne baktığının dikkate alınacağı katılımcılara ifade edilerek, eğer isterlerse çizimlerini 2B olarak da yapabilecekleri belirtilmiştir.



Şekil 3.49. Döndürme Bölümü 2. Düzey Etkinliklerinden Bir Örnek

Burada ilk olarak öğrencilerin döndürmeyi ifade etmeleri istenerek, döndürmeyi zihninde doğru bir şekilde canlandırabilme durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca döndürme bilgisinin doğru belirlenmesi bir sonraki adım da istenen uygulamanın doğruluğunu da etkileyeceğinden, döndürme bilgisinin doğru belirlenmesi önemlidir. Bu nedenle önce döndürmenin dönme eksenini, dönme yönü ve dönme açısının tahmin edilmesi, devamında bu parametrelerin farklı bir cisme uygulanmasının yararlı olacağı düşünülmüştür.

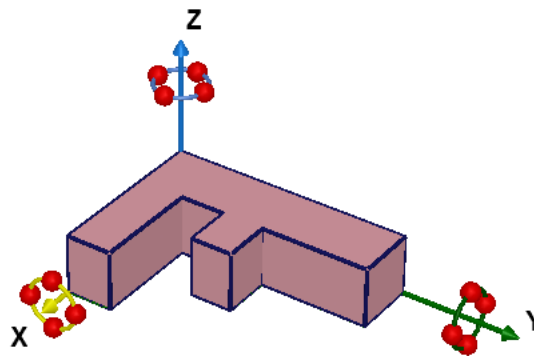
Kompleks etkinliklerin uygulanması sürecinde öğrencilere ilk soru (bkz. Şekil 63) yöneltilmiştir ve nasıl düşünmeleri gerektiği ile ilgili bilgi verilmiştir. Öğrencilerden gelen ilk yanıtlar yapılan hataları göstermiştir. Bu hatalarda öğrencilerin bir kısmının dönme eksenini tam olarak kavrayamamış olduğu görülmüştür. Bu nedenle Cabri 3D ile cismi sırayla X, Y, Z eksenleri etrafında döndürmenin nasıl olduğu dinamik olarak gösterilmiştir (bkz. Şekil 3.50).



Şekil 3.50. Cabri 3D’de X, Y ve Z Eksenleri Üzerinde Döndürmenin Uygulanmasından Bir Görüntü

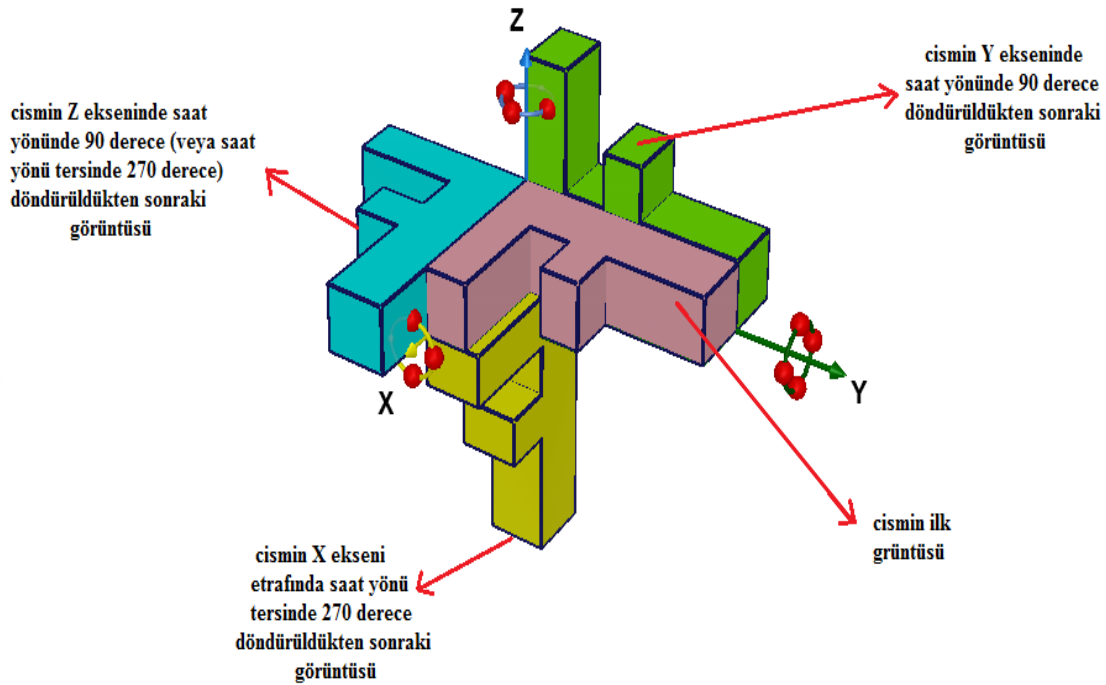
Eksenler etrafında döndürmenin nasıl düşünülmesi gerektiği anlatıldıktan sonra Şekil 3.49’da verilen soruyu tekrar düşünmeleri istenmiştir. Bu süreçte katılımcılara bireysel olarak da yardımcı olunmuştur. Döndürme formülü yazılırken döndürme açısı ve döndürme yönü konusunda da sıkıntılar yaşandığı gözlenmiştir. Bu nedenle Cabri 3D programı ile döndürme açısı ve yönünü belirlerken nelere dikkat edilmesi gerektiği anlatılmıştır.

Programda bu konunun kavranmasına kolaylık sağlaması açısından X, Y ve Z eksenleri merkezli çemberlerden yararlanılmıştır (bkz. Şekil 3.51).



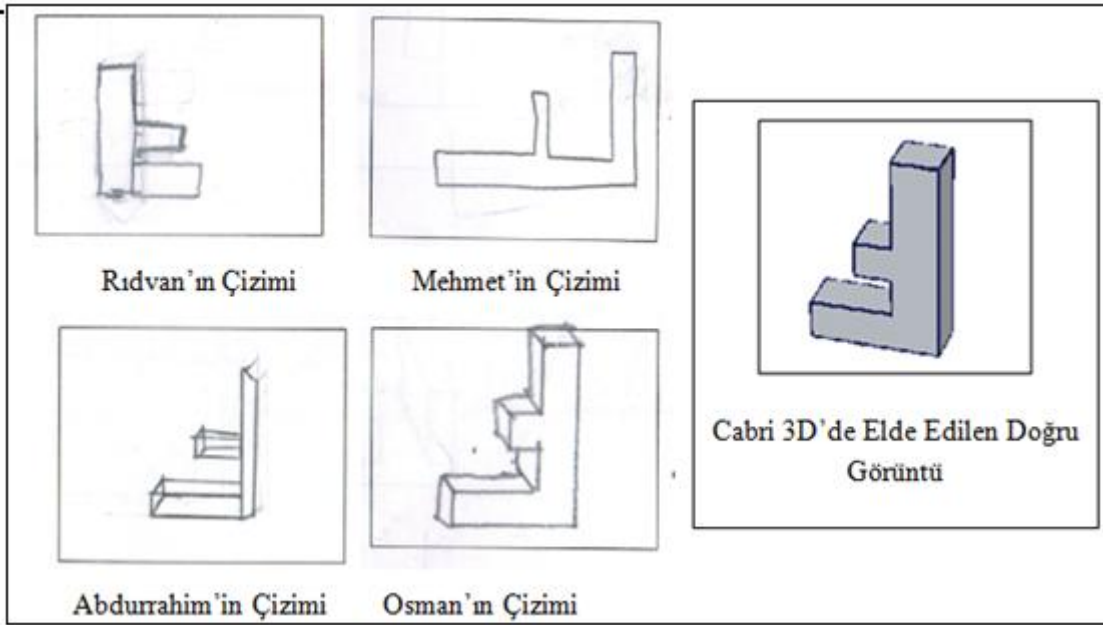
Şekil 3.51. Cabri 3D’de Döndürme Açısı ve Döndürme Yönünün Belirlenmesine Yönelik Hazırlanmış X, Y Ve Z Eksenli Açısal Olarak İşaretlendirilmiş Çemberler

Çemberler üzerine 90° , 180° , 270° 'lik açı ölçülerini temsil eden noktalar yerleştirilmiştir. Bu noktaları kullanarak döndürme açı ölçüsünün ve döndürme yönünün belirlenmesi ile ilgili örnekler verilmiştir (bkz. Şekil 3.52).



Şekil 3.52. Cabri 3D’de Döndürme Açısı ve Döndürme Yönünün Belirlenmesinin Anlatımında Verilen Örnekler

Bu konularda bilgi verildikten sonra katılımcılara ilk soruyu (bkz. Şekil 3.49) cevaplandırmaları için süre verilmiştir. Sonrasında öğrencilerden birinin kendi tahminini ve diğer öğrencilerin tahminlerini Cabri 3D ile uygulaması sağlanmıştır. Devamında yapılan çizimler Cabri 3D ile elde edilen döndürme sonrası görünüm ile karşılaştırılarak, farklı noktalar katılımcılar ile birlikte tartışılmıştır. Katılımcıların bu soru için yapmış oldukları çizimlerde hatalar olduğu görülmüştür (bkz. Şekil 3.53). Orhan ve Ali’nin çizimleri incelendiğinde zihinsel döndürmeyi doğru şekilde yaptıkları, Rıza ve Metin’in ise yanlış düşündükleri görülmektedir.

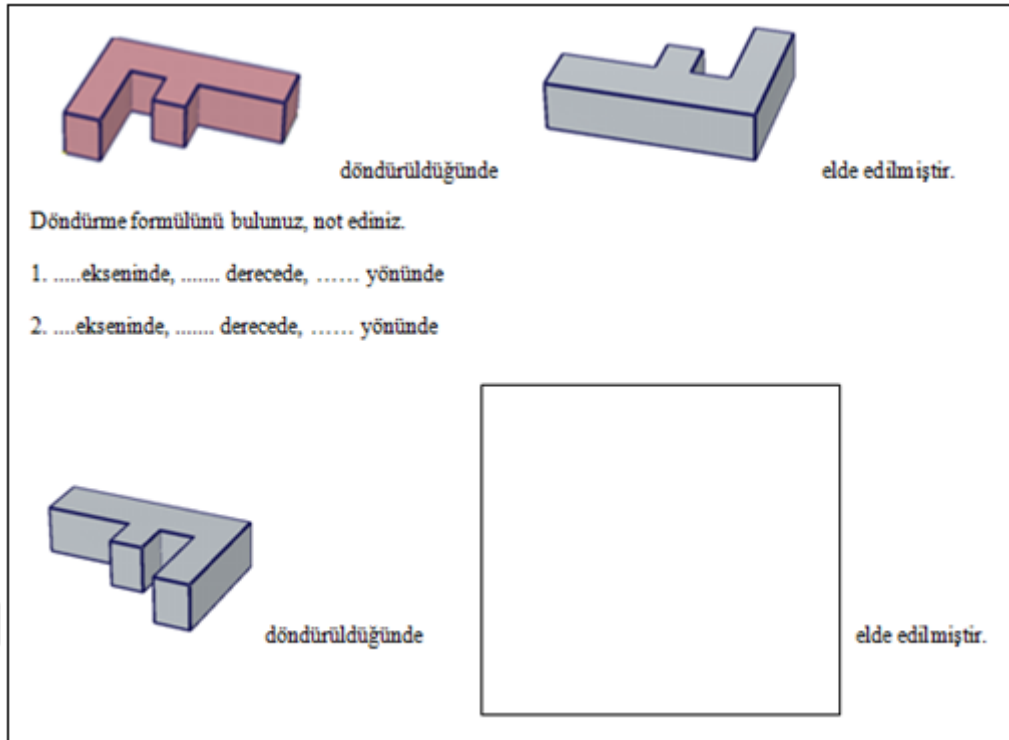


Şekil 3.53. Katılımcıların Döndürme Bölümü 2. Düzey İlk Etkinlikte Yapılan Çizimlerden Örnekler ve Cabri 3D'de Elde Edilen Doğru Görünüşü

Katılımcılardan Cabri 3D ile elde edilen görüntüleri de kendi çizimlerinin yanına çizmeleri istenmiştir. Aradaki farkları görmeleri istenmiştir. Katılımcılara tek tek çizimleri ile doğru görüntü arasındaki farkların neler olduğu sorularak hatalarını anlamaları amaçlanmıştır.

Bu etkinlik kompleks düzeyde yapılan ilk etkinlik olduğu için daha çok eğitim ve bilgi verme ön planda olmuştur. Diğer etkinliklerde katılımcıların daha aktif olmaları sağlanmıştır.

Soruların bir kısmında uygulanan döndürmeler bir aşamalı iken bir kısmında da uygulanan döndürmeler iki aşamadan oluşmaktadır. Bir aşamalı sorulara göre daha karmaşık olan iki aşamalı döndürme sorularında kişinin ardı ardına iki döndürmenin formülünü bulması ve bu iki döndürmeyi verilen diğer cisme uygulaması istenmektedir (bkz. Şekil 3.54).



Şekil 3.54. 2. Düzey Etkinliklerinden İki Aşamalı Sorulardan Bir Örnek

Şekil 3.54’te verilen soruda ki çizimi yaparken öğrencilerin sordukları sorular cevaplanmıştır. Bu sorular öğrencilerin eksenler, açılar ve dönme yönü ile ilgilidir. Öğrenciler düşündüklerinin doğru olup olmadığını test etmek istemişlerdir. Yapılan çizimler incelendiğinde sadece Rıza’nın düşüncesinin doğru olduğu görülmüştür.

Program üzerinde iki aşamalı olarak önce döndürme parametreleri bulunmuştur. Sonra bulunan parametreler kullanılarak ikinci döndürme gerçekleştirilmiştir. Yapılan çizimlerin Cabri 3D programı ile elde edilen görünüm ile karşılaştırılması ve böylece yanlışlarını ifade etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin verdiği cevaplardan bazıları şöyledir:

- *X ekseninde döndürmeliydim.*
- *90 derece değil, 180 derece döndürmeliyiz.*
- *Son durumda “F” nin kolları arka yöne bakmalıymış.*
- *Şekilde “F”nin ayak kısmı yukarı kalkmış. O yüzden X ekseninde döndürme yapmalıyız.*

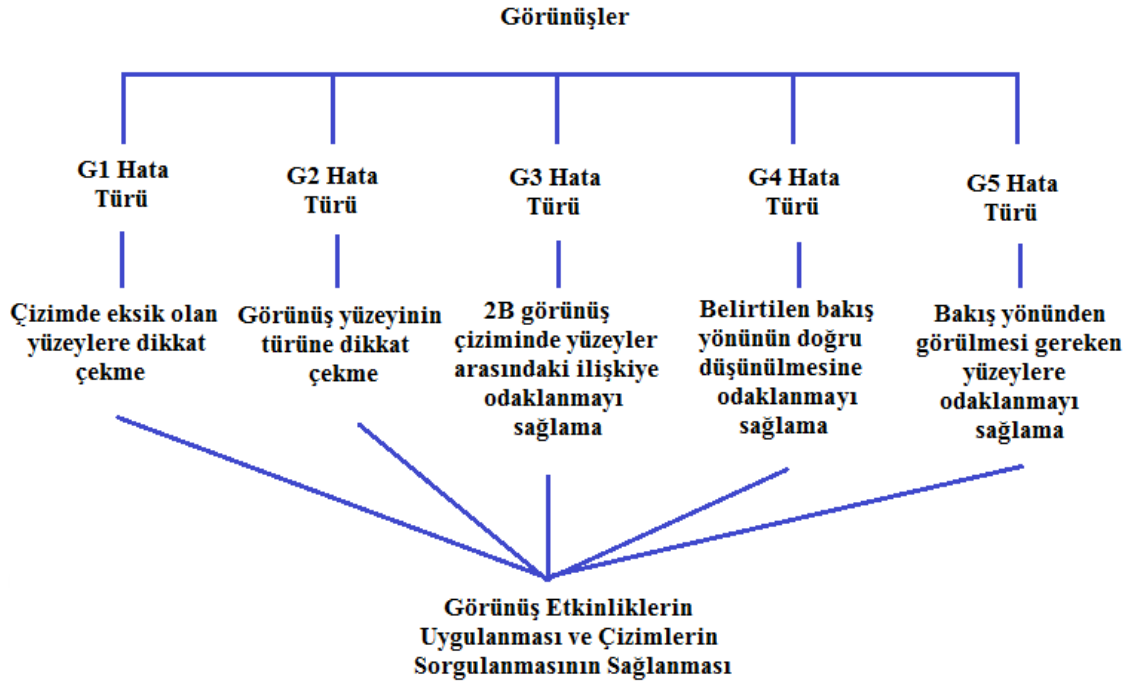
Verilen cevaplar öğrenmenin gerçekleşmeye başladığının göstergesi olarak yorumlanmıştır. Bu şekilde etkinlikler uygulamaya devam edilmiştir. Her etkinlikte Cabri 3D ile öğrencilere düşüncelerinin doğruluğunu test etme imkânı sunulmuştur. Her etkinlikte farklı hatalar yapılmasıyla birlikte, her birinde öğrenilen noktalar olmuştur.

Döndürme etkinliklerinin yapıldığı dördüncü öğretim seansının sonunda öğrencilerin çoğu döndürme parametrelerini kullanarak 3B cisimleri doğru bir şekilde döndürebildikleri gözlenmiştir. Buna karşın iki eksenli döndürmelerde öğrencilerin yer yer sıkıntılar yaşadığı gözlemlenmiştir. Özellikle bu üç döndürme parametresinin arka arkaya kullanılması öğrencilerin bilişsel yüklerini artırdığı gözlenmiştir. Araştırmacı bu noktalarda öğrencilerden her bir eksen etrafındaki döndürmeyi bir görev olarak düşünmelerini ve her bir görevi tamamladıktan sonra ikinci göreve odaklanmalarını istemiştir. Yine de cismin karmaşıklığı arttıkça (yüzey sayısı, eğimli yüzeye sahip olması) iki eksenli döndürmelerin zihinsel olarak canlandırılmasında öğrenciler zorlanmaya devam etmişlerdir.

3.2.3. Görünüşler

Araştırma bulguları 3B bir cismin görüntüsü kâğıt üzerinde verildiğinde farklı yönlerden görünüşünün nasıl olacağının belirlenmesinde zorluklar yaşadığını göstermiştir. Kâğıt üzerindeki görüntü verildiğinde 3B formunu zihinde canlandırmak oldukça zor olabilmektedir. Bunun da ötesinde 3B cisme farklı yönlerden bakıldığında cismin görünüşünün zihinsel olarak canlandırılabilmesi öğrenciler için daha da güç hale gelebilmektedir. Bu nedenle katılımcılarla yaptıkları hataları ve yanlış düşündükleri noktaları fark etmelerini sağlayacak etkinliklerin yapılması uygun görülmüştür. Görünüşler bölümü ile ilgili Tablo 3.6'da gösterilen 5 hata profilinin giderilmesine yönelik olarak, araştırmacı 2 öğretim seansı düzenlemiştir (bkz Şekil 3.55).

Özellikle, çizimlerde eksik yüzeylere dikkat çekme, görünüş yüzey türüne dikkat çekme, yüzey parçalarının konumlandırılmasına dikkat çekme, belirtilen bakış yönünün doğru düşünülmesine odaklanma, belirtilen bakış yönünden görülmesi gereken yüzeylere odaklanmayı sağlamak amaçlanmıştır.



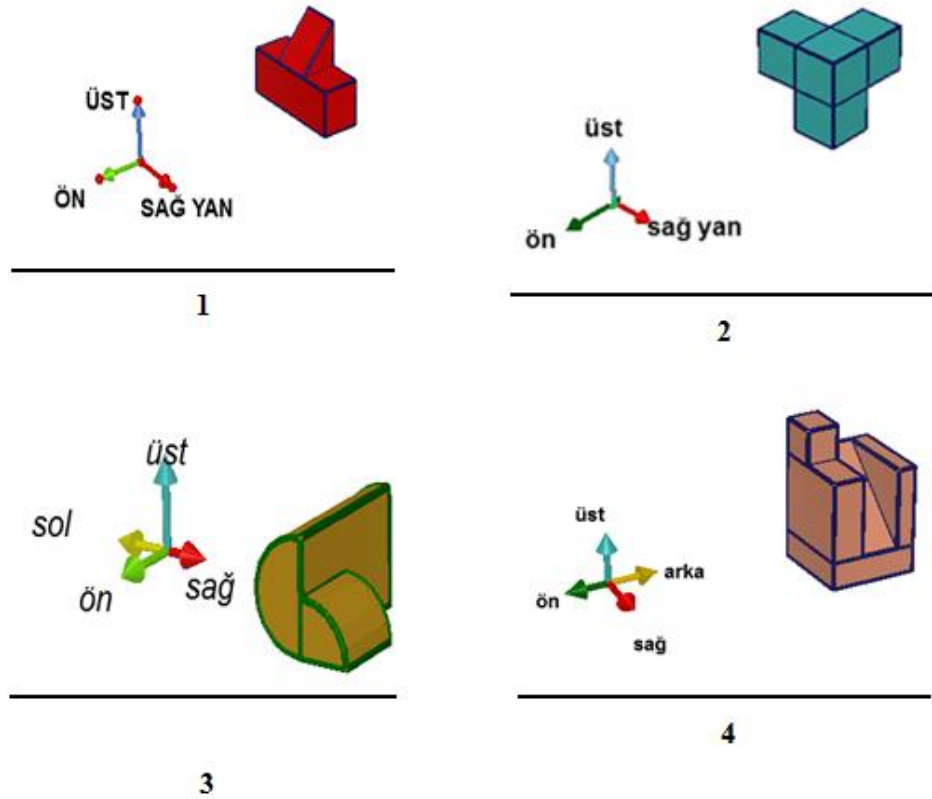
Şekil 3.55. Görünüşler Bölümü Etkinliklerinin Uygulanış Şeması

Bu amaçla 3B cisimlerin 3B olarak gözlenmesinin ve analiz edilmesinin gerekli olduğu düşünülerek Cabri 3D programı kullanılmıştır. Bu program aracılığıyla 3B cisim gerek döndürülerek gerekse farklı yönlerden görünüşleri elde edilerek yaşanan zorluklar giderilmeye çalışılmıştır. Cabri 3D programının kullanımının yanında katılımcılara etkinliklerin uygulanma süreci boyunca kendi yapmış oldukları çizimleri sorgulamalarını sağlayacak sorular sorularak katılımcıların “Görünüşler” ile ilgili yanlış hata profilleri düzeltilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla gerçekleştirilen 2 öğretim seansının detaylarına bir sonraki bölümde yer verilmiştir.

3.2.3.1. Öğretim seansı 6

İlk olarak katılımcılardan, verilen 3B cismin 6 yönden (ön-arka, sağ-sol, üst-alt) görünüşünü düşünerek oluşacak 2B görünüş çizimini belirtilen alana çizmeleri istenmiştir. Yapılan çizimler incelendiğinde farklı katılımcıların farklı hatalar yaptıkları görülmüştür. Yapı olarak daha basit olan 3B cisimlerin görünüş çizimlerinde daha çok bazı yüzeylerin eksik çizilmesi (Tablo 3.6, [G1] Hata Profili) ile görünüş yüzey türünün yanlış belirlenmesi (Tablo 3.6, [G2] Hata Profili) karşılaşılmıştır. [G2] hata profiline ise daha çok eğik yüzey veya silindirik şekiller gibi eğri yüzey bulunduran cisimlerin görünüş çizimlerinde rastlanmıştır. Cisimlerin yapıları karmaşık hale geldikçe yapılan hatalar çeşitlilik göstermiştir.

Şekil 3.56’da bu bölümde gerçekleştirilen etkinliklerden bazı örnekler verilmiştir.



Şekil 3.56. Görünüşler Bölümü Etkinliklerinde 2B Görünüş Çizimleri İstenen Bazı 3B Cisimler

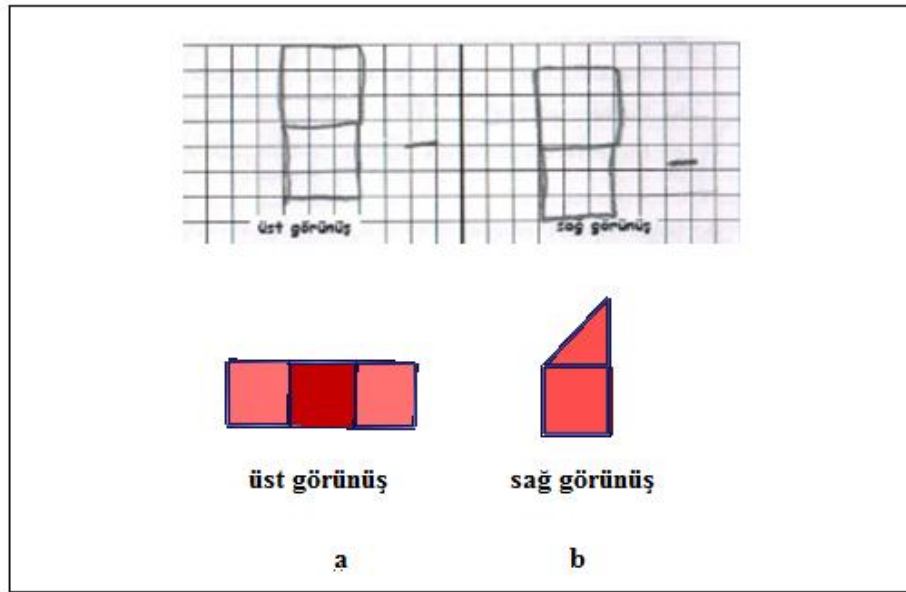
Birinci öğretim seansı kapsamında ilk olarak Şekil 70, 1 nolu şekildeki cisim verilerek onlardan cismin ön-arka, sol-sağ ve üst-alt görüşlerini tahmin ederek çalışma kâğıtlarına çizimleri istenmiştir.

Bu etkinlik bu bölümdeki ilk etkinlik olması dolayısıyla basit bir cisim tercih edilmiştir (bkz. Şekil 3.56, 1). Katılımcılardan ilk olarak bu cismin 6 farklı yönden (ön-arka, sol-sağ, üst-alt) görüşlerini tahmin ederek, yaptıkları tahminlerini çalışma kâğıtlarında belirtilen alanlara çizimleri istenmiştir.

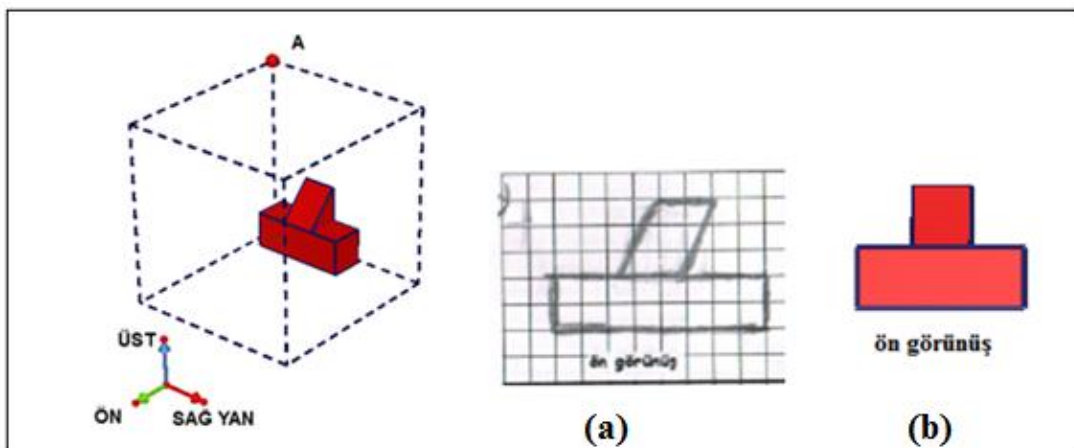
Katılımcıların çizimlerini yapmaları ve yöneltilen soruları cevaplamalarının ardından Cabri 3D üzerinde yapılanların test edilmesi aşamasına geçilmiştir. Katılımcılardan doğru ve yanlış olarak yaptıkları çizimleri belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerden yanlış yaptıkları çizimlerin doğrusunu gördükten sonra tekrar bu görüşleri çizimleri istenmiştir. Böylelikle öğrencilerin hatalarını fark etmeleri ve düzeltmeleri amaçlanmıştır.

Cismin görünüşleri Cabri 3D üzerinde sırayla elde edilerek tahminler karşılaştırılmıştır. Bu etkinlikte katılımcılar çizimlerini büyük oranda doğru olarak yapabilmışlardır. Sadece Rıza ve Musa kodlu katılımcıların bazı çizimlerinin hatalı olduğu görülmüştür (bkz. Şekil 3.57 ve 3.58).

Rıza'nın cismin üst görünüş çiziminde bakış yönü hatası ([G4]) ve eksik yüzey çizimi ([G1]) olduğu görülmüştür (Şekil 3.57a). Rıza ayrıca cismin sağ görünüş çiziminde yüzey türünü yanlış belirleyerek ([G2]) üçgen çizmesi gereken yerde kare çizmiştir (Şekil 3.57b).



Şekil 3.57. Rıza'nın Görünüşler Bölümü Etkinlik 1'de Yapmış Olduğu Hatalı Çizimler ve Cabri 3D'de Elde Edilen Doğru Çizimler



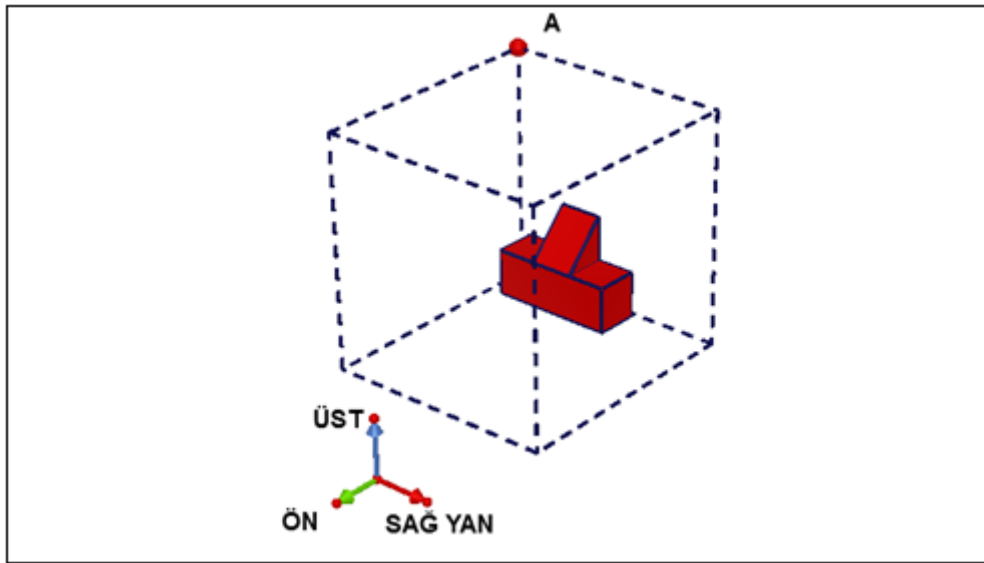
Şekil 3.58. Rıza'nın Ön Görünüş Çizimi ve Cabri 3D'de Elde Edilen Doğru Çizim

Ayrıca Rıza verilen cismin (Şekil 3.58a) ön görünüş çiziminde cismin üzerindeki eğik yüzeyi paralelkenar olarak çizmiştir (Şekil 3.58b). Cabri 3D programı

kullanıldığında cismin ön görünüşünde Rıza paralelkenar olarak çizdiği yüzeyin aslında bir dikdörtgen olduğunu fark etmiştir. Araştırmacı sınıf içinde tüm katılımcılarla bunun nedenini tartışmış ve eğik yüzeylerin karşıdan bakıldığında ayrıtlarının düz çizgi olarak görüneceği sonucuna varılmıştır.

Etkinlik kapsamında ikinci olarak da aynı cisim saydam bir küp içerisinde verilerek, belirtilen A noktasından cisme bakıldığında görünecek yüzeyler ile ilgili sorular yöneltilmiştir (bkz. Şekil 3.59). Küpün bir köşesi işaretlenerek bu noktadan cisme bakıldığında cismin hangi yöne bakan yüzeylerinin görülebileceği ile ilgili bazı sorular sorulmuştur ve bu soruları ön-arka, sol-sağ, üst-alt yönleri düşünerek cevaplamaları istenmiştir. Sorulan sorular şöyledir:

- Hangi yöne bakan yüzeylerin tamamı görülür?
- Hangi yöne bakan yüzeylerin bir kısmı görülür?
- Hangi yöne bakan yüzeyler hiç görülmez?

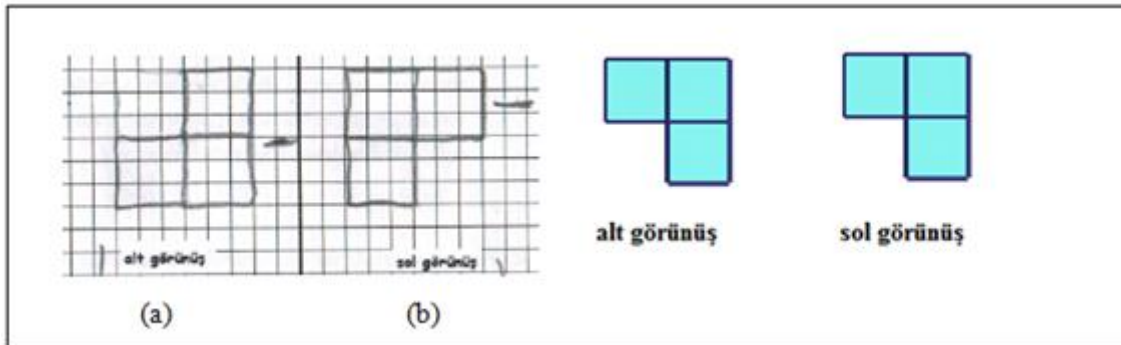


Şekil 3.59. Etkinlikte Verilen Cismin Küp İçerisindeki Görüntüsü

İlk örnekte öğrenciler cisme A noktasından görünüşünü zihinlerinde canlandırmakta zorlanmışlardır. Bu aşamada araştırmacı Cabri 3D programı yardımıyla öğrencilere cismin A noktasından görünüşünü göstererek, soruları cevaplamalarına yardımcı olmuştur.

Bu etkinliğin ardından birim küplerden oluşan bir başka cisim (bkz. Şekil 3.56, 2 nolu cisim) gösterilerek bir önceki etkinlikteki şekilde görünüş çizimlerini yapmaları istenmiştir. Yapılan çizimlerin doğruluğu Cabri 3D programı ile test edilmiştir. Katılımcıların bu etkinlikte alt ve sol görünüşlerde bakış yönü hatası yapmış oldukları

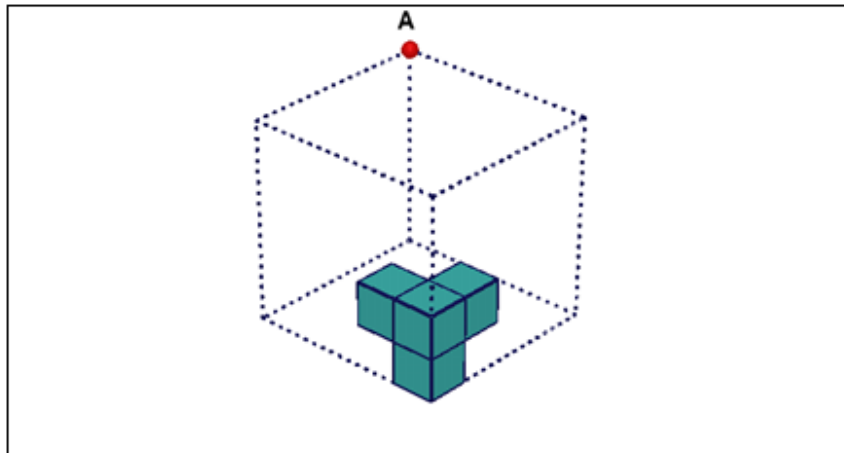
görülmüştür (bkz. Şekil 3.60a ve 3.60b). Diğer yönlerden görünüş çizimleri tüm katılımcılar tarafından doğru yapılmıştır.



Şekil 3.60. Katılımcıların Görünüşler Bölümü Etkinlik 2’de Yapmış Olduğu Hatalı Çizimler ve Cabri 3D’de Elde Edilen Doğru Çizimler

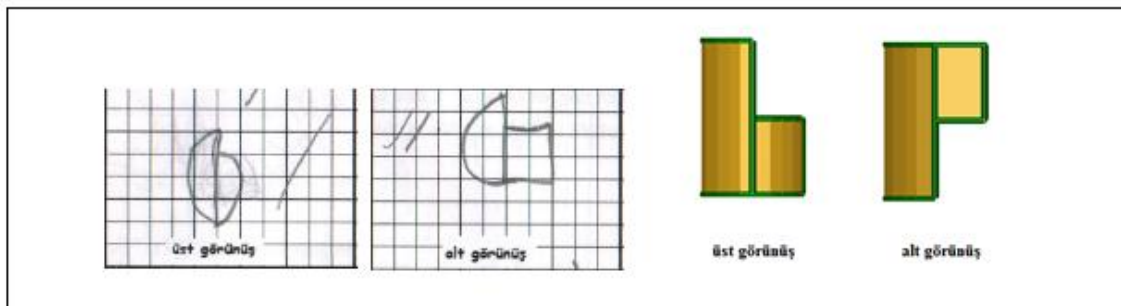
Şekil 3.60’ta görülen hata türü, kişinin cismin alt görünüşünü zihninde canlandırırken farklı bir yönü düşünmesinden kaynaklanmaktadır ([G4]). Bu hatayı düzeltmek amacıyla Cabri 3D programı ile doğru görünüşler elde edilmiştir. Ardından cisim döndürülerek istenilen yönden bakış açısına göre ayarlanmıştır. Böylece öğrenci dinamik olarak bakış yönünün nasıl belirlenmesi gerektiğini kavramaya başlamıştır.

A noktasından bakıldığında cismin hangi yüzeylerinin ne oranda görülebileceği sorusuna (bkz. Şekil 3.61) verilen cevaplar incelendiğinde tüm katılımcılar üst yüzeyin tamamının görülebileceğini ifade etmişlerdir. Katılımcıların birkaçı arka ve sağ yüzeylerin tamamının görülebileceğini birkaçı da yüzeylerin bir kısmının görülebileceğini belirtmişlerdir. Bu cevaplar program üzerinde gösterilerek tartışılmış üst, arka ve sol yüzeylerin tamamının görüleceği ve alt, ön ve sağ yüzeylerinin hiç birinin görülmeyeceği sonucuna ulaşılmıştır.



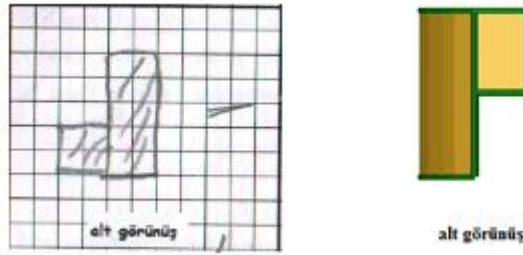
Şekil 3.61. Görünüşler Bölümü Etkinlik 2’de Cismin Küp İçerisindeki Görüntüsü

Bu öğretim seansında yapılan etkinliklerden bir diğeri de silindir parçalarından oluşan bir cismin görünüşlerinin çizilmesidir. İlk iki etkinlikte birim karelerden oluşan cisimlere yer verilirken bu etkinlikte araştırmacı özellikle eğrisel yüzeyleri de içeren bir örnek kullanmıştır. Bu etkinlikte öğrencilerin eğrisel yüzeyleri 2B olarak nasıl düşündüklerinin anlaşılması amaçlanmıştır. Katılımcılardan ilk olarak verilen cismin (Şekil 3.56, 3) farklı yönlerden (ön-arka, sağ-sol, üst-alt) görünüş çizimlerini yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin yaptıkları çizimlerde [G2], [G3] ve [G4] hata profilleri (Tablo 3.6) ile karşılaşılmıştır. Örneğin Katılımcılardan Musa verilen cismin üst görünüşünü Şekil 3.62’de olduğu gibi çizmiştir. Musa çiziminde üst görünüş yerine ön görünüşü çizmeye çalışarak bakış yönü hatası ([G4]) yapmıştır. Ardından kendince belirlediği üst görünüşe karşılık gelen alt görünüşü çizerken yönelim hatasından kaynaklı olarak görünüş yüzey parçalarının yanlış konumlandığını ([G3]) ve yüzey türünün yanlış belirlenmesi ([G2]) hatası yapmıştır. Musa’nın bu çizimlerinin ardından Cabri 3D programı ile cismin üst ve alt görünüşleri elde edildiğinde Musa cisme yanlış açıdan baktığını ve yanlış çizim yaptığını fark etmiştir. Burada doğru çizimlerin Cabri 3D ile gösterilmesiyle birlikte sınıf içinde yapılan tartışmalarla eğrisel yüzeyi olan cisimlerin farklı yönlerden görünüşlerinde eğrisel olarak görünmeyebileceği bilgisine ulaşılmıştır.



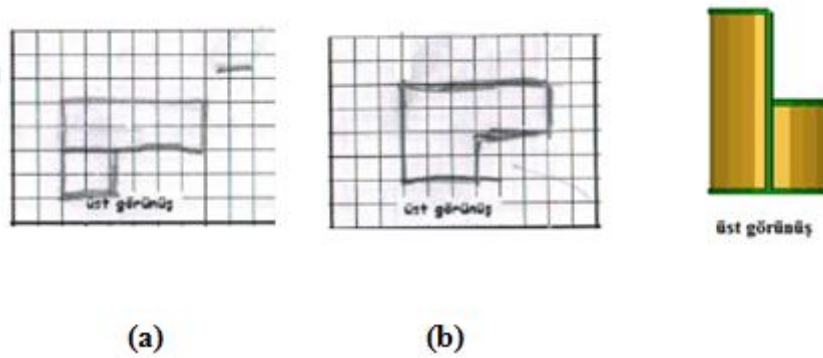
Şekil 3.62. Musa'nın Yaptığı Üst ve Alt Görünüş Çizimleri

Benzer bir hata bir başka öğrenci (Rıza) tarafından yapılmıştır. Rıza verilen cismin alt görünüşünü çizerken cismi zihninde önden arkaya doğru canlandırmayıp arkadan öne doğru canlandırarak bir yönelim hatası yapmıştır. Bunun sonucu olarak 2B görünüş çiziminde şekilleri yanlış konumlandırmıştır ([G3]). (bkz. Şekil 3.63).



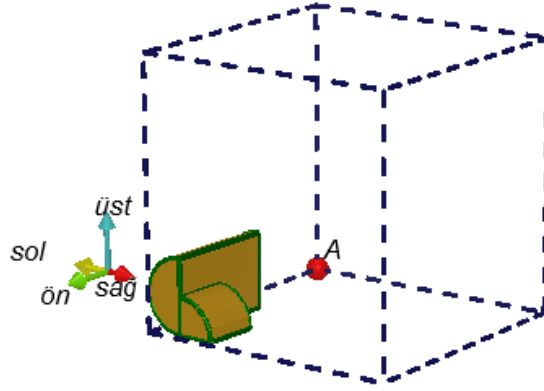
Şekil 3.63. Rıza'nın Alt Görünüş Çizimi

Ayrıca Ufuk ve Orhan kodlu katılımcılar ise üst görünüş çiziminde bakış yönünü doğru olarak belirleyememişlerdir ([G4] Hata Profili). Bu katılımcılar cisme yanlış bir bakış yönünden (ön yön yerine sağ yönden) bakmaları sonucunda üst görünüşü yanlış bir doğrultuda konumlandırmışlardır (bkz. Şekil 3.64 a ve b). Her ne kadar üst görünüş bir bütün olarak doğru olsa da görüntünün doğrultusu yanlış olarak gösterilmiştir. Bunu gidermeye yönelik program üzerinde doğru görüntü elde edildikten sonra araştırmacı öğrencilere cismin bakış yönünü düşünürken cismin ön yüzeyini göz önüne getirilmesi gerektiğini ve diğer yönlerden görünüşü bu ön yüzeyi temel alarak belirlenmesi gerektiği ifade etmiştir.



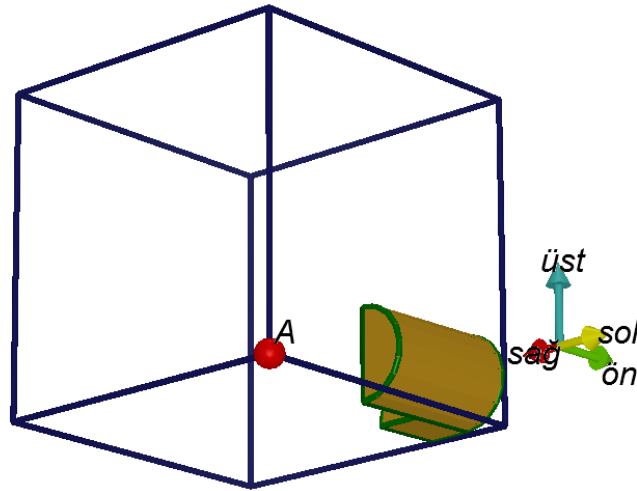
Şekil 3.64. Etkinliğin Üst Görünüş Çiziminde Yapılan Yanlış Çizim Örnekleri

Belirlenen noktadan görülen yüzeyler ile ilgili soruda A noktası bu kez saydam küpün alt köşelerinden birinde verilmiştir (bkz. Şekil 3.65).



Şekil 3.65. Cismın Küp İçerisindeki Görüntüsü

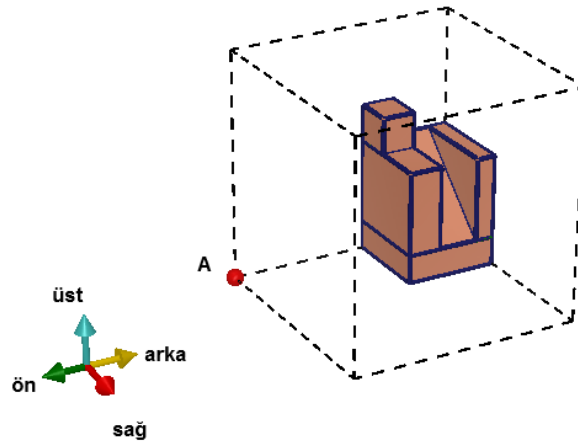
Cisme bu noktadan bakıldığında görünecek yüzeyleri tahmin etmeleri istendiğinde katılımcılar cismin alt yüzeyinin hiç görülemeyeceğini düşünmüşlerdir. Bunun nedeni saydam küpün alt bölümünün bir nesne üzerinde gibi düşünmelerinden kaynaklı olduğu tahmin edilmiştir. Oysa A noktasından bakan biri cismin alt, arka ve sol yöne bakan (bakış açısından sağ yön) yüzeylerini görebilmektedir (bkz. Şekil 3.66). Katılımcıların bunu zihinlerinde canlandırmaları zaman almıştır. Bu nedenle cisim Şekil 3.66'daki gibi Cabri 3D programı ile döndürülerek öğrencilerin bu yüzeyleri görmeleri sağlanmıştır.



Şekil 3.66. Etkinlik Kapsamında Verilen Cismin A Noktasından Görünüşü

Bir başka etkinlikte (bkz. Şekil 3.67) öğrencilere verilen cismin A noktasından bakıldığında görülebilecek yüzeyler sorulduğunda katılımcıların hepsi bu soruyu ön, sol ve alt yüzeylerin tamamı görülür; üst, sağ ve arka yüzeyler hiç görülmez şeklinde

yorumlamışlardır. Katılımcıların bu soruyu doğru cevaplandırmaları zihinlerinde 3B olarak düşünebilmeye başladıklarının bir göstergesi olarak yorumlanabilir.



Şekil 3.67. Görünüşler Bölümü Etkinlik 4'te Cismin Küp İçerisindeki Görüntüsü

Bu öğretim seansı değerlendirildiğinde öğrencilerin genelde bakış yönü hatası ve yönelim hatasından kaynaklı yüzey parçalarının yanlış konumlandırılması hatası yaptıkları gözlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin eğik yüzeyli cisimlerin görünüşlerini çizmekte zorlandıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle bir sonraki öğretim seansında öğrencilerin bu zorlanmalarını gidermek için eğik yüzey bulunan cisimlerin görüntüleri verilerek görünüş çizimlerinin yaptırılması uygun görülmüştür.

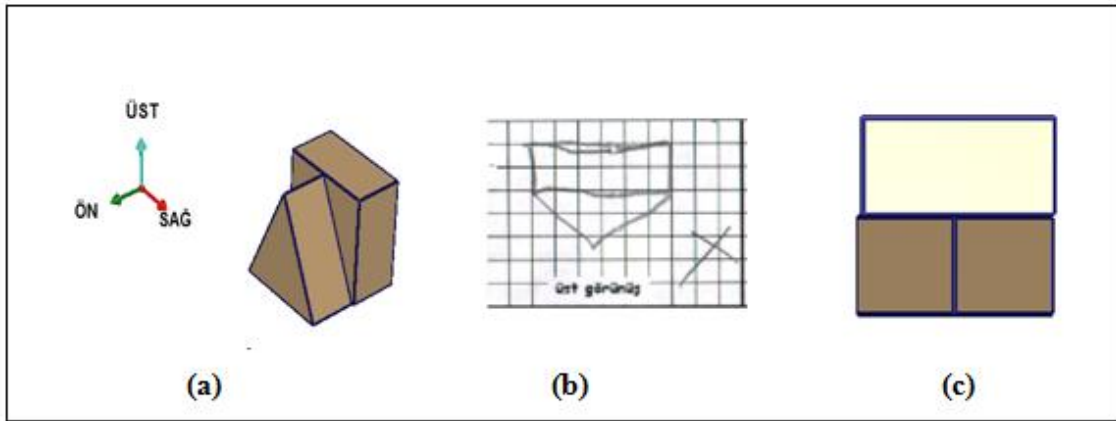
3.2.3.2. Öğretim seansı 7

Bu öğretim seansı kapsamında öğrencilerin eğik yüzey bulunan cisimlerin görünüşlerini tahmin etmede yaşadıkları zorlukları gidermek amacıyla uygulanan etkinliklerin üç tanesinde eğik yüzey içeren cisimler tercih edilmiştir. Ayrıca araştırmacı bu öğretim seansında etkinlikleri yüzey sayısı daha fazla olan cisimler üzerinden gerçekleştirerek öğrencilerin bu cisimlerin de görünüşlerini zihinsel olarak canlandırabilmelerine katkı sağlamayı amaçlamıştır.

İkinci öğretim seansı kapsamında öğrencilere ilk olarak birim küplü bir cismin görüntüsü verilerek görünüş çizimlerini yapmaları istenmiştir. Yapılan çizimler incelendiğinde öğrencilerin genel olarak çizimleri doğru yaptıkları görülmekle birlikte, katılımcılardan Rıza alt görünüş çiziminde, Ufuk ise üst görünüş çiziminde bakış yönü hatası ([G4]) yapmışlardır. Rıza ve Ufuk'un bu hatalarına dikkat çekilerek program üzerinde doğru görünüşler elde edilmiştir. Doğru ve hatalı çizimleri karşılaştırmaları sağlanmıştır. Özellikle bakış yönü hatasının düzeltilmesine yönelik olarak cisim

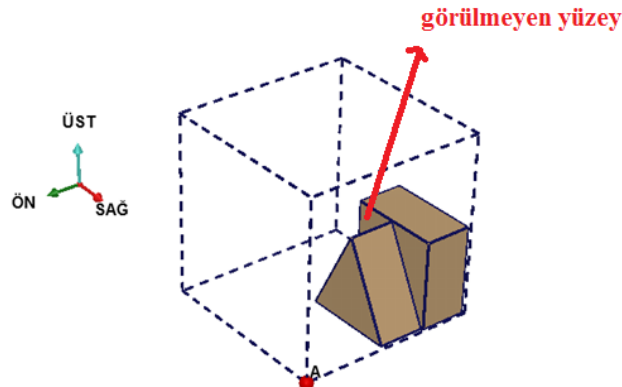
döndürülerek üst ve alt görünüş formuna getirilmiştir. Dinamik olarak bakış yönünün nasıl belirlenmesi gerektiği anlatılmıştır.

Bir diğer etkinlikte sadece katılımcılardan bir kişi [G2] hata profiline yer vermiştir. Verilen cismin (Şekil 3.68a) üst görünüş çizimi istendiğinde öğrencilerden Musa'nın üst görünüş yüzeyini bir dikdörtgen iki kareden (Şekil 3.68c) oluşan bir yüzey olarak çizmesi gerekirken bir dikdörtgen ve bir üçgen olarak çizdiği görülmüştür (bkz. Şekil 3.68b). Cabri 3D üzerinde cismin üst görünüşü elde edilerek Musa'nın bu görüntüyü kendi çizimi ile karşılaştırarak hatasını görmesi sağlanmıştır.



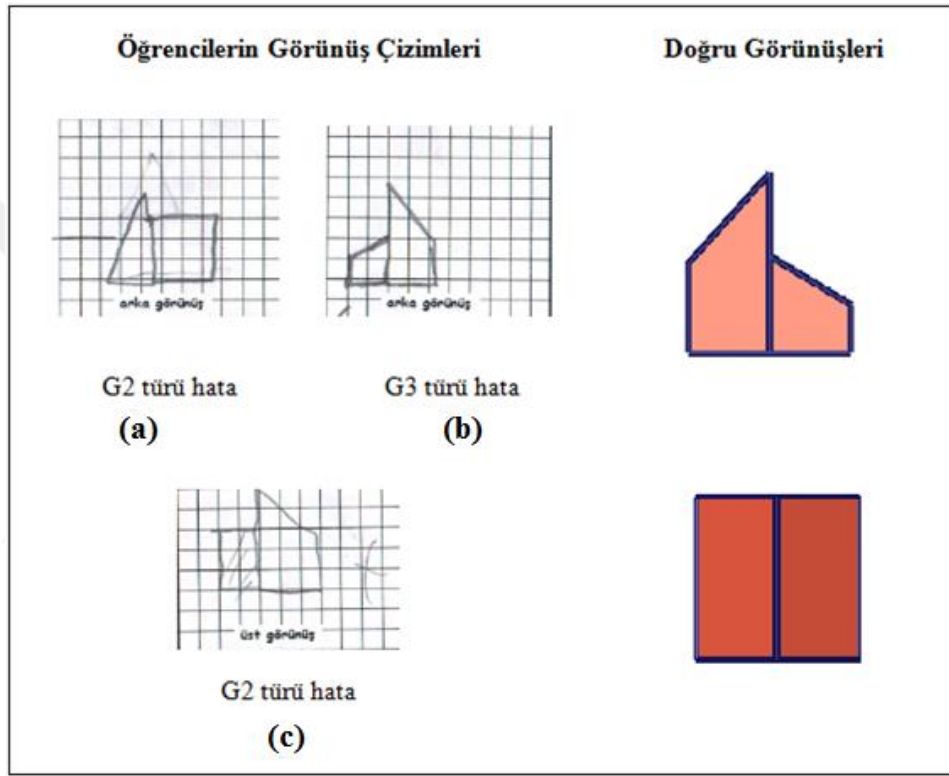
Şekil 3.68. Görünüşler Bölümü Etkinliğinde Musa'nın Çiziminden Bir Örnek

Diğer bir soru da (bkz. Şekil 3.69) verilen cisme A noktasından bakıldığında cismin görünen yüzeylerinin tahmini ile ilgilidir. Bu soruda da Rıza, Ufuk ve Musa ön yüzeyin tamamının görüleceğini düşünmüştür. Program üzerinde cismin görünüş çizimini elde ettikten sonra fikrini değiştirmiştir ve ön yüzeyin bir kısmının görülebileceğini ifade etmişlerdir. Araştırmacı tarafından ön yüzeyin tamamının görülememe sebebinin ön taraftaki yüzeyin eğik olmasından kaynaklı olduğu vurgulanmıştır.



Şekil 3.69. Cismin Görünen Yüzeylerinin Tahmin Edilmesi İle İlgili Örnek Soru

Bir sonraki etkinlikte eğik yüzey içeren başka bir cisim üzerinden benzer çizimlerin yapılmasına devam edilmiştir. Çizimler incelendiğinde Ufuk (Şekil 3.70a) ve Samet'in (Şekil 3.70b) arka görünüşte, Musa'nın da (Şekil 3.70c) üst görünüşte yüzey türünü belirlemede ([G2] Hata Profili) ve yüzeylerin konumlandırılmasında ([G3] Hata Profili) yanlışlığa düşmüşlerdir (bkz. Şekil 3.70). Burada Ufuk ve Samet'in cismin görünüşlerini tam olarak zihninde canlandıramadığı, Musa'nın da eğik yüzeyin etkisinde kalarak bu eğikliği arka ve üst görünüş çizimlerine de yansıtmak gerektiğini düşündüğü görülmüştür.



Şekil 3.70. Örnek Öğrenci Çizimleri

Görünüşler bölümünün son etkinliğinde öncekilere göre biraz daha karmaşık bir cisim verilerek katılımcılara benzer sorular yöneltilmiştir (bkz. Şekil 3.56, 4). Görünüş çizimlerinde [G1], [G2], [G3] ve [G4] hata profillerine yer verildiği görülmüştür. Cismin daha karmaşık olmasının bu hataların görülme oranını artırdığı söylenebilir. Ayrıca belirlenen A noktasından cisme bakıldığında görülecek yüzeyler sorusu tüm katılımcılar tarafından doğru yapılarak [G5] hata profilinin yapılmadığı görülmüştür.

Özetle, yedinci öğretim seansının genelinde etkinlik uygulamalarında yapılan hatalar Tablo 3.6'da verilen hata profilleri ile ilişkili olmuştur. Bu hatalarda yanlış düşünmenin etkisinin olması ile birlikte cisim türlerinin değişmesi de etkili olmuştur. Cismin görünmeyen yüzeylerinin olması, eğik yüzey bulundurması, girintili - çıkıntılı bir cisim olması gibi detaylar hataların yapılmasında etken olduğu düşünülmektedir.

Özetle, katılımcılar ile birlikte farklı türlerde cisimler üzerinden etkinlikler uygulanarak bu hatalar giderilmeye çalışılmıştır.

Ayrıca farklı noktalardan cismin görünen yüzeylerinin düşünülmesi istenerek, hayal gücünün zorlanarak 3B düşünebilme becerisinin gelişimi hedeflenmiştir. Verilen bakış referans noktaları (A noktası) küpün farklı noktalarına yerleştirilerek, farklı yönlerden cismin 3B olarak düşünülmesi hedeflenmiştir. Katılımcıların istenen noktadan cisme bakıldığında cismin yüzeylerinin görülme oranları ile görünüş yüzey türlerine odaklanmalarının bu hususa katkı sağlayacağı düşünülerek etkinliklerde bu yönde sorulara da yer verilmiştir.

Her ne kadar görünüşler ile ilgili yapılan hatalar giderilmeye çalışılsa da bir katılımcının belirli bir hatayı bir soruda yapmazken farklı bir soruda bu hatayı yapabildiği gözlenmiştir. Verilen şeklin zorluk durumuna, konumuna veya kişinin o anki düşünme biçimine göre yapılan hataların çeşitlilik arz ettiği ve etkinlikler ile tam olarak giderilemediği gözlenmiştir.

3.3. Öğrencilerin Mevcut Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin Değerlendirilmesi

Çalışmanın sonunda katılımcıların mevcut gelişim durumlarının değerlendirilmesi amacıyla ön ve son klinik görüşmelerin karşılaştırılması ve ön ve son PSVT testinin karşılaştırılması yapılmıştır. Aşağıda yapılan bu karşılaştırmalar ile ilgili elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

3.3.1. Ön ve son klinik görüşmelerin karşılaştırılması

Uygulanan öğretim seanslarının sonunda mevcut gelişim durumlarının değerlendirilmesi amacıyla katılımcılara eğitim öncesinde sorulan ön değerlendirme sorularının paralelinde son değerlendirme soruları sorulmuştur. Katılımcıların ön değerlendirme sorularında düşmüş oldukları yanılgılara son değerlendirme sorularında ne oranda yer verdikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu bölümde katılımcılardan dört öğrencinin (Ali, Orhan, Musa ve Metin) mevcut uzamsal görselleştirme becerilerini değerlendirmek amacıyla araştırma sonunda klinik görüşmeler kapsamında verdikleri cevaplar tartışılmıştır. Bu kapsamda her bir katılımcının ön klinik görüşmelerdeki hata profilleri temel alınarak son klinik görüşmelerde mevcut hata profillerini devam ettirip ettirmediklerine bakılmıştır. Katılımcıların ön ve son değerlendirme sorularına vermiş oldukları yanıtlarda Tablo 3.6'da belirtilen hata profillerinin görülme oranları Tablo 3.12'de verilmiştir.

Tablo 3.12. Ön-Son Görüşmede Yapılan Hata Profilleri Oranları

KATILIMCI KODU	ÖN VE SON GÖRÜŞMELERDE YAPILAN HATA PROFİLLERİNİN ORANLARI(%)																							
	AÇILIM								DÖNDÜRME								GÖRÜNÜŞ							
	A1		A2		A3		A4		D1		D2		D3		G1		G2		G3		G4		G5	
	ön	son	ön	son	ön	son	ön	son	ön	son	ön	son	ön	son	ön	son	ön	son	ön	son	ön	son	ön	son
Ali	43	0	43	20	43	10	57	40	87	9	37	9	25	9	17	0	30	13	9	0	17	8	0	0
Orhan	10	0	30	20	10	10	50	20	0	0	18	9	36	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Musa	30	10	40	30	20	20	70	50	64	30	64	30	54	20	0	4	27	17	4	4	30	8	25	0
Metin	80	0	90	30	60	30	90	50	45	11	45	22	81	22	4	12	17	0	4	8	33	12	50	50

3.3.1.1. Açınımalar

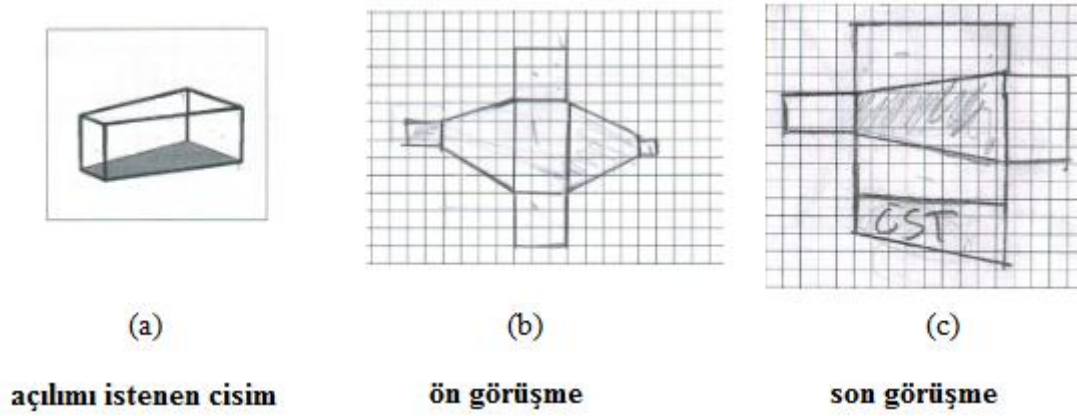
Bu bölümde ön ve son klinik görüşmelerde katılımcılara “Açınımalar” bölümü ile ilgili yöneltilen sorulara verilen yanıtlar karşılaştırılarak mevcut gelişim durumları irdelenmiştir.

3.3.1.1.1. Katılımcı 1: Ali

Ali kodlu katılımcı yapılan tüm öğretim seanslarına tam katılım sağlamıştır. Eğitim süresince soruların çözümünde istekli ve gayretli olduğu gözlenmiştir. İlk klinik görüşmeler kapsamında Ali [A1], [A2], [A3] ve [A4] hata profillerinin hepsini yapmıştır. Bunun yanında Ali bazı soruları ilk klinik görüşmelerde hiç yapamamıştır. Aşağıda Ali’nin son görüşmeler kapsamında elde edilen bulgular ışığında açınımlara yönelik mevcut gelişiminin son durumu incelenmiştir.

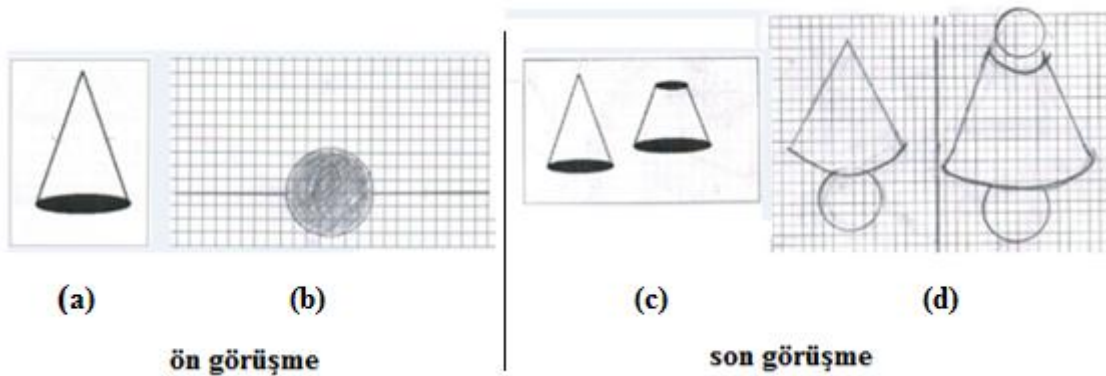
[A1] hata profili: Ön ve son klinik görüşmeler karşılaştırıldığında Ali’nin [A1] hata profilini büyük ölçüde giderdiği gözlenmiştir. Ön görüşmede cevaplayabildiği 7 sorudan 3’ünde Ali bu hatayı yaparken (3/7; %43), son klinik görüşmelerde cevapladığı 10 soruda da bu hataya yer vermediği görülmüştür. Örneğin, Ali ilk görüşmede verilen

cismin (Şekil 3.71a) açılımını çizmesi istendiğinde Şekil 3.71b’de olduğu gibi cismin yüzey sayısını fazla çizmiştir. Son görüşme kapsamında Ali’ye aynı soru sorulduğunda her ne kadar yüzey şekillerini tam olarak doğru yansıtamasa da yüzey sayısını doğru bir şekilde belirleyebilmiştir (bkz. Şekil 3.71c).



Şekil 3.71. Ali'nin [A1] Hata Profili İle İlgili Çizimleri

[A2] hata profili: Ön ve son klinik görüşmeler karşılaştırıldığında Ali'nin [A2] hata profilini bir miktar giderdiği gözlenmiştir. Ali ön görüşmede cevaplayabildiği 7 sorudan 3'ünde bu hatayı yaparken (3/7; %43) son klinik görüşmelerde cevapladığı 10 sorudan 2 sinde (2/10; %20) bu hata profiline yer verdiği görülmüştür. Örneğin, Ali ilk görüşmede verilen koninin (Şekil 3.72a) açılımını çizmesi istendiğinde Şekil 3.72b’de olduğu gibi yüzey türünü doğru belirleyememiştir. Son görüşme kapsamında Ali hem konin hem de kesik koniye benzer bir cismin (Şekil 3.72c) açılımında tüm yüzeylerin türünü doğru olarak belirleyebilmiştir (bkz. Şekil 3.72d).



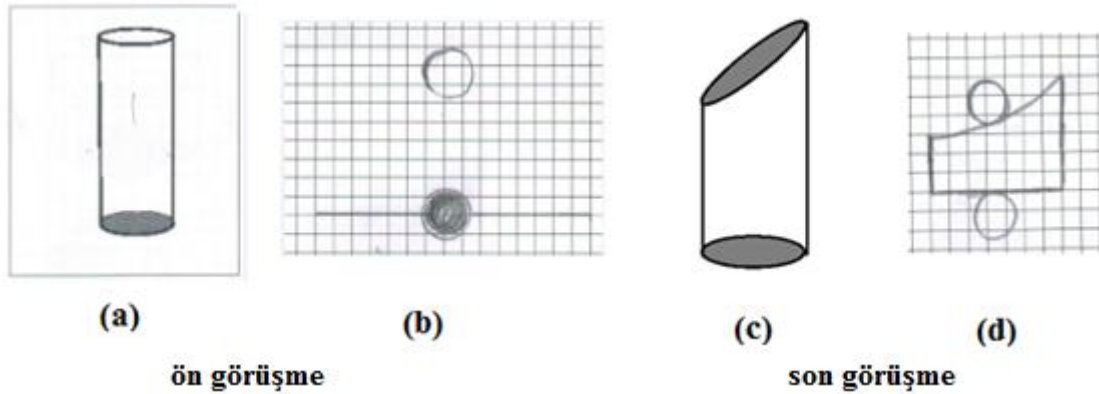
Şekil 3.72. Ali'nin [A2] Hata Profili İle İlgili Çizimleri

Görüldüğü gibi ilk çizimde yüzey türleri yanlış belirlenirken son çizimde yüzey türleri büyük oranda doğru belirlenmiştir. Son görüşmede yapılan çizimlerde sadece

taban yüzeyin tam daire olarak çizilmediği göze çarpmaktadır. Görüşmelerde bu yüzeylerin hangi tür şekilden oluştuğu sorulmuştur. Ali taban yüzeylerin daire olduğunu düşündüğünü ancak çizimi yaparken bunu tam olarak aktaramadığını ifade etmiştir.

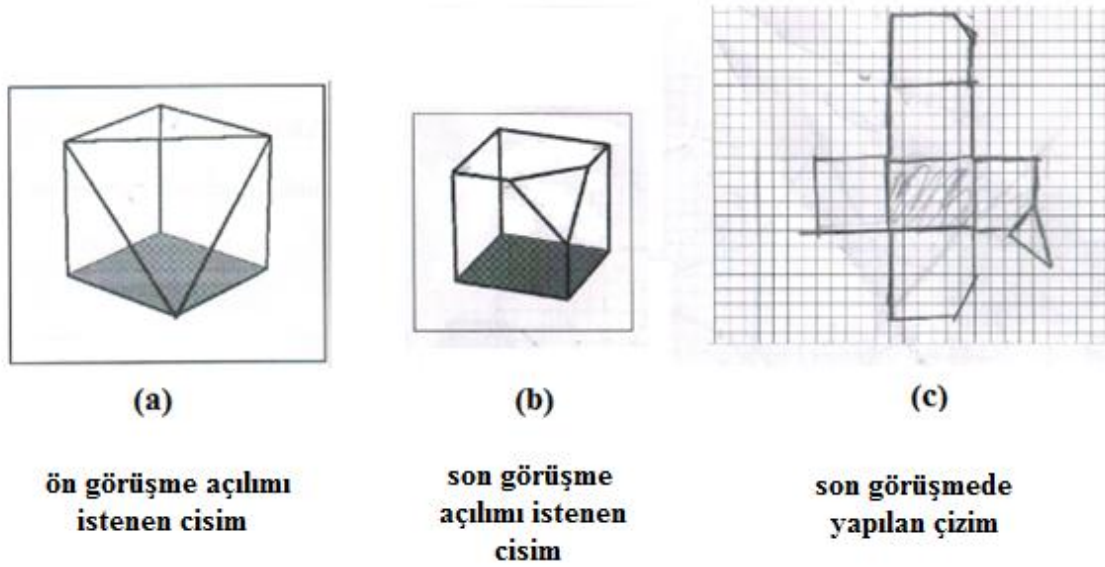
Benzer şekilde bir diğer şekilde (Şekil 3.71c) yan yüzeylerin dikdörtgen olduğunu son görüşmede ifade etse de çizime bunu aktaramadığını belirtmiştir. Ali'nin yüzeyleri konumlandırmasında yaptığı bu hata onun yüzey türünü doğru bir şekilde belirlemesini engellemiştir.

[A3] hata profili: Ali'nin ön ve son klinik görüşmelerdeki yapmış olduğu çizimler karşılaştırıldığında yüzeylerin doğru konumlandırılmaması ile ilgili olan [A3] hata profilini büyük oranda giderdiği görülmektedir. Ali ön görüşmede [A3] hata profiline (3/7; %43) oranında yer verirken, son görüşmede ise bu oran (1/10; %10)'a düşmüştür. Örneğin; Ali ön görüşmede sorulan silindir açınımında (Şekil 3.73a) alt tabanı yan yüzey ile konumlandırılmasında hata yapmıştır. Taban yüzey ile yan yüzeyi teğet olarak çizmesi gerekirken bu yüzeylerin bir kısmını üst üste getirmiştir (Şekil 3.73b). Ali son görüşmede ise benzer bir silindirik cismin (Şekil 3.73c) açınım çiziminde alt ve üst tabanları yan yüzeye teğet olarak konumlandırmıştır (Şekil 3.73d).



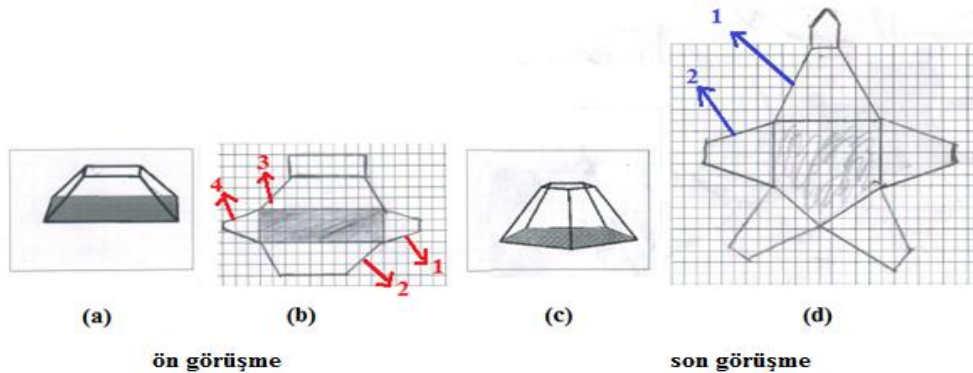
Şekil 3.73. Ali'nin [A3] Hata Profili İle İlgili Çizimleri

Ali ayrıca bir bölümü kesik küp cisminin (Şekil 3.74a) açınımı sorusuna ön değerlendirmede bir yanıt verememiştir. Ön görüşmede Ali yüzeylerin hangisinin ne tarafa açılacağını, nasıl konumlandıracağını bilemediğini ifade etmiştir. Son görüşmede ise benzer bir cismin (Şekil 3.74b) açınımı tekrar sorulmuştur. Ali bu kez tüm yüzeyleri doğru belirlemiş ve tüm yüzeyleri doğru bir şekilde konumlandırmıştır (bkz. Şekil 3.74c).



Şekil 3.74. Ali'nin [A3] Hata Profili İle İlgili Diğer Çizimi

[A4] hata profili: Ön ve son görüşmeler karşılaştırıldığında çizimleri incelendiğinde Ali'nin [A4] hata profilini çok fazla gideremediği görülmektedir. [A4] hata profiline yer verilme oranı ön görüşmede 4/7;%57 ve son görüşmede 4/10;%40' tır. Ali ön ve son görüşmede yaptığı çizimlerde, cisim açıldığında eşit uzunlukta olması gereken kenarlara dikkat etmeyerek farklı uzunluklarda çizmiştir. Örneğin; Ali ön görüşmede, Şekil 65a'da verilen cismin açılımında eşit uzunlukta olması gereken 1 ve 2 nolu ayrıtlar ile 3 ve 4 nolu ayrıtları farklı sayıda birim kare ile göstermiştir (Şekil 3.75b). Benzer şekilde son görüşmede verilen cismin (Şekil 3.75c) açılımında eşit uzunlukta olması gereken ayrıtları farklı sayıda birim kareler ile göstermiştir (Şekil 3.75d). Örneğin Şekil 3.75d'de 1 ve 2 nolu ayrıt uzunlukları birbirine eşit olması gerekirken 1 nolu ayrıt daha uzun şekilde çizilmiştir. Ancak Ali'ye bu ayrıt uzunluklarının farklı olup olmadığı sorulduğunda hepsinin aynı olması gerektiğini, çizimini yaparken buna dikkat etmediğini ifade etmiştir.

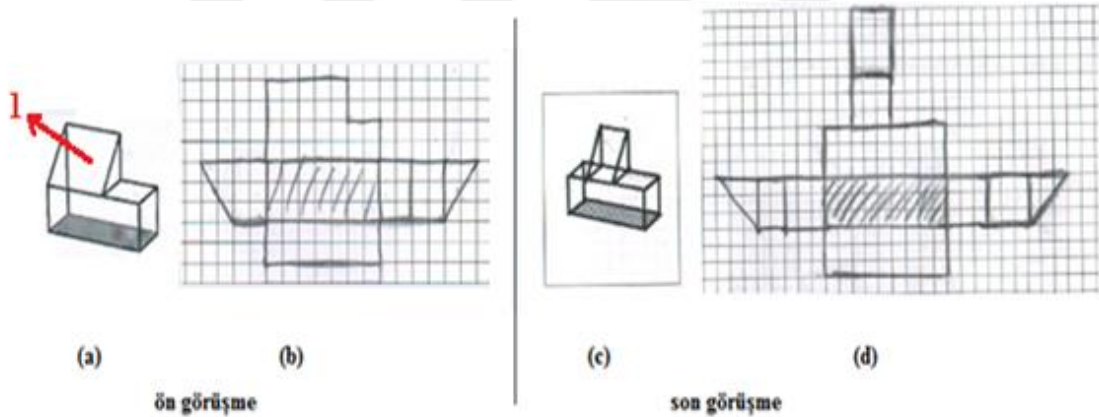


Şekil 3.75. Ali'nin [A4] Hata Profili İle İlgili Çizimleri

3.3.1.1.2. Katılımcı 2: Orhan

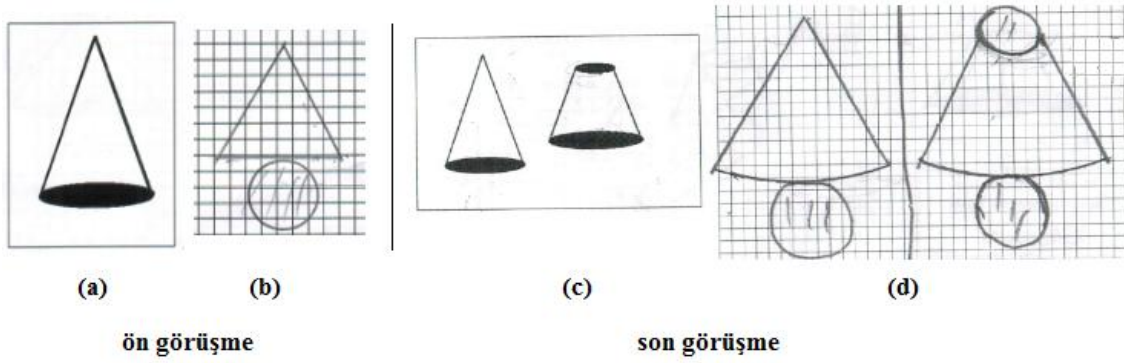
Orhan kodlu katılımcı yapılan tüm öğretim seanslarına tam katılım sağlamıştır. Katılımcılar arasında en başarılı katılımcı (gerek ön görüşmelerde gerek son görüşmelerde) bu katılımcıdır. Orhan eğitimler süresince aktif olarak etkinlikler ile meşgul olmuş ve arkadaşlarına da yönlendirmelerde bulunmuştur. Ön klinik görüşmeler kapsamında Orhan kendisine yöneltilen 10 soruya da yanıt vermiş olup bu yanıtlarında [A1], [A2], [A3] ve [A4] hata profillerinin hepsine belirli oranlarda yer vermiştir. Aşağıda Orhan'ın son görüşmeler kapsamında elde edilen bulgular doğrultusunda açınımlara yönelik mevcut gelişiminin son durumu incelenmiştir.

[A1] hata profili: Orhan ön görüşmelerde [A1] hata profili ile ilgili sadece bir hata yapmıştır. Son görüşmede ise bu hatayı tekrarlamamıştır. Orhan ön görüşmede Şekil 3.76a'da verilen cismin açınımlarını Şekil 3.76b'de ki biçimde yapmıştır. Orhan'ın bu çiziminde 1 nolu yüzeyi çizmediği görülmektedir. Son görüşmede ise Şekil 3.76c'de verilen cismin açınımları istenmiştir. Orhan yaptığı çizimde (Şekil 3.76d) tüm yüzeylere çiziminde yer vermiş ve yüzey sayısını doğru olarak belirlemiştir.



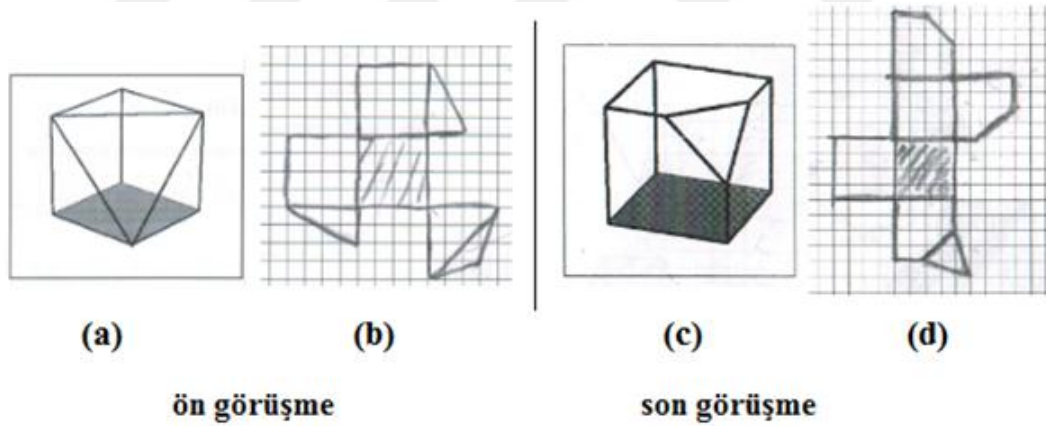
Şekil 3.76. Orhan'ın [A1] Hata Profili İle İlgili Çizimleri

[A2] hata profili: Ön ve son klinik görüşmeler karşılaştırıldığında Orhan ilk görüşmede [A3] hata profili türünde 3 hata yaparken son görüşmede 2 hata yapmıştır. Örneğin, Şekil 91a'da verilen cismin açınımlarında yüzey türlerini doğru belirleyememiştir (Şekil 3.77b). Orhan'ın buradaki hatası yan yüzeyin taban ile birleşen kenarını eğrisel olarak çizmesi gerekirken düz olarak çizmesidir. Bu nedenle yan yüzey üçgen olarak çizilmiş olup yüzey türü yanlış belirlenmiştir. Son görüşmede ise açınımları istenen cismin (Şekil 3.77c) tüm yüzeylerin türlerini doğru olarak belirlemiştir (Şekil 3.77d).



Şekil 3.77. Orhan'ın [A2] Hata Profili İle İlgili Çizimleri

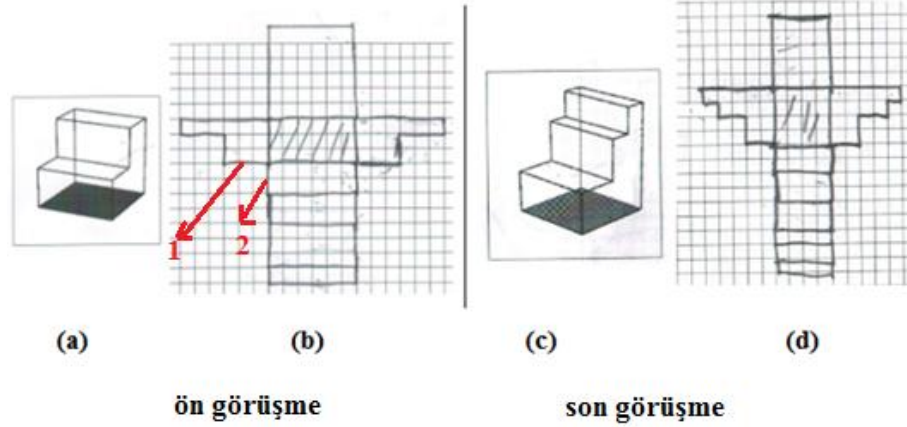
[A3] hata profili: Orhan ön ve son görüşmelerde aynı soruda hata yapmıştır. Buna karşın ilk görüşmede [A3] hata profili ile ilgili belirgin çizim hataları yaptığı gözlemlenmiş olup son görüşmede sadece küçük bir hata yapmıştır. Şekil 3.78a'da verilen cismin açınımında yüzey türlerinin yanlış belirlenmesi ile birlikte eğik olan üçgensel yüzeyi alt tabanın köşesi ile birleştirmiştir. (Şekil 3.78b). Son görüşmede Şekil 3.78c'de verilen cismin açınımı istenmiştir. Orhan bu kez yüzeyleri doğru belirlemiş ve tüm yüzeyleri doğru konumlandırmıştır (Şekil 3.78d).



Şekil 3.78. Orhan'ın [A3] Hata Profili İle İlgili Çizimleri

[A4] hata profili: Orhan hata profilleri içerisinde en fazla [A4] hata profilini yapmıştır. Bu hata profilini ön görüşmede 5 soruda yaparken son görüşmede sadece 2 soruda yapmıştır. Örneğin ön görüşmede Şekil 3.79a'nın açınım çiziminde (Şekil 3.79b) 1 ve 2 nolu ayrıt uzunlukları eşit uzunlukta olması gerekirken; 1 nolu ayrıt 3 birim, 2 nolu ayrıt 2 birim ile ifade edilmiştir. Orhan'ın yaptığı hatalar ile ilgili kendisine sorulduğunda eşit olması gereken uzunlukları doğru söylemiştir. Orhan'ın doğru düşündüğü ancak çizime aktaramadığı veya o an dikkat etmeden çizimi yaptığı

görülmüştür. Son görüşmede Şekil 3.79a’da belirtilen cisme benzer bir cismin (Şekil 3.79c) açılımı istenmiştir. Orhan bu kez tüm ayrıt uzunluklarını doğru bir şekilde belirlemiştir (Şekil 3.79d).

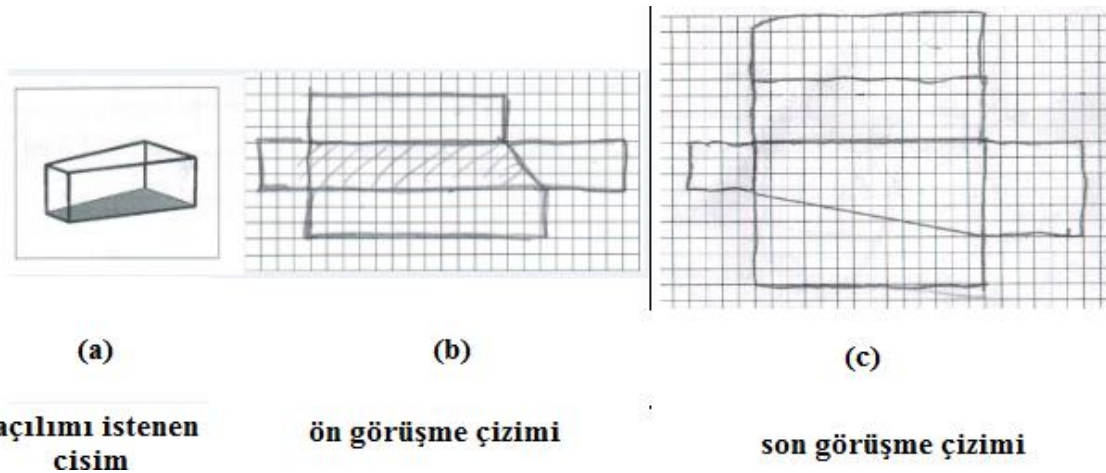


Şekil 3.79. Orhan'ın [A4] Hata Profili İle İlgili Çizimleri

3.3.1.1.3. Katılımcı 3: Musa

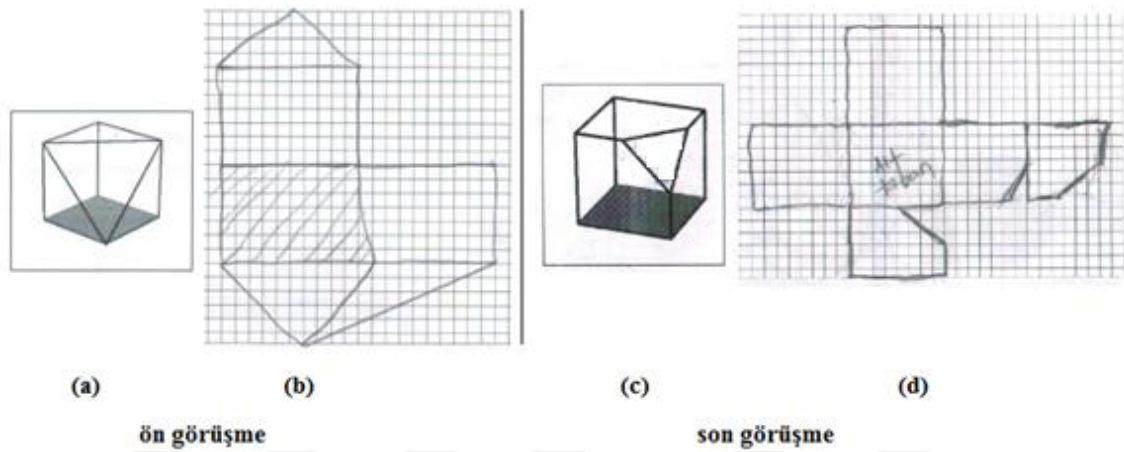
Musa kodlu katılımcı da 8 hafta boyunca devamsızlık yapmayarak tüm etkinlikleri uygulamış olan öğrenciler arasındadır. Bununla birlikte bazı etkinliklerde çok fazla aktif olmadığı gözlenmiştir.

[A1] hata profili: İlk ve son görüşmeler karşılaştırıldığında Musa'nın [A1] hata profilini daha az sayıda yaptığı gözlenmiştir. Ön görüşmede %30 oranında bu hataya yer verirken son görüşmede %10 oranında bu hatayı yaptığı görülmüştür (bkz Tablo 3.12). Örneğin ön görüşmede Şekil 3.80a'nın açınım çiziminde üst yüzeyi göstermemiştir (Şekil 3.80b). Bununla birlikte son görüşmede aynı cismin açınım çiziminde üst yüzeyi ve diğer tüm yüzeyleri çizdiği görülmektedir (Şekil 3.80c).



Şekil 3.80. Musa'nın [A1] Hata Profili İle İlgili Çizimleri

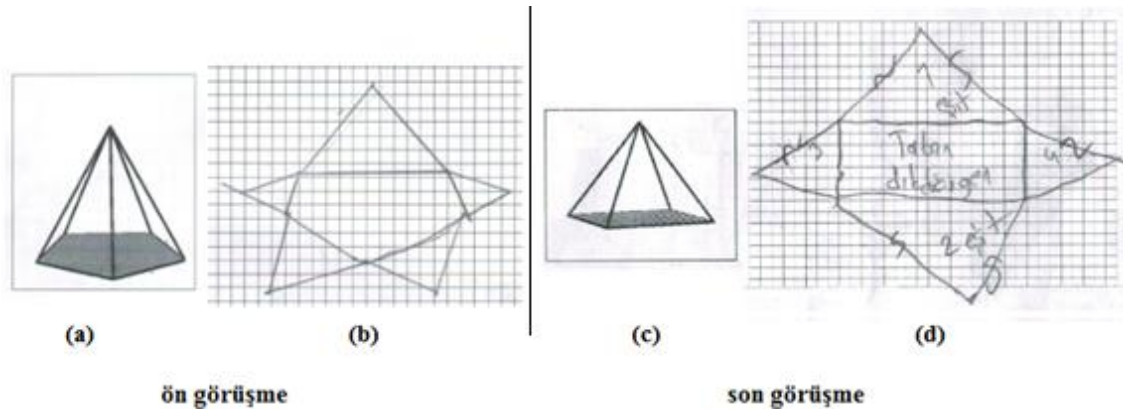
[A2] hata profili: İlk ve son görüşmeler karşılaştırıldığında Musa'nın [A2] hata profilini son görüşmede ön görüşmedekine göre daha az yaptığı gözlenmiştir. Ön görüşmede %40 oranında bu hataya yer verirken son görüşmede %30 oranında bu hatayı yaptığı görülmüştür. (bkz Tablo 3.12). Örneğin Musa ön görüşmede Şekil 3.81a'daki cismin açınım çiziminde yüzey türlerini yanlış belirlemiştir (Şekil 3.81b). Bununla birlikte Musa son görüşmede Şekil 3.81c'de verilen benzer bir cismin açınım çiziminde yüzey konumlandırma ve yüzey sayısında hata yapmış olsa da yüzey türlerini doğru şekilde belirlemiştir (Şekil 3.81d).



Şekil 3.81. Musa'nın [A2] ve [A3] Hata Profili İle İlgili Çizimleri

[A3] hata profili: Musa'nın [A3] hata profili ile ilgili bir ilerleme kaydedemediği görülmüştür. Her iki görüşmede de (ilk ve son görüşmelerde) Musa 10 sorudan 2'sinin açınım çiziminde yüzeyleri yanlış konumlandırmıştır. (bkz. Şekil 3.81b ve Şekil 3.81d).

[A4] hata profili: Musa'nın ön ve son görüşmeleri incelendiğinde [A4] hata profiline yer verilme oranında bir düşüş olduğu görülmüştür. Ön görüşmede 10 sorunun 7'sinde, son görüşmede ise 5'inde [A4] hata profiline yer verilmiştir. Ön görüşmede Musa açınım çizimlerinde birbirine eşit olması gereken ayrıt uzunluklarını birçok defa farklı çizmiştir. Örneğin Şekil 82a'da verilen cismin açınım çiziminde tüm yan yüzeyler farklı uzunluklar ile gösterilmiştir (Şekil 82b). Son görüşmede ise Şekil 82c'de verilen cismin açınımını yapması istenmiştir. Musa son görüşmede her ne kadar çizimlerine bu eşitliği tam olarak yansıtamasa da ifadelerinde hangi ayrıtların birbirine eşit olması gerektiğini belirtmiştir ve bu eşitlikleri sembol kullanarak ifade etmeye çalışmıştır (bkz. Şekil 82d).



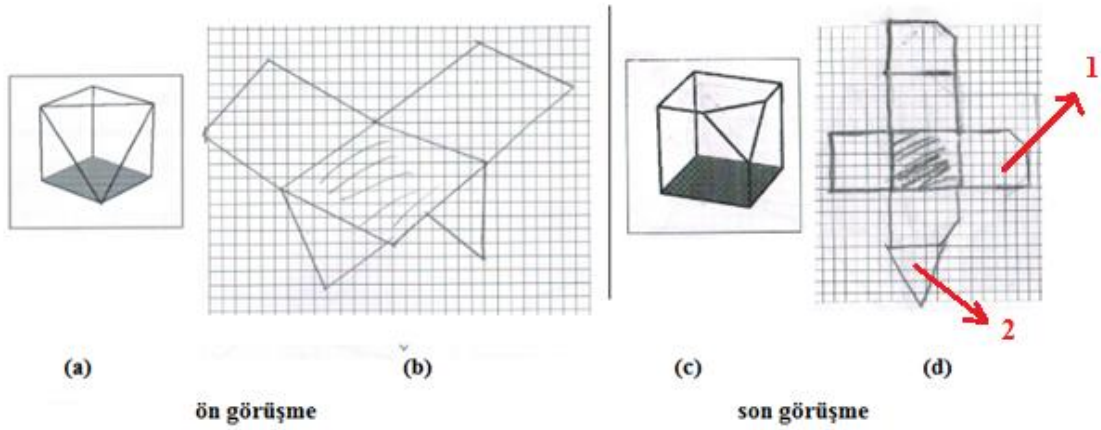
Şekil 3.82. Musa'nın [A4] Hata Profili İle İlgili Çizimleri

3.3.1.1.4. Katılımcı 4: Metin

Metin kodlu katılımcının etkinliklere katılmadığı haftalar olmuştur. Ancak açınımlar ile ilgili etkinliklerin uygulandığı ilk 3 hafta etkinliklerine katılmıştır. Metin genel olarak etkinliklerde aktif olmakla birlikte, etkinlikler süresince çizimleri çok özen göstermeden yaptığı gözlenmiştir.

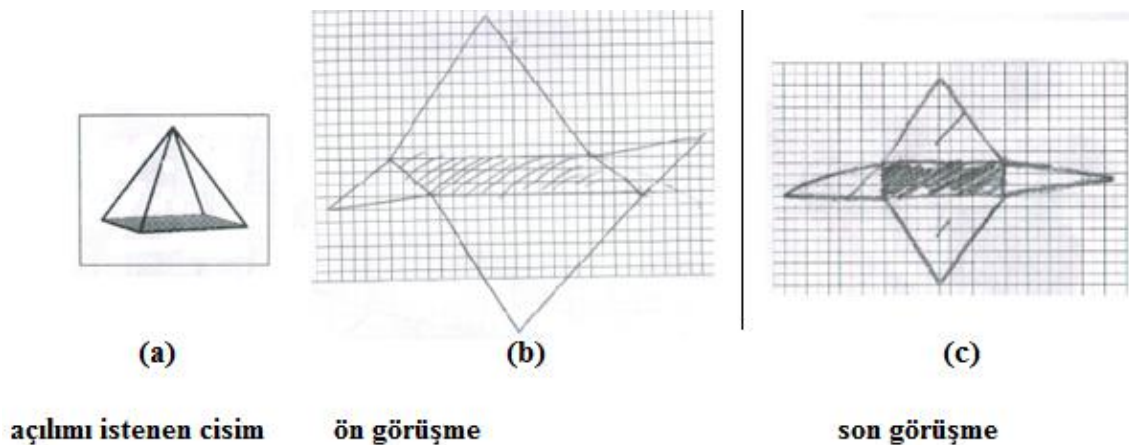
Metin'in ön değerlendirmede çizimleri incelendiğinde basit cisimlerin açınımlarını yapmayı denediği ancak çizimlerinde yüzey türü ve yüzey sayısını belirlemede hataları olduğu görülmüştür. Son değerlendirme çizimleri incelendiğinde de Metin'in bu hatalarını büyük oranda düzelttiği görülmüştür. Ancak bazı açınım çizimlerinde bu hatalardan bazılarını tekrar ettiği görülmüştür. Metin kesik küp gibi daha karmaşık olan cismin açınımı ve birleşik cisimlerin açınımı ile ilgili sorulara yanıt vermezken son değerlendirmede birleşik cisimlerin açınım çizimlerini yapmıştır. Bu çizimlerde yüzey türü ve yüzey sayısı genel olarak doğru belirlenirken, yüzeylerin konumlandırılması ile ilgili hataları olmuştur.

[A1] hata profili: Metin'in ilk ve son görüşmeleri incelendiğinde [A1] hata profilinde belirgin bir düzelme görülmüştür. Ön görüşmelerde Metin 10 sorunun 8'inde cisimlerin yüzey sayılarını doğru belirleyemezken son görüşmede bu hatayı tekrarlamamıştır. Şekil 83'te Musa'nın ilk ve son görüşmelerdeki örnek çizimleri verilmiştir.



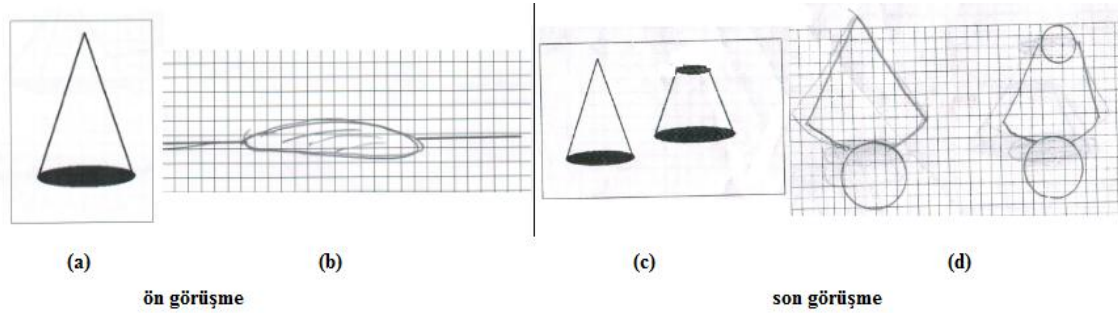
Şekil 3.83. *Metin'in [A1] Hata Profili İle İlgili Çizimleri*

[A2] hata profili: İlk ve son görüşmeler karşılaştırıldığında Metin'in yaptığı açınım çizimlerinde [A2] hata profilinin görülme oranı %90'dan %30'a düşmüştür (bkz Tablo 3.12). Metin ön görüşme çizimlerinde cismin verilen görüntüsün etkisinde kalarak cismin yüzeylerini tam olarak açmadan çizimini yapmıştır (Şekil 84b). Son görüşmede ise verilen cismin yüzeylerini tam olarak açıldığında görüntüsünü düşünerek, bu şekilde doğru çizimi yapabirmiştir. Ayrıca son görüşmede yaptığı çizimde (Şekil 84c) karşılıklı yüzeylerin farklı büyüklükte çizildiği göze çarpmaktadır. Metin'e bu yüzeylerin büyüklükleri arasındaki ilişkinin nasıl olması gerektiği sorulduğunda (karşılıklı olan yan yüzeyleri göstererek) eşit olması gerektiğini ifade etmiştir.



Şekil 3.84. *Metin'in [A2] Hata Profili İle İlgili Çizimleri*

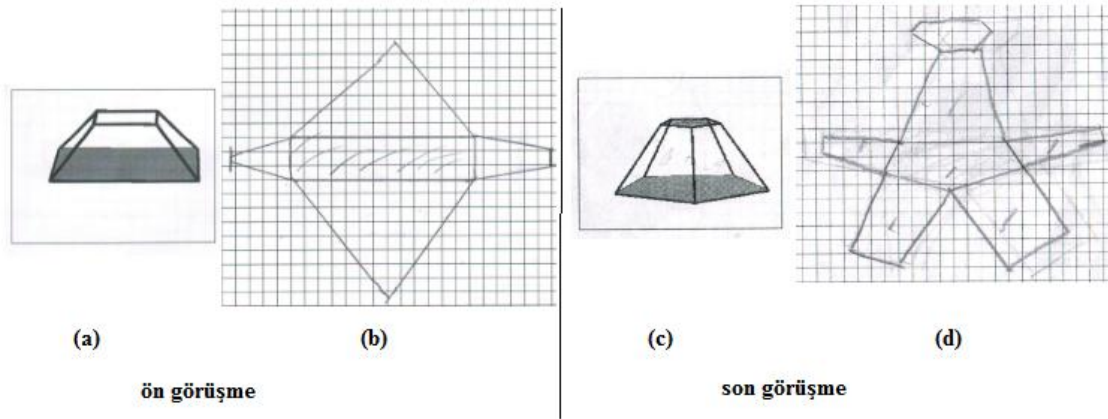
[A3] hata profili: İlk ve son görüşmeler incelendiğinde Metin bu hata profilini büyük oranda yapmamaya başlamıştır. İlk görüşmede Metin'in %60 oranında [A3] hata profiline yer verdiği görülürken, bu oran son görüşmede %30'dur (bkz. Tablo 3.12). Örneğin Metin koninin (Şekil 85a) açılımını ön görüşmede Şekil 85b'de ki gibi yaparken, son görüşmede Şekil 85c'de verilen cisimlerin açılımını doğru biçimde yapabilmıştır (Şekil 85d).



Şekil 3.85. Metin'in [A3] Hata Profili İle İlgili Çizimleri

Ayrıca Metin'in Şekil 3.83'te verilen çizimleri de incelendiğinde yüzeylerin konumlandırılması ile ilgili Metin'in gelişme gösterdiği açık olarak görülmektedir. Şekil 97d'de son görüşmede yapılan çizimde [A3] hata profiline yer verilmesine rağmen Şekil 97a'da verilen ön görüşmede yapılan çizim ile karşılaştırıldığında çok daha az oranda [A3] hata profiline yer verdiği görülmektedir. Şekil 3.83d'de sadece 1 ve 2 nolu yüzeyler yanlış konumlandırılmıştır. 1 nolu yüzey ters olarak konumlandırılırken, 2 nolu yüzey yanlış yüzey ile birleştirilmiştir.

[A4] hata profili: Metin'in ilk ve son görüşmelerde yaptığı çizimleri karşılaştırıldığında birbirine eşit olması gereken ayrıt uzunlukları ile ilgili olan [A4] hata profilini yapma oranının %90'dan %50'ye düştüğü görülmüştür (bkz. Tablo 3.12). Metin'in çizimlerinden bir örnek Şekil 86b'de verilmiştir. Şekil 86b'de Metin'in çiziminde ayrıt uzunluklarına dikkat etmeyerek çizim yaptığı ve eşit olması gereken ayrıt uzunluklarını gösteremediği görülmektedir. Son görüşmede ise Metin yaptığı çizimde eşit olması gereken ayrıt uzunluklarını tam olarak çizimine yansıtamasa da kendisine sorulduğunda eşit olması gereken ayrıt uzunluklarını doğru şekilde ifade edebilmiştir.



Şekil 3.86. *Metin'in [A4] Hata Profili İle İlgili Çizimleri*

3.3.1.2. Döndürme

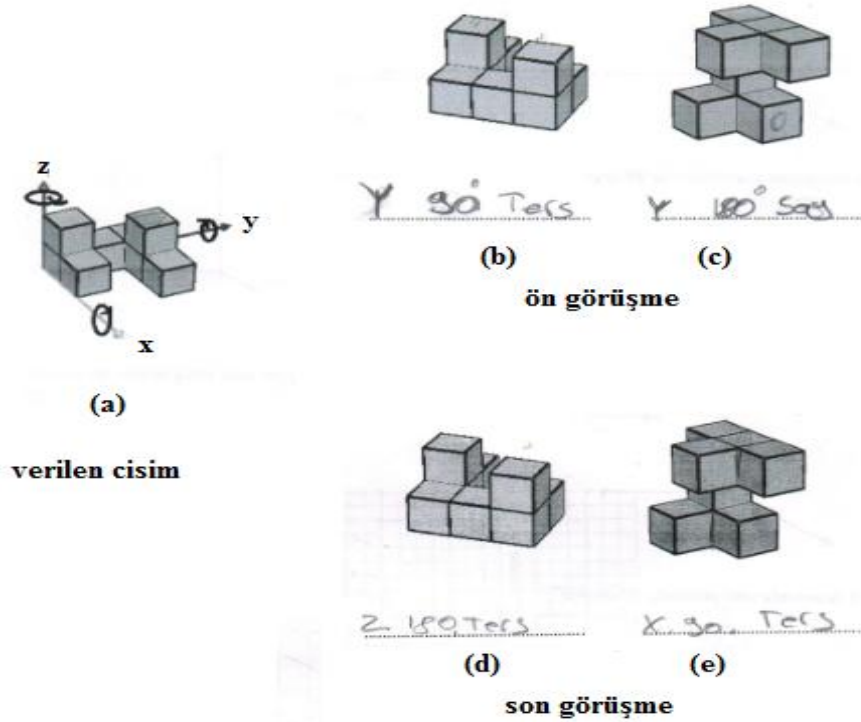
Döndürme bölümünde katılımcılara yöneltilen ön ve son klinik görüşmelere verilen yanıtlar karşılaştırılarak mevcut gelişim durumları incelenmiştir.

3.3.1.2.1. Katılımcı 1: Ali

Ali eğitim sürecindeki döndürme bölümü ile ilgili tüm etkinliklere katılmıştır. Ayrıca, etkinlik uygulamalarında aktif olarak da katılım sağladığı gözlenmiştir. İlk görüşmede Ali'nin daha önce belirtilen [D1], [D2] ve [D3] hata profillerinin hepsine belirli ölçüde yer verdiği görülmektedir (bkz. Tablo 3.12). Ali son görüşmede ise kendisine döndürme bölümü ile ilgili olarak yöneltilen 11 sorunun tamamını cevaplamıştır.

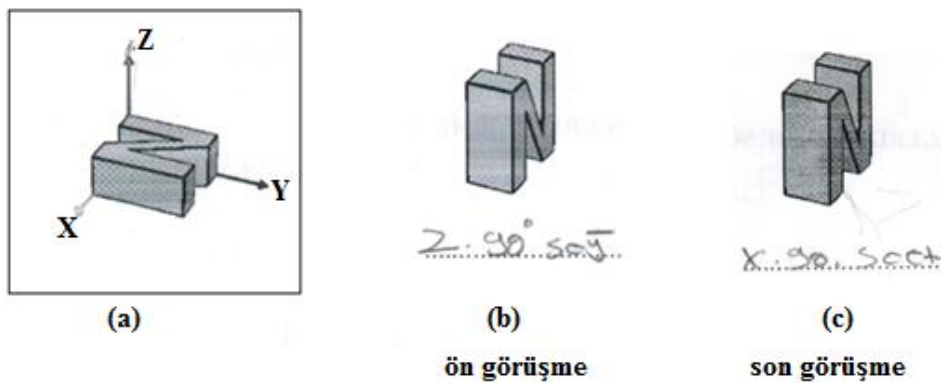
Aşağıda Ali'nin ön ve son görüşmeler kapsamında elde edilen bulgular ışığında döndürme bölümüne yönelik mevcut gelişiminin son durumu verilmiştir.

[D1] hata profili: Ön ve son klinik görüşmeler karşılaştırıldığında Ali'nin [D1] hata profilini büyük ölçüde giderdiği gözlenmiştir. Ön görüşmede cevaplayabildiği 8 sorudan 7'sinde Ali bu hatayı yaparken (7/8; %87), son klinik görüşmelerde cevapladığı 11 sorudan sadece 1 tanesinde (1/11;%9) bu hataya yer vermiştir. Örneğin, Ali ilk görüşmede verilen cisme (Şekil 87a) uygulanan döndürmeyi tahmin ederken Z eksenine yerine cismin Y ekseninde döndürüldüğünü belirtmiştir. (Şekil 87b). Benzer şekilde farklı bir soruda da verilen cismin X eksenine yerine Y ekseninde döndürüldüğünü ifade etmiştir (Şekil 87c). Son görüşmede Ali'ye aynı sorular yöneltilmiştir. Ali son görüşmede verilen cisimlere uygulanmış olan döndürmelerin dönme eksenlerini doğru şekilde ifade etmiştir (Şekil 87d ve Şekil 87e).



Şekil 3.87. Ali'nin D1 Hata Profili İle İlgili Tahminleri

Klinik görüşmelerde Ali'ye soruları cevaplarken nasıl düşündüğü sorulmuştur. Ali'nin ön klinik görüşmede Şekil 87c'de belirtilen yanıtını açıklarken, döndürme eksenlerini belirlerken eksen tarafından cisme bir kuvvet uygulandığını ve cismin bu kuvvet yönünde döndüğünü düşündüğü anlaşılmıştır. Bir diğer örnekte de Şekil 88a'da verilen cismin döndürme sonrası görüntüsü Şekil 88b'de verilerek döndürme eksenini tahmin etmesi istendiğinde Ali dönme eksenini X eksenine yerine Z eksenini olarak belirlemiştir.



Şekil 3.88. Ali'nin [D1] Hata Profili İle İlgili Bir Diğer Sorudaki Tahminleri

Şekil 88b ile ilgili Ali'nin verdiği yanıt üzerine araştırmacı ile Ali arasında geçen diyalog şöyledir:

Araştırmacı : Burada “N” harfi gibi olan bir şeklimiz var, onu nasıl düşündün? Cevabını Z ekseninde, 90° saat yönü olarak vermişsin. Niye Z eksenini dedin, onu bana anlatır mısın?

Ali : Burada ok (Z eksenini göstererek) yukarıya baktığı için şekil de yukarıya kalkmalı.

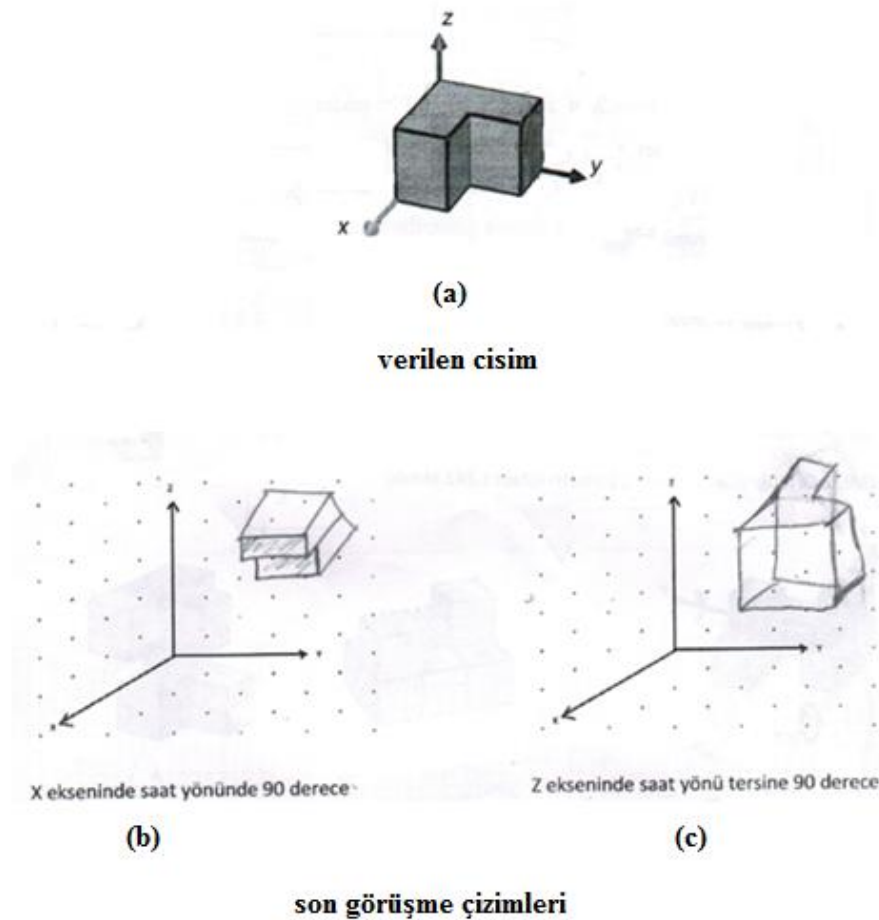
Ali’nin bu cevabı dönme eksenini düşünürken cismin eksen boyunca uzanacağını, belirtilen eksen ile paralel konumlanacağını düşündüğünü göstermiştir. Ön klinik görüşmede Ali’nin genel olarak döndürme eksenini belirlerken tam bir yol belirleyemediği, dönme eksenini ile kastedilenin ne olduğunu anlayamadığı görülmüştür. Son klinik görüşmede ise Ali’nin döndürme eksenini dönmenin merkezinde olduğunu düşünerek, cismin bu eksen etrafında döndüğünü zihninde canlandırabildiği gözlenmiştir (bkz. Şekil 87d, Şekil 87e ve Şekil 88c).

[D2] hata profili: Cisme uygulanmış olan döndürme yönünün belirlenmesi ile ilgili olan [D2] hata profiline Ali ön görüşmede cevapladığı 8 sorudan 3’ünde (%37) yer verirken son klinik görüşmede ise cevap verdiği 11 sorudan 1’inde (%9) bu hata profiline yer vermiştir. Örneğin Şekil 87a’da belirtilen cismin Şekil 101c’de verilen döndürme sonrası görünümü için Ali ön görüşmede saat yönünde döndüğünü düşünmüştür. Aynı soruyu son klinik görüşmede Ali saat yönü tersi yön olarak düzeltmiştir (Şekil 87e).

Döndürme ile ilgili sorularda dönme yönünü ifade ederken “saat yönü” veya “saat yönünün tersi yönü” şeklinde ifade etmeleri istenmiştir. Ancak Ali’nin kolay olması açısından daha kısa olan bazı terimler ile yönü belirttiği görülmüştür. Klinik görüşmelerde Ali’nin “sağ” şeklinde belirttiği yönün saat yönü olduğu, “ters” şeklinde ise saat yönünün tersi yönü ifade etmek istediği anlaşılmıştır. Her ne kadar Ali ön görüşmelerde saat yönünü ve saat yönünün tersini gösterebilse de cismin o yönlerde nasıl döndürüleceğini belirlemekte zorlandığı gözlenmiştir. Son görüşmelerde ise Ali verilen cisimleri eksenler etrafında nasıl döndüreceğini zihninde canlandırabildikten sonra, bir başka deyişle [D1] hata profilini giderdikten sonra, saat yönünde ve saat yönü tersinde cisimleri daha rahatlıkla döndürmeye başlamıştır. Bu bağlamda [D1] hata profilinin [D2] hata profilinin giderilmesine katkıda bulunduğu gözlenmiştir. Benzer

şekilde [D2] hata profili giderilmeye başlandığında, [D3] hata profilinde de iyileşmeler olduğu gözlenmiştir.

[D3] hata profili: Ön ve son klinik görüşmelerde Ali'nin vermiş olduğu yanıtlar incelendiğinde cisme uygulanmış olan dönme miktarının belirlenmesi ile ilgili olarak Ali'nin mevcut durumunu bir miktar düzelttiği görülmüştür. Ali ön görüşmede [D3] hata profiline 2/8 (%25) oranında, son görüşmede ise 1/11 (%9) oranında yer vermiştir (bkz. Tablo 3.12). Ayrıca ön görüşmede kendisine yöneltilen bazı kompleks sorulara hiç cevap veremezken, son görüşmede bu soruları tam olarak doğru şekilde cevaplayabilmiştir. Örneğin Şekil 89a'da verilen cismin belirtilen döndürme sonrası görünümünün tahmin edilerek belirtilen alana çizilmesi istediğinde; Ali ön görüşmede bu sorulara cevap verememiştir. Ön görüşmede döndürmeyi zihinsel olarak canlandırıldığını ancak çizemediğini ifade etmekle birlikte araştırmacının sorduğu sorular kapsamında Ali'nin zihninde oluşan görüntünün dönme sonucunda oluşacak görüntü ile tam olarak uyuşmadığı gözlenmiştir. Buna karşın son görüşmede Ali gelişme göstererek istenen çizimleri doğru şekilde yapabilmıştır (bkz. Şekil 89b ve 89c).



Şekil 3.89. Ali'nin [D3] Hata Profili İle İlgili Tahminleri

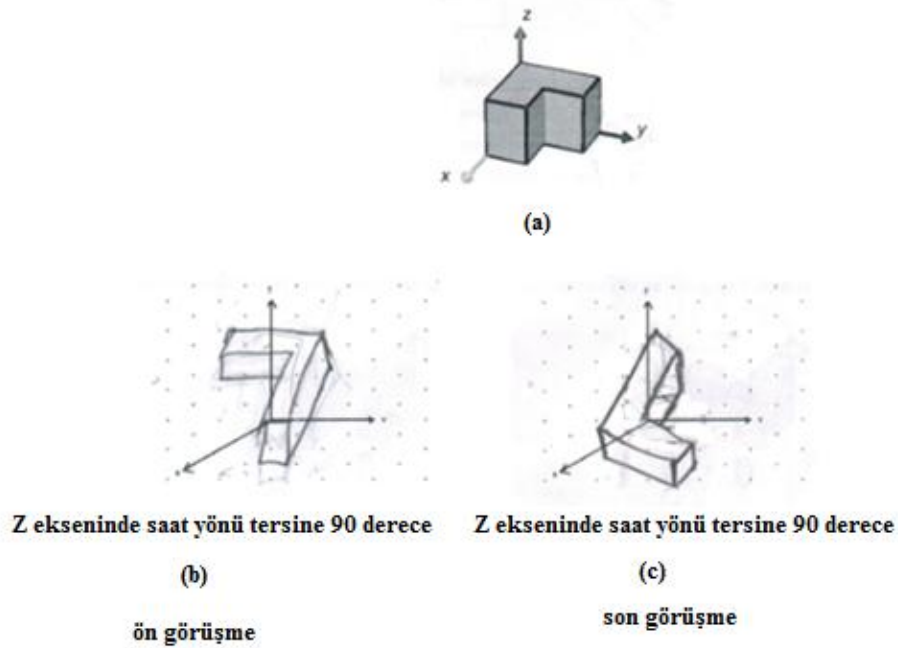
Ali'nin ön değerlendirmede yanıtları ve yapılan görüşmeler göz önünde bulundurulduğunda Ali'nin 90° (çeyrek dönme), 180° (yarım dönme) ve 270°'lik (1 yarım ve 1 çeyrek) açıların büyüklüğü ile ilgili bilgisinin doğru olduğu, yani bu açıların ne kadarlık bir dönmeye denk geldiğini doğru şekilde ifade edebildiğı görölmüştür. Bununla birlikte Ali'nin genel olarak 3B cismin zihinde nasıl döndürüleceğı ile ilgili sorun yaşadığı, döndürme eksenini ve döndürme yönünün nasıl belirleneceğini bilemediğı bu nedenle döndürölmüş cisimlerin ne kadar döndüröldüğünü fark etmekte zorlandığı gözlenmiştir. Dolayısıyla [D1] ve [D2] hata profillerinin [D3] hata profilinin oluşmasına neden olduğı görölmüştür.

3.3.1.2.2. Katılımcı 2: Orhan

Orhan eğitim sürecindeki döndürme bölümü ile ilgili tüm etkinliklere katılmıştır. Ayrıca, etkinlik uygulamalarında aktif olarak da katılım sağladığı gözlenmiştir. Orhan ön görüşmede diğer katılımcılara göre daha başarılı bir görüntü vermiştir. Örneğın Orhan [D1] hata profilini ön görüşmede göstermemiştir. [D2] hata profilini ise diğer katılımcılara göre daha az gösterirken [D3] hata profilini Ali'den sonra en az gösteren katılımcıdır (bkz. Tablo 3.12).

[D1] hata profili: Ön ve son klinik görüşmeler karşılaştırıldığında Orhan [D1] hata profili ile ilgili hiç hata yapmaz iken son görüşmede sadece bir soruda bu hata profilini göstermiştir. Buna karşın yapılan son görüşmede Orhan'ın verilen döndürmenin hangi eksen etrafında yapıldığı sorulduğunda Orhan'ın bu hatasını da fark edip düzelittiğı görölmüştür. Bu nedenle araştırmacı tarafından Orhan'ın yaptığı bu hata dikkate alınmamıştır.

[D2] hata profili: Cisme uygulanmış olan döndürme yönünün belirlenmesi ile ilgili olan [D2] hata profiline Orhan ön görüşmede cevapladığı 11 sorudan 2'sinde (%18) yer verirken son klinik görüşmede ise cevap verdiğı 11 sorudan sadece 1'inde (%9) bu hata profiline yer vermiştir (bkz. Tablo 3.12). Örneğın; Şekil 90a'da verilen cismin Z ekseninde 90° saat yönün tersi yönde döndüröldüğünde elde edilecek görüntüyü zihinsel olarak canlandırıp çizimleri istenmiştir. Orhan'ın ön görüşmede her ne kadar dönme eksenini doğru bir şekilde belirlemiş olsa da dönme yönünü saat yönünün tersi değıl de saat yönü olarak düşünmüş ve çizimini bu düşünce doğrultusunda yapmışır (Şekil 90b). Son görüşmede ise Orhan belirtilen yönü (saat yönü tersi yön) zihninde doğru şekilde canlandırabilmiş ve çizimini doğru şekilde yapabilmışır.



Şekil 3.90. Orhan'ın [D2] Hata Profili İle İlgili Tahminleri

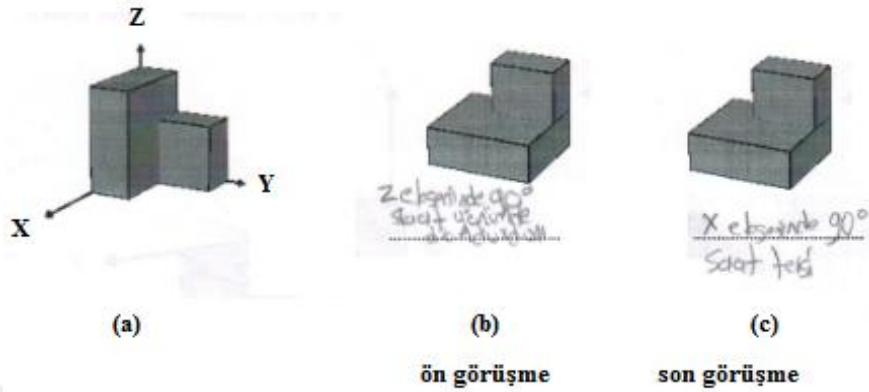
[D3] hata profili: Ön ve son klinik görüşmelerde Orhan'ın vermiş olduğu yanıtlar incelendiğinde cisme uygulanmış olan dönme miktarının belirlenmesi ile ilgili olarak Orhan'ın mevcut durumunu bir miktar düzelttiği görülmüştür. Orhan ön görüşmede [D3] hata profiline 4/11 (%36) oranında, son görüşmede ise 1/11 (%9) oranında yer vermiştir (bkz. Tablo 3.12). Orhan'ın [D2] (dönme yönü) hata profilindeki gelişime bağlı olarak [D3] (dönme açısı) ile ilgili hata oranının azaldığı görülmüştür.

3.3.1.2.3. Katılımcı 3: Musa

Musa'nın ön ve son değerlendirme sorularına vermiş olduğu yanıtlar karşılaştırmalı olarak incelendiğinde; ön değerlendirmede farklı sorularda döndürme eksenini belirleme, döndürme yönü ve açısını belirlemede sıkça hata yaptığı, son değerlendirmede döndürme türü tahmini (dönme eksen, dönme yönü ve dönme açısı) ile ilgili 1 soru haricinde diğer soruları doğru cevaplayabildiği görülmüştür. Bu soruda yapılan hata ise eksenin belirlenmesi ile ilgilidir. Musa çizim gereken sorularda ise [D1], [D2] ve [D3] hata profillerini devam ettirmiştir.

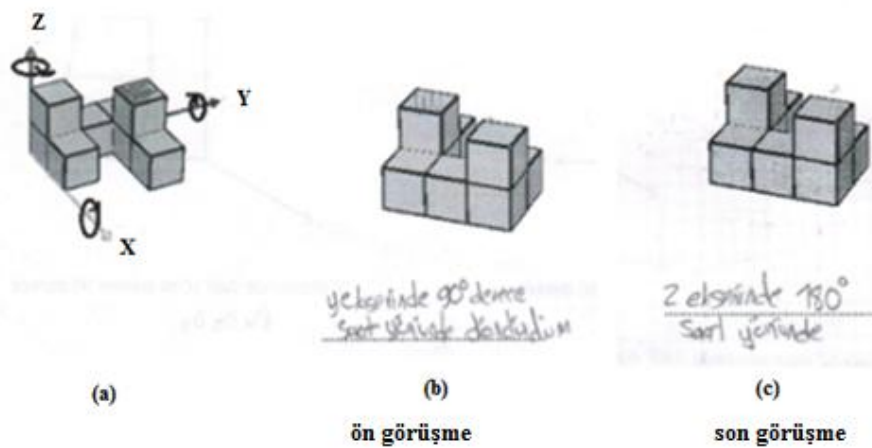
[D1] hata profili: Ön ve son klinik görüşmeler karşılaştırıldığında Ali'nin [D1] hata profilini bir miktar giderdiği gözlenmiştir. Ön görüşmede tüm sorulara cevap veren Musa'nın Cevapladığı 11 sorudan 7'sinde (7/11; %64) [D1] hata profiline yer verdiği, son klinik görüşmede ise cevapladığı 10 sorudan 3 tanesinde (3/10;%3) bu hataya yer verdiği görülmüştür. Örneğin, Musa ilk görüşmede verilen cisme (Şekil 91a) uygulanan

döndürmeyi tahmin ederken X eksenini yerine cismin Z ekseninde döndürüldüğünü belirtmiştir. (Şekil 91b). Ali son görüşmede verilen cisimlere uygulanmış olan döndürmelerin dönme eksenlerini doğru şekilde (X eksenini olarak) ifade etmiştir (Şekil 91c). Ayrıca, Musa kendisi ile yapılan ön görüşmede kendisine yöneltilen sorulara net şekilde cevap verememiştir.



Şekil 3.91. Musa'nın [D1] Hata Profili İle İlgili Tahminleri

[D2] hata profili: Musa'nın ön görüşmede [D2] hata profiline büyük oranda (7/11;%64) yer verdiği, son görüşmede ise bu hata oranında bir azalma olduğu (3/10;%30) görülmüştür (bkz. Tablo 3.12). Örneğin, ön görüşmede Şekil 92b'de verilen örnekte Musa'nın dönme eksenini doğru belirleyememesi (Z eksenini yerine Y eksenini seçmesi) onun dönme yönünü de yanlış belirlemesine neden olmuştur. Buna karşın Musa son görüşmede dönme eksenini doğru bir şekilde belirlemiş ve ardından dönme yönünü de doğru olarak göstermiştir (bkz. Şekil 92c).



Şekil 3.92. Musa'nın [D2] Hata Profili İle İlgili Tahminleri

[D3] hata profili: Musa'nın ön görüşmede [D3] hata profiline de [D2] hata profiline olduğu gibi büyük oranda (6/11;%54) yer verdiği görülmüştür. Son

görüşmede ise bu oranda (2/10;%20) ciddi oranda düşüş olduğu görülmüştür. Örneğin, ön görüşmede Şekil 92b'de verilen örnekte Musa'nın dönme eksenini doğru belirleyememesi (Z eksenini yerine Y eksenini seçmesi) onun dönme açısını da yanlış belirlemesine neden olmuştur. Buna karşın Musa son görüşmede dönme eksenini doğru bir şekilde belirlemiş ve ardından dönme açısını da doğru olarak ifade edebilmiştir (bkz. Şekil 92c).

3.3.1.2.4. Katılımcı 4: Metin

Metin kodlu katılımcı döndürme bölümü etkinlik uygulamalarının hepsinde bulunmuştur. Metin'in ön değerlendirme sorularına vermiş olduğu yanıtlar incelendiğinde farklı sorularda farklı türlerde hatalar yapmış olduğu görülmüştür. Döndürme eksenini, yönü ve açısının belirlenmesi ile ilgili hataları mevcuttur.

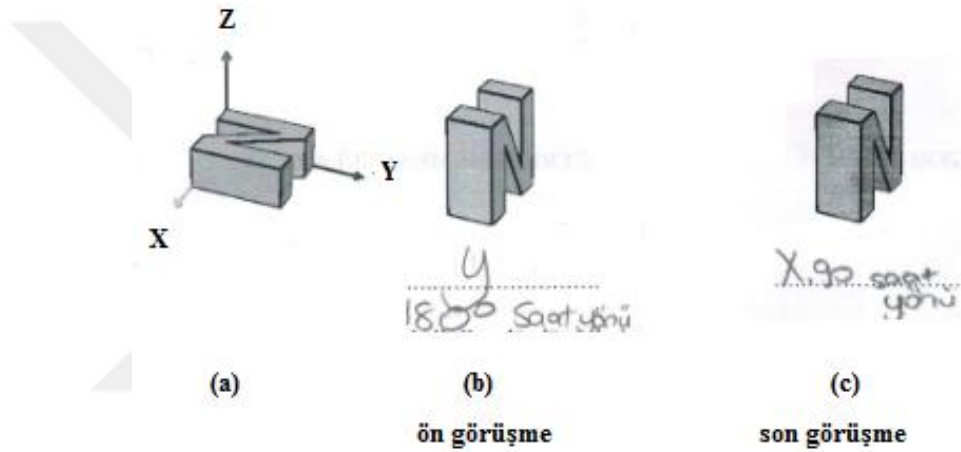
Son değerlendirme sorularında vermiş olduğu yanıtlarında da bu hataların devam ettiği, ancak yanlış sayısında azalma olduğu fark edilmiştir (bkz. Tablo 3.12).

[D1] hata profili: Metin'in ön ve son değerlendirme sorularına vermiş olduğu yanıtlar karşılaştırmalı olarak incelendiğinde; ön görüşmede [D1] hata profiline cevap verdiği 11 sorudan 5'inde (5/11;%45) yer verdiği, son görüşmede ise cevapladığı 9 sorudan 1'inde (1/9;%11) bu hataya yer verdiği görülmüştür (bkz. Tablo 3.12). Örneğin ön değerlendirmede Şekil 107a'da verilen cismin uygulanan döndürme sonrası görüntüsü (Şekil 93b) verilerek, uygulanan döndürmenin döndürme eksenini, dönme yönü ve açısının belirlemeleri istenmiştir. Metin ön görüşmede dönme eksenini X eksenini yerine Y eksenini olarak belirlemiştir. Son görüşmede ise bu yanlışını düzelterek dönme eksenini X eksenini olarak doğru bir şekilde belirleyebilmiştir (bkz. Şekil 93c).



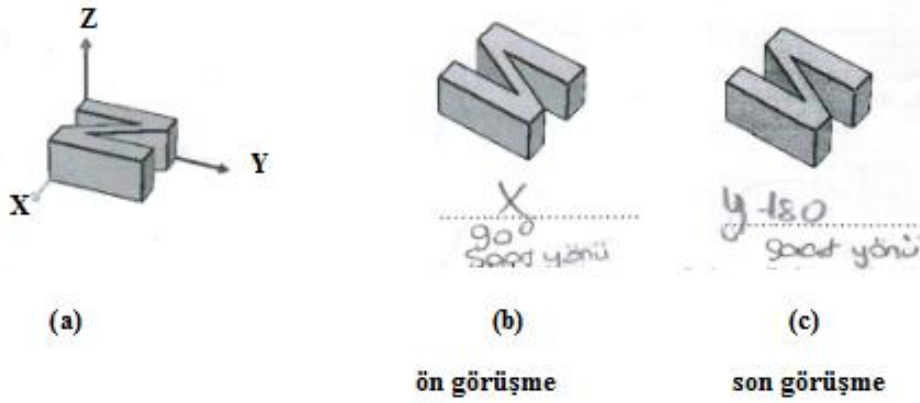
Şekil 3.93. Musa'nın [D2] Hata Profili İle İlgili Tahminleri

[D2] hata profili: Metin'in ön ve son değerlendirme sorularına vermiş olduğu yanıtlar karşılaştırmalı olarak incelendiğinde; ön görüşmede [D1] hata profiline cevap verdiği 11 sorudan 5'inde (5/11;%45) yer verdiği, son görüşmede ise cevapladığı 9 sorudan 2'sinde (2/9;%22) bu hataya yer verdiği görülmüştür (bkz Tablo 3.12). Metin ön görüşmede vermiş olduğu yanıtında dönme eksenini, dönme yönü ve dönme açısını yanlış olarak belirlemiştir (Şekil 94b). Metin'in dönme ekseninin yanlış belirlenmesine bağlı olarak dönme yönünü de yanlış olarak belirlediği görülmüştür. Son görüşmede ise Metin aynı soruyu dönme ile ilgili 3 parametreyi de doğru şekilde belirleyebilmiştir (Şekil 94c).



Şekil 3.94. Musa'nın [D2] Hata Profili İle İlgili Tahminleri

[D3] hata profili: Metin'in ön ve son değerlendirme sorularına vermiş olduğu yanıtlar karşılaştırmalı olarak incelendiğinde Metin'in [D3] hata profiline yer verme oranının büyük oranda azaldığı görülmüştür. Ön görüşmede [D3] hata profiline cevap verdiği 11 sorudan 9'unda (9/11;%81) yer verdiği, son görüşmede ise cevapladığı 9 sorudan 2'sinde (2/9;%22) bu hataya yer verdiği görülmüştür (bkz Tablo 3.12). Örneğin; Şekil 3.95a'da verilen cismin döndürülmüş formları verilerek döndürme türü (dönme eksenini, dönme yönü ve dönme açısı) sorulduğunda, Metin ön görüşmede dönme açısını 90° olarak belirlemiştir (Şekil 3.95 b). Metin'in dönme açısı ile ilgili cevabının yanlış olmasında dönme eksenini yanlış belirlemiş olmasının da etkisi olduğu görülmüştür. Bununla birlikte Metin son görüşmede aynı soruda dönme açısını 180° olarak belirlemiştir (Şekil 3.95 c). Son görüşmede Metin'in dönme eksenini Y eksenini olarak doğru şekilde belirlediği ve bunun da katkısıyla dönme açısını da doğru belirlediği görülmüştür.



Şekil 3.95. Musa'nın [D3] Hata Profili İle İlgili Tahminleri

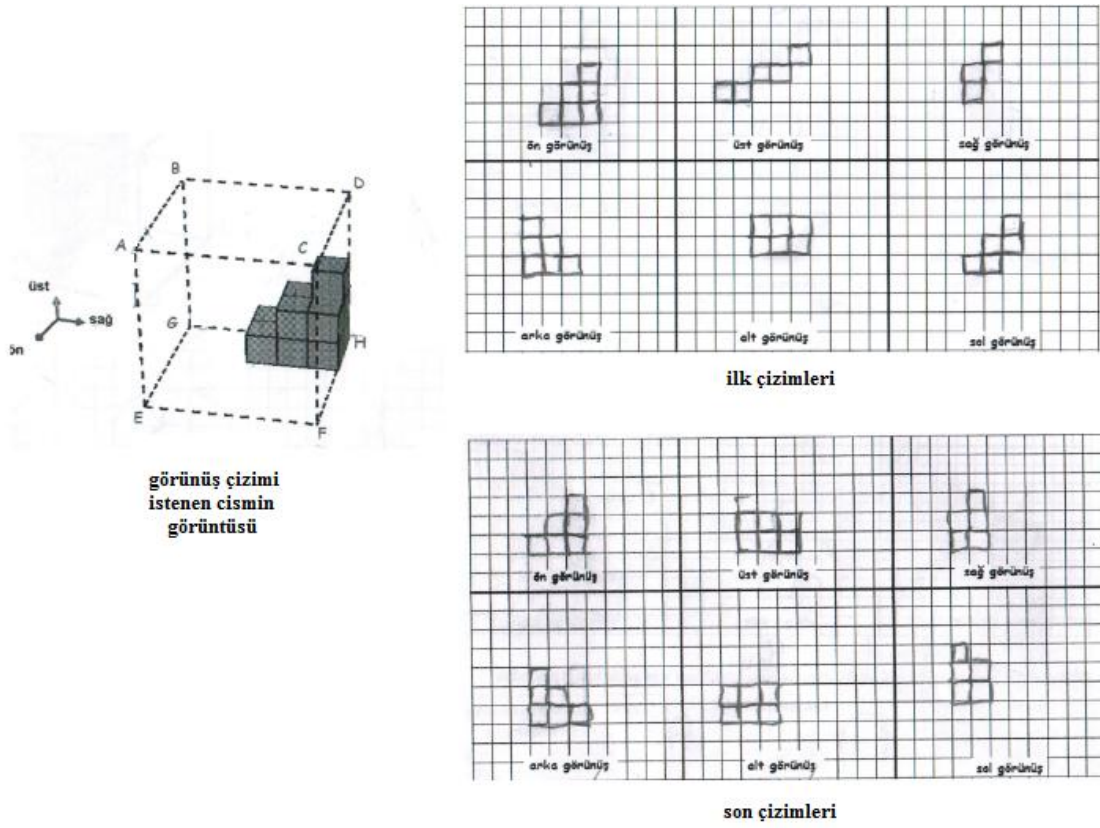
3.3.1.3. Görünüşler

Görünüşler bölümü görüşme sorularında katılımcılardan görüntüsü verilen 3B cismin farklı yönlerden görünüş çizimlerinin zihinde canlandırılarak, tahminlerini belirtilen alana 2B olarak çizmeleri istenmiştir. Bu bölümde katılımcılara yöneltilen ön ve son klinik görüşmelere verilen yanıtlar karşılaştırılarak mevcut gelişim durumları irdelenmiştir.

3.3.1.3.1. Katılımcı 1: Ali

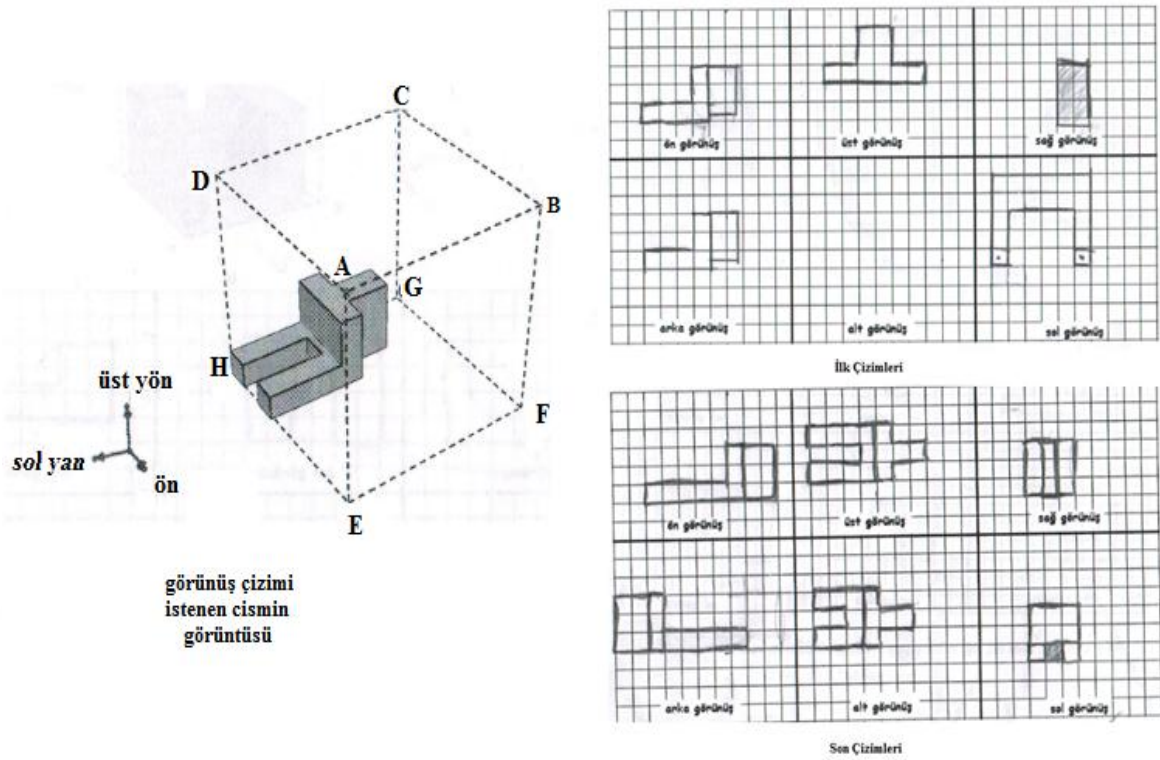
Ali eğitim sürecindeki görünüşler bölümü ile ilgili tüm etkinliklerde bulunmuş ve aktif olarak da katılım sağlamıştır. Ali eğitim süreci öncesinde sorulan sorulara birkaç hata dışında doğru cevap vermiştir. Ali'nin bu bölüm ile ilgili sorulara vermiş olduğu yanıtlarda hata profillerine yer verme oranı açınımlar ve döndürme bölümleri ile karşılaştırıldığında daha düşüktür (bkz. Tablo 3.12). Ayrıca, Ali'nin ön görüşmede [G1], [G2], [G3] ve [G4] hata profillerine düşük oranda da olsa yer verdiği, [G5] hata profiline yer vermediği görülmüştür.

[G1] hata profili: Ali ön görüşmede görünüşler bölümü ile ilgili olarak sorulan tüm sorulara cevap vermiştir. Ali ön görüşmede cevapladığı 24 sorunun 4'ünde [G1] hata profiline yer verirken (4/24;%17), son görüşmede bu hata profiline yer vermemiştir (%0). Ali'nin ön görüşme çizimleri incelendiğinde [G1] hata profili ile ilgili olarak birim küplerden oluşan bir cismin görünüş çizimlerinde bazı yüzeylerin eksik olması göze çarpmaktadır. Cismin görülmeyen kısımları genelde çizimlerde de gösterilmemiştir (bkz. Şekil 96, üst sağ ve sol görünüş ilk çizimleri). Görüşme esnasında bu durum sorulduğunda Ali o kısmı boş olarak düşündüğünü ifade etmiştir.



Şekil 3.96. Ali'nin [G1] Hata Profili İle İlgili Tahminleri

Ali ayrıca girinti-çıkıntı içeren cismin görünüş çizimlerinde de daha içeride olan yüzeyleri çiziminde göstermemiştir (bkz Şekil 97, üst ve sağ görünüş ilk çizimleri). Görüşmeler esnasında Ali yüzeyleri düşünemediğini ve zihninde canlandıramadığını ifade etmiştir. Bununla birlikte Ali, [G1] hata profili ile ilgili zihninde canlandıramadığı yüzeyleri nasıl düşünmesi gerektiğini öğrenerek son görüşmede bu hata profilini tekrarlamamıştır (Şekil 97, Şekil 97 son çizimleri).



Şekil 3.97. Ali'nin [G1] Hata Profili İle İlgili Bir Diğer Sorudaki Tahminleri

[G2] hata profili: Ali'nin görünüşler bölümünde ön ve son görüşmede [G2] hata profili ile ilgili olarak yapmış olduğu hata oranları göz önünde bulundurulduğunda Ali'nin bir miktar gelişim gösterdiği görülmüştür. Ali 2B çizimlerde görünecek yüzey türünün yanlış belirlenmesi ile ilgili olan [G2] hata profiline ön görüşmede 24 sorudan 7'sinde (7/24; %30) yer verirken son görüşmede 24 sorudan 3'ünde (3/24;%13) bu hata profilini tekrarlamıştır (bkz. Tablo 3.12).

Ali'nin çizimleri incelendiğinde ön görüşmede [G2] hata profili türünde yapmış olduğu hatayı eğrisel yüzey bulunan cisimlerin görünüş çizimlerinde devam ettirdiği, eğrisel yüzey bulunmayan cisimlerde ise görünüş yüzeylerini doğru belirlediği görülmektedir. Örneğin, Şekil 97 ilk çizimlerde sol görünüş çiziminde yüzey türü yanlış olarak belirlenmiştir. Ali burada cismin görünen yüzeylerinin etkisinde kalmıştır. Aynı cismin sol görünüş çizimini son görüşmede doğru olarak çizebilmiştir (Şekil 97, son çizimleri, sol görünüş).

Bunların dışında, Ali'nin son görüşmede eğrisel yüzey içeren silindirik cismin görünüş çizimlerinde [G2] hata profilini tekrarladığı, bu konudaki yanılığını devam ettirdiği görülmüştür.

[G3] hata profili: Ali ön görüşmede cevapladığı 24 sorunun 2'sinde [G3] hata profiline yer verirken (2/24;%9), son görüşmede bu hata profiline yer vermemiştir (%0).

Örneğin, Şekil 97, ilk çizimlerde ön görünüş çiziminde Ali, yüzeyleri konumlandırırken, cismin verilen görüntüsünün etkisinde kalarak sağ taraftaki yüzeyi bir miktar yukarıda olarak konumlandırmıştır. Son görüşmede ise Ali bu yanlışlığını gidererek doğru çizimi yapabilmıştır (Şekil 97, son çizimler, ön görünüş).

[G4] hata profili: Ali'nin görüşler bölümünde ön ve son görüşmede [G4] hata profili ile ilgili olarak yapmış olduğu hata oranları göz önünde bulundurulduğunda Ali'nin bir miktar gelişim gösterdiği görülmüştür (bkz. Tablo 3.12). Ali cisme bakılması istenen bakış yönünün belirlenmesi ile ilgili olan [G4] hata profiline ön görüşmede 24 sorudan 4'ünde (4/24; %17) yer verirken son görüşmede 24 sorudan 2'sinde (2/24;%8) bu hata profiline yer vermiştir. Örneğin, Ali Şekil 96 ilk çizimlerinde arka görünüş çiziminde cisme bakış olarak nereden bakması gerektiğini doğru düşünemeyerek ön görünüş çizimine benzer bir çizim yapmıştır. Bununla birlikte son görünüş çiziminde bu hatasını gidermiş ve doğru çizimi yapabilmıştır (Şekil 96, son çizimler, arka görünüş).

[G5] hata profili: Ali cisme belirtilen bir noktadan (A, B, C, ...) bakıldığında, cismin hangi yüzeylerinin görülebileceği ile ilgili sorulara ön ve son değerlendirmede doğru cevap vermiştir.

Özetle Ali'nin bu bölüm ile ilgili eğrisel yüzeyler bulunduran cisimler haricinde ki yanlışlarının giderildiği söylenebilir.

3.3.1.3.2. Katılımcı 2: Orhan

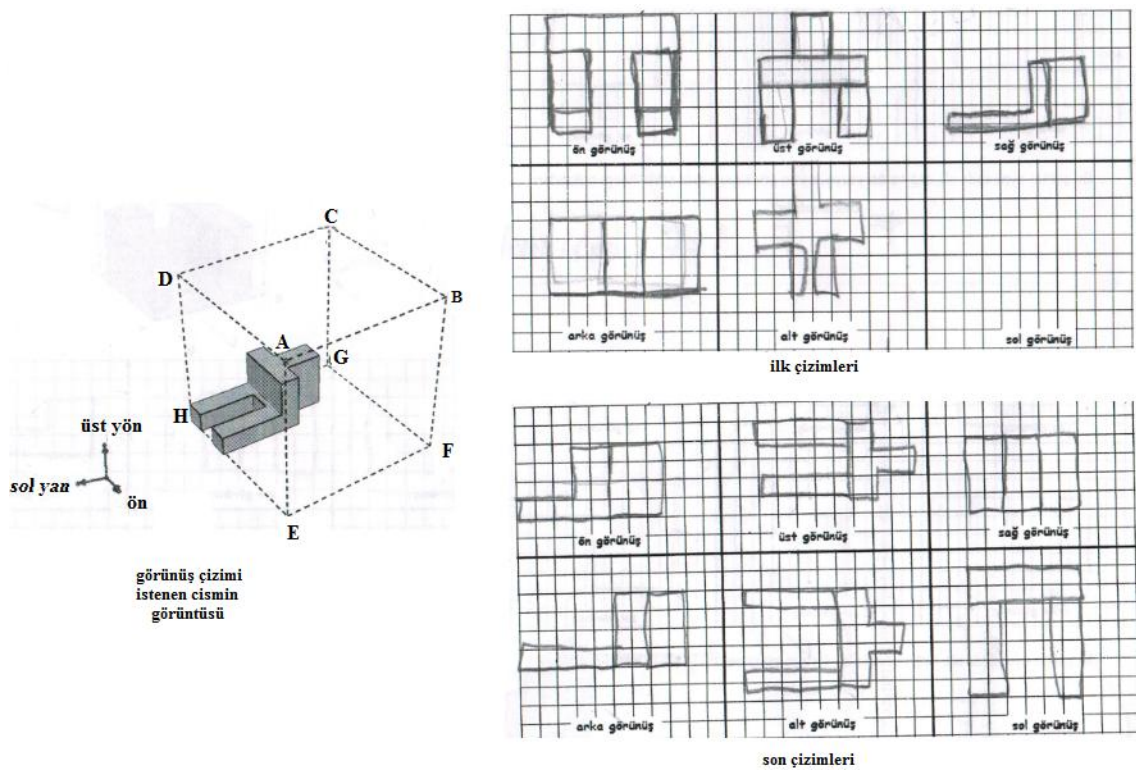
Orhan eğitim sürecindeki görüşler bölümü etkinlik uygulamalarının tümüne katılmıştır. Orhan'ın bu bölüm ile ilgili ön ve son görüşme sorularına vermiş olduğu yanıtların tümünün doğru olduğu görülmüştür. Orhan'ın buradaki Görüşler bölümü sorularına benzer olarak çizimler yaptıkları Teknik Resim dersinde ilgili ve başarılı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle Teknik Resim dersi çalışmalarının bu bölümde vermiş olduğu yanıtların tümünün ön ve son görüşmede doğru olmasında etkili olduğu söylenebilir.

3.3.1.3.3. Katılımcı 3: Musa

Musa kodlu katılımcı da görüşler bölümü etkinlik uygulamalarının tümüne katılmıştır. Musa da diğer katılımcılar gibi hata profillerini yapmıştır ([G1], [G2], [G3], [G4], [G5]). Aşağıda bu hata profilleri açıklanmıştır.

[G1] hata profili: Musa'nın ön ve son görüşmelerde vermiş olduğu yanıtlar incelendiğinde ön görüşmede cevap verdiği 23 soruda görünüş yüzeyinin bir bölümünün eksik olması ile ilgili olan [G1] hata profiline yer vermediği görülmüştür (%0). Musa

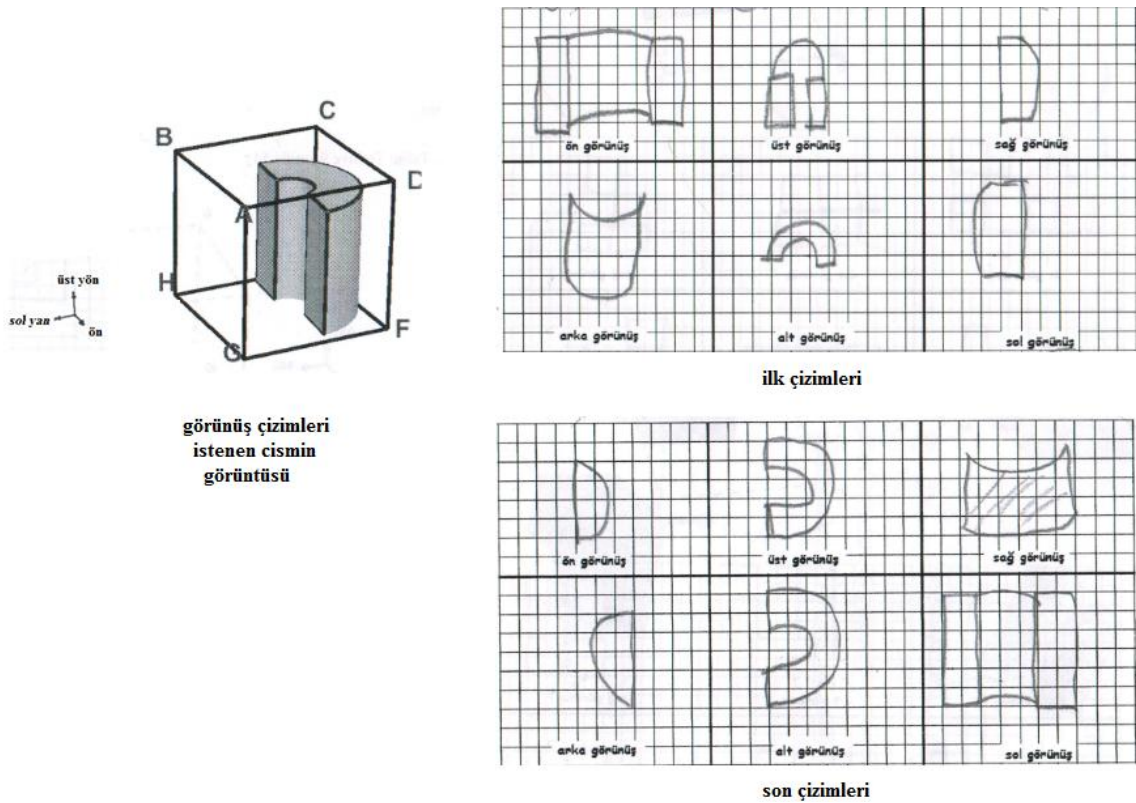
son görüşmede 24 soruya da cevap vermiş olup ön görüşmede cevap vermediği soruya son görüşmede cevap vermiştir (Şekil 98, son çizimler, sol görünüş). Musa sadece bu soruda [G1] hata profiline yer vererek cismin görünüş yüzeyinin bir kısmını eksik olarak çizmiştir. Musa aynı soruda [G4] hata profiline de (bakış yönünün yanlış belirlenmesi) yer vermiştir. Musa burada çizimini yaparken cismin sol görünüş yüzeyini tam olarak zihninde canlandıramamış ve görünüş yüzeyinin bir kısmını cisme üstten bakıldığında görünecek yüzeye benzer şekilde çizmiştir. Musa'nın bu yanıtında [G4] hata profilini çerçevesinde düşünmüş olması, [G1] hata profiline de yer vermesine sebep olmuştur (Şekil 98, son çizimler, sol görünüş).



Şekil 3.98. Musa'nın [G1] Hata Profili İle İlgili Tahminleri

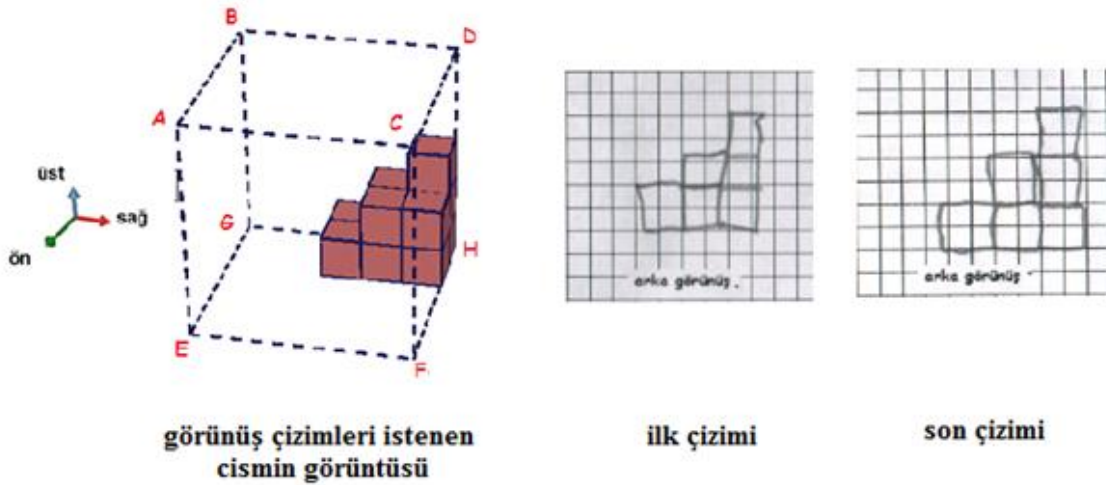
[G2] hata profili: Musa'nın ön ve son görüşmede [G2] hata profiline yer verdiği sorular incelendiğinde bu hata profili ile ilgili bir miktar ilerleme gösterdiği görülmektedir. Musa ön görüşmede cevap verdiği 23 sorunun 6'sında (6/23;%27), son görüşmede ise 24 sorudan 4'ünde (4/24;%17) [G2] hata profiline yer vermiştir. Musa'nın görünüş yüzey türünün doğru belirlenememesi ile ilgili olan [G2] hata profiline daha çok eğrisel yüzey bulunduran cisimlerin görünüş çizimlerinde yer verdiği görülmüştür.

Örneğin, Şekil 99'da eğrisel yüzey bulunduran bir cismin görünüş çizimleri istendiğinde Musa'nın ön görüşmede yapmış olduğu çizimlerde cismin verilen görüntüsünün etkisinde kalarak düşündüğü ve görünüş yüzey türlerini de bu düşüncesi doğrultusunda eğrisel yüzeyler şeklinde çizdiği görülmüştür (Şekil 99, ilk çizimler, üst-sağ-arka-sol görünüş). Musa bu yanlışını son görüşmede bir miktar gidermiştir. Son görüşmede aynı sorunun üst, sol görünüş çizimlerinde ilerleme olduğu görülmüştür (Şekil 99, son çizimler, üst-sol görünüş). Buna karşın eğrisel çizimlere son görüşmede de devam etmiştir.



Şekil 3.99. Musa'nın [G2] Hata Profili İle İlgili Tahminleri

[G3] hata profili: Musa'nın ön görüşmede ve son görüşmenin ikisinde de 24 sorudan sadece bir tanesinde (1/24;%4) [G3] hata profiline yer vermiştir. Bu durum ön ve son görüşmede de aynı soru ile ilgili olup birim küplerden oluşan bir cismin arka görünüşü ile ilgilidir (Şekil 100). Musa arka görünüş görüntüsü istenen her iki çiziminde de yönelim hatası yaparak görünüş yüzeylerini hatalı bir biçimde konumlandırarak arka görünüşü ön görünüş görüntüsünde çizmiştir.

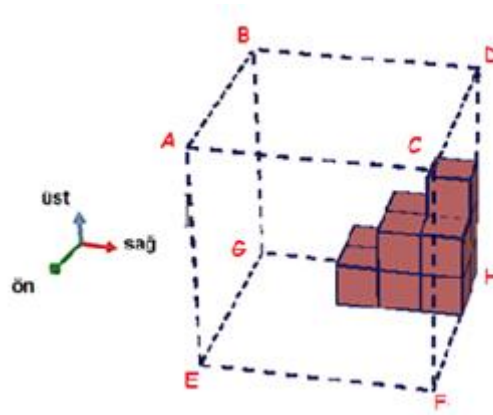


Şekil 3.100. Musa'nın [G3] Hata Profili İle İlgili Tahminleri

[G4] hata profili: Musa'nın ön ve son görüşmede [G4] hata profiline yer verdiği sorular incelendiğinde bu hata profilinin giderilmesi ile ilgili büyük oranda ilerleme gösterdiği görülmektedir. Musa ön görüşmede cevap verdiği 23 sorunun 7'sinde (7/23;%30), son görüşmede ise 24 sorudan 2'sinde (2/24;%8) [G2] hata profiline vermiştir (bkz. Tablo 3.12).

Ön değerlendirme çizimlerinde daha çok arka, alt ve üst görünüş çizimlerinde bakış yönünün doğru belirlenemediği görülmüştür. Örneğin Şekil 98'de ön değerlendirmede üst görünüş çizimini cismin sol yüzünü ön yüzü gibi düşünerek, üst görünüş çizimini de cismin sağ yüzünü ön yüzü gibi düşünerek yaptığı görülmüştür. Son görüşmede ise (Şekil 98) son çizimlerde de görülebileceği üzere bu hata profiline yer vermemiştir.

[G5] hata profili: Musa cisme belirtilen bir noktadan (A, B, C, ...) bakıldığında, cismin hangi yüzeylerinin görülebileceği ile ilgili 4 sorudan ön görüşmede 1 tanesine (1/4; %25) yanlış cevap vermiştir. Son görüşmede 4 soruyu da doğru olarak cevaplamıştır. Musa Şekil 101'te verilen cisim ile ilgili olarak "Cismin aynı anda üst, sol ve ön yüzeylerinin görülmesi için cisme isimlendirilen noktalardan hangisinden bakılmalıdır?" sorusuna ön görüşmede "E noktası" olarak cevap verirken son görüşmede "A noktası" şeklinde doğru olarak cevap vermiştir.



Şekil 3.101. Musa'nın [G5] Hata Profili İle İlgili Tahminleri

Özetle, Musa'nın eğitim süreci sonunda görüşler bölümü ile ilgili yanlışlarının farkına varıp bir miktar düzeltmekle birlikte tam olarak gideremediği söylenebilir.

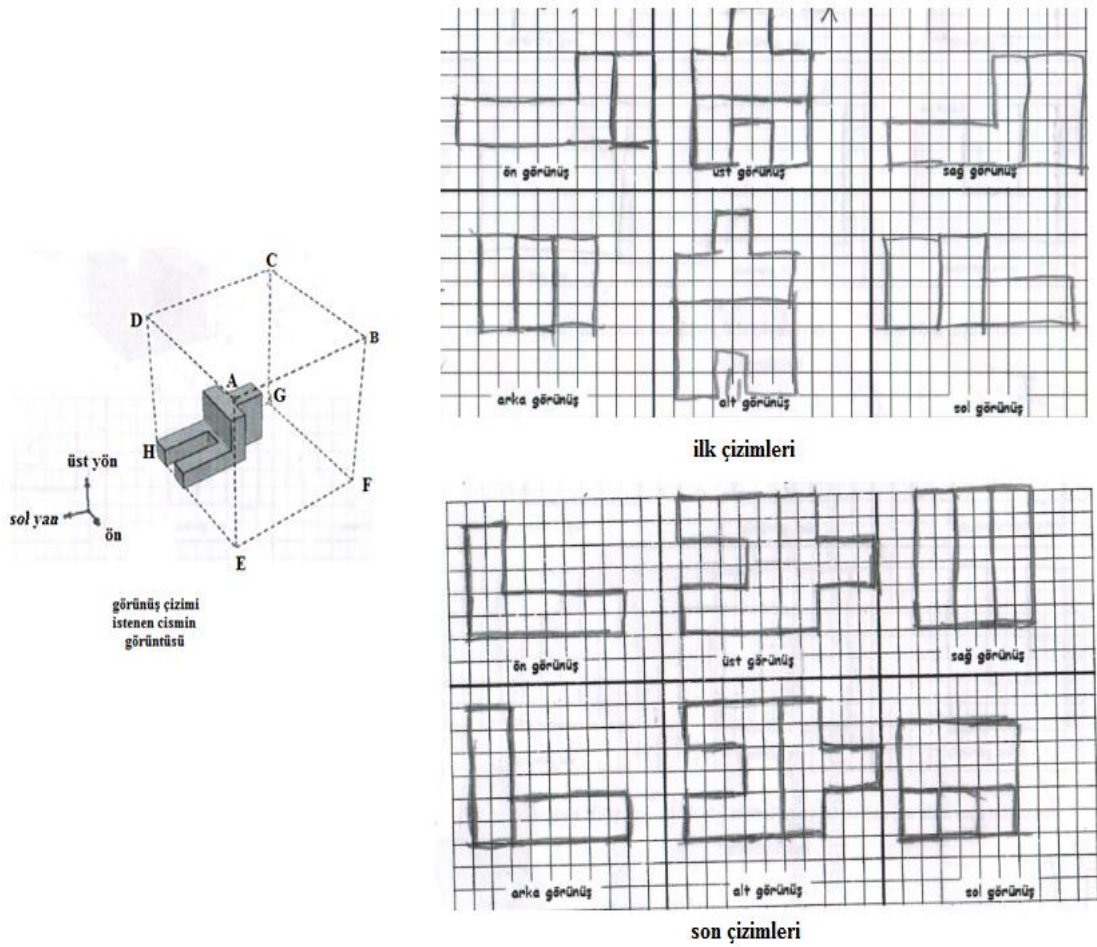
3.3.1.3.4. Katılımcı 4: Metin

Metin kodlu katılımcı görüşler bölümü etkinlik uygulamalarının birinci haftasına katılamayıp sadece ikinci hafta uygulamalarına katılmıştır. Metin'in derslerde aktif bir şekilde katılım sağlamadığı ve motivasyonunun düşük olduğu gözlenmiştir. Bu durum Metin'in daha sonra son görüşmelerde ilk görüşmelerde yaptığı hata profillerinin devam etmesine ve hatta bu hata profillerinin artmasına neden olduğu düşünülebilir.

[G1] hata profili: Metin'in ön ve son görüşmede kendisine yöneltilen sorulara verdiği cevaplar incelendiğinde [G1] hata profilinin görülme oranında bir miktar artış olduğu görülmüştür (bkz. Tablo 3.12). Ön görüşmede [G1] hata profiline 1/24 (%4) oranında yer verilirken; son görüşmede bu oran 3/24 (%12) olmuştur.

Metin'in [G1] hata profiline yer verdiği sorular incelendiğinde, ön değerlendirmede yanlış cevap verdiği soruyu son değerlendirmede de yanlış cevapladığı görülmüştür. Metin aynı soruda yönelim ile ilgili olan [G3] hata profiline de yer vermiştir. Bu nedenle [G3] hata profili dolaylı olarak [G1] hata profiline yer vermesinde etkili olmuştur.

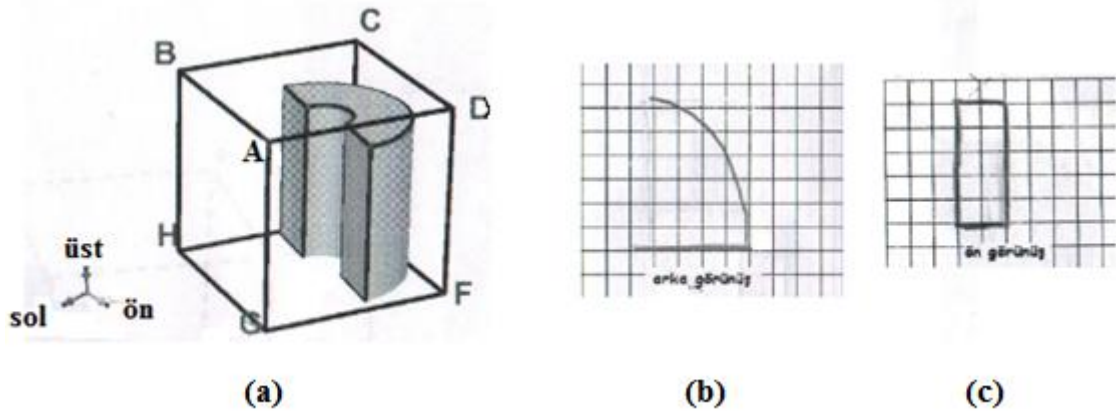
Ayrıca Metin'in ön değerlendirmede doğru cevaplayıp son değerlendirmede yanlış cevap verdiği 2 soru incelendiğinde de Metin'in bu sorularda [G3] ve [G4] hata profillerine yer verdiği görülmüştür (bkz. Şekil 102, ön ve arka görünüş çizimleri).



Şekil 3.102. Metin'in [G1] Hata Profili İle İlgili Tahminleri

Metin Şekil 102'de görüldüğü üzere ön görüşmede verilen cismin ön görünüş çizimini doğru şekilde yapmıştır. Son görüşmede aynı soruya ön yön yerine arka yönden bakarak yönelim hatası yapmıştır ([G3]) ve cismin daha iç kısımda kalan yüzeyinin görülmeyeceğini düşünerek bu yüzeyi çizmemiş ve [G1] hata profiline yer vermiştir. Metin cismin arka görünüş çiziminde de son görüşmede yine iç kısımdaki yüzeyi çizmeyerek [G1] hata profiline yer vermiştir.

[G2] hata profili: Metin'in ön ve son görüşmede [G2] hata profiline yer verdiği sorular incelendiğinde bu hata profili ile ilgili bir miktar ilerleme gösterdiği görülmektedir. Ön görüşmede 24 sorudan 4 tanesinde ($4/24; \%17$) bu hata profiline yer verirken son görüşmede [G2] hata profiline yer vermemiştir (bkz. Tablo 3.12). Örneğin; Metin eğrisel yüzey bulunduran bir cismin (Şekil 103a) görünüş çizimleri sorulduğuna arka görünüş çiziminde cismin verilen görüntüsü etkisinde kalarak arka görünüşün de eğrisel yüzeyden oluşacağını düşünerek yüzeyi eğrisel olarak çizmiştir (Şekil 103b). Son görüşmede Metin bu yanılgısını gidererek arka görünüşü eğrisel yüzey bulundurmayan bir şekilde doğru olarak çizebilmiştir (Şekil 103c).



Şekil 3.103. *Metin'in [G2] Hata Profili İle İlgili Tahminleri*

[G3] hata profili: Metin'in ön ve son görüşmelerde vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde [G3] hata profili ile ilgili yanılgısını gideremediği görülmüştür. Ön görüşmede 24 sorudan 1 tanesinde ($1/24; \%4$); son görüşmede de cevapladığı 24 sorudan 2 tanesinde ($2/24; \%8$) bu hata profiline yer vermiştir. Metin'in ön ve son görüşmede de [G3] hata profili ile ilgili hataları yönelim hatasından kaynaklanmaktadır. Metin [G3] hata profili türündeki hataları cismin ön-arka görünüş çizimlerinde yapmıştır. Örneğin; Metin son görüşmede, ön görünüş çiziminde ön görünüş yerine arka görünüşü düşünmüş ve çizimini bu şekilde yapmıştır (Şekil 102, son görüşme, ön görünüş). Kendisine nasıl düşündüğü sorulduğunda ise bir açıklama getirememiştir.

[G4] hata profili: Metin'in ön ve son görüşmede [G4] hata profili ile ilgili olarak yapmış olduğu hata oranları göz önünde bulundurulduğunda Metin'in bir miktar gelişim gösterdiği görülmüştür (bkz. Tablo 3.12). Metin cisme bakılması istenen bakış yönünün belirlenmesi ile ilgili olan [G4] hata profiline ön görüşmede 24 sorudan 9'unda ($9/24; \%33$) yer verirken son görüşmede 24 sorudan 3'ünde ($3/24; \%12$) bu hata profilini göstermiştir. Örneğin, Şekil 102 ilk çizimlerinde üst görünüş çiziminde Metin, şekilde sol yan olarak verilen yönü ön yön gibi düşünmüştür. Bu nedenle görünüş çizimi olarak doğru cevabın 90° saat yönü tersi yönde dönmüş halini elde etmiştir. Bununla birlikte son görünüş çiziminde Metin bu hatasını gidermiş ve doğru çizimi yapabilmıştır (Şekil 102, son çizimler, üst görünüş).

[G5] hata profili: Metin cisme belirtilen bir noktadan (A, B, C, ...) bakıldığında, cismin hangi yüzeylerinin görülebileceği ile ilgili 4 sorudan ön ve son görüşmede 2 tanesine ($2/4; \%50$) yanlış cevap vermiştir. Ön ve son görüşmelerde yanlış cevap verdiği sorular farklıdır. Cevabı nasıl yaptığı sorulduğunda şekilde verilen yönleri

dikkate almadan, kendi zihninde yönleri belirlediği bu nedenle yanlış cevapladığı anlaşılmıştır. Örneğin Şekil 102’de verilen cisim ile ilgili olarak “Cismin aynı anda üst, sağ ve arka yüzeylerinin görülmesi için cisme hangi noktadan bakılmalıdır?” sorusunu Metin C noktası yerine B noktası olarak cevaplamıştır. Burada, Metin şekilde “ön yön” olarak belirtilen yönü sağ yön, “sağ yön” olarak belirtilen yönü de arka yön olarak kabul etmiştir. Metin’in aslında zihinsel olarak cismin hangi noktasından bakıldığında hangi yüzeylerinin görüneceğini canlandırabildiğini, ancak [G4] hata profili (bakış yönünün doğru belirlenememesi) ile ilgili hatasının [G5] hata profilinin oluşmasına neden olduğu görülmüştür.

Özet olarak, Metin’in görünüşler bölümü ile ilgili katılmış olduğu bir haftalık etkinlikler sonunda bazı hatalarını fark edip düzeltme yoluna gittiği, ancak bazı hata profillerini de yapmaya devam ettiği görülmüştür. Bu nedenle Metin’in konu ile ilgili daha fazla sayıda etkinlik uygulamasına ihtiyacı olduğu düşünülebilir.

3.3.2. Ön ve Son PSVT’nin Karşılaştırılması

Ön test olarak uygulanmış olan uzamsal görselleştirme testi (PSVT), eğitim süreci ve son değerlendirme sorularının cevaplandırılması ve görüşmelerin ardından son test olarak tekrar uygulanmıştır (son test eğitim sürecine katılan 4 katılımcıya uygulanmıştır). Diğer 4 kişi, PSVT testine katılmamışlardır.

Eğitim sürecine katılan bu 4 katılımcının ön ve son testte almış oldukları puanlar Tablo 3.13’te verilmiştir.

Tablo 3.13. Katılımcıların Ön-Son Test Puanları

KATILIMCI KODU	ALINAN PUANLAR							
	AÇINIM		DÖNDÜRME		GÖRÜNÜŞ		TOPLAM PUAN	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Ali	2(%17)	9(%75)	0(%0)	10(%83)	4(%33)	7(%58)	6	26
Orhan	7(%58)	11(%92)	5(%42)	8(%67)	5(%42)	12(%100)	17	31
Musa	2(%17)	5(%42)	3(%25)	4(%33)	6(%50)	7(%58)	11	16
Metin	3(%25)	4(%33)	2(%17)	6(%50)	5(%42)	8(%67)	10	18

Tablo 3.13 incelendiğinde tüm katılımcıların PSVT’den almış oldukları toplam puanlarda artış olduğu görülmektedir. Ali kodlu katılımcı ön testte toplam 6 puan alırken, son testte aldığı puan yaklaşık %300 oranında artış göstermiştir. Ayrıca Orhan ve Metin kodlu katılımcıların puanlarında yaklaşık %100 oranında artış olduğu

görülmektedir. Ayrıca her katılımcının her alt bölümden almış oldukları puanlar da artmıştır.

“Açınımlar” bölümünde tüm katılımcıların puanlarının belirli oranlarda artmış olduğu görülmektedir (bkz. Tablo 3.13). Özellikle dört katılımcının ikisi (Ali ve Orhan) bu bölümde son yapılan PSVT’de %50’nin üzerinde başarı göstermişlerdir (bkz. Tablo 3.13). Diğer iki öğrenci ise her ne kadar ön teste göre bir miktar artış göstermiş olsalar da bölümde ki başarıları %50’nin üzerine çıkmamıştır.

Testin “Döndürme” bölümünden alınan puanlar incelendiğinde ise yine tüm katılımcıların puanlarında artış olduğu görülmektedir. Özellikle katılımcılardan Ali ön testte PSVT’nin döndürme alt bileşeninde hiçbir soruyu doğru cevaplayamazken son testte 12 sorunun 10’unu doğru olarak cevaplamıştır. Bunun yanında Orhan ve Metin de ön testteki performanslarını son testte %50 ve üzerine çıkarmışlardır. Sadece Musa kodlu katılımcı önceki performansını çok fazla değiştirememiştir. Musa’nın bu düşük performansı derslere iş çıkışı katılması ve gece çalışmasından dolayı sabah ki derslere yorgun gelmesi ile ilişkilendirilebilir.

Açınım ve döndürme bölümlerinde öğrencilerin gösterdikleri ilerlemeler görünüş bölümünde de gözlenmiştir. “Görünüşler” bölümünde alınan puanlarda tüm katılımcılarda artış görülmüştür. Tüm katılımcılar başarı performanslarını son testte %50’nin üzerine çıkarmışlardır (bkz. Tablo 3.13). Özellikle katılımcılardan Orhan bu bölümdeki tüm soruları doğru bir şekilde yanıtlayarak performansını ön teste göre %100’ün üzerinde artırmıştır.

3.3.3. Öğrencilerin PSVT Testindeki Performans Artışlarının Olası Sebepleri

Bu artışın olmasında katılımcıların uygulama esnasında yapmış oldukları çizimler ve Cabri 3D’nin cismin farklı yönlerinden ve farklı noktalardan görünüşlerini elde etme imkânı sunmasının etkili olduğu söylenebilir.

Eğitim sürecinde Cabri 3D programı ile katılımcıların verilen 3B cisimleri açınımlarını dinamik olarak görmeleri, yapmış oldukları hataları fark etmeleri ve bunu düzeltme ihtiyacı hissetmelerinin etkili olduğu görülmüştür.

Bu başarı oranları ve tüm katılımcıların puanlarında gözlenen artışlar katılımcılarla birlikte gerçekleştirilen eğitim sürecinin uzamsal becerilerin gelişimine olumlu yönde katkı sağladığı fikrini desteklemektedir.

Buna karşın eğitim sürecinin her katılımcıya aynı oranda katkıda bulunmadığı görülmektedir. Katılımcıların etkinliklerin uygulanması sürecindeki ilgi, gayret, aktif

katılım ve çabaları eğitim sürecinin verimliliğini etkileyen en önemli faktörler olmuştur. Örneğin, Ali ve Orhan kodlu katılımcılar eğitim boyunca diğer katılımcılara kıyasla etkinliklerde aktif olmuşlar ve vermiş oldukları yanıtların doğruluğunu merak içerisinde bekledikleri gözlenmiştir. Son testte göstermiş oldukları yüksek başarıda bu aktif katılımlarının olumlu etkisi olduğu düşünülebilir.



4. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada mesleki eğitim merkezine devam eden dört öğrencinin teknoloji ortamında uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişimi incelenmiştir. Özellikle 3B cisimlerin açınım, döndürme ve görünüş belirleme bileşenlerinde yaşadıkları zorluklar belirlenmeye çalışılmış ve Cabri 3D geometri yazılımı kullanılarak teknoloji destekli ortamda çizim etkinlikleri ile birlikte öğrencilerin uzamsal görselleştirme gelişimi incelenmiştir. Bu bölümde gerçekleştirilen öğretim seanslarının katılımcıların uzamsal görselleştirme becerilerinin alt bileşenlerinin gelişimine olan etkisine yönelik tartışmalara yer verilmiştir.

Araştırma bulguları öğrencilerin uzamsal becerilerin belirtilen bileşenleri ile ilgili belirli noktalarda zorluklar yaşadıklarını ancak bu zorlukların uygun bir eğitim süreci sonunda giderilebileceğini göstermiştir. Araştırma bulguları özellikle teknoloji ortamının öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerine yönelik yaşadıkları zorlukların aşılmasında önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Bu bakımdan araştırma bulguları daha önce yapılan birçok çalışmanın (Kösa, 2011, s. 229; Erkoç, Gecü ve Erkoç, 2013, s. 1292; Baki vd., 2011, s. 303) bulguları ile tutarlılık göstermektedir.

Yapılan çalışmada çizim etkinlikleri ile birlikte kullanılan Cabri 3D geometri yazılımının bazı özelliklerinin öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı gözlenmiştir. Araştırma bulguları öğrencilerin açınımlar bileşeni kapsamında yaptıkları çizim etkinliklerinde 3B cisimlerin yüzey şekillerini eksik veya hatalı olarak çizdiklerini açınım çizimlerinde yüzeyleri yanlış konumlandıklarını ve yüzey boyutları ile ilgili tutarsız çizimler yaptıklarını göstermiştir. Cabri 3D programının sağlamış olduğu dinamik özellikler katılımcıların bu hatalarını fark etmelerine katkı sağlamıştır. Özellikle 3B cisimlerin 2B açınım formlarının dinamik olarak elde edilebilmesi öğrencilerin zihinlerinde 3B'dan 2B forma geçişi ve 2B'dan 3B'ya geçişi kolaylaştırmıştır. Bunun yanında gerek 3B cisimlerin gerekse bu cisimlere ait 2B açınımların dinamik olarak döndürülmesi öğrencilerin cismin yüzey şekillerini tanımalarına ve yüzey sayılarını belirlemelerine, bu yüzey şekillerinin birbirlerine göre konumlarını anlamalarına yardımcı olmuştur.

Öğrencilerin döndürme bölümünde yaşamış oldukları zorluklar yine Cabri 3D programının dinamik özellikleri yardımıyla büyük oranda giderilmiştir. Özellikle yazılımın verilen eksenler etrafında, belirtilen yönde ve istenen açıda cisimlerin döndürülebilmesine imkân vermesi, öğrencilerin yaptıkları hataları görmelerine ve bu döndürmeleri zihinlerinde canlandırmalarına yardımcı olmuştur.

Araştırma bulguları ayrıca 3B bir cismin verilen bir noktadan görünüşünü çizmekte öğrencilerin zorlandıklarını göstermiştir. Cabri 3D programı bu bağlamda bu görünüşleri vererek öğrencilerin çizimlerini karşılaştırmalarına imkân vermiş ve çizimlerini yeniden gözden geçirmelerine yardımcı olmuştur.

Cabri 3D yazılımının aynı zamanda öğrencilerin motivasyonunu artırdığı da gözlenmiştir. Özellikle katılımcılar yazılım ile cevaplarını test etme esnasında ekranı merakla takip etmişler, hata ve yanlışlarını kendileri bulmuşlardır. Araştırma sonunda öğrenciler Cabri 3D programı ile yapılan derslerin daha zevkli geçtiğini, derse olan ilgilerini ve dikkatlerini toplamakta yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Öğrenciler ders kapsamında yazılımı aktif olarak kullandıklarını belirterek yazılım üzerinde kendilerinin bizzat uygulama ve gözlemlene imkânı bulmalarının bu derse karşı ilgilerinin daha olumlu olmasında rol oynadığını belirtmişlerdir.

Öğrencilerin uzamsal becerilerinin gelişiminde Cabri 3D'nin rolü olduğu kadar onların yaptıkları çizim etkinlikleri de katkıda bulunmuştur. Özellikle öğrencilerin kareli ve izometrik kâğıtlar üzerine yaptıkları çizimler onların zihinsel görselleştirmelerini somut olarak anlamada araştırmacıya yardımcı olmuştur. Araştırmacı her etkinlik kapsamında öğrencileri zihinlerinde canlandırdıkları görünüşleri çizmeye teşvik ederek Cabri 3D programının yardımıyla da bu çizimlerde gerekli düzeltmeleri yapma fırsatı vermiştir. Böylelikle Cabri 3D yazılımı ile çizim etkinlikleri birlikte ele alınarak araştırmacı öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerindeki gelişimi takip edebilmiştir. Çizim etkinliklerinin 3B cisimlerin özelliklerini tanımakta öğrencilere yardımcı olduğu gözlenmiştir. Özellikle çizim etkinliklerinin koordineli bir şekilde Cabri 3D programı ile birlikte yapılması öğrencilerin daha düzenli çizimler yapmalarına katkı sağlamıştır. Bu nedenle çizim etkinliklerinin uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişiminde önemli bir yer tuttuğu düşünülmektedir. Benzer şekilde diğer çalışmalarda da (Leopold, Gorska ve Sorby, 2001, s. 87) çizim etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal becerilerine katkısı olduğu görülmüştür.

4.1. Çalışmanın Sınırlılıkları ve Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler

Bu çalışma öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişimini incelemek amacıyla dört öğrenci ile bir mesleki eğitim merkezinde gerçekleştirilmiştir. Tüm katılımcılar çalışmada gönüllü olarak yer almışken genelleme amacıyla geniş kitleleri temsil edecek şekilde rastgele bir seçim yapılmamıştır. Bu nedenle araştırma

bulguları bu sınırlı sayıdaki grupla sınırlı olup sonuçlar daha geniş kitleler için genellenemez. Buna karşın araştırmacının amacı örnek öğrenci hata profillerini belirleyip gelişim süreçlerini göstermektir. Benzer çalışmalar farklı sınıf düzeylerinde ve okullarda daha geniş öğrenci grupları ile yapılabilir. Çalışma kapsamında belirlenen hata profilleri yine bu grupla sınırlıdır. Daha geniş kitlelerle yapılacak olan çalışmalarda daha farklı hata profillerine rastlanabilir veya bu çalışmada rastlanan hata profillerine rastlanmayabilmek. Dolayısıyla farklı sınıf düzeylerinde yapılacak olan çalışmalara ihtiyaç vardır.

Mevcut okul imkanları dahilinde bu çalışmanın gerçekleştirildiği sınıfta bir bilgisayar ve bir projeksiyon araçları sağlanmıştır. İleride yapılabilecek çalışmalarda öğrencilere daha geniş imkânlar (her bir öğrenciye bir bilgisayar verilmesi gibi) sağlanabilir. Böylelikle öğrencilerin gelişimleri daha hızlı olabilir ve her bir öğrenciye teknolojiyi yakından kullanabilmeleri için fırsat verilmiş olur.

Çalışmanın sınırlılıklarından biri de sadece erkek öğrenciler ile araştırmanın yapılmış olmasıdır. Mesleki eğitim merkezine gelen öğrenciler içerisinde bayan öğrenciler sadece Kuaförlük bölümüne gelmektedirler. Çalışmanın yapıldığı dönem içerisinde bu öğrencilerden hiçbiri katılımcı olarak gönüllü olmamıştır. Uzamsal beceriler ile ilgili yapılan birçok çalışmada cinsiyet faktörü de göz önüne alınmıştır. Bu nedenle benzer bir çalışma yürütecek araştırmacılar teknoloji ortamında uzamsal yeteneğin gelişimini cinsiyet faktörüne bağlı olarak inceleyebilirler.

Bu çalışmada uzamsal görselleştirme becerisinin gelişimi için kullanılan teknoloji Cabri 3D yazılımıdır. Bu becerilerin geliştirilmesi için farklı teknolojilerin kullanımı da mümkündür. Ayrıca son zamanlarda ülkemizde yapılan reform niteliğindeki teknoloji uygulamaları da (Fatih Projesi) geniş öğrenci kitlelerine ulaşma imkânı vermektedir. İleride yapılabilecek çalışmalarda bu teknolojilere entegre edilmiş uygulamalara yer verilebilir ve öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerindeki gelişmeler izlenebilir.

Bu çalışma nitel bir çalışma olarak tasarlanmış olup uzamsal görselleştirme becerilerinin sadece üç bileşenine (açınım, döndürme ve görünüşler) yer verilmiştir. Öğrencilerin mevcut durumlarını belirlemek amacıyla yazılı değerlendirme soruları sorularak klinik görüşmeler yapılmıştır. İleride yapılabilecek çalışmalarda farklı yöntemler ve veri toplama araçları kullanılarak uzamsal görselleştirme becerilerinin diğer boyutlarına odaklanılabilir.

Çalışmanın bir diğer sınırlılığı da zaman olmuştur. Katılımcıların zaman kısıtlılıkları sebebiyle uzamsal becerilerin çalışma kapsamında ele alınan her bir bileşenine 2 ile 3 öğretim seansı ayrılabilmiştir. İleride bu türde yapılabilecek çalışmalarda her bir bileşene daha fazla zaman ayrılabilir. Dolayısıyla öğrencilerin gelişim süreçleri daha ayrıntılı olarak incelenebilir.

4.2. Sonuç

Bu çalışma mesleki eğitim merkezine devam eden öğrencilerin uzamsal görselleştirmede zorluklar yaşadıklarını göstermiştir. Çalışmanın sonuçları uygun ortam ve teknoloji desteği verildiğinde bu öğrencilerin önceki bölümlerde bahsedilen zorlukları aşabileceklerini göstermiştir. Ayrıca dikkatli bir öğretim planının yapılması, doğru materyallerin tasarlanması ve sınıf içerisindeki aktif katılımın sağlanarak uygulamanın yapılması öğrencilerin bu sıkıntıları aşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle uzamsal görselleştirmenin geliştirilmesine yönelik dikkatli tasarlanmış materyallere ihtiyaç vardır. Bununla birlikte hala öğrencilerin bu materyalleri kullanarak uzamsal becerilerini nasıl geliştirdiklerine dair bilgimiz ve bu alanda yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır.

KAYNAKLAR

- Akasah, Z.A. ve Alias, M. (2010). Bridging the spatial visualisation skills gap through engineering drawing using the whole-to-parts approach. *Australasian Journal of Engineering*, 16(1), 81-86.
- Alias, M., Black, T. R., ve Gray, D. E. (2002). Effect of instructions on spatial visualisation ability in civil engineering students. *International Education Journal*, 3(1), 1-12.
- Alkan, C., Doğan, H. ve Sezgin, İ. (1994). Mesleki ve teknik eğitimin esasları. *Gazi Üniversitesi. İletişim Fakültesi Basımevi*, Ankara.
- Baki, A., Kosa, T. ve Guven, B. (2011). A comparative study of the effects of using dynamic geometry software and physical manipulatives on the spatial visualisation skills of pre-service mathematics teachers. *British Journal of Educational Technology*, 42(2), 291–310.
- Bakker, M. (2008). *Spatial ability in primary school: effects of the tridio, learning material*. Yüksek Lisans Tezi. Twente Üniversitesi, Enschede.
- Bakó, M. (2003). Different Projecting Methods in Teaching Spatial Geometry. “http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/Groups/TG7/TG7_Bako_cerme3.pdf” adresinden 25.01.2015 adresinden tarihinde edinilmiştir.
- Bannatyne, A. (2003). Multiple intelligences. *Bannatyne Reading, Writing, Spelling And Language Program*. <http://www.bannatynereadingprogram.com/BP12MULT.htm> adresinden 10 Nisan 2013 tarihinde edinilmiştir.
- Barbara, S. (2008). *Spatial visualization training using interactive animation and virtual models*. Doktora Tezi, California Üniversitesi.
- Battista, M. T., Wheatley, G. H. ve Talsma, G. (1982). The importance of spatial visualisation and cognitive development for geometry learning in preservice teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13(5), 332-340.

- Boyraz, Ş. (2008). *The effects of computer based instruction on seventh grade students' spatial ability, attitudes toward geometry, mathematics and technology*. Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Budak, Y. (2009). Mesleki eğitimde ihtiyaç analizi ve işlevsel eğitim programı. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 245, 65-75.
- Burnett, S. A. ve Lane, D. M. (1980). Effects of academic instruction on spatial visualization. *Intelligence*, 4, 233-242.
- Cantürk-Günhan, B., Turgut, M. ve Yılmaz, S. (2009). Spatial ability of a mathematics teacher: the case of oya, *IBSU Scientific Journal*, 3(1), 151-158.
- Carpenter, P. A. ve Just, M. A. (1986). Spatial ability: an information processing approach to psyvhometrics. *In Advances in the Psychology of Human Intelligence*, 3.
- Christou, C., Jones, K., Pitta-Pantazi, D., Pittalis, M., Mousoulides, N., Matos, J.F., Sendova, E., Zachariades, T. ve Boytchev, P. (2007). Developing student spatial ability with 3D software applications. *5th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME)*, Larnaca, Kıbrıs. 22-26 Şubat 2007.
- Christou, C., Pittalis, M., Mousoulides, N. ve Jones, K. (2005). Developing 3D dynamic geometry software: theoretical perspectives on design. *Visions of Mathematics Education: Embedding Technology in Learning*, 69-77.
- Clements, D. H. ve Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 420-464.
- Clements, D. H. (1998). *Geometric and spatial thinking in young children*. National science foundation, Arlington, VA.
- Clements, D. H., Battista, M. T., Sarama, J. ve Swaminathan, S. (1997). Development of students' spatial thinking in a unit on geometric motions and area. *The Elementary School Journal*, 98(2), 171-186.

- Cobb, P. (2000). Conducting classroom teaching experiments in collaboration with teachers. *Handbook of Research Design in Mathematics And Science Education*, 307–334.
- Czarnocha, B. and Maj, B. (2008). A teaching experiment. *Handbook of Mathematics Teaching Research*. Reszów Üniversitesi, Polonya.
- Czarnocha, B., & Prabhu, V. (2006). Teaching experiment/NYC Model. *Roczniki PTM Dydaktyka Matematyki*, 29, 251-272.
- Delialioğlu, Ö. (1996). *Contribution of students' logical thinking ability, mathematical skills and spatial ability on achievement in secondary school physics*. Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Diezmann, C. M. and Lowrie, T. (2012). Learning to think spatially: what do students 'see' in numeracy test items?. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10, 1469-1490.
- Doğan, H. (1983). Mesleki ve teknik eğitimin ilkeleri ve gelişmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 16(1), 167-181.
- Doğan, H., Alkan, C. ve Sezgin, İ. (1980), Mesleki ve teknik eğitimin prensipleri. *Ankara Üniversitesi Basımevi*, Ankara
- Ekstrom, R. B., French, J. W. and Harman, H. H. (1976). *Manual for kit of factor*.
- Erkoç, M. F., Gecü, Z. ve Erkoç, Ç. (2013). The effects of using google sketchup on the mental rotation skills of eighth grade students. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(2), Spring, 1285-1294.
- Eryılmaz Çevirgen, A. (2012). *Causal relations among 12th grade students' geometry knowledge, spatial ability, gender and school type*. Doktora Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Feng, J., Spence, I. and Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological Science*, 18(10), 850–855.

- Gorska, R. and Sorby, S. (2008). *Testing instruments for the assessment of 3-d spatial skills*. American Society for Engineering Education (ASSE), Pittsburgh Yıllık Konferansı, PA, Haziran 22-25.
- Guay, R. B. (1976). *Purdue spatial visualization tests*. Purdue Research Foundation: West Lafayette, IN.
- Güven, B. ve Kösa, T. (2008). The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualisation skills. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 7(4), 100-106.
- Hegarty, M. and Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32, 175-191.
- Idris, N. (1998). *Spatial visualization, field dependence /independence, van hiele level, and achievement in geometry: the influence of selected activities for middle school students*. Doktora Tezi, Ohio State Üniversitesi, ABD. "https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=osu1392211705&disposition=inline" adresinden 15.10. 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Kang, F. M., Jean, C. L., Chung, H. C. ve Chung, Y. H. (2004). *A study of orthographic projection learning of promotion on the spatial ability for vocational industrial high school in Taiwan*. 9. World Conference on Continuing Engineering Education, Tokyo.
- Kang, F. M., David, W. S., Jean, C. L. ve Jan, B. J.(2004). *The study on development of spatial ability scale for vocational high school students*. 7th UICEE ANNUAL Conference on Engineering Education.
- Kayhan, E. B. (2005). *Investigation of high school students' spatial ability*. Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Kenar, N. (2009). Yaygın eğitim kapsamında mesleki eğitim sistemi. *Mercek Dergisi, Ekim Sayısı*. <http://www.messegitim.com.tr/ti/579/0/yaygin-egitim-kapsaminda-mesleki-egitim-sistemi> adresinden 15.06.2015 tarihinde edinilmiştir.
- Kimura, D. (1999). *Sex and cognition*. Cambridge, MA: The MIT Press.

- Koch, D. ve Sanders, M. (2011). The effects of solid modeling and visualization on technical problem solving. *Journal of Technology Education*, 22(2), 3-21.
- Kozaklı, T.; Şay, R. ve Akkoç, H. (2013). *Öğretmen adaylarının matematik derslerinde teknoloji kullanımının pedagojik katkılarına yönelik görüşleri*. Hacettepe Üniversitesi, 12. Matematik Sempozyumu, Ankara, 23-25 Mayıs 2013, 205-207.
- Kösa, T. (2011). *Ortaöğretim öğrencilerinin uzamsal becerilerinin incelenmesi*. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Lappan, G. (1981). *Middle grades mathematics project, spatial visualization test*, Michigan State University.
- Leopold, C., Gorska, R. A. ve Sorby, S. A. (2001). International experiences in developing the spatial visualization abilities of engineering students. *Journal for Geometry and Graphics*, 5(1), 81-91.
- Lin, C.-H., Chen, C.-M. ve Lou, Y. C. (2014). Developing spatial orientation and spatial memory with a treasure hunting game. *Educational Technology & Society*, 17 (3), 79-92.
- Linn, M. C. ve Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: a meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1989). Human intelligence: an introduction to advances in theory and research. *Review of Educational Research*, 59(4), 333-373.
- Lohman, D. F. (1993). *Spatial ability and G. Spearman Seminar*, Plymouth Üniversitesi, Iowa.
- Maccoby, E. ve Jacklin, C. N. (1974). *The psychology of sex differences*. California Stanford Üniversitesi, Stanford.
- Maier, P. H. (1996). *Spatial geometry and spatial ability – How to make solid geometry solid*. Matematik Eğitimi Konferansı, Osnabrueck, 63-75.

- Maiorana, S. A. (2014). *Speedy 3-D: A study of the effects of spatial ability among college students*. Yüksek Lisans Tezi. Fredonia New York Eyalet Üniversitesi.
- Marunic, M. ve Glazar, V. (2013). Spatial ability through engineering graphics education. *International Technology Design Education*, 23, 703-715.
- McGee, M.G. (1979). Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918.
- MEB (2005). *Matematik ve meslek matematiği dersi öğretim programı*. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- MEB (2010). *Ortaöğretim 9-10. sınıflar geometri dersi öğretim programı*. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- MEB (2011). *Ortaöğretim 12. sınıf geometri dersi öğretim programı*. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- MEB (2013) *Ortaokul (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) matematik dersi öğretim programı*. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- MEB (2013) *Ortaöğretim (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) matematik dersi öğretim programı*. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Michael, W. B., Guilford, J. P., Fruchter, B. ve Zimmerman, W. S. (1957). The description of spatial-visualization abilities. *Educational and Psychological Measurement*, 17, 185-199.
- Middleton, J.A., Flores, A., Carlson, M., Baek, J. M. ve Atkinson, R. (2004). *A longitudinal study of the development of rational number knowledge in the middle grades*. National Science Foundation. Arizona State Üniversitesi, Tempe, Arizona.
- Miles, M.B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis. An expanded Sourcebook*.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Uluslararası Matematik Öğretmenleri Konseyi, Reston.

- Németh, B. (2007). Measurement of the development of spatial ability by mental cutting test. *Annales Mathematicae et Informaticae*, 34, 123–128.
- Olkun, S. ve Altun, A. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4), 86-91.
- Olkun, S. (2003) Making connections: improving spatial abilities with engineering drawing activities, *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, 1-10.
- Olkun, S. ve Sinoplu, B. (2008). The effect of pre-engineering activities on 4th and 5th grade students' understanding of rectangular solids made of small cubes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 1-9.
- Pantazi, D. P. ve Christou C. (2010). Spatial versus object visualisation: the case of mathematical understanding in 3d arrays of cubes and nets. *International Journal of Educational Research*, 49, 101-114.
- Park, J., Kim, D. E. ve Sohn, M. (2011). 3D simulation technology as an effective instructional tool for enhancing spatial visualization skills in apparel design. *International Technology Design Education*, 21, 505-517.
- Pedrosa, C. M., Barbero, B. R. ve Miguel, A. R. (2014). Spatial visualization learning in engineering: traditional methods vs. a web-based tool. *Educational Technology & Society*, 17 (2), 142–157.
- Pittalis, M. ve Christou, C. (2010) C. Types of reasoning in 3d geometry thinking and their relation with spatial ability. *Education Studies in Mathematics*, 75, 191-212.
- Risma, D. A., Putri, R. I. I. ve Hartono, Y. (2013). On developing students' spatial visualisation ability. *International Educationa Studies*, 6(9).
- Robichaux, R. R. (2003). The improvement of spatial visualization: a case study. *Journal of Integrative Psychology*, 4, 10-41.
- Samsudin, K., Rafi, A., ve Hanif, A. S. (2011). Training in mental rotation and spatial visualization and its impact on orthographic drawing performance. *Educational Technology & Society*, 14 (1), 179–186

- Sorby, S. A. ve Baartmans, B. J. (1996). A course for the development of 3-D spatial visualization skills. *Engineering Design Graphics Journal*, 60 (1), 13-20.
- Sorby, S. A. (1999). Developing 3-d spatial visualization skills. *Engineering Design Graphics Journal*, (63)2, 21-32.
- Sorby, S. A. (2012). Spatial skills training to improve student success in engineering. *Spatial Thinking Across the College Curriculum*. (<http://www.spatial.ucsb.edu/eventfiles/STATCC/docs/Sorby-position.pdf> adresinden 07/06/2015 tarihinde edinilmiştir.)
- Strong, S. ve Smith, R. (2002). The development of a computerized version of vandenburgh's mental rotation test and the effect of visuo-spatial working memory loading. *The Engineering Design Graphics Journal*, 66(2), 6-16.
- Şahin, İ. ve Fındık, T. (2008). Türkiye’de mesleki ve teknik eğitim: mevcut durum, sorunlar ve çözüm öneriler. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(3), 65-86.
- Tartre L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(3). 216-229.
- Turğut, M. ve Yılmaz S. (2012). İlköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 69-79.
- Wheatley, G. H. (1990). Spatial sense and mathematics learning. *Arithmetic Teacher*, (37)6, 10–11.
- Widder, M. ve Gorsky, P. (2013). How students solve problems in spatial geometry while using a software application for visualizing 3d geometric objects. *Jl. of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 32(1), 89-120.
- Yaman, H. ve Şahin, T. (2014). Somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizmedeki başarılarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 202-220.
- Yeh, A. ve Nason, R. (2004). VR Math: A 3D micro world for learning 3d geometry. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and*

Telecommunications, 2183-2194. (<http://www.editlib.org/p/12323>” adresinden 28.01.2015 tarihinde edinilmiştir.)

Yıldırım, A., Şimşek, H. (2008). Nitel Araştırma Yöntemleri. (7. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldız, B. ve Tüzün, H. (2011). Üç boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal yeteneğe etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 498-508.

Yolcu, B. ve Kurtuluş, A. (2010). A study on developing sixth-grade students’ spatial visualization ability. *Elementary Education Online*, 9(1), 256-274.

Youssef, B. B. ve Berry, B. (2012). Learning to think spatially in an undergraduate interdisciplinary computational design context: a case study. *International Journal Technology Design Education*. 22, 541–564.

Yurt, E. ve Sünbül, A. M. (2012). Effect of modeling-based activities developed using virtual environments and concrete objects on spatial thinking and mental rotation skills. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 12(3), 1975-1992.

<http://mevzuat.meb.gov.tr/html/3.html> , 19.02.2015 tarihinde edinilmiştir.

EK 1. İstanbul İl Milli Eğitim Müdürlüğü Araştırma İzin Belgesi



T.C.
İSTANBUL VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 59090411/44/3099566
Konu: Araştırma (Zeynep PARMAK)

22/07/2014

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
(Eğitim Bilimleri Enstitüsüne)

İlgi: a) 03.06.2014 tarih ve 6355 sayılı yazınız.
b) Valilik Makamının 08.07.2014 tarih ve 2871267 sayılı oluru.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü, yüksek lisans programı öğrencisi Zeynep PARMAK'ın "*Teknoloji Ortamında Uzamsal Yeteneğin Gelişiminin İncelenmesi*" konulu tezine dair araştırma çalışması hakkındaki ilgi (a) yazınız ilgi (b) valilik onayı ile uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve ilgi (b) Valilik Onayı doğrultusunda gerekli duyurunun araştırmacı tarafından yapılmasını, işlem bittikten sonra 2 (iki) hafta içinde sonuçtan Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme Bölümüne rapor halinde bilgi verilmesini arz ederim.

Murat ADALI
Müdür a.
Şube Müdürü

EK: 1- Valilik Onayı
2- Ölçekler
3-Okul Listesi

Elektronik İmza Aali	
Sistemimizde Mevcuttur	
Adı Soyadı:	Muralla ÇELİK
Ünvanı:	Bölüm Şefi
Tarih:	04/08/2014
İmza:	

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5 inci maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. Evrak teyidi <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 90b2-1023-31e4-a472-7d8e kodu ile yapılabilir.

İl Milli Eğitim Müdürlüğü D: Blok Bab-ı Ali Cad. No:13 Cağaloğlu
E-Posta: sgb34@meb.gov.tr

A. BALTA VİDEKİ
Tel: (0 212) 455 04 00-239
Faks: (0 212) 455 06 52

Ek 2. Öğrenci Bilgilendirme Formu

ÖĞRENCİ GÖRÜŞME, SES KAYDI VE VIDEO KAYDI YAZILI İZİN FORMU

Sayın

Bu mektubun amacı sizi araştırmamızla ilgili haberdar etmek ve buna bağlı olarak katılmanızla ilgili izin almaktır. “Teknoloji Ortamında Uzamsal Yeteneğin Gelişiminin İncelenmesi” konulu bir araştırma yapmaktayız. Bu araştırma kapsamında lise düzeyi öğrencileri ile görüşmeler yapıyoruz. Bu konuda sizin görüşlerinizin önemli olduğunu düşünüyoruz.

Ben Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik Eğitimi A.B.D.’de Doç. Dr. H. Bahadır YANIK danışmanlığında yüksek lisansımı yapmaktayım. Lise ve mesleki eğitim düzeyindeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerini inceliyorum. Bunun için sizlere uzamsal yeteneğin ölçülmesine yönelik hazırlanmış Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi’ni uygulamak istiyorum. Ayrıca uzamsal yeteneğe yönelik hazırlanmış olduğum bazı soruları sormak istiyorum. Buna ek olarak uzamsal yeteneğe yönelik Cabri 3D programında hazırlanmış bir dizi etkinlikleri sizlerle beraber yapmak istiyorum. Bu etkinliklerin sonunda sizlere tekrar Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi’ni uygulamak ve hazırlanmış olduğum uzamsal yeteneğe yönelik hazırlanmış olduğum son değerlendirme sorularını sormak istiyorum. Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi’nin uygulama süresi yaklaşık 40 dakika olup ön ve son değerlendirme soruları için ayrılan süre de 30 dakika ile sınırlı olacaktır.

Cabri 3D programı ile hazırlanan etkinliklerin her biri yaklaşık bir ders saati olarak planlanmıştır. Etkinlikler ve son değerlendirme görüşmeleri ses ve video kayıt cihazı ile kayıt altına alınacaktır. Bana çalışma süresince söyleyecekleriniz araştırma dışında başka amaçla kullanılmayacaktır.

Ayrıca, araştırmanın raporlaştırılması sürecinde elde edilen bilgiler yazılırken ve ileride yapılabilecek akademik bildiri ve yayınlarda kimliğinizle ilgili özel bilgilere kesinlikle yer verilmeyecektir.

Bu çalışmadaki katılımınız tamamen gönüllülük üzerinedir. Çalışmanın herhangi bir aşamasında çalışmadan ayrılabilirsiniz.

Sonuç olarak bu mektubu okuduğunuz ve araştırmaya katılıp katılmama konusunu düşünmek için zaman ayırdığınız için tekrar teşekkür ederiz. Araştırma hakkında başka sorularınız varsa yanıtlamaktan memnun olacağımızı bildirir, saygılarımızı sunarız.

Zeynep PARMAK

Doç. Dr. Hüseyin Bahadır Yanık

Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi A.B.D.
Yunus Emre Kampüsü, 26470 Eskişehir. Tel: 335 05 80-335 05 80-3350 Fax: 335 0579

Adres: Anadolu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Yunus Emre Kampüsü, 26470 Eskişehir. Tel: 335 05 80-3411 Fax: 335 0579

Aşağıda imzası olan ben, yukarıdaki açıklamaları anladım ve araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı bildirmiş bulunmaktayım.

İmza

Tarih

İsim

Telefon No

Adres

E-mail Adresi

Ek 3. Veli Bilgilendirme Formu

ÖĞRENCİ GÖRÜŞME, SES KAYDI VE VİDEO KAYDI YAZILI İZİN FORMU

Sayın Veli,

Bu mektubun amacı sizi araştırmamızla ilgili haberdar etmek ve buna bağlı olarak velisi olduğunuz isimli öğrencinin çalışmamıza katılmasına izin almaktır. “Teknoloji Ortamında Uzamsal Yeteneğin Gelişiminin İncelenmesi” konulu bir araştırma yapmaktayız. Bu araştırma kapsamında lise düzeyi öğrencileri ile görüşmeler yapıyoruz. Bu konuda velisi olduğunuz öğrencinin görüşlerinin önemli olduğunu düşünüyoruz.

Ben Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik Eğitimi A.B.D.’da Doç. Dr. H. Bahadır YANIK danışmanlığında yüksek lisansımı yapmaktayım. Lise ve mesleki eğitim düzeyindeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerini inceliyorum. Bunun için velisi olduğunuz öğrenciye uzamsal yeteneğin ölçülmesine yönelik hazırlanmış Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi’ni uygulamak istiyorum. Ayrıca uzamsal yeteneğe yönelik hazırlanmış olduğum bazı soruları sormak istiyorum. Buna ek olarak uzamsal yeteneğe yönelik Cabri 3D programında hazırlanmış bir dizi etkinlikleri velisi olduğunuz öğrenci ile beraber yapmak istiyorum. Bu etkinliklerin sonunda velisi olduğunuz öğrenci ile tekrar Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi’ni uygulamak ve hazırlanmış olduğum uzamsal yeteneğe yönelik hazırlanmış olduğum son değerlendirme sorularını sormak istiyorum. Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi’nin uygulama süresi yaklaşık 40 dakika olup ön ve son değerlendirme soruları için ayrılan süre de 30 dakika ile sınırlı olacaktır.

Cabri 3D programı ile hazırlanan etkinliklerin her biri yaklaşık bir ders saati olarak planlanmıştır. Etkinlikler ve son değerlendirme görüşmeleri ses ve video kayıt cihazı ile kayıt altına alınacaktır.

Ayrıca, araştırmanın raporlaştırılması sürecinde elde edilen bilgiler yazılırken ve ileride yapılabilecek akademik bildiri ve yayınlarda velisi olduğunuz öğrencinin kimliği ile ilgili özel bilgilere kesinlikle yer verilmeyecektir.

Bu çalışmadaki velisi olduğunuz öğrencinin katılımı tamamen gönüllülük üzerinedir ve çalışmanın herhangi bir aşamasında çalışmadan ayrılabilirsiniz.

Sonuç olarak velisi olduğunuz öğrencinin araştırmaya katılıp katılmama konusunu düşünmek için zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz. Araştırma hakkında başka sorularınız varsa yanıtlamaktan memnun olacağımı bildirir, saygılarımı sunarım.

Zeynep PARMAK

Doç. Dr. Hüseyin Bahadır Yanık

Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri
Enstitüsü Matematik Eğitimi A.B.D.
Yunus Emre Kampüsü, 26470 Eskişehir. Tel:
335 05 80-3550 Fax: 335 0579

Adres: Anadolu Üniversitesi, Eğitim
Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Yunus Emre
Kampüsü, 26470 Eskişehir. Tel: 335 05 80-
3411 Fax: 335 0579

Aşağıda imzası olan ben, yukarıdaki açıklamaları anlamış ve velisi olduğum öğrenciye araştırmaya gönüllü olarak katılmasına izin verdiğimi bildiririm.

İmza

Tarih

İsim

Telefon No

Adres

E-mail Adresi

Ek 4. Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi Bilgilendirme Sayfası

TC009199

Purdue Spatial Visualization Test by Roland Guay, 1976.

DESCRIPTION: The Purdue Spatial Visualization Test consists of three parts: Developments, Rotations, and Views. Developments consists of 12 questions designed to see how well subjects can visualize the folding of developments into three-dimensional objects. Rotations consists of 12 questions designed to see how well subjects can visualize the rotation of three-dimensional objects. Views consists of 12 questions designed to see how well subjects can visualize what three-dimensional objects look like from various viewing positions. There are also three separate 30-item test booklets: one each for Developments, Rotations, and Views. The tests are suitable for use with subjects ages 13 or older.

ADMINISTRATION: The tests can be either group or individually administered.

SCORING AND INTERPRETATION: The scores are the number of items answered correctly. There is a scoring key available, listed under MATERIALS.

TECHNICAL CHARACTERISTICS: There is no information on technical characteristics.

MATERIALS: Test, Purdue Spatial Visualization Test; Test, Visualization of Developments; Test, Visualization of Rotations; Test, Visualization of Views; Answer Key

REFERENCES: Guay, Roland B. Spatial Ability Measurement: A Critique and an Alternative. April 1980. 19p. ED 189 166.

Ek 5. Purdue Spatial Visualization Testi Kullanımı İzin Belgesi (Ash)

Dear Zeynep Parmak,

Thank you for ordering from Educational Testing Service on May 16, 2014. The following email is a summary of your order. Please use this as your proof of purchase. If you paid by credit card, please look for ETS®ets on your credit card billing statement.

Sincerely,
ETS Store Customer Service

This e-mail message was sent from a notification-only address that cannot accept incoming e-mail. Please do not reply to this message.

IMPORTANT INFORMATION REGARDING YOUR PURCHASE

TC009199 - Purdue Spatial Visualization Test -

Download your product now:

[Download Now](#) - TC009199.pdf



Ek 6. Purdue Spatial Visualization Testi Kullanımı İzin Belgesi (Türkçe)

Sayın Zeynep Parmak,

16 Mayıs 2014 tarihinde Educational Testing Service aracılığıyla sipariş verdiğiniz için teşekkür ederiz. Bu e-posta siparişinizin bir özeti olarak gönderilmiştir. Bu maili satın alma işleminizin bir kanıtı olarak kullanınız. Eğer ödemenizi kredi kartı ile yaptıysanız, kredi kartı ekstrenizde ETS*ets olarak kontrol ediniz.

TC009199-Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi

Saygılarımızla,

ETS Mağazası Müşteri Hizmetleri

Tarafımdan Türkçe'ye çevrilmiştir.

17.05.2014

Zeynep PARMAK

Ek 7. Purdue Spatial Visualisation Testi Yönlendirmeleri ve Soru Örnekleri

BÖLÜM 1: AÇILIMLAR

Testin ilk bölümü üç boyutlu nesnelerin açılımlarını ve katlama biçimlerini hayalinizde ne kadar iyi canlandırıldığınızı ölçmek için tasarlanmış 12 adet sorudan meydana gelmektedir.

Sorularda bir geometrik cismin iç yüzlerini gösteren açılım verilmektedir. Açılımdaki taralı bölge ise nesnenin taban yüzeyini göstermektedir. Seçeneklerde de verilen açılım katlandıktan sonra oluşan üç boyutlu geometrik cisimlerin çizimleri verilmektedir. Sizden istenen açılımı verilen cismin katlanmasıyla oluşacak halini seçeneklerden seçmenizdir.

Bu bilgilere göre;

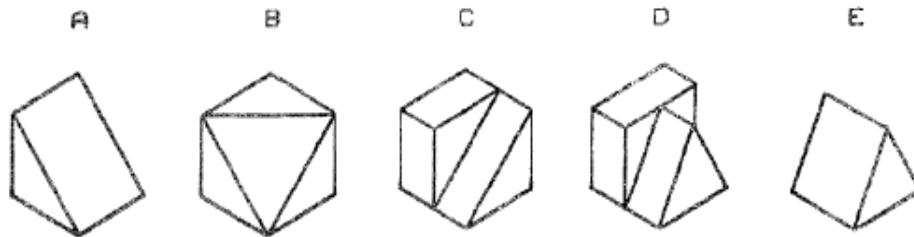
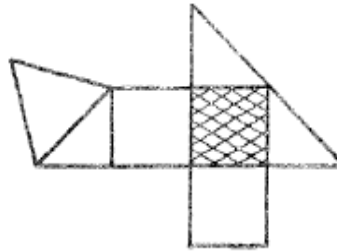
1. Açılım katlandığında meydana gelen üç boyutlu şekli hayalinizde canlandırın
2. Size verilen beş adet cisim arasından verilen açılımın katlanmasıyla meydana gelen cismi seçin (A, B, C, D veya E)

Testin bütün bölümlerindeki soruların sadece bir doğru cevabı vardır.

Sorularınızı cevaplarken açılımın nesnenin iç yüzeylerini gösterdiğini ve taralı alanın nesnenin taban yüzeyi olduğunu hatırlayın.

Cevabınızı, cevap kağıdı üzerine seçtiğiniz seçeneği belirgin bir şekilde işaretleyerek belirtiniz.

1



BÖLÜM 2: DÖNDÜRME

İkinci bölüm üç boyutlu nesnelerin döndürülmüş hallerini hayalinizde ne kadar iyi canlandırdığınızı ölçmek için tasarlanmış 12 adet sorudan meydana gelmektedir.

Sorularda öncelikle bir cismin iki hali gösterilmektedir. Birinci haldeki cisim belirli şekilde döndürülerek ikinci hali almaktadır. Sizden istenen uygulanan döndürme işlemini anlamanız ve verilen cismin aynı döndürme işleminden sonraki durumunu seçeneklerden seçmenizdir.

Verilen bilgilerle:

1. Soruda üst satırda verilen nesnenin nasıl döndürülmüş olduğunu anlamaya çalışın
2. Soruda verilen nesnenin aynı şekilde döndürülmüş halini hayalinizde canlandırın
3. Seçenekler arasından doğru yöne döndürülmüş olan nesneyi seçin.

Her sorunun yalnız bir doğru cevabı olduğunu hatırlayınız.

Cevabınızı, cevap kağıdı üzerine seçtiğiniz seçeneği belirgin bir şekilde işaretleyerek belirtiniz.

13



döndürüldüğünde



oluyorsa



aynı şekilde döndürüldüğünde

A

B

C

D

E



BÖLÜM 3: GÖRÜNÜŞLER

Üçüncü bölüm üç boyutlu nesnelerin değişik bakış açılarından nasıl görüldüğünü ne ka hayal edebildiğinizi ölçmek için tasarlanmış 12 adet sorudan meydana gelmektedir.

Sorularda cam bir küpün ortasına yerleştirilmiş bir cisim ve bu cismin çeşitli bakış açıla görüntülerini temsil eden beş adet seçenek verilmektedir. Cam küpün bir köşesindeki nokta ise istenen bakış açısını göstermektedir. Sizden istenen küp içerisine yerleştiren cismin, siyah nokta ile belirlenmiş bakış açısından nasıl görüldüğünü seçme arasından seçmenizdir.

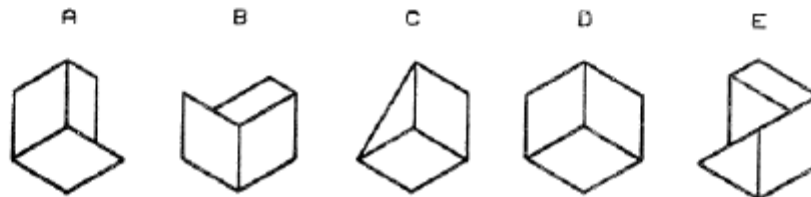
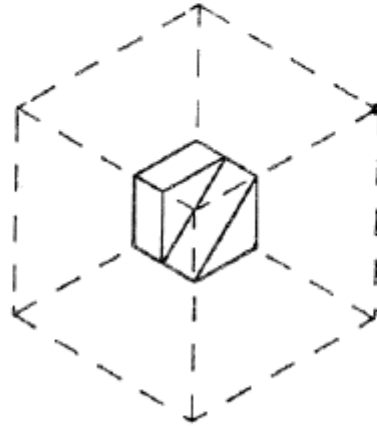
Verilen bilgiler ışığında;

1. Cam küpün etrafında siyah noktanın sizinle cisim arasında olacağı pozisyonu şekilde hareket ettiğinizi hayal edin
2. Cam küpün içerisindeki nesnenin siyah noktanın bulunduğu bakış açısında görüldüğünü hayalinizde canlandırın
3. A, B, C, D ve E seçeneklerinde verilen beş adet görüntüden nesnenin verilen açıdan görünen doğru görüntüsünü seçin.

Her sorunun sadece bir doğru cevaba sahip olduğunu hatırlayınız.

Nesnenin cam bir küpün ortasına yerleştirilmiş olduğunu ve siyah noktanın sizinle ne arasında kalacak şekilde bakış doğrultusunu temsil ettiğini hatırlayınız. Bazı durumlarda nokta cismin arkasında kaldığından gri olarak gözüktüğüne dikkat ediniz.

25

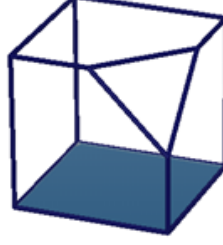


Ek 8. Açınımlar Bölümü Ön- Son Değerlendirme Örnek Sorular

- 1) Aşağıda verilen 3 boyutlu şekillerin açık halini zihninizde canlandırınız. Tahmininizi uzunluk birimlerine dikkat ederek şekillerin yanında bulunan alanlara çizmeyi deneyiniz.



ön değerlendirme



son değerlendirme



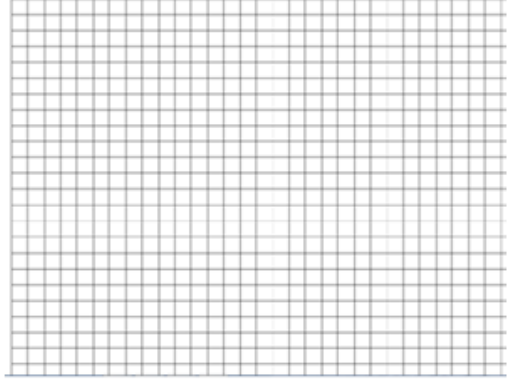
2)



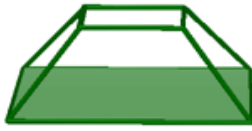
ön değerlendirme



son değerlendirme



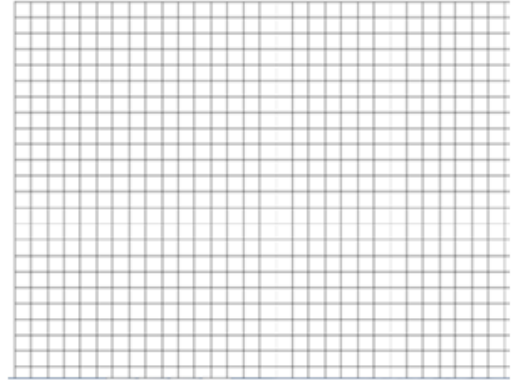
3)



ön değerlendirme



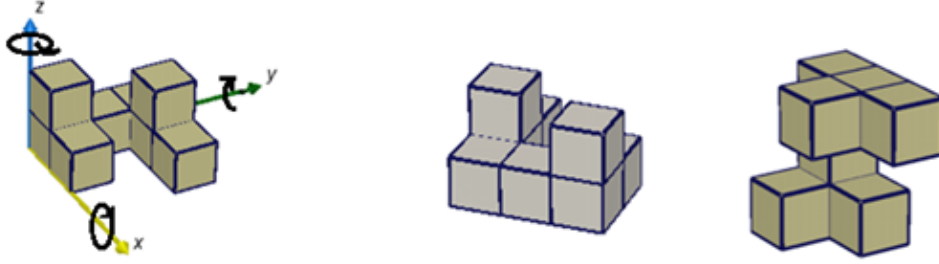
son değerlendirme



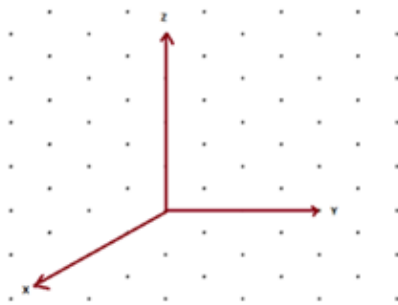
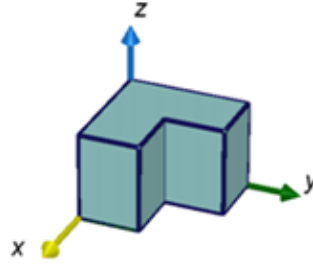
Ek 9. Döndürme Bölümü Ön- Son Değerlendirme Örnek Sorular

- 1) Aşağıda XYZ koordinat sisteminde verilen şeklin farklı döndürmeler sonucu elde edilen görünüşleri verilmiştir. Sizce uygulanan döndürmeler Hangi eksen etrafında, hangi yönde ve kaç derecelik açıdadır?(90, 180, 270 derecelik açıları düşününüz) Tahminlerinizi belirtilen yerlere yazınız. (Saat yönü oklarla gösterilmiştir.)

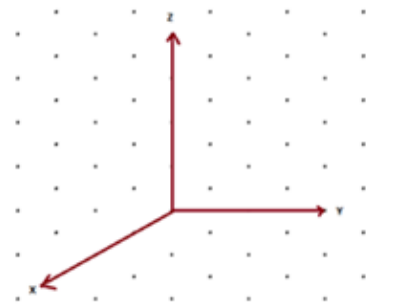
a) (MEB, (2011) Ortaöğretim 12. Sınıf Geometri Kitabı s.242 alındı).



- 2) Aşağıda verilen şekle belirtilen döndürmeleri uyguladıysanızda şeklin XYZ ekseninde alacağı konumu ve görünümü düşününüz. Tahmininizi aşağıda belirtilen boşluğa çizmeyi deneyiniz.

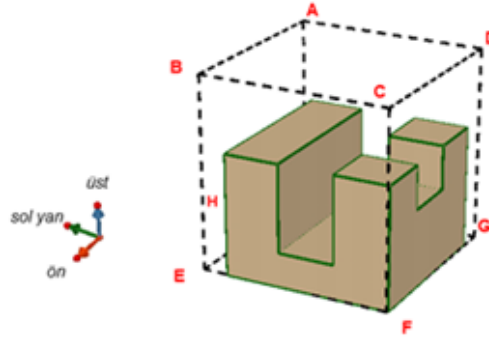


X ekseninde saat yönünde 90 derece



Z ekseninde saat yönü tersine 90 derece

Ek 10. Görünüşler Bölümü Ön- Son Değerlendirme Örnek Sorular



ön görünüş	üst görünüş	sağ görünüş
arka görünüş	alt görünüş	sol görünüş

Bu şeklin aynı anda alt, sağ ve ön yüzeylerinin görülmesi için şekle hangi noktadan bakılmalıdır?

.....

ÖZGEÇMİŞ

Zeynep PARMAK
Matematik Eğitimi Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Programı

Eğitim Bilgileri

Lisans	2011	Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Eğitimi Bölümü, Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği
Lise	2006	Kırklareli Anadolu Lisesi

İş Bilgileri

2011-2014	Ali Ülker Mesleki Eğitim Merkezi	Bayrampaşa / İSTANBUL
2014-	Osmangazi Anadolu İmam Hatip Lisesi	Gaziosmanpaşa / İSTANBUL

Kişisel Bilgiler

Doğum Tarihi:	10.09.1988
Doğum Yeri:	Kırklareli-Merkez

İletişim Bilgileri

e-mail:	tparmak_39@hotmail.com
Tel:	05456824910